

**IMPLEMENTASI *ITEM-BASED COLLABORATIVE FILTERING*
UNTUK PEMILIHAN ALAT KEBERSIHAN DALAM *GAME***

SKRIPSI

Oleh :
MUIZZUL AZIZAH OKTAVIANING PUTRI
NIM. 210605110017



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**IMPLEMENTASI *ITEM-BASED COLLABORATIVE FILTERING*
UNTUK PEMILIHAN ALAT KEBERSIHAN DALAM *GAME***

SKRIPSI

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

Oleh :
MUIZZUL AZIZAH OKTAVIANING PUTRI
NIM. 210605110017

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *ITEM-BASED COLLABORATIVE FILTERING* UNTUK PEMILIHAN ALAT KEBERSIHAN DALAM *GAME*

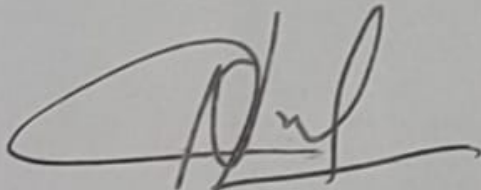
SKRIPSI

Oleh :

MUIZZUL AZIZAH OKTAVIANING PUTRI
NIM. 210605110017

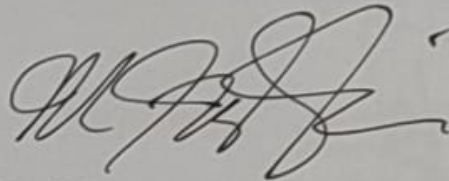
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 23 Juni 2026

Pembimbing I,



Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM
NIP. 19710722 201101 1 001

Pembimbing II,



Dr. M. Imamudin Lc, MA
NIP. 19740602 200901 1 010

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

IMPLEMENTASI *ITEM-BASED COLLABORATIVE FILTERING* UNTUK PEMILIHAN ALAT KEBERSIHAN DALAM *GAME*

SKRIPSI

Oleh :

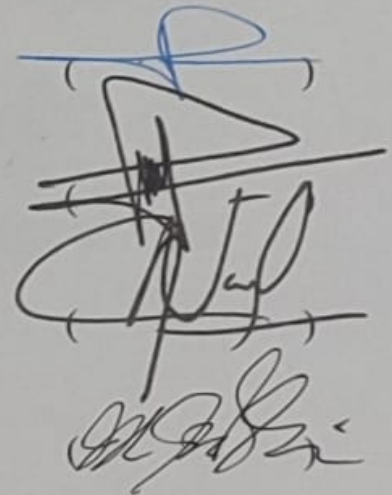
MUIZZUL AZIZAH OKTAVIANING PUTRI

NIM. 210605110017

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 23 Juni 2026

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU</u> NIP. 19771020 200912 1 001
Anggota Penguji I	: <u>Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., M.T.</u> NIP. 19830616 201101 1 004
Anggota Penguji II	: <u>Dr. Fresy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001
Anggota Penguji III	: <u>Dr. M. Imamudin Lc, MA</u> NIP. 19740602 200901 1 010



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



Supriyono, M.Kom
NIP. 19841010 201903 1 012

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

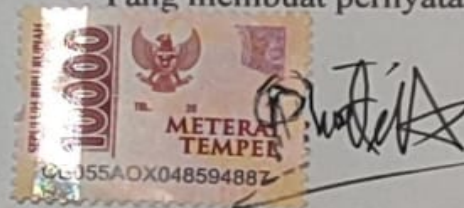
Nama : Muizzul Azizah Oktavianing Putri
NIM : 210605110017
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi *Item-Based Collaborative Filtering*
untuk Pemilihan Alat Kebersihan dalam *Game*

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, 15 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Muizzul Azizah Oktavianing Putri
NIM.210605110017

MOTTO

*"Bukan tentang seberapa cepat mencapai tujuan, melainkan seberapa jauh
mampu bertahan hingga menyelesaikannya"*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk, kekuatan, kesehatan, dan kemudahan dalam setiap langkah perjalanan ini, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

Ibu tercinta, Hatija

Yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis dengan doa, kasih sayang, perhatian, dan dukungan tanpa batas.

Ayah tercinta, Alm. Agus Jumanto

Yang meskipun telah berpulang, tetap menjadi sosok panutan, sumber inspirasi, dan motivasi bagi penulis untuk terus berjuang meraih cita-cita.

Kedua adik tersayang Bintang dan Yanuar

Yang selalu menghadirkan keceriaan, dukungan, dan semangat bagi penulis.

Sahabat-sahabat terdekat,

Yang selalu hadir untuk mendengarkan, menguatkan, dan memberikan semangat.

Kepada diri sendiri,

Yang telah berjuang, bertahan, dan terus melangkah hingga mampu menyelesaikan perjalanan ini.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim, Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi *Item-Based Collaborative Filtering* untuk Pemilihan Alat Kebersihan dalam *Game*” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan 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 atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama masa pendidikan penulis.
2. Dr. Agus Mulyono, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang atas dukungan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
3. Supriyono, M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang atas arahan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.

4. Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang berharga dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dr. M. Imamudin, Lc., M.A., selaku dosen pembimbing II atas segala arahan dan masukan yang diberikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Dr. Ririen Kusumawati, S.Si., M.Kom., selaku dosen wali yang telah mendampingi dan membimbing penulis selama menjalani perkuliahan.
7. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU dan Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, S.ST., selaku dosen penguji, atas kritik dan saran yang berharga selama proses ujian skripsi.
8. Seluruh staf dan dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga kepada penulis selama masa studi.
9. Ibu tercinta, Hatija, Ayah tercinta, Alm. Agus Jumanto, serta kedua adik tersayang, Bintang dan Yanuar, yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan kepada penulis.
10. Paman tercinta, Saiful Ishaq, atas perhatian, dukungan, dan teladan yang diberikan kepada penulis.
11. Diri sendiri, yang telah kuat bertahan dan berjuang hingga di penghujung pendidikan S1 ini. Terima kasih telah terus melangkah, tetap bertahan, dan tidak menyerah pada setiap proses yang telah dilalui.

12. Kedua teman terdekat sejak kecil Luna dan Dewi, atas dukungan, perhatian, dan semangat yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
13. Aisha dan Aldiana, yang selalu menjadi tempat berbagi cerita, keluh kesah, serta penyemangat bagi penulis.
14. Teman-teman seperjuangan “Sssalute Girl” yang terdiri dari Andin, Ima, Nova, Nurul, Nia, dan Arin, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan.
15. Seluruh teman Discord “Meowverse”, khususnya Meowchanic yang beranggotakan Eisa, Kriuk, Ann, dan Apin, atas dukungan, hiburan, dan kebersamaan yang diberikan kepada penulis.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu’alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Malang, 15 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terkait	7
2.2 <i>Game</i>	10
2.3 Sistem Rekomendasi	12
2.4 <i>Collaborative filtering</i>	14
2.5 <i>Cosine Similarity</i>	15
2.6 <i>Weighted Sum</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Desain Penelitian	18
3.2 Perancangan <i>Game</i> “Satria Pandawara”	20
3.2.1 Skenario <i>Game</i>	20
3.2.2 <i>Finite State Machine</i>	26
3.2.3 Alur <i>Collaborative Filtering</i>	29
3.3 Rancangan Perhitungan <i>Item-Based Collaborative Filtering</i>	31
3.3.1 Pengumpulan Data Pemain	31
3.3.2 Perhitungan <i>Similarity</i> (Kemiripan)	33
3.3.3 Perhitungan Prediksi	36
3.4 Rencana Pengujian	38
3.4.1 Pengujian <i>Usability SUS</i>	38
BAB IV UJI COBA DAN HASIL	41
4.1 Implementasi Sistem	41
4.2 Implementasi <i>Game</i>	41
4.3 Implementasi Perhitungan Metode <i>Item-Based Collaborative Filtering</i>	55
4.3.1 Implementasi Pengumpulan Data Awal Pemain	56
4.3.2 Pembentukan Matriks <i>User-Item</i>	57
4.3.3 Perhitungan <i>Similarity</i> Antar Item	58
4.3.4 Prediksi <i>Rating</i> Menggunakan <i>Weighted Sum</i>	60
4.3.5 Implementasi Hasil Rekomendasi Item	62
4.4 Pengujian Sistem	64
4.4.1 Pengujian Skenario 1 (<i>Cold Start</i>)	64

4.4.2 Pengujian Skenario 2 (Pengguna Dengan Riwayat Permainan)	71
4.4.3 Pengujian Skenario 3.....	76
4.5 Pengujian <i>System Usability Scale</i> (SUS).....	82
4.6 Integrasi Sains dan Islam.....	88
4.6.1 <i>Muamalah Ma'a Allah SWT</i>	89
4.6.2 <i>Muamalah Ma'a An-Nas</i>	90
4.6.3 <i>Muamalah Ma'a Alam</i>	91
BAB V PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian	18
Gambar 3. 2 Diagram Alur Game “Satria Pandawara”	22
Gambar 3. 3 Diagram FSM Game “Satria Pandawa”	27
Gambar 3. 4 Skenario Perhitungan Item-Based Collaborative Filtering	30
Gambar 4. 1 Introduction Game	42
Gambar 4. 2 Main Menu	43
Gambar 4. 3 Intruksi Bermain	44
Gambar 4. 4 Select Item Misi 1	45
Gambar 4. 5 Select Item misi 2	47
Gambar 4. 6 Select Item Misi 3	48
Gambar 4. 7 Gameplay 1	49
Gambar 4. 8 Gameplay 2	50
Gambar 4. 9 Pembatas Area	51
Gambar 4. 10 Tampilan Panel Win Misi	52
Gambar 4. 11 Tampilan Panel Win Seluruh Misi	53
Gambar 4. 12 Tampilan Ketika Kalah	54
Gambar 4. 13 Tampilan Rekomendasi Misi 2	63
Gambar 4. 14 Tampilan Rekomendasi Misi 3	64
Gambar 4. 15 Gameplay Misi 1	66
Gambar 4. 16 Hasil Penyelesaian Misi 1	67
Gambar 4. 17 Hasil Rekomendasi Skenario 1	70
Gambar 4. 18 Gameplay Misi 2	72
Gambar 4. 19 Hasil Penyelesaian Misi 2	73
Gambar 4. 20 Hasil Rekomendasi Skenario 2	76
Gambar 4. 21 Gameplay Misi 1 Skenario 3	78
Gambar 4. 22 Hasil Penyelesaian Misi 1 Skenario 3	79
Gambar 4. 23 Hasil Rekomendasi Misi 1 Skenario 3	81
Gambar 4. 24 Grafik Hasil Skor SUS	87

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Storyboard.....	23
Tabel 3. 2 Contoh Pengumpulan Data Pemain	32
Tabel 3. 3 Data Rating	34
Tabel 3. 4 Contoh Matriks Similarity	36
Tabel 3. 5 Contoh Tabel Nilai Prediksi	38
Tabel 3. 6 Daftar Pertanyaan Kuesioner SUS.....	39
Tabel 4. 1 Pengumpulan Data Kuesioner	56
Tabel 4. 2 Matriks User-Item.....	58
Tabel 4. 3 Hasil Rating Kuesioner	65
Tabel 4. 4 Parameter pengujian misi 1	66
Tabel 4. 5 Hasil Permainan Misi 1.....	67
Tabel 4. 6 Hasil Rating Item Misi 1	68
Tabel 4. 7 Nilai Similarity Antar Item	68
Tabel 4. 8 Hasil Prediksi Rating	69
Tabel 4. 9 Hasil Rekomendasi Item Skenario 1	70
Tabel 4. 10 Data Rating Pengguna Setelah Misi 1	71
Tabel 4. 11 Parameter Pengujian Misi 2	72
Tabel 4. 12 Hasil Permainan Misi 2.....	73
Tabel 4. 13 Hasil Rating Item Misi 2.....	74
Tabel 4. 14 Nilai Similarity Antar Item Misi 2.....	74
Tabel 4. 15 Hasil prediksi Rating Misi 2	75
Tabel 4. 16 Hasil Rekomendasi Item Skenario 2.....	75
Tabel 4. 17 Data Awal Pengguna Skenario 3	77
Tabel 4. 18 Parameter Pengujian Misi 1 Skenario 3.....	77
Tabel 4. 19 Hasil Permainan Misi 1 Skenario 3	78
Tabel 4. 20 Hasil Rating Item Misi 1 Skenario 3	79
Tabel 4. 21 Nilai Similarity Antar Item Misi 1 Skenario 3	80
Tabel 4. 22 Hasil Prediksi Rating Misi 1 Skenario 3.....	80
Tabel 4. 23 Hasil Rekomendasi Misi 1 Skenario 3.....	81
Tabel 4. 24 Skala Penilaian.....	82
Tabel 4. 26 Skor Asli Responden SUS	83
Tabel 4. 27 Hasil Konversi Skor SUS	85
Tabel 4. 28 Nilai SUS Responden	86

ABSTRAK

Putri, Muizzul Azizah Oktavianing. 2026. **Implementasi *Item-Based Collaborative Filtering* untuk Pemilihan Alat Kebersihan dalam *Game***. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Fresy Nugroho, M.T (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

Kata Kunci: *Item-Based Collaborative Filtering*, Sistem Rekomendasi, *Game* Edukasi, *Cosine Similarity*, *System Usability Scale* (SUS).

Permasalahan sampah merupakan salah satu isu lingkungan yang memerlukan peningkatan kesadaran masyarakat dalam pengelolaannya. Salah satu media yang dapat digunakan untuk mendukung proses edukasi mengenai pengelolaan sampah adalah *game* edukasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rekomendasi pemilihan alat kebersihan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* pada *game* edukasi Satria Pandawara. Metode *Item-Based Collaborative Filtering* digunakan untuk menghasilkan rekomendasi berdasarkan tingkat kemiripan antar item menggunakan perhitungan *Cosine Similarity* dan prediksi rating menggunakan metode *Weighted Sum*. Data yang digunakan diperoleh dari hasil pengumpulan data awal pengguna yang kemudian diolah untuk membentuk basis rekomendasi. Implementasi metode dilakukan pada sistem pemilihan alat dalam *game* sehingga pemain memperoleh rekomendasi item yang dapat digunakan pada misi berikutnya berdasarkan data preferensi yang telah tersimpan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk mengetahui tingkat *usability game* dan fitur rekomendasi alat kebersihan dari sudut pandang pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Item-Based Collaborative Filtering* berhasil diimplementasikan pada *game* Satria Pandawara dan mampu menghasilkan rekomendasi alat kebersihan berdasarkan data yang tersedia sehingga dapat membantu pemain dalam menentukan item yang sesuai untuk digunakan pada setiap misi permainan.

ABSTRACT

Putri, Muizzul Azizah Oktavianing. 2026. **Implementation of Item-Based Collaborative Filtering for Selecting Cleaning Tools in a Game**. Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Dr. Fresy Nugroho, M.T (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

Keywords: Item-Based Collaborative Filtering, Recommendation Systems, Educational Games, Cosine Similarity, System Utility Scale (SUS).

The problem of waste is one of the environmental issues that requires increased public awareness regarding its management. One medium that can be used to support the educational process on waste management is educational games. This study aims to provide recommendations for selecting cleaning tools using the Item-Based Collaborative Filtering method in the 3D educational game Satria Pandawara. The Item-Based Collaborative Filtering method was used to generate recommendations based on the similarity between items using the Cosine Similarity calculation and to predict ratings using the Weighted Sum method. The data used was obtained from initial user data collection, which was then processed to form a recommendation database. The method was implemented in the game's tool-selection system so that players receive recommendations for items they can use in subsequent missions based on their stored preference data. System testing was conducted using the System Usability Scale (SUS) method to determine the usability of the game and the cleaning tool recommendation feature from the user's perspective. The research results show that the Item-Based Collaborative Filtering method was successfully implemented in the Satria Pandawara game and is capable of generating cleaning tool recommendations based on available data, thereby helping players determine the appropriate items to use in each game mission.

الملخص

فوتري، معز العزيرة أوكتايفانينج. 2026. تطبيق التصفية التعاونية القائمة على العناصر لاختيار أدوات النظافة في الألعاب. البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: د. فريسي نوغروهو، الماجستير؛ المشرف الثاني: د. محمد إمام الدين، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: تصفية تعاونية قائمة على عناصر، نظام توصية، ألعاب تعليمية، تشابه جيب التمام، مقياس سهولة استخدام النظام (*SUS*).

تُعد مشكلة النفايات أحد القضايا البيئية التي تتطلب زيادة وعي المجتمع في إدارتها. ومن الوسائل التي يمكن استخدامها لدعم عملية التعليم بشأن إدارة النفايات هي الألعاب التعليمية. هدف هذا البحث إلى تقديم توصية لاختيار أدوات التنظيف باستخدام طريقة التصفية التعاونية القائمة على العناصر في اللعبة التعليمية Satria Pandawara. تُستخدم طريقة التصفية التعاونية القائمة على العناصر لإنتاج التوصيات بناءً على مستوى التشابه بين العناصر باستخدام حساب تشابه جيب التمام وتقدير التقييم باستخدام طريقة المجموع المرجح. وتم الحصول على البيانات المستخدمة من نتائج جمع البيانات الأولية للمستخدمين، والتي تم معالجتها لاحقًا لتشكيل قاعدة التوصيات. تم تنفيذ الطريقة على نظام اختيار الأدوات في اللعبة بحيث يحصل اللاعب على توصيات بالعناصر التي يمكن استخدامها في المهمة التالية استنادًا إلى بيانات التفضيلات المخزنة. تم اختبار النظام باستخدام طريقة مقياس سهولة استخدام النظام (*SUS*) لمعرفة مستوى سهولة استخدام اللعبة وميزة توصية أدوات التنظيف من وجهة نظر المستخدمين. أظهرت نتائج البحث أن طريقة التصفية التعاونية القائمة على العناصر (*Item-Based Collaborative Filtering*) تم تنفيذها بنجاح في لعبة Satria Pandawara وقادرة على إنتاج توصيات لأدوات التنظيف استنادًا إلى البيانات المتاحة، مما يساعد اللاعب في تحديد العناصر المناسبة لاستخدامها في كل مهمة من مهام اللعبة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah menjadi salah satu persoalan lingkungan yang berkaitan erat dengan aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Peningkatan jumlah penduduk pada suatu wilayah turut memengaruhi banyaknya volume sampah yang dihasilkan, sehingga permasalahan sampah semakin sulit dihindari apabila tidak dikelola dengan baik (Sudirman & Phradiansah, 2019). Tingginya volume sampah menjadi masalah serius yang dihadapi Indonesia setiap tahunnya. Pengelolaan sampah yang kurang tepat dapat menimbulkan berbagai dampak buruk bagi lingkungan, masyarakat, serta kondisi sosial ekonomi. Sampah dapat mencemari udara, meningkatkan risiko efek rumah kaca, serta mencemari sumber air yang dapat menurunkan kualitas air tanah. Selain itu, sampah juga dapat menyebabkan banjir yang berisiko menghilangkan nyawa serta memicu kerugian lainnya. Dampak sampah juga tidak hanya terbatas pada lingkungan, karena limbah ini juga berdampak pada kesehatan masyarakat karena kandungan zat kimia dan logam berat dari limbah dapat membahayakan manusia (Mulyati, 2021).

Rendahnya keterlibatan masyarakat dalam mengelola sampah rumah tangga menjadi salah satu penyebab meningkatnya persoalan sampah dan limbah. Oleh sebab itu, masyarakat perlu meningkatkan kepedulian melalui pengelolaan sampah yang benar, misalnya dengan tidak membuang sampah sembarangan dan membuangnya pada tempat yang sesuai. Kebiasaan tersebut dapat mendukung terciptanya lingkungan yang lebih bersih dan nyaman. Pemerintah juga perlu

memperhatikan masalah ini dengan memperketat peraturan terkait pembuangan sampah sembarangan serta mensosialisasikan aturan tersebut kepada masyarakat (Fatmawati, et al. 2020).

Ketentuan tersebut sejalan dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Pasal 12 Ayat 1 yang menyatakan bahwa setiap orang berkewajiban mengurangi dan menangani sampah rumah tangga maupun sampah sejenis rumah tangga secara berwawasan lingkungan (Nggeboe, 2016). Ketentuan ini menegaskan bahwa pengelolaan sampah tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah, melainkan juga melibatkan peran masyarakat. Dengan demikian, kerja sama antara pemerintah dan masyarakat diperlukan agar permasalahan sampah dapat dikendalikan serta dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan dapat diminimalkan.

Ajaran Islam juga menekankan kewajiban manusia untuk menjaga kelestarian alam, salah satunya sebagaimana terdapat dalam Surah Al-Qasas ayat 77. Ayat tersebut menunjukkan bahwa manusia memiliki amanah untuk memanfaatkan sumber daya alam secara bijak agar kebutuhan hidup dapat terpenuhi tanpa merusak keseimbangan lingkungan. Selain itu, manusia juga harus menjaga lingkungan di sekitarnya dalam berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, menjaga lingkungan menjadi bagian dari tanggung jawab manusia sebagaimana ditegaskan dalam Surah Al-Qasas ayat 77:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

“Dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat

baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.”(Q.S. Al-Qasas : 77).

Berdasarkan penjelasan dalam Tafsir Ibnu Katsir (Darut Thayyibah Linnasyari Wat Tauzi’, Jilid 8, Hal. 254), dijelaskan bahwa manusia dilarang memiliki niat untuk merusak bumi, tempat di mana mereka tinggal, serta dilarang melakukan tindakan yang dapat merusak ciptaan Allah. Hal tersebut menunjukkan bahwa kerusakan di bumi merupakan perbuatan yang tidak disukai oleh Allah. Oleh sebab itu, manusia perlu menjalankan tanggung jawabnya dalam menjaga keberlangsungan lingkungan (Muhammad, 2022).

Sebagai salah satu solusi inovatif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pengelolaan sampah, pengembangan *game* edukasi berbasis lingkungan menjadi alternatif yang efektif. *Game* edukasi ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana hiburan, tetapi juga dapat membantu pemain memahami pentingnya pengelolaan sampah dengan benar dan dampaknya terhadap lingkungan. Melalui konsep permainan yang interaktif dan menyenangkan, masyarakat, terutama generasi muda, dapat mengenal cara memilah sampah, memahami pentingnya daur ulang, serta mengurangi penggunaan plastik. *Game* semacam ini mampu menanamkan kebiasaan baik dalam pengelolaan sampah sejak dini, sehingga diharapkan dapat membentuk generasi yang lebih sadar dan bertanggung jawab dalam menjaga lingkungan. Salah satu bentuk media interaktif yang dapat digunakan dalam pembelajaran adalah *game* edukasi. *Game* edukasi merupakan permainan yang dirancang untuk menyampaikan materi tertentu, membantu pengembangan pemahaman, serta melatih kemampuan pemain, serta mendorong

mereka untuk terlibat dalam proses bermain (Arpiansah, Fernando, & Fakhrurozi, 2021).

Sistem rekomendasi dalam *game* edukasi berbasis lingkungan masih belum banyak dieksplorasi, terutama yang mengandalkan metode *Item-Based Collaborative Filtering* untuk meningkatkan pengalaman bermain. Penelitian sebelumnya yang berjudul “Perancangan Media Interaktif Berbasis *Game Android* Resik sebagai *Game* Edukasi Tentang Sampah di Sidoarjo” yang dirancang oleh (S. Arif, 2024), berfokus pada penyampaian materi edukasi dan mekanisme permainan mengenai pengelolaan sampah. Namun, penelitian tersebut belum memanfaatkan sistem rekomendasi yang mampu menyesuaikan pilihan alat berdasarkan preferensi pengguna. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peluang penerapan sistem rekomendasi untuk membantu pemain menentukan alat yang lebih sesuai dalam menyelesaikan misi permainan. Sistem rekomendasi digunakan untuk memprediksi informasi atau item yang sesuai dengan minat pengguna, sehingga dapat membantu pengguna dalam proses pengambilan keputusan (Nugroho & Ismu Rahayu, 2020). Sistem rekomendasi bekerja dengan menyaring data dalam jumlah besar, kemudian menampilkan item yang dinilai paling relevan dengan kebutuhan dan preferensi pengguna (Parvatikar & Joshi, 2016). Sebagian besar *game* edukasi tentang pengelolaan sampah hanya menggunakan pendekatan linear di mana pemain memilih alat bantu secara manual tanpa mempertimbangkan preferensi individu pemain atau dinamika tantangan dalam permainan. Hal ini menciptakan celah penting dalam penelitian mengenai penggunaan teknologi rekomendasi untuk membantu pemain menyelesaikan tugas dengan lebih efisien.

Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan sistem rekomendasi pada *game* “Satria Pandawara” menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* untuk membantu pemain memilih alat kebersihan yang sesuai dalam menyelesaikan misi. Sistem rekomendasi bekerja dengan memanfaatkan data penilaian item dari pemain untuk menentukan alat yang memiliki kemungkinan paling sesuai digunakan pada misi berikutnya. Penerapan metode ini diharapkan dapat membuat pemilihan alat menjadi lebih terarah, sehingga pemain memperoleh bantuan dalam menghadapi tantangan pengumpulan sampah pada setiap misi.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana menghasilkan rekomendasi pemilihan alat kebersihan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* pada *game* edukasi Satria Pandawara?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan pada sistem rekomendasi berupa *rating* item yang dihitung dari hasil permainan, yaitu jumlah sampah yang dikumpulkan dan waktu penyelesaian misi.
2. Variabel item yang digunakan berjumlah 8 yaitu Sarung Tangan Biasa, Sarung Tangan Pelindung, Tongkat Cepat, Tongkat Jangkau, Sepatu Biasa, Sepatu Bahaya, Sepatu Selip, Sepatu Cepat.

3. Penelitian ini hanya berfokus pada pola permainan pemain untuk menentukan rekomendasi alat bantu, tanpa mempertimbangkan aspek lain seperti desain grafis atau elemen naratif dalam *game*.
4. Untuk menghitung kemiripan antara item hanya menggunakan algoritma *Cosine Similarity*.

1.4 Tujuan Penelitian

Menghasilkan rekomendasi pemilihan alat kebersihan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* pada *game* edukasi Satria Pandawara.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemain dalam memilih alat kebersihan yang sesuai untuk digunakan pada setiap misi dalam *game* edukasi Satria Pandawara.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Jepriana & Hanief (2020) melakukan penelitian mengenai penerapan sistem rekomendasi untuk membantu pemilihan konsentrasi di STMIK STIKOM Bali menggunakan *metode Item-Based Collaborative filtering*. Penelitian tersebut membahas proses analisis serta implementasi *Item-Based Collaborative Filtering*, dengan hasil *precision* sebesar 98% dan *recall* pada rentang 76%-73%. Peneliti menyimpulkan metode tersebut mampu menghasilkan rekomendasi konsentrasi yang sesuai, namun disarankan untuk mengombinasikan metode ini dengan algoritma lain untuk meningkatkan hasil yang lebih optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh (Prasetyo, Haryanto, Astuti, Astuti, & Rahayu, 2019) menerapkan metode *Item-Based Collaborative filtering* untuk menghasilkan rekomendasi produk bagi calon pembeli aksesoris smartphone. Pada penelitian tersebut, perhitungan kemiripan dilakukan menggunakan *Pearson Correlation-Based Similarity*, sedangkan prediksi *rating* dihitung dengan *Weighted Average of Deviation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini memiliki *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 0,572039 dan waktu eksekusi selama 6,4 detik, sehingga sistem dinilai cukup efisien dalam memberikan rekomendasi item aksesoris.

Fitroni & Puspaningrum (2022) mengembangkan *game* edukasi berbasis Android berjudul “*Garbage Sorter*” untuk mengenalkan jenis-jenis sampah. *Game* ini menggunakan mekanisme *drag and drop* dalam memisahkan sampah organik

dan anorganik dengan *engine Unity*. Penelitian ini difokuskan pada edukasi anak-anak mengenai pengelolaan sampah, di mana hasilnya menunjukkan bahwa *game* ini dapat membantu anak-anak memahami jenis-jenis sampah dengan lebih baik.

Penelitian yang dilakukan oleh (S. Arif, 2024) mengembangkan media interaktif berupa *game Android* berjudul “Resik” sebagai media edukasi pengelolaan sampah di Sidoarjo.. Penelitian ini menitikberatkan pada desain dan pengembangan *game* edukasi mengenai pentingnya pengelolaan sampah. Validasi *alpha testing* yang dilakukan terhadap visual, *gameplay*, dan aspek edukasi menunjukkan hasil yang cukup tinggi, dengan nilai rata-rata 82% untuk visual, 80% untuk *gameplay*, dan 83% untuk aspek edukasi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Tambunan & Sitorus, 2023)berfokus pada penerapan *Matrix Factorization-Based Collaborative filtering* untuk meningkatkan perekonomian di pasar tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk merekomendasikan produk yang sesuai bagi pelanggan di pasar tradisional dengan menggunakan teknik *matrix factorization*. Hasilnya, model ini berhasil mencapai nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 0,1832 untuk data *training* dan 0,1908 untuk data uji, menunjukkan efektivitas model dalam memberikan rekomendasi produk yang relevan di pasar tradisional.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	I Wayan Jepriana, Shofwan Hanief	Analisis dan Implementasi Metode <i>Item-Based Collaborative filtering</i> untuk Sistem Rekomendasi Konsentrasi di STMIK STIKOM Bali	<i>Item-Based Collaborative filtering</i>	Menggunakan <i>Item-Based collaborative filtering</i> untuk pemilihan konsentrasi. Precision 98%, recall 76%-73%. Direkomendasikan kombinasi metode lain.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
2	Bondan Prasetyo, Hanny Haryanto, Setia Astuti	Implementasi Metode <i>Item-Based Collaborative filtering</i> dalam Pemberian Rekomendasi Calon Pembeli Aksesoris Smartphone	<i>Item-Based Collaborative filtering</i>	Menggunakan metode Pearson Correlation-Based Similarity dan weighted average of deviation. MAE 0,572039 dengan waktu eksekusi 6,4 detik.
3	Mochammad Yanuar Fitroni, Eva Yulia Puspaningrum	Pembuatan <i>Game</i> Edukasi "Garbage Sorter" Berbasis Android untuk Mengenal Jenis-Jenis Sampah Menggunakan Unity	<i>Game</i> Edukasi Berbasis Mobile	<i>Game</i> edukasi pengelolaan sampah untuk anak-anak menggunakan sistem drag & drop berbasis Unity. Meningkatkan pengetahuan anak tentang jenis-jenis sampah.
4	Sonhaji Arif, Athika Dwi Wiji Utami	Perancangan Media Interaktif Berbasis <i>Game</i> Android Resik sebagai <i>Game</i> Edukasi tentang Sampah di Sidoarjo	<i>Game</i> Edukasi Berbasis Android	Media interaktif <i>game</i> edukasi berbasis Android. Validasi alpha testing menunjukkan hasil 82% untuk visual, 80% <i>gameplay</i> , dan 83% aspek edukasi
5	Herbert A. Tambunan, Jimmi Hendrik Pangihutan Sitoru	Sistem Rekomendasi <i>Collaborative filtering</i> sebagai Upaya Peningkatan Perekonomian di Pasar Tradisional	Matrix Factorization-Based <i>Collaborative filtering</i>	Menggunakan Matrix Factorization <i>Collaborative filtering</i> untuk rekomendasi produk di pasar tradisional. RMSE 0.1832 (training) dan 0.1908 (uji).

Berdasarkan uraian penelitian terdahulu, metode *Item-Based Collaborative Filtering* telah diterapkan pada berbagai bidang sistem rekomendasi dan terbukti mampu menghasilkan rekomendasi yang relevan. Selain itu, penelitian mengenai *game* edukasi pengelolaan sampah juga telah dilakukan sebagai media pembelajaran lingkungan. Namun, penelitian yang memadukan *game* edukasi pengelolaan sampah dengan sistem rekomendasi *Item-Based Collaborative Filtering* untuk mendukung pemilihan alat dalam misi permainan masih belum banyak ditemukan. Oleh sebab itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan *game* edukasi “Satria Pandawara” yang dilengkapi dengan menerapkan metode

Item-Based Collaborative Filtering sebagai sistem rekomendasi pemilihan alat kebersihan.

2.2 *Game*

Game merupakan sebuah kompetisi di mana para pemain saling berinteraksi berdasarkan aturan yang sudah ditentukan untuk meraih tujuan dalam permainan. Sebuah *game* umumnya perlu mengandung elemen kompetisi agar pemain merasa tertantang untuk terus bermain. Kompetisi ini bisa berupa pencapaian kemenangan atau kekalahan. Pemain perlu menemukan strategi atau metode tertentu untuk memecahkan tantangan yang ada agar dapat memenangkan permainan tersebut (Aulianti, et al. 2021).

Menurut (Reno, 2021) *Game* merupakan bentuk hiburan yang menggunakan media elektronik dan disajikan dalam format multimedia yang menarik, dirancang agar pemain merasakan kepuasan batin melalui pengalaman bermain. Selain sebagai hiburan, *game* juga berfungsi sebagai sarana pembelajaran. *Game* yang dahulu lebih identik dengan anak-anak kini juga banyak dimainkan oleh orang dewasa, seiring dengan perkembangan industri *game* yang semakin luas. Ragam *game* juga terus mengalami perkembangan mengikuti kebutuhan dan kemajuan teknologi.

Menurut (Khairani, et al. 2021), *game* dapat dipahami sebagai sistem permainan yang menempatkan pemain pada suatu tantangan yang harus diselesaikan dengan mengikuti aturan yang telah ditentukan. Dalam permainan, pemain memiliki tujuan yang perlu dicapai, seperti menyelesaikan level atau menyelesaikan seluruh permainan. Agar lebih menarik, *game* biasanya dirancang

dengan tampilan visual yang memikat dan menyenangkan bagi pemain. Selain digunakan sebagai hiburan, *game* juga dapat dimanfaatkan sebagai media edukatif. *Game* edukasi dirancang khusus untuk menggabungkan elemen pembelajaran dan permainan, sehingga pemain tidak hanya bermain, tetapi juga belajar. Dengan pendekatan yang interaktif dan menyenangkan, melalui *game* edukasi, pemain dapat memahami materi pembelajaran secara lebih sederhana dan menarik.

Sejalan dengan hal tersebut, Hellyana et al. (2023) menjelaskan bahwa *game* edukasi dirancang sebagai permainan yang tidak hanya menghibur, tetapi juga memberikan pengalaman belajar bagi pemain. *Game* edukasi memadukan unsur hiburan dan materi pembelajaran agar pemain dapat memperoleh pemahaman melalui aktivitas yang interaktif dan menyenangkan. *Game* ini sering digunakan sebagai alat bantu pembelajaran di berbagai tingkatan pendidikan, dari sekolah dasar hingga pendidikan tinggi, karena kemampuannya untuk menyampaikan konsep-konsep yang kompleks dengan cara yang lebih mudah dipahami.

Menurut (Handican, et al. 2023), *game* edukasi berperan penting dalam meningkatkan motivasi belajar pemain, terutama dalam topik-topik yang sulit atau dianggap membosankan seperti matematika atau sains. *Game* edukasi memungkinkan pemain untuk berlatih keterampilan kognitif dan memecahkan masalah dalam lingkungan yang aman dan menyenangkan. Salah satu contohnya adalah *game* edukasi yang mengajarkan materi operasi bilangan bulat pada jenjang sekolah dasar, di mana siswa diajak untuk bermain sambil belajar, sehingga mereka dapat memahami materi secara lebih efektif tanpa merasa cepat bosan.

Namun, salah satu tantangan terbesar dalam pengembangan *game* edukasi adalah menjaga keseimbangan antara aspek edukasi dan hiburan. Menurut (Dinda, et al. 2022), banyak *game* edukasi yang terlalu fokus pada aspek pembelajaran sehingga kurang menarik bagi pemain, terutama jika dibandingkan dengan *game* komersial yang lebih menekankan pada hiburan. Oleh sebab itu, pengembang perlu menentukan pendekatan yang sesuai agar *game* edukasi tetap menarik, interaktif, dan menantang, tanpa mengorbankan tujuan pembelajarannya.

Game edukasi berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif dalam perkembangan teknologi saat ini. Jika dirancang dengan baik, *game* edukasi mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, keterampilan kognitif, serta memotivasi pemain berpartisipasi secara aktif dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, melalui adanya sistem rekomendasi yang disematkan dalam *game* edukasi, pengalaman bermain dapat menjadi lebih personal dan adaptif. Sistem rekomendasi ini memungkinkan *game* untuk menyesuaikan konten, tantangan, atau alat bantu berdasarkan pola permainan dan preferensi pemain, sehingga pengalaman bermain yang diberikan dapat lebih sesuai dengan kebutuhan dan pola permainan masing-masing pemain.

2.3 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi merupakan teknologi penyaring informasi yang digunakan untuk memberikan saran berupa produk, layanan, maupun konten sesuai dengan perilaku dan preferensi pengguna. Menurut (Vrushal Jagtap, et al, 2023), sistem rekomendasi awalnya dikembangkan untuk memudahkan pengguna menemukan item yang sesuai di antara banyaknya pilihan pada platform digital.

Sistem ini berfungsi untuk mengurangi beban pengguna dalam menavigasi pilihan yang terlalu luas dan memberikan solusi yang sesuai dengan kebutuhan pribadi mereka.

Menurut (Y. M. Arif, et al. 2020), Sistem rekomendasi termasuk bagian dari bidang pengolahan informasi dan kecerdasan buatan. Sistem ini dibuat untuk memperkirakan item yang sesuai dengan karakteristik atau preferensi pengguna. Tujuan sistem rekomendasi adalah membangun model yang mampu memperkirakan tingkat ketertarikan pengguna terhadap suatu item. Dalam konteks ini, pengguna biasanya diminta untuk memberikan penilaian pada berbagai atribut item, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih tepat berdasarkan preferensi masing-masing pengguna.

Sistem rekomendasi memiliki beberapa pendekatan, seperti *Content-Based Filtering* dan *Collaborative filtering*. *Content-Based Filtering* memberikan rekomendasi dengan melihat kesamaan karakteristik antara item yang pernah disukai pengguna dan item lain yang tersedia. Menurut (Rakesh, 2023), pendekatan ini sangat efektif untuk sistem rekomendasi di mana deskripsi item dapat dianalisis dengan jelas. Misalnya, dalam platform musik, sistem dapat menyarankan lagu lain yang memiliki kemiripan dengan genre, artis, atau tempo dari lagu-lagu yang telah disukai pengguna sebelumnya.

Implementasi sistem rekomendasi menjadi semakin banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti ritel online hingga platform hiburan, karena memungkinkan pengguna menemukan produk atau konten yang relevan dengan preferensi pengguna secara lebih praktis. Di sisi lain, bagi pengembang atau

penyedia layanan, sistem rekomendasi berperan penting dalam memperbaiki pengalaman pengguna dan mendorong interaksi yang lebih personal.

2.4 *Collaborative filtering*

Collaborative filtering merupakan salah satu pendekatan dalam sistem rekomendasi yang digunakan untuk menghasilkan rekomendasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Teknik ini memanfaatkan kesamaan pola penilaian antar pengguna untuk memperkirakan item yang kemungkinan disukai oleh pengguna tertentu. (Intan Hervianda Putri, et al, 2022) menjelaskan bahwa *collaborative filtering* berasumsi bahwa jika dua pengguna memiliki preferensi yang mirip terhadap beberapa item, maka mereka kemungkinan besar juga akan memiliki preferensi yang sama terhadap item-item lainnya. Melalui pendekatan tersebut, sistem dapat menentukan item yang berpotensi sesuai bagi pengguna dengan memanfaatkan data preferensi dari pengguna lain yang memiliki pola penilaian serupa.

Collaborative filtering secara umum terbagi menjadi dua pendekatan, yaitu *user-based* dan *item-based*. Pada pendekatan *user-based collaborative filtering*, rekomendasi diberikan berdasarkan kemiripan preferensi antara pengguna target dan pengguna lain. Sementara itu, *Item-Based Collaborative Filtering* menghasilkan rekomendasi dengan mencari item yang memiliki kemiripan dengan item yang sebelumnya mendapat penilaian baik dari pengguna. Menurut (Zen Munawar, et al, 2021), *Item-Based collaborative filtering* banyak digunakan karena dinilai lebih stabil dan memiliki skalabilitas yang lebih baik dibandingkan

pendekatan *user-based*, terutama dalam skenario dengan jumlah pengguna yang sangat besar.

Proses *collaborative filtering* diawali dengan penyusunan matriks *rating user-item*, yaitu tabel yang merepresentasikan hubungan antara pengguna dan item. Matriks ini biasanya bersifat sparse (jarang terisi penuh), karena sebagian besar pengguna hanya menilai sebagian kecil dari item yang tersedia. Algoritma *collaborative filtering* kemudian menghitung kemiripan antara pengguna atau item dengan metode pengukuran kemiripan, misalnya *Cosine Similarity* atau *Pearson Correlation*. Setelah nilai kemiripan diperoleh, sistem dapat menyarankan item yang belum pernah dinilai oleh pengguna berdasarkan pola penilaian dari pengguna lain yang memiliki kesamaan preferensi.

Berdasarkan kemampuannya dalam menghasilkan rekomendasi yang dipersonalisasi dengan akurasi tinggi, penelitian ini memilih untuk menggunakan *Item-Based Collaborative filtering* dalam memberikan rekomendasi alat bantu pemungutan sampah kepada pemain dalam game “Satria Pandawara”. Pendekatan ini dinilai lebih cocok karena item yang direkomendasikan dapat disesuaikan dengan gaya bermain pemain dan pola penggunaan item sebelumnya.

2.5 *Cosine Similarity*

Cosine Similarity merupakan metode pengukuran kemiripan yang membandingkan dua objek berdasarkan nilai sudut kosinus antarvektor dalam ruang berdimensi. Menurut (Huang, 2008), *Cosine Similarity* digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan arah antara dua vektor tanpa melihat besar atau

panjang masing-masing vektor. Metode ini banyak diterapkan pada berbagai bidang, seperti *Text Mining*, *Information Retrieval*, dan sistem rekomendasi.

Secara matematis, *Cosine Similarity* digunakan untuk menghitung nilai kemiripan antara dua vektor berdasarkan sudut kosinusnya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Cosine_Similarity}(A, B) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$A \cdot B$ = hasil perkalian *dot product* antara vektor A dan B
 $\|A\| \|B\|$ = panjang atau magnitude dari setiap vektor

Hasil perhitungan *Cosine Similarity* berada pada rentang -1 sampai 1. Nilai 1 menunjukkan tingkat kemiripan yang sangat tinggi, nilai 0 menunjukkan tidak adanya hubungan kemiripan, sedangkan nilai -1 menunjukkan arah hubungan yang berlawanan. Pada penerapan sistem rekomendasi, nilai *Cosine Similarity* umumnya berada pada rentang 0 sampai 1 karena data rating yang digunakan biasanya bernilai positif (Samuel, et al. 2018).

2.6 *Weighted Sum*

Pada proses prediksi, pendekatan *weighted average of deviation* kurang sesuai apabila digunakan pada item baru yang belum memiliki data *rating*. Kondisi tersebut terjadi karena item baru belum memiliki nilai rata-rata *rating* akibat belum adanya penilaian dari pengguna. Oleh karena itu, metode *Weighted Sum* digunakan untuk menghitung prediksi rating berdasarkan data rating dan nilai kemiripan item yang tersedia. (Moh. Irfan, et al. 2014). Metode *weighted sum* ini bekerja dengan

menghitung prediksi *rating* berdasarkan hubungan antara *rating* pengguna terhadap item tertentu dan nilai kemiripan item tersebut dengan item lain (Susilo, et al. 2019).

Rumus perhitungan *Weighted Sum* ditunjukkan sebagai berikut:

$$p(u, j) = \frac{\sum_{i \in j} (R_{u,i} * S_{i,j})}{\sum_{i \in j} |S_{i,j}|} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$p(u, j)$ = Nilai prediksi *rating user u* terhadap item j

$\sum_{i \in j}$ = Himpunan item yang mirip dengan item j

$R_{u,i}$ = Rating *user u* pada item i

$S_{i,j}$ = Nilai kemiripan antara item i dan item j

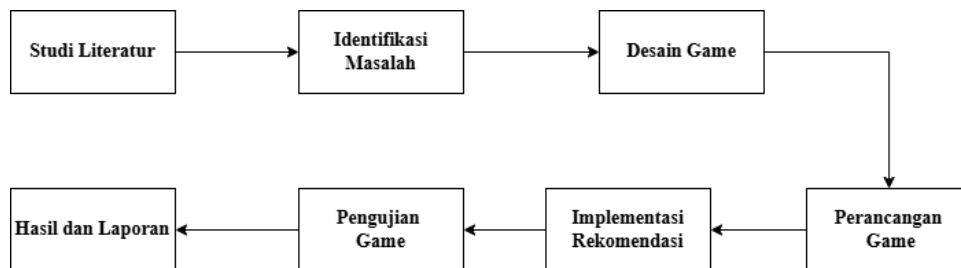
Setelah nilai prediksi diperoleh, sistem dapat menentukan item yang akan direkomendasikan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian digunakan sebagai pedoman dalam menyusun tahapan penelitian agar rumusan masalah dapat dijawab secara terarah. Penelitian ini menggunakan studi literatur dan analisis data untuk menerapkan metode *Item-Based Collaborative Filtering* dalam menghasilkan rekomendasi alat bantu. Pendekatan tersebut digunakan agar sistem rekomendasi dapat diterapkan pada *game* yang dikembangkan. Tahapan penelitian divisualisasikan melalui diagram alur pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, peneliti mengkaji beberapa literatur yang berkaitan dengan topik penelitian sebagai dasar pemahaman teori. Literatur yang dikaji meliputi perancangan *game 3D* menggunakan *Unity*, sistem rekomendasi, metode *Item-Based Collaborative Filtering*, serta penelitian terdahulu yang relevan.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, masalah penelitian ditentukan berdasarkan kebutuhan penerapan rekomendasi item menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* pada skenario *game*.

3. Desain *Game*

Tahap ini, membuat rancangan *game* yang akan dibuat nantinya. Dengan membuat desain dan skenario *game* terlebih dahulu.

4. Perancangan *Game*

Pada tahap ini, rancangan *game* yang telah dibuat direalisasikan menjadi *game* menggunakan *Unity 3D*.

5. Implementasi Rekomendasi

Setelah *game* terbentuk, metode *Item-Based Collaborative Filtering* diterapkan pada sistem rekomendasi item di dalam *game*.

6. Pengujian *Game*

Pada tahap ini, pengujian dilakukan kepada pemain yang telah mencoba *game* untuk mengetahui pengalaman pengguna terhadap *game* dan fitur rekomendasi. Hasil pengalaman pengguna kemudian dievaluasi menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)*.

7. Hasil dan Laporan

Pada tahap ini, seluruh hasil penelitian disusun ke dalam laporan. Hasil implementasi, pengujian, serta kesimpulan dari uji coba *game* dijelaskan sebagai bagian akhir dari penelitian.

3.2 Perancangan *Game* “Satria Pandawara”

Perancangan *game* edukasi Satria Pandawara dilakukan untuk membangun media pembelajaran interaktif yang bertujuan meningkatkan kesadaran pemain terhadap pengelolaan sampah. *Game* dibuat dalam bentuk *game* tiga dimensi (3D) dengan memadukan unsur pembelajaran dan hiburan sehingga pemain dapat belajar mengenai pengelolaan sampah melalui pengalaman bermain secara langsung.

Permainan diawali dengan halaman utama yang menampilkan menu *Play*, *Tutorial*, *Setting*, dan *Quit*. Dalam permainan, pemain bertugas mengumpulkan sampah sesuai target yang ditentukan dalam batas waktu tertentu. Sebelum memulai permainan, pemain dapat memilih item yang digunakan sebagai alat bantu untuk membantu menyelesaikan misi.

Pada *game* ini, sistem rekomendasi diterapkan menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* dengan memanfaatkan data permainan yang telah tersimpan sebagai dasar pemberian rekomendasi item. Hasil rekomendasi tersebut digunakan untuk membantu pemain menentukan item yang lebih sesuai saat menjalankan misi permainan.

3.2.1 Skenario *Game*

Skenario *game* dalam penelitian ini disusun untuk menjelaskan alur permainan yang dilalui pemain saat menyelesaikan misi pada *game* "Satria Pandawara". Permainan terdiri dari tiga misi yang dirancang berurutan dengan tingkat tantangan yang berbeda pada tiap misi.

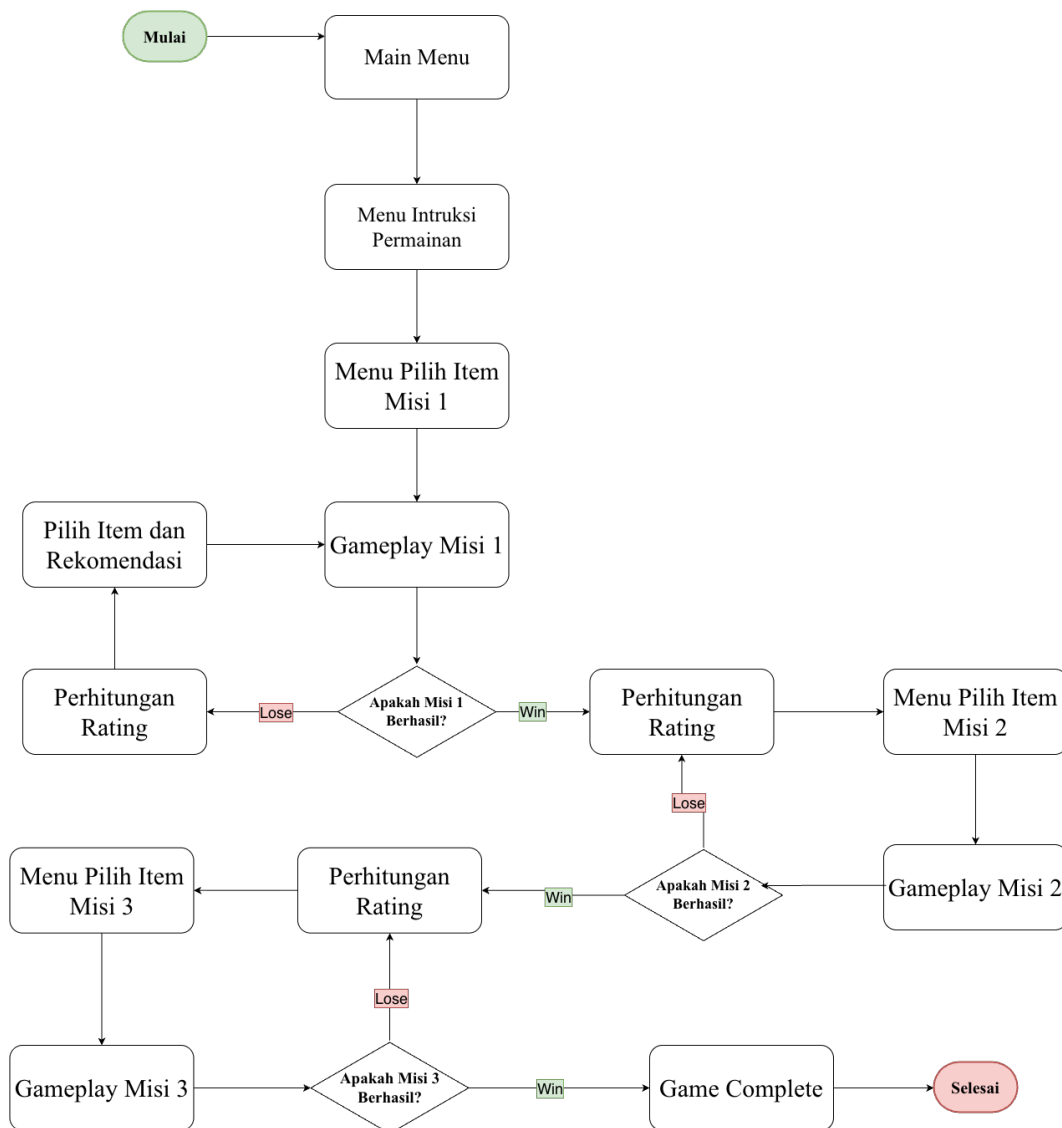
Sebelum memulai permainan, pemain akan menerima informasi mengenai tujuan permainan dan instruksi yang harus dilakukan selama misi berlangsung.

Setelah itu, pemain diminta memilih item yang akan digunakan pada misi pertama. Pada misi pertama, pemain bertugas mengumpulkan sampah anorganik yang tersebar pada area sekolah dalam batas waktu yang telah ditentukan.

Setelah misi pertama selesai, sistem menghitung *rating* item berdasarkan hasil permainan pemain. *Rating* tersebut digunakan sebagai data masukan untuk menghasilkan rekomendasi item melalui penerapan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Hasil rekomendasi tersebut selanjutnya ditampilkan kepada pemain sebelum memasuki misi kedua.

Pada misi kedua, pemain bertugas mengumpulkan sampah campuran yang terdiri dari sampah organik dan anorganik pada area rumah. Tingkat kesulitan pada misi ini meningkat karena terdapat karakter non-pemain (*Non-Player Character / NPC*) berupa anjing yang harus dihindari selama permainan berlangsung. Setelah misi selesai, sistem kembali menghitung *rating* item dan menghasilkan rekomendasi untuk digunakan pada misi ketiga.

Misi ketiga berlangsung pada area rumah sakit dengan jenis sampah berbahaya (*hazardous*). Misi ini merupakan tahap akhir permainan dan memiliki tantangan yang lebih besar daripada misi sebelumnya. Setelah misi ketiga selesai, sistem menampilkan hasil akhir permainan dan pemain dinyatakan telah menyelesaikan seluruh rangkaian permainan. Untuk menggambarkan alur permainan secara keseluruhan, digunakan diagram alur *gameplay* yang menunjukkan tahapan yang dilalui pemain mulai dari menu utama hingga permainan selesai. Alur *gameplay* tersebut ditampilkan pada Gambar 3.2.



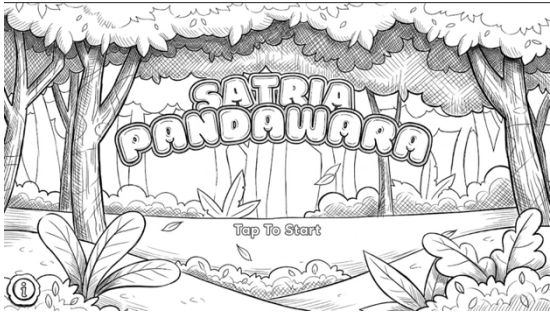
Gambar 3. 2 Diagram Alur Game “Satria Pandawara”

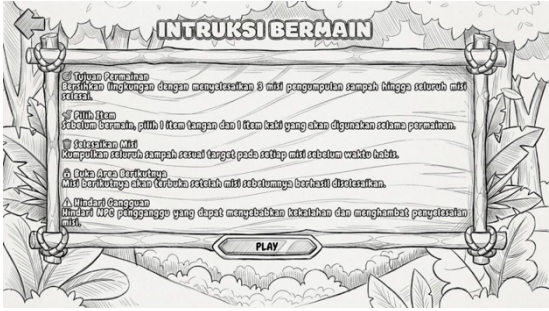
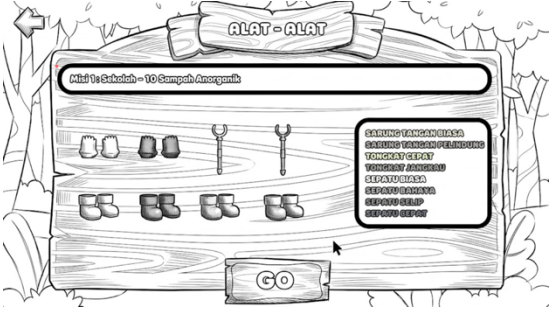
Pada Gambar 3.2 ditunjukkan bahwa alur permainan diawali dari halaman utama (*Main Menu*). Setelah menu *Play* dipilih, sistem menampilkan informasi mengenai tujuan permainan dan instruksi yang harus dilakukan. Selanjutnya pemain memilih item yang akan digunakan sebelum memasuki misi pertama.

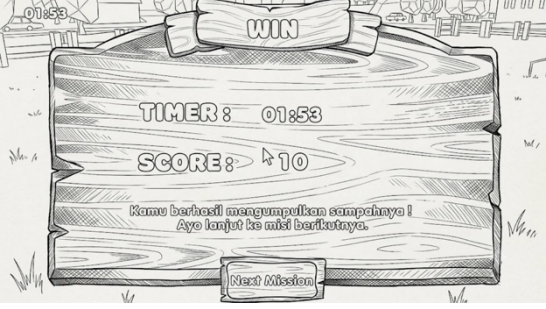
Setelah setiap misi selesai, sistem menghitung *rating* item berdasarkan hasil permainan pemain. *Rating* tersebut menjadi *input* bagi sistem untuk menghasilkan rekomendasi dengan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Rekomendasi yang dihasilkan ditampilkan sebelum pemain memasuki misi berikutnya sehingga dapat membantu pemain memilih item yang lebih sesuai.

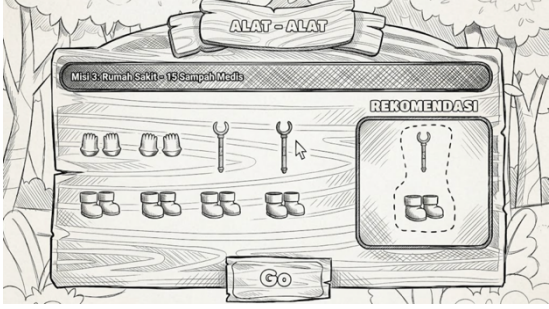
Alur tersebut berlangsung hingga seluruh misi selesai dan sistem menampilkan hasil akhir permainan. Setelah seluruh alur permainan dijelaskan, *storyboard* disusun untuk memberikan gambaran visual mengenai tampilan dan interaksi yang dialami pemain selama menggunakan *game*. *Storyboard* ini tidak hanya menampilkan alur permainan dari sisi pemain, tetapi juga menunjukkan keberadaan fitur rekomendasi item yang muncul setelah sistem memperoleh data hasil permainan. Fitur rekomendasi ditampilkan pada halaman pemilihan item misi berikutnya dan pada panel kalah untuk membantu pemain menentukan item yang lebih sesuai. Tabel 3.1 menampilkan *storyboard game* yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3. 1 *Storyboard*

No	Gambar	Keterangan
1.		Tampilan awal dirancang menampilkan tombol “ <i>Tap To Start</i> ” untuk masuk ke menu utama.
2.		Menu utama menampilkan pilihan menu <i>Play</i> , <i>Tutorial</i> , <i>Setting</i> , dan <i>Quit</i> .

No	Gambar	Keterangan
		
3.		Menampilkan tujuan permainan, aturan bermain, cara mengumpulkan sampah, dan ketentuan pemilihan item.
4.		Halaman pemilihan item misi pertama menampilkan item yang dapat dipilih pemain sebelum permainan dimulai. Pemain dapat memilih dua item yang akan digunakan selama misi berlangsung.
5.		Halaman <i>gameplay</i> misi pertama menampilkan area permainan, target sampah, jumlah sampah yang terkumpul, dan waktu yang tersis.
6.		Tampilan <i>Win</i> muncul ketika pemain berhasil menyelesaikan misi.

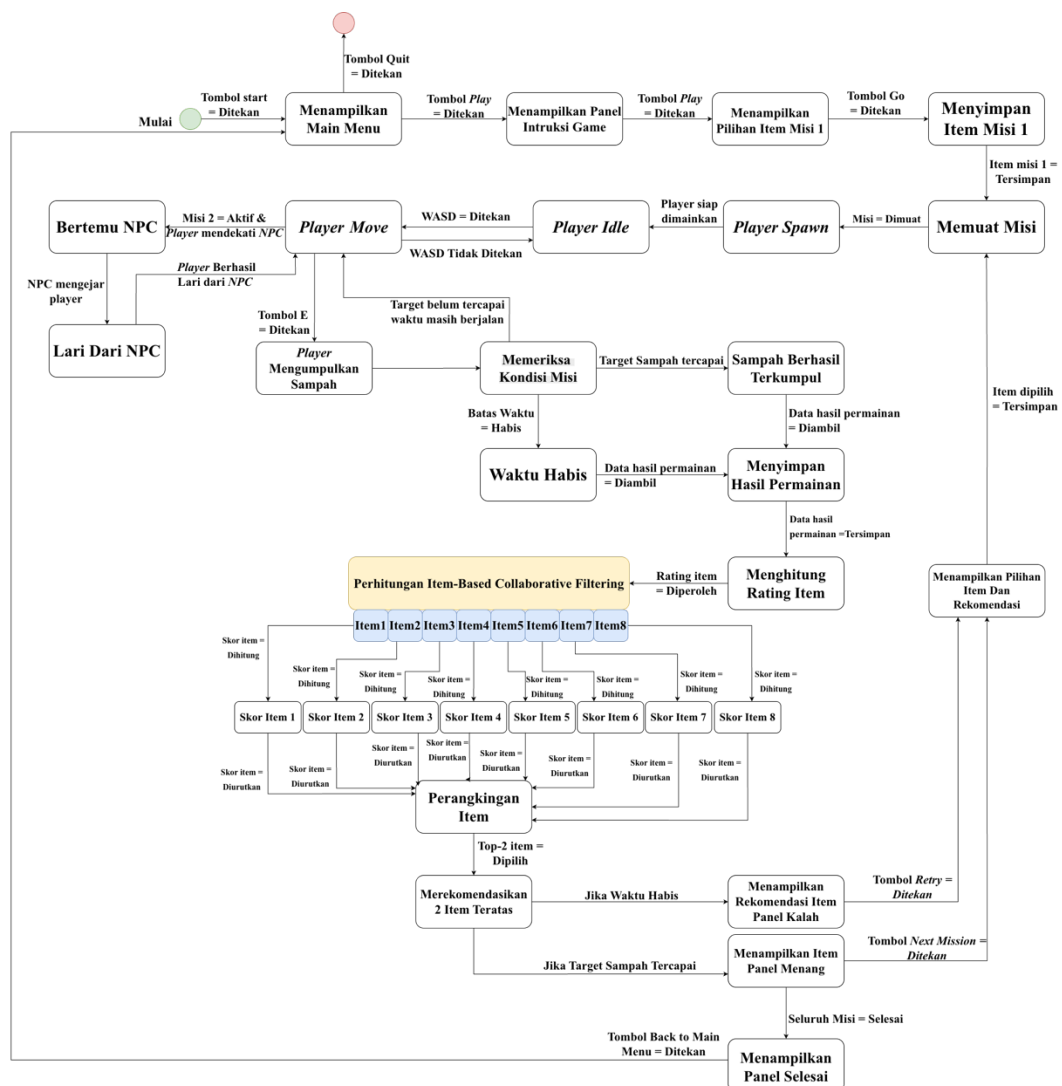
No	Gambar	Keterangan
		
7.		Tampilan <i>Lose</i> muncul ketika pemain gagal menyelesaikan misi. Pada tampilan ini sistem menampilkan rekomendasi item yang dapat digunakan pemain untuk mencoba kembali misi yang sama.
8.		Halaman pemilihan item misi kedua menampilkan pilihan item dan rekomendasi item.
9.		Tampilan <i>gameplay</i> misi kedua pada lingkungan rumah dengan jenis sampah campuran serta NPC anjing.
10.		Halaman pemilihan item misi ketiga menampilkan pilihan item dan rekomendasi item.

No	Gambar	Keterangan
		
11.		Tampilan <i>gameplay</i> misi ketiga pada lingkungan rumah sakit dengan jenis sampah berbahaya (<i>hazardous</i>).
12.		Tampilan <i>Game Complete</i> muncul setelah seluruh misi berhasil diselesaikan.

3.2.2 Finite State Machine

Finite State Machine (FSM) digunakan untuk menjelaskan perubahan kondisi yang terjadi pada sistem rekomendasi dalam *game* edukasi “Satria Pandawara”. Diagram FSM ini disusun dari perspektif sistem, sehingga alur yang

ditampilkan tidak hanya menggambarkan aktivitas pemain, tetapi juga proses yang dilakukan sistem dalam menyimpan data permainan, menghitung *rating* item, melakukan perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering*, serta menyajikan hasil rekomendasi item kepada pemain. FSM disusun untuk memperjelas alur kerja sistem rekomendasi dalam *game*, mulai dari proses pemilihan item, penyelesaian misi, sampai munculnya rekomendasi item.



Gambar 3. 3 Diagram FSM *Game* “Satria Pandawa”

Berdasarkan Gambar 3.3, alur sistem dimulai ketika pemain menekan tombol Start, kemudian sistem menampilkan main menu, panel instruksi permainan, serta halaman pemilihan item untuk misi pertama. Pada misi pertama, pemain memilih item secara mandiri karena sistem belum memiliki riwayat permainan yang dapat digunakan sebagai dasar pemberian rekomendasi. Setelah pemain menekan tombol *Go*, sistem menyimpan item yang dipilih dan memuat misi permainan.

Pada saat misi berlangsung, sistem menampilkan karakter pemain pada area permainan melalui kondisi *player spawn*. Selanjutnya, pemain dapat berada pada kondisi *player idle* ketika tidak melakukan pergerakan, atau berpindah ke kondisi *player move* ketika tombol WASD ditekan. Saat pemain mendekati objek sampah dan menekan tombol E, sistem menjalankan proses pengumpulan sampah. Pada misi kedua, terdapat NPC yang menjadi rintangan tambahan. Ketika misi kedua aktif dan pemain mendekati NPC, sistem akan memindahkan kondisi ke keadaan bertemu NPC. Pemain kemudian harus menghindari NPC agar dapat kembali melanjutkan proses pengumpulan sampah.

Setelah pemain mengumpulkan sampah, sistem akan memeriksa kondisi misi. Apabila target sampah belum tercapai dan waktu masih berjalan, maka pemain kembali ke kondisi permainan untuk melanjutkan pengumpulan sampah. Apabila target sampah berhasil tercapai, sistem menampilkan kondisi sampah berhasil terkumpul. Sebaliknya, apabila waktu habis sebelum target tercapai, sistem menampilkan kondisi waktu habis. Baik pada kondisi berhasil maupun gagal,

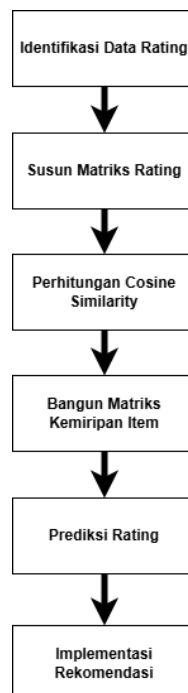
sistem tetap mengambil data hasil permainan yang meliputi item yang digunakan, jumlah sampah yang berhasil dikumpulkan, dan waktu permainan.

Data hasil permainan tersebut kemudian disimpan dan digunakan untuk menghitung *rating* item. *Rating* item menjadi masukan dalam proses perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering*. Pada tahap ini, sistem menghitung skor setiap item berdasarkan data *rating* yang tersedia, kemudian melakukan perbandingan item. Item dengan skor tertinggi akan dipilih sebagai rekomendasi. Dalam penelitian ini, sistem menampilkan dua item teratas sebagai hasil rekomendasi kepada pemain.

Hasil rekomendasi ditampilkan pada panel menang maupun panel kalah. Jika pemain menang, rekomendasi digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan item untuk melanjutkan ke misi berikutnya. Jika pemain kalah, rekomendasi digunakan sebagai bantuan untuk mencoba kembali misi yang sama dengan pemilihan item yang lebih sesuai. Setelah seluruh misi selesai, sistem akan menampilkan panel selesai sebagai akhir dari rangkaian permainan

3.2.3 Alur *Collaborative Filtering*

Bagian ini menjelaskan tahapan perhitungan metode *Item-Based Collaborative Filtering* yang diterapkan pada *game*.



Gambar 3. 4 Skenario Perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering*

Proses perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering* pada *game* diawali dengan mengidentifikasi data rating dari pemain. Data ini bisa berupa penilaian eksplisit, di mana pemain memberikan *rating* langsung pada item, atau penilaian implisit yang dihitung berdasarkan interaksi pemain selama permainan, seperti frekuensi penggunaan item, tingkat keberhasilan misi, dan efisiensi waktu penyelesaian. Setelah data *rating* terkumpul, langkah berikutnya adalah menyusun matriks *rating* ke dalam tabel *user-item* yang merepresentasikan relasi antara pengguna dan item. Matriks tersebut memuat *rating* pemain terhadap item yang tersedia, sedangkan bagian kosong menunjukkan item yang belum memperoleh penilaian.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan *Cosine Similarity* untuk mengukur kemiripan antara item berdasarkan pola *rating* dari pemain. Perhitungan dilakukan

dengan rumus *Cosine Similarity* untuk memperoleh nilai pada rentang 0 sampai 1. Nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan semakin tingginya kemiripan pola penggunaan kedua item tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan kemiripan, disusunlah matriks kemiripan item yang menunjukkan tingkat kesamaan antar item dalam permainan. Matriks ini menjadi dasar utama dalam menentukan rekomendasi item yang relevan bagi pemain.

Tahap selanjutnya yaitu menghitung prediksi *rating* dengan metode *Weighted Sum*. Pada tahap ini, sistem memperkirakan *rating* pemain terhadap item yang belum dinilai dengan memanfaatkan nilai kemiripan antaritem dan data *rating* sebelumnya. Prediksi ini dihitung dengan memberikan bobot lebih besar pada item-item yang memiliki kemiripan tinggi. Hasil dari prediksi *rating* digunakan untuk implementasi rekomendasi, di mana akan disarankan item dengan prediksi *rating* tertinggi kepada pemain. Rekomendasi tersebut digunakan untuk membantu pemain menentukan alat yang sesuai agar misi dalam game dapat diselesaikan lebih efektif.

3.3 Rancangan Perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering*

Bagian ini menjelaskan tahapan perhitungan manual *Item-Based Collaborative Filtering* dalam menghasilkan rekomendasi alat bantu. Contoh data yang digunakan disesuaikan dengan item dan kriteria pada penelitian ini.

3.3.1 Pengumpulan Data Pemain

Tahap awal pada metode *Item-Based Collaborative Filtering* dilakukan dengan mengumpulkan data pemain sebagai dasar pembentukan matriks *user-item*.

Matriks tersebut menjadi dasar dalam proses perhitungan *similarity* antar item dan prediksi rekomendasi. Pengumpulan data dilakukan setelah pemain menyelesaikan setiap misi dalam *game* “Satria Pandawara”.

Data yang dikumpulkan berupa item yang digunakan pemain, jumlah sampah yang berhasil dikumpulkan, target sampah, waktu penyelesaian misi, batas waktu misi, serta jenis sampah pada misi yang dimainkan. Data tersebut kemudian digunakan sistem untuk menghitung *rating* item. Perhitungan *rating* dilakukan berdasarkan tiga komponen, yaitu hasil pengumpulan sampah, waktu penyelesaian, dan kecocokan item terhadap jenis sampah. Nilai akhir *rating* berada pada rentang 1 hingga 5, dengan nilai yang lebih besar menunjukkan tingkat kesesuaian item yang lebih tinggi terhadap kondisi misi.

Rating item yang telah diperoleh kemudian disimpan sebagai data preferensi pengguna. Selanjutnya, data tersebut diproses menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* untuk menghitung kemiripan antaritem dan menghasilkan rekomendasi alat kebersihan pada misi selanjutnya. Berikut merupakan contoh data hasil permainan dari beberapa pemain yang digunakan sebagai dasar pembentukan data *rating*. Tabel 3.2 menunjukkan contoh data hasil permainan dari 5 pemain setelah menyelesaikan seluruh misi yang tersedia pada *game*.

Tabel 3. 2 Contoh Pengumpulan Data Pemain

No	User	Misi	Item1	Item2	Score	Timer	Rating
1	U1	Misi 1 (Sekolah)	Sarung Tangan Pelindung	Tongkat Cepat	90	85	5
2	U1	Misi 2 (Rumah)	Sepatu Cepat	Tongkat Jangkau	80	110	4
3	U1	Misi 3 (RS)	Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	95	95	5
4	U2	Misi 1 (Sekolah)	Tongkat Cepat	Sepatu Cepat	75	120	3
5	U2	Misi 2 (Rumah)	Sarung Tangan Biasa	Tongkat Jangkau	85	100	4

No	User	Misi	Item1	Item2	Score	Timer	Rating
6	U2	Misi 3 (RS)	Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	92	90	5
7	U3	Misi 1 (Sekolah)	Tongkat Jangkau	Sepatu Selip	70	135	3
8	U3	Misi 2 (Rumah)	Sarung Tangan Pelindung	Tongkat Cepat	88	98	4
9	U3	Misi 3 (RS)	Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	96	80	5
10	U4	Misi 1 (Sekolah)	Tongkat Cepat	Sepatu Cepat	89	90	5
11	U4	Misi 2 (Rumah)	Sarung Tangan Biasa	Tongkat Jangkau	78	115	4
12	U4	Misi 3 (RS)	Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	90	88	5
13	U5	Misi 1 (Sekolah)	Tongkat Jangkau	Sepatu Cepat	82	105	4
14	U5	Misi 2 (Rumah)	Sarung Tangan Pelindung	Tongkat Cepat	91	92	5
15	U5	Misi 3 (RS)	Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	94	84	5

3.3.2 Perhitungan *Similarity* (Kemiripan)

Tahap berikutnya adalah menghitung *similarity* antar item berdasarkan data pemain yang telah dikumpulkan. Hasil perhitungan *similarity* digunakan untuk menentukan hubungan antar alat yang digunakan oleh pemain dalam menyelesaikan misi. Dengan mengetahui item yang mempunyai nilai kemiripan tinggi, sistem dapat menentukan item yang sesuai untuk direkomendasikan kepada pemain pada misi berikutnya. Data yang telah dikumpulkan dari tabel sebelumnya diubah ke dalam bentuk matriks *user-item*, yang merepresentasikan *rating* setiap pemain terhadap alat yang digunakan dalam misi mereka. Matriks ini menjadi dasar untuk menghitung *Cosine Similarity*, yaitu metrik yang digunakan untuk mengukur

seberapa mirip pola penggunaan antar item berdasarkan *rating* dari pemain. Bentuk matriks *user-item* berdasarkan data pemain ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Data Rating

Item User	Item 1 (Sarung Tangan Biasa)	Item 2 (Sarung Tangan Pelindung)	Item 3 (Tongkat Cepat)	Item 4 (Tongkat Jangkau)	Item 5 (Sepatu Biasa)	Item 6 (Sepatu Bahaya)	Item 7 (Sepatu Selip)	Item 8 (Sepatu Cepat)
User 1	4	3	-	-	-	-	5	-
User 2	2	-	4	-	-	-	-	-
User 3	-	5	-	-	-	-	4	-
User 4	2	-	5	-	1	-	-	-
User 5	-	-	4	-	-	-	5	-

Matriks tersebut menjadi dasar dalam proses perhitungan *Cosine Similarity* antaritem. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Cosine Similarity* adalah sebagai berikut:

$$\text{cosine_similarity}(A, B) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} \quad (3.1)$$

Keterangan :

$A \cdot B$ = hasil perkalian *dot product* dari vektor A dan vektor B
 $\|A\|$ = norma (*magnitude*) dari vector A

yang dihitung sebagai:

$$\|A\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \quad (3.2)$$

Keterangan :

$\|B\|$ = norma dari vector B .

$$\|B\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2} \quad (3.3)$$

Perhitungan *Cosine Similarity* item a dan item b

Rating Item:

Item 1: $A = [4, 2, 0, 2, 0]$

Item 2: $B = [3, 0, 5, 0, 0]$

Hitung Dot Product (A, B):

$$\begin{aligned} A \cdot B &= (4 \cdot 3) + (2 \cdot 0) + (0 \cdot 5) + (2 \cdot 0) + (0 \cdot 0) \\ &= 12 + 0 + 0 + 0 + 0 = 12 \end{aligned}$$

Hitung Norma dari masing-masing vektor:

$$\|A\| = \sqrt{4^2 + 2^2 + 0^2 + 2^2 + 0^2} = \sqrt{16 + 4 + 0 + 4 + 0} = \sqrt{24} \approx 4.90$$

$$\|B\| = \sqrt{3^2 + 0^2 + 5^2 + 0^2 + 0^2} = \sqrt{9 + 0 + 25 + 0 + 0} = \sqrt{34} \approx 5.83$$

Hitung *cosine similarity*:

$$\text{cosine_similarity}(A, B) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{12}{4.9 \times 5.83} = \frac{12}{28.57} \approx 0.42$$

Nilai *similarity* sebesar 0,42 menunjukkan bahwa Item 1 dan Item 2 memiliki hubungan kemiripan pada kategori sedang berdasarkan pola *rating* pemain.

Proses perhitungan tersebut diterapkan pada seluruh pasangan item untuk membentuk matriks *similarity* sebagai dasar pemberian rekomendasi. Tabel 3.4 menampilkan hasil perhitungan *similarity* antar item.

Tabel 3. 4 Contoh Matriks *Similarity*

	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8
Item 1	1	0.42	0.17	0.49	0	0	0.41	0
Item 2	0.42	1	0.35	0	0	0	0.00	0
Item 3	0.17	0.35	1	0.65	0	0	0.00	0
Item 4	0.49	0	0.65	1	0	0	0.66	0
Item 5	0	0	0	0	0	0	0	0
Item 6	0	0	0	0	0	0	0	0
Item 7	0.41	0	0	0.66	0	0	1.00	0
Item 8	0	0	0	0	0	0	0	0

Hasil perhitungan *Cosine Similarity* menghasilkan nilai kemiripan antaritem yang menjadi acuan dalam proses rekomendasi. Nilai *similarity* yang semakin tinggi menunjukkan bahwa hubungan antaritem semakin kuat berdasarkan pola penggunaan dan *rating* pemain. Nilai *similarity* tersebut kemudian digunakan pada tahap prediksi *rating* untuk menentukan item yang layak direkomendasikan kepada pemain.

3.3.3 Perhitungan Prediksi

Tahap selanjutnya adalah menghitung prediksi *rating* pengguna terhadap item yang belum memperoleh penilaian. Perhitungan ini sangat penting karena memungkinkan sistem rekomendasi memberikan saran yang sesuai dengan kebutuhan serta pola penggunaan pemain. Pada penelitian ini, metode *Weighted*

Sum digunakan untuk menghitung nilai prediksi *rating* berdasarkan data yang telah tersedia. Berikut ini adalah rumus dan contoh perhitungan menggunakan metode *weighted sum*:

$$p(u, j) = \frac{\sum_{i \in j} (R_{u,i} * S_{i,j})}{\sum_{i \in j} |S_{i,j}|} \quad (3.4)$$

Keterangan:

$p(u, j)$ = Nilai prediksi *rating user* u terhadap item j

$\sum_{i \in j}$ = Kumpulan item yang memiliki kemiripan dengan item j

$R_{u,i}$ = Nilai *rating user* u terhadap item i

$S_{i,j}$ = Skor kemiripan antara item i dan item j

Item yang telah memiliki *rating* dari *User 1* adalah sebagai berikut:

1. $R(1,1) = 4$ (Sarung Tangan Biasa)
2. $R(1,7) = 5$ (Sepatu Selip)

Selanjutnya akan dilakukan prediksi terhadap Item 2 (Sarung Tangan Pelindung) yang belum diberi *rating* oleh *User 1*.

Nilai *similarity* yang digunakan mengacu pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Mengambil kemiripan (*Similarity*) antar item:

1. $S(1,2) = 0,42$
2. $S(7,2) = 0,00$

Perhitungan prediksi dilakukan menggunakan Persamaan (3.4) sebagai berikut:

$$p(1, 2) = \frac{(R(1,1) \times S(1,2)) + (R(1,7) \times S(7,2))}{|S(1,2)| + |S(7,2)|}$$

$$p(1, 2) = \frac{(4 \times 0.42) + (5 \times 0.00)}{0.42}$$

$$p(1, 2) = \frac{1.68}{0.42} = 4$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai prediksi *rating User 1* untuk Item 2 diperoleh sebesar 4,00. Tabel 3.5 menampilkan hasil prediksi *rating* yang diperoleh.

Tabel 3. 5 Contoh Tabel Nilai Prediksi

Item	Prediksi <i>Rating</i>
Item 2	4.00

Mengacu pada Tabel 3.5, nilai prediksi *rating* untuk Item 2 diperoleh sebesar 4,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa Item 2 cukup sesuai untuk direkomendasikan kepada *User 1* berdasarkan pola *rating* dan nilai kemiripan item sebelumnya. Item dengan nilai prediksi tertinggi kemudian digunakan sebagai dasar dalam proses rekomendasi sehingga sistem dapat menentukan item yang lebih relevan untuk pemain.

3.4 Rencana Pengujian

Rencana pengujian pada penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat *usability game* edukasi Satria Pandawara serta fitur rekomendasi alat kebersihan yang dikembangkan dengan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Pengujian dilakukan dengan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk memperoleh penilaian pengguna terhadap kemudahan penggunaan, manfaat, dan efektivitas fitur rekomendasi.

3.4.1 Pengujian *Usability SUS*

Pengujian *usability* dilakukan untuk menilai kemudahan penggunaan *game* edukasi “Satria Pandawara” sebagai media pembelajaran pengelolaan sampah. Metode *System Usability Scale* (SUS) digunakan untuk mengukur kepuasan dan kenyamanan pemain saat menggunakan *game* secara keseluruhan. Fokus pengujian

ini adalah pengalaman pengguna saat memainkan *game* dan menggunakan fitur rekomendasi. Pengujian akan melibatkan 20 partisipan dari mahasiswa/i.

partisipan mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari sepuluh pernyataan dengan skala 1 sampai 5, yaitu 1 untuk sangat tidak setuju dan 5 untuk sangat setuju. Pernyataan dalam kuesioner mencakup beberapa aspek seperti kemudahan memahami instruksi permainan, kejelasan antarmuka dan navigasi menu, kenyamanan dalam memainkan *game*, serta tingkat kepuasan terhadap pengalaman bermain secara keseluruhan. Berikut merupakan Tabel 3.6 menunjukkan daftar pernyataan kuesioner yang digunakan dalam pengujian.

Tabel 3. 6 Daftar Pertanyaan Kuesioner SUS

No	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan
1.	Saya merasa <i>game</i> ini mudah untuk dimainkan.	Positif
2.	Saya merasa <i>game</i> ini terlalu rumit.	Negatif
3.	Saya merasa fitur rekomendasi membantu saya dalam memilih alat yang sesuai untuk setiap misi.	Positif
4.	Saya merasa tampilan fitur rekomendasi sulit dipahami.	Negatif
5.	Saya merasa dapat menyelesaikan misi dalam <i>game</i> dan memilih alat yang sesuai tanpa bantuan orang lain.	Positif
6.	Saya merasa kesulitan saat menggunakan fitur rekomendasi pada <i>game</i> ini.	Negatif
7.	Saya merasa permainan ini menjadi lebih mudah diselesaikan dengan adanya fitur rekomendasi.	Positif
8.	Saya merasa rekomendasi yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan misi permainan.	Negatif
9.	Saya merasa tidak akan memiliki masalah untuk menggunakan <i>game</i> dan fitur rekomendasi ini di masa depan.	Positif
10.	Secara keseluruhan, saya merasa <i>game</i> ini dan fitur rekomendasi yang diberikan tidak bermanfaat.	Negatif

Tabel 3.6 menyajikan pernyataan yang digunakan dalam kuesioner SUS kepada partisipan. Setiap pernyataan disusun untuk menilai aspek pengalaman pengguna dan kepuasan pemain terhadap *game* “Satria Pandawara”. Pada pertanyaan ganjil (1, 3, 5, 7, 9), skor dari partisipan dihitung dengan mengurangi nilai jawaban sebesar 1 untuk mendapatkan nilai yang digunakan dalam

perhitungan. Sebagai contoh, jika partisipan memilih nilai 5 untuk pertanyaan pertama, nilai tersebut dihitung menjadi 4 ($5 - 1$). Untuk pernyataan genap (2, 4, 6, 8, 10), skor diperoleh dengan mengurangi nilai jawaban dari angka 5. Misalnya, jika partisipan memberikan nilai 3 untuk pertanyaan kedua, nilai yang dihitung menjadi 2 ($5 - 3$).

Perhitungan skor SUS dilakukan dengan mengonversi jawaban partisipan, yaitu nilai pada pernyataan ganjil dikurangi 1, sedangkan nilai pada pernyataan genap dikurangkan dari 5. Total hasil perhitungan tersebut kemudian dikalikan 2,5 sehingga diperoleh skor akhir SUS pada rentang 0 sampai 100. Interpretasi skor SUS dilakukan berdasarkan rentang nilai berikut: skor di bawah 50 menunjukkan tingkat kegunaan yang rendah, skor antara 51 hingga 70 menunjukkan kegunaan yang cukup, dan skor di atas 71 menunjukkan kegunaan yang baik hingga sangat baik (Susila & Sri Arsa, 2023).

BAB IV

UJI COBA DAN HASIL

4.1 Implementasi Sistem

Bagian ini membahas penerapan rancangan penelitian yang telah disusun pada bab sebelumnya. Implementasi dilakukan dengan menerapkan rancangan *game* berdasarkan *storyboard* dan mengintegrasikan metode *Item-Based Collaborative Filtering* (IBCF) sebagai fitur rekomendasi alat bantu dalam *game* “Satria Pandawara”. Setelah implementasi dilakukan, pengujian menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) diterapkan untuk menilai kemudahan penggunaan *game* serta fitur rekomendasi alat kebersihan berdasarkan penilaian pengguna.

4.2 Implementasi Game

Implementasi *game* merupakan tahap penerapan rancangan antarmuka pengguna (*UI*) dan alur permainan yang sebelumnya telah dijelaskan pada *storyboard*. Dalam tahap implementasi, elemen visual, mekanisme *gameplay*, dan fungsi-fungsi interaktif yang telah dirancang diimplementasikan ke dalam *game* “Satria Pandawara” menggunakan *Unity 3D*. Proses implementasi mencakup penyusunan tampilan menu, pemilihan map, tampilan misi, area permainan, serta integrasi sistem pemilihan dan rekomendasi item. Penerapan *UI* dan *gameplay* berdasarkan rancangan awal diharapkan dapat menghasilkan pengalaman bermain yang mudah dipahami, informatif, dan menarik bagi pemain.

1. Introduction Game

Introduction Game merupakan halaman pertama yang ditampilkan saat pemain membuka *game* “Satria Pandawara”. Halaman tersebut berfungsi sebagai layar pembuka yang memperkenalkan identitas permainan sebelum pemain memasuki menu utama.



Gambar 4. 1 *Introduction Game*

Berdasarkan Gambar 4.1, terdapat dua komponen utama pada halaman *Introduction Game*, yaitu tombol *Tap To Start* (1) dan tombol *About* (2). Tombol *Tap To Start* digunakan untuk memulai permainan dan mengarahkan pemain menuju halaman *Main Menu*. Sementara itu, tombol *About* digunakan untuk menampilkan informasi singkat mengenai *game* yang dikembangkan. Tampilan *Introduction Game* dibuat dengan antarmuka sederhana agar pemain dapat mengenali fungsi setiap komponen dengan mudah. Selain menampilkan identitas visual *game*, halaman ini juga berperan sebagai penghubung awal antara pemain dengan seluruh fitur yang terdapat pada *game* “Satria Pandawara”.

2. *Main Menu*

Setelah halaman *Introduction Game*, pemain diarahkan menuju halaman *Main Menu*. Halaman *Main Menu* berfungsi sebagai pusat navigasi untuk mengakses fitur-fitur utama dalam game “Satria Pandawara”. Melalui halaman ini, pemain dapat memulai permainan, melihat *tutorial*, mengatur pengaturan permainan, maupun menutup aplikasi.



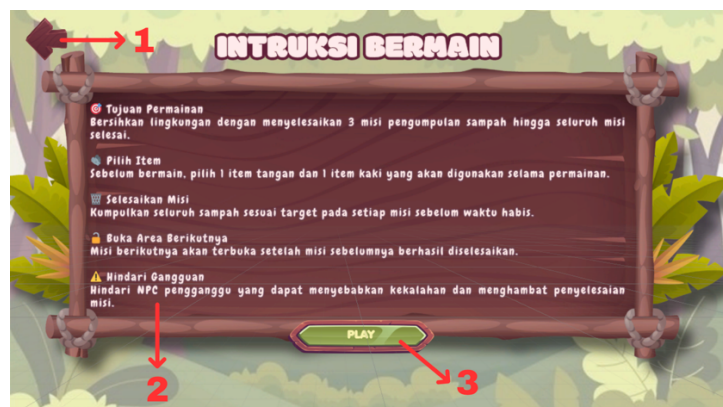
Gambar 4. 2 *Main Menu*

Pada Gambar 4.2 ditampilkan empat tombol utama pada *Main Menu*, yaitu tombol *Play Game* (1), tombol *Tutorial* (2), tombol *Setting* (3), dan tombol *Quit* (4). Tombol *Play Game* digunakan untuk memulai permainan dan mengarahkan pemain menuju halaman instruksi bermain sebelum memasuki *gameplay*. Tombol *Tutorial* berisi panduan dasar mengenai kontrol karakter. Tombol *Setting* digunakan untuk mengatur preferensi permainan, seperti pengaturan audio, sedangkan tombol *Quit* berfungsi untuk menutup aplikasi *game*. Tampilan *Main Menu* dibuat sederhana agar pemain dapat memahami dan mengakses setiap fitur dengan mudah. Selain sebagai halaman navigasi utama, halaman ini juga berperan sebagai penghubung antara pemain dengan seluruh sistem yang tersedia

dalam *game* sebelum memulai petualangan pengumpulan sampah pada setiap misi.

3. Instruksi Bermain

Tampilan Instruksi Bermain merupakan halaman yang ditampilkan sebelum pemain memasuki permainan. Halaman ini berfungsi untuk memberikan informasi mengenai tujuan permainan, aturan bermain, serta mekanisme yang harus dipahami oleh pemain sebelum menjalankan misi.



Gambar 4. 3 Instruksi Bermain

Berdasarkan Gambar 4.3, terdapat beberapa komponen utama pada halaman ini, yaitu tombol *Back* (1), panel instruksi bermain (2), dan tombol *Play* (3). Tombol *Back* digunakan untuk menuju halaman sebelumnya, sedangkan panel instruksi bermain menampilkan informasi mengenai tujuan permainan, pemilihan item, penyelesaian misi, pembukaan area berikutnya, serta keberadaan *NPC* pengganggu yang dapat menghambat jalannya permainan. Tombol *Play* digunakan untuk melanjutkan permainan menuju tahap pemilihan item.

Halaman instruksi bermain dibuat agar pemain dapat memahami alur permainan sebelum memasuki *gameplay*. Informasi yang ditampilkan membantu pemain mengetahui bahwa permainan terdiri dari tiga misi yang harus diselesaikan secara berurutan, dimana pemain diwajibkan memilih satu item kategori tangan dan satu item kategori kaki sebagai perlengkapan yang digunakan selama permainan berlangsung.

4. *Select Items* Misi 1

Tampilan *Select Items* Misi 1 merupakan halaman yang ditampilkan sebelum pemain memasuki area permainan. Pada halaman ini pemain diminta memilih item yang akan digunakan selama menjalankan misi. Pemilihan item dilakukan sebagai langkah awal untuk membantu pemain menyelesaikan target pengumpulan sampah yang telah ditentukan.



Gambar 4. 4 *Select Item* Misi 1

Berdasarkan Gambar 4.4, terdapat beberapa komponen utama pada halaman ini, yaitu tombol *Back* (1), panel informasi misi (2), item kategori tangan (3), item kategori kaki (4), daftar nama item (5), dan tombol *GO* (6). Panel informasi misi menampilkan nama misi, jenis lingkungan, serta

jumlah target sampah yang harus dikumpulkan. Item kategori tangan terdiri dari sarung tangan dan tongkat pemungut sampah, sedangkan item kategori kaki terdiri dari beberapa jenis sepatu yang memiliki karakteristik berbeda. Daftar nama item ditampilkan untuk membantu pemain mengenali setiap item yang tersedia.

Pada misi pertama, sistem belum menampilkan rekomendasi item karena pemain belum memiliki riwayat permainan yang dapat digunakan sebagai dasar perhitungan. Oleh karena itu, pemain memilih item secara mandiri sesuai strategi yang diinginkan. Sistem mewajibkan pemain memilih satu item kategori tangan dan satu item kategori kaki sebelum tombol *GO* dapat digunakan untuk memulai permainan. Setelah pemilihan item selesai, pemain dapat menekan tombol *GO* untuk melanjutkan ke tahap *gameplay*.

5. *Select Items* Misi 2

Select Items Misi 2 merupakan halaman yang ditampilkan setelah pemain menyelesaikan misi pertama. Pada halaman ini pemain kembali diminta memilih item yang akan digunakan untuk menjalankan misi berikutnya. Berbeda dengan misi pertama, pada tahap ini sistem telah memiliki data hasil permainan sebelumnya yang dapat digunakan sebagai dasar pemberian rekomendasi item.



Gambar 4. 5 Select Item misi 2

Berdasarkan Gambar 4.5, terdapat beberapa komponen utama yang terdiri dari panel informasi misi (1), daftar item yang tersedia (2), panel rekomendasi item (3), dan tombol *GO* (4). Panel informasi misi menampilkan keterangan mengenai misi yang akan dijalankan, sedangkan daftar item digunakan sebagai media bagi pemain untuk memilih item kategori tangan dan kaki yang akan digunakan selama permainan. Panel rekomendasi item menampilkan item rekomendasi yang dihasilkan sistem melalui perhitungan metode *Item-Based Collaborative Filtering* dari data permainan sebelumnya.

Pada halaman ini pemain tetap memiliki kebebasan untuk menentukan item yang akan digunakan. Rekomendasi yang diberikan sistem hanya berfungsi sebagai pendukung pengambilan keputusan dan tidak bersifat wajib untuk dipilih. Setelah pemain menentukan item yang diinginkan, tombol *GO* dapat digunakan untuk melanjutkan permainan menuju *gameplay* misi kedua.

6. *Select Items* Misi 3

Select Items Misi 3 merupakan halaman yang ditampilkan sebelum pemain memasuki misi ketiga. Pada tahap ini sistem telah memiliki riwayat permainan dari misi sebelumnya sehingga rekomendasi item dapat dihasilkan berdasarkan data yang telah tersimpan. Halaman ini berfungsi untuk membantu pemain menentukan kombinasi item yang sesuai sebelum memulai permainan.



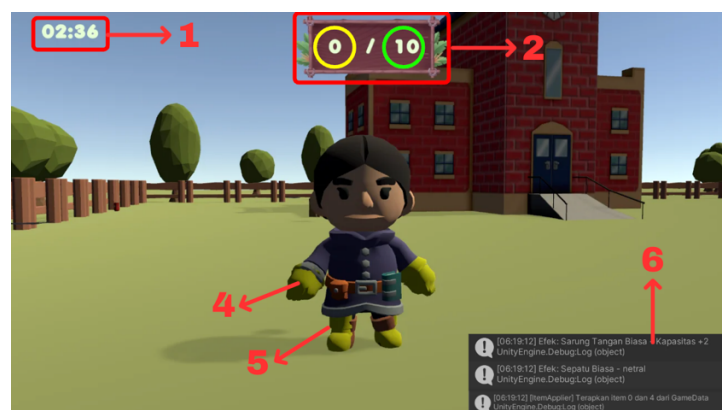
Gambar 4. 6 *Select Item* Misi 3

Berdasarkan Gambar 4.6, terdapat beberapa komponen utama yang terdiri dari panel informasi misi (1), daftar item yang tersedia (2), panel rekomendasi item (3), dan tombol *GO* (4). Panel informasi misi menampilkan keterangan mengenai misi yang akan dijalankan, sedangkan daftar item digunakan sebagai media bagi pemain untuk memilih item kategori tangan dan kategori kaki. Panel rekomendasi item menampilkan item yang dihasilkan sistem melalui perhitungan metode *Item-Based Collaborative Filtering* dengan memanfaatkan data permainan yang telah tersimpan dari misi sebelumnya.

Pada misi ketiga, rekomendasi yang diberikan sistem dihasilkan berdasarkan data penggunaan item dan performa pemain yang telah tersimpan pada misi sebelumnya. Dengan bertambahnya data riwayat permainan, proses rekomendasi dapat dilakukan berdasarkan informasi yang lebih lengkap dibandingkan pada misi sebelumnya. Meskipun demikian, pemain tetap dapat menentukan item yang ingin digunakan sesuai strategi yang dipilih. Setelah proses pemilihan item selesai dilakukan, pemain dapat menekan tombol *GO* untuk memasuki *gameplay* misi ketiga.

7. *Gameplay*

Scene Gameplay merupakan bagian utama dalam permainan yang digunakan pemain untuk menjalankan misi pengumpulan sampah. Pada tahap ini pemain mengendalikan karakter untuk menjelajahi area permainan dan mengumpulkan sampah sesuai target yang telah ditentukan pada setiap misi.



Gambar 4. 7 *Gameplay* 1

Berdasarkan Gambar 4.7, terdapat beberapa komponen yang mendukung jalannya permainan, yaitu *timer* (1), indikator progres

pengumpulan sampah (2), item kategori tangan yang digunakan pemain (4), item kategori kaki yang digunakan pemain (5), serta informasi efek item (6). *Timer* digunakan untuk membatasi waktu penyelesaian misi, sedangkan indikator progres pengumpulan sampah terdiri dari dua bagian, yaitu lingkaran berwarna kuning yang menampilkan jumlah sampah yang sudah dikumpulkan pemain dan lingkaran berwarna hijau yang menunjukkan jumlah target sampah yang harus dikumpulkan pada misi tersebut. Dengan adanya indikator ini, pemain dapat memantau perkembangan penyelesaian misi secara langsung selama permainan berlangsung.

Item yang dipilih pada tahap sebelumnya akan diterapkan pada karakter dan memberikan efek tertentu selama permainan berlangsung. Efek item tersebut ditampilkan pada layar sehingga pemain dapat mengetahui manfaat yang diperoleh dari item yang digunakan.



Gambar 4. 8 *Gameplay 2*

Berdasarkan Gambar 4.8, lingkungan permainan dilengkapi dengan berbagai objek sampah yang tersebar pada area misi (1). Objek sampah tersebut merupakan target yang harus dikumpulkan oleh pemain untuk

menyelesaikan misi. Setiap jenis sampah dilengkapi dengan label identifikasi (2) yang menampilkan nama atau kategori sampah sehingga pemain dapat mengenali jenis sampah yang sedang ditemukan.

Selain objek sampah, permainan juga dilengkapi dengan *NPC* pengganggu (3) yang berfungsi sebagai rintangan selama permainan berlangsung. Kehadiran *NPC* bertujuan menambah tantangan dalam proses pengumpulan sampah, sehingga pemain perlu memperhatikan pencarian sampah sekaligus kondisi lingkungan di sekitarnya.

8. Pembatas Area Misi

Pembatas area misi merupakan fitur yang digunakan untuk mengatur urutan penyelesaian misi dalam permainan. Fitur ini diterapkan agar pemain tidak dapat langsung memasuki area misi berikutnya sebelum menyelesaikan misi yang sedang dijalankan.



Gambar 4. 9 Pembatas Area

Pada Gambar 4.9 ditunjukkan bahwa sistem menampilkan panel peringatan ketika pemain mencoba memasuki area misi berikutnya sebelum target misi yang sedang berlangsung selesai. Panel tersebut berisi informasi

bahwa pemain harus menyelesaikan misi terlebih dahulu sebelum dapat melanjutkan ke area selanjutnya.

Penerapan pembatas area bertujuan untuk menjaga alur permainan agar tetap berjalan sesuai skenario yang telah dirancang. Selain itu, fitur ini juga membantu memastikan bahwa setiap misi diselesaikan secara berurutan sehingga proses pengumpulan data dan pemberian rekomendasi item dapat berjalan sesuai tahapan permainan.

9. Kondisi Menang (*Win Misi*)

Tampilan panel menang ditampilkan setelah pemain berhasil menyelesaikan misi sesuai dengan target yang telah ditentukan. Pada tampilan ini, pemain dapat melihat ringkasan hasil permainan yang mencakup sisa waktu serta jumlah sampah yang berhasil dikumpulkan. Informasi tersebut berfungsi sebagai umpan balik kepada pemain mengenai performa yang dicapai selama menjalankan misi.



Gambar 4. 10 Tampilan Panel Win Misi

Pada Gambar 4.10 ditampilkan beberapa komponen, yaitu *timer* (1), *score* (2), pesan keberhasilan (3), dan tombol *Next Mission* (4). *Timer* menunjukkan sisa waktu yang dimiliki pemain saat misi berhasil

diselesaikan, sedangkan *score* menunjukkan jumlah sampah yang berhasil dikumpulkan selama permainan berlangsung. Pesan keberhasilan ditampilkan sebagai informasi bahwa pemain telah menyelesaikan misi sesuai target yang ditentukan.

Selain menampilkan hasil permainan, halaman ini juga dilengkapi tombol *Next Mission* untuk melanjutkan permainan ke misi berikutnya. Data hasil permainan pada tahap ini disimpan dan diproses sebagai bagian dari sistem rekomendasi *Item-Based Collaborative Filtering*.

10. Kondisi Menang Seluruh Misi

Tampilan ini ditampilkan setelah pemain berhasil menyelesaikan seluruh misi yang tersedia dalam permainan. Halaman ini berfungsi sebagai indikator bahwa seluruh rangkaian permainan telah berhasil diselesaikan oleh pemain.



Gambar 4. 11 Tampilan Panel Win Seluruh Misi

Pada Gambar 4.11 ditampilkan beberapa komponen, yaitu *timer* (1), *score* (2), pesan keberhasilan (3), dan tombol *Main Menu* (4). *Timer* menunjukkan sisa waktu yang dimiliki pemain saat menyelesaikan misi

terakhir, sedangkan *score* menunjukkan jumlah sampah yang berhasil dikumpulkan selama permainan berlangsung. Pesan keberhasilan ditampilkan untuk memberikan informasi bahwa seluruh misi pada *game* telah berhasil diselesaikan.

Berbeda dengan tampilan hasil pada misi sebelumnya, halaman ini tidak lagi menyediakan tombol untuk melanjutkan misi karena seluruh tahapan permainan telah selesai. Oleh karena itu, sistem hanya menyediakan tombol *Main Menu* yang memungkinkan pemain kembali ke halaman utama dan memulai permainan kembali apabila diinginkan.

11. Kondisi Kalah Dan Rekomendasi Item

Tampilan ini ditampilkan ketika pemain gagal menyelesaikan misi sebelum batas waktu yang telah ditentukan berakhir. Halaman ini berfungsi untuk memberikan informasi mengenai hasil permainan sekaligus menampilkan rekomendasi item yang dapat digunakan pada percobaan berikutnya.



Gambar 4. 12 Tampilan Ketika Kalah

Pada Gambar 4.12 ditampilkan beberapa komponen, yaitu *timer* (1), *score* (2), pesan kegagalan (3), panel rekomendasi item (4), tombol *Retry* (5), dan tombol *Main Menu* (6). *Timer* menunjukkan bahwa waktu permainan telah habis, sedangkan *score* menunjukkan jumlah sampah yang berhasil dikumpulkan pemain selama misi berlangsung. Pesan kegagalan ditampilkan untuk memberikan informasi bahwa target misi belum berhasil diselesaikan.

Panel rekomendasi item menampilkan item yang dihasilkan sistem melalui perhitungan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Rekomendasi tersebut diberikan dengan memanfaatkan data penggunaan item dan performa pemain yang telah tersimpan pada sistem. Tujuan dari rekomendasi ini adalah membantu pemain menentukan kombinasi item yang lebih sesuai untuk digunakan pada percobaan berikutnya.

Selain itu, tersedia tombol *Retry* yang digunakan untuk mengulangi misi yang sama, serta tombol *Main Menu* untuk kembali ke halaman utama permainan. Dengan adanya fitur rekomendasi ini, pemain memperoleh bantuan dalam menentukan item yang dapat mendukung penyelesaian misi secara lebih efektif pada permainan selanjutnya.

4.3 Implementasi Perhitungan Metode *Item-Based Collaborative Filtering*

Pada penelitian ini, metode *Item-Based Collaborative Filtering* diimplementasikan untuk menghasilkan rekomendasi alat kebersihan dengan memanfaatkan data *rating* dari pengumpulan data awal dan riwayat penggunaan item pemain. Proses perhitungan dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu

pembentukan matriks *user-item*, perhitungan *similarity* antar item menggunakan metode *Cosine Similarity*, prediksi *rating* menggunakan *Weighted Sum*, serta pemilihan item dengan nilai prediksi tertinggi sebagai rekomendasi.

4.3.1 Implementasi Pengumpulan Data Awal Pemain

Pengumpulan data awal dilakukan untuk memperoleh informasi dasar yang dibutuhkan dalam proses rekomendasi menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Data awal diperoleh melalui kuesioner yang diberikan kepada responden sesuai kebutuhan penelitian. Pada kuesioner tersebut, responden diminta untuk mensimulasikan tiga skenario misi yang telah disiapkan sebelumnya. Pada masing-masing misi, responden diminta untuk memilih maksimal dua alat bantu yang menurut mereka paling sesuai atau efektif dalam menyelesaikan misi tersebut. Selain memilih alat bantu, responden juga memberikan penilaian terhadap item yang digunakan. Penilaian efektivitas pada setiap alat yang dipilih dengan skala 1 sampai 5, yaitu nilai 1 untuk efektivitas sangat rendah dan nilai 5 untuk efektivitas sangat tinggi. Hasil pengumpulan data melalui kuesioner disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengumpulan Data Kuesioner

No	User	Misi	Alat 1	Rating	Alat 2	Rating
1	User 1	Misi 1	Tongkat cepat	5	Sepatu Cepat	5
2	User 1	Misi 2	Tongkat Jangkau	5	Sepatu Cepat	4
3	User 1	Misi 3	Sarung Tangan Pelindung	5	Sepatu Bahaya	5
4	User 2	Misi 1	Tongkat Cepat	5	Sepatu Cepat	5
5	User 2	Misi 2	Sarung Tangan Biasa	4	Sepatu Cepat	5
6	User 2	Misi 3	Sarung Tangan Pelindung	5	Sepatu Bahaya	4
7	User 3	Misi 1	Tongkat Cepat	5	Sepatu Biasa	3
8	User 3	Misi 2	Tongkat Jangkau	4	Sepatu Cepat	5
9	User 3	Misi 3	Sarung Tangan Pelindung	5	Sepatu Bahaya	5
10	User 4	Misi 1	Sarung Tangan Biasa	4	Sepatu Cepat	5
11	User 4	Misi 2	Tongkat Jangkau	5	Sepatu Biasa	3
12	User 4	Misi 3	Sarung Tangan Pelindung	5	Sepatu Bahaya	5
13	User 5	Misi 1	Tongkat Cepat	4	Sepatu Cepat	4

No	User	Misi	Alat 1	Rating	Alat 2	Rating
14	User 5	Misi 2	Sarung Tangan Biasa	4	Sepatu Cepat	5
15	User 5	Misi 3	Sarung Tangan Pelindung	5	Sepatu Bahaya	4
16	User 6	Misi 1	Tongkat Cepat	5	Sepatu Cepat	5
17	User 6	Misi 2	Tongkat Jangkau	5	Sepatu Cepat	5
18	User 6	Misi 3	Sarung Tangan Pelindung	5	Sepatu Bahaya	5

Berdasarkan Tabel 4.1, data awal diperoleh dari enam responden yang diminta untuk memilih dua alat bantu yang dianggap paling efektif pada setiap misi. Pemilihan alat dilakukan pada tiga skenario misi yang berbeda, yaitu lingkungan sekolah, lingkungan rumah, dan rumah sakit. Selain memilih alat bantu, responden juga memberikan penilaian efektivitas menggunakan skala 1 sampai 5. Data dari kuesioner tersebut kemudian diolah menjadi matriks *user-item* sebagai dasar perhitungan item *similarity* pada metode *Item-Based Collaborative Filtering* untuk menghasilkan rekomendasi alat kebersihan dalam game “Satria Pandawara”.

4.3.2 Pembentukan Matriks *User-Item*

Setelah data awal pemain diperoleh melalui kuesioner, langkah selanjutnya adalah membentuk matriks *user-item* yang akan digunakan sebagai data masukan pada metode *Item-Based Collaborative Filtering*. Matriks *user-item* disusun dari *rating* yang diberikan responden pada item yang digunakan di setiap misi. Dalam matriks tersebut, baris menunjukkan pengguna (*user*), sedangkan kolom menunjukkan item yang tersedia dalam *game*. Setiap nilai pada sel matriks menunjukkan *rating* pengguna terhadap item tertentu, sementara nilai 0 menunjukkan bahwa item tersebut belum diberi penilaian oleh pengguna.

Berdasarkan data kuesioner pada Tabel 4.1, matriks *user-item* yang terbentuk terdiri dari enam *user* dan delapan item. Matriks ini menjadi dasar untuk menghitung *similarity* antaritem pada tahap selanjutnya.

Tabel 4. 2 Matriks User-Item

Item	Item 1 (Sarung Tangan Biasa)	Item 2 (Sarung Tangan Pelindung)	Item 3 (Tongkat Cepat)	Item 4 (Tongkat Jangkau)	Item 5 (Sepatu Biasa)	Item 6 (Sepatu Cepat)	Item 7 (Sepatu Bahaya)	Item 8 (Sepatu Selip)
<i>User</i>								
<i>User 1</i>	0	5	5	5	0	4	5	0
<i>User 2</i>	4	5	5	0	0	5	4	0
<i>User 3</i>	0	5	5	4	3	5	5	0
<i>User 4</i>	4	5	0	5	3	5	5	0
<i>User 5</i>	4	5	4	0	0	5	4	0
<i>User 6</i>	0	5	5	5	0	5	5	0

Berdasarkan matriks *user-item* pada Tabel 4.2, terlihat bahwa setiap pengguna memberikan penilaian yang berbeda terhadap item yang digunakan selama permainan. Perbedaan nilai *rating* tersebut menjadi dasar untuk menghitung *similarity* antaritem dengan metode *Cosine Similarity*. Semakin mirip pola *rating* antar item, maka semakin besar kemungkinan item tersebut direkomendasikan kepada pemain pada misi berikutnya. Selanjutnya, matriks *user-item* pada Tabel 4.2 digunakan sebagai acuan dalam perhitungan *similarity* antaritem pada subbab berikutnya.

4.3.3 Perhitungan *Similarity* Antar Item

Setelah matriks *user-item* disusun, tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan *similarity* antaritem. Perhitungan *similarity* digunakan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar alat bantu berdasarkan pola *rating* yang

tersimpan pada data pengguna. Pada *game* “Satria Pandawara”, proses perhitungan *similarity* dilakukan secara otomatis oleh sistem menggunakan data *rating* yang terdapat pada profil pengguna.

Pada sistem rekomendasi *Item-Based Collaborative Filtering*, perhitungan *similarity* diterapkan melalui fungsi *ComputeItemSimilarity()*. Fungsi tersebut menggunakan data pengguna dan jumlah item sebagai *input*, kemudian menghasilkan matriks *similarity* antar item. Setiap item akan dibandingkan dengan item lainnya untuk memperoleh nilai kemiripan. Apabila item yang dibandingkan adalah item yang sama, maka nilai *similarity* bernilai 1. Sementara itu, apabila salah satu item belum memiliki data *rating*, maka nilai *similarity* bernilai 0.

Pseudeucode 4.1 Perhitungan Cosine Similarity

```

FUNGSI ComputeItemSimilarity(users, totalItems)

    BUAT matriks similarity

    UNTUK setiap item i
        UNTUK setiap item j
            JIKA i = j
                similarity[i,j] = 1
            SELAIN ITU
                hitung dot product
                hitung norm item i
                hitung norm item j
                hitung Cosine Similarity
                simpan ke matriks similarity
            AKHIR JIKA
        AKHIR UNTUK
    AKHIR UNTUK

```

KEMBALIKAN matriks *similarity*
 AKHIR FUNGSI

Berdasarkan *pseudocode* di atas, sistem melakukan perhitungan *similarity* dengan membandingkan setiap item terhadap seluruh item lainnya yang terdapat pada matriks *user-item*. Proses perhitungan dilakukan menggunakan nilai *rating* rata-rata yang diperoleh dari data pengguna. Selanjutnya, sistem menghitung nilai *dot product* dan norma dari masing-masing item untuk memperoleh nilai kemiripan menggunakan metode *Cosine Similarity*. Hasil perhitungan tersebut disimpan ke dalam matriks *similarity* yang akan digunakan pada proses prediksi *rating* dan rekomendasi item.

Matriks *similarity* yang telah terbentuk kemudian digunakan pada tahap berikutnya untuk menghitung prediksi *rating* item yang belum pernah digunakan oleh pemain. Prediksi *rating* dilakukan dengan metode *Weighted Sum* yang dijelaskan pada subbab berikutnya.

4.3.4 Prediksi *Rating* Menggunakan *Weighted Sum*

Setelah matriks *similarity* terbentuk, tahap berikutnya adalah menghitung prediksi *rating* untuk item yang belum digunakan oleh pemain. Metode *Weighted Sum* digunakan untuk memprediksi *rating* dengan memanfaatkan nilai *similarity* antaritem dan riwayat *rating* pemain. Tujuan dari proses ini adalah memperkirakan tingkat kecocokan suatu item berdasarkan pengalaman pemain terhadap item lainnya yang pernah digunakan sebelumnya.

Rumus perhitungan *Weighted Sum* ditunjukkan sebagai berikut:

$$p(u, j) = \frac{\sum_{i \in j} (R_{u,i} * S_{i,j})}{\sum_{i \in j} |S_{i,j}|} \quad (4.1)$$

Keterangan:

$p(u, j)$ = Nilai prediksi *rating user u* terhadap item j

$\sum_{i \in j}$ = Kumpulan item yang memiliki kemiripan dengan item j

$R_{u,i}$ = Nilai *rating user u* terhadap item i

$S_{i,j}$ = Skor kemiripan antara item i dan item j

Pada tahap implementasi, sistem menghitung rata-rata *rating* dari setiap item yang pernah digunakan pemain. Selanjutnya, sistem mengambil nilai *similarity* dari item yang memiliki kemiripan dengan item yang akan diprediksi. Nilai *similarity* tersebut dikalikan dengan *rating* pengguna terhadap item terkait, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan total *similarity* untuk menghasilkan nilai prediksi *rating*.

Pseudeucode 4.2 Perhitungan *Weighted Sum*

```

FUNGSI RecommendForUser(user, similarity, topN)

    HITUNG rata-rata rating setiap item

    UNTUK setiap item yang belum pernah digunakan pengguna
        num = 0
        den = 0

        UNTUK setiap item yang pernah digunakan pengguna
            AMBIL nilai similarity
            num = num + (similarity × rating)
            den = den + similarity

        AKHIR UNTUK

        prediksi = num / den

    AKHIR UNTUK

    URUTKAN nilai prediksi dari terbesar ke terkecil

```

AMBIL sejumlah topN item sebagai rekomendasi

KEMBALIKAN daftar rekomendasi

AKHIR FUNGSI

Hasil prediksi *rating* digunakan untuk menentukan item yang memiliki tingkat kecocokan tertinggi bagi pemain. Item dengan nilai prediksi terbesar akan dipilih sebagai rekomendasi dan ditampilkan pada halaman pemilihan item sebelum pemain memulai misi berikutnya. Proses implementasi hasil rekomendasi tersebut dijelaskan pada subbab berikutnya.

4.3.5 Implementasi Hasil Rekomendasi Item

Hasil rekomendasi yang diperoleh dari *metode Item-Based Collaborative Filtering* ditampilkan pada halaman pemilihan alat sebelum pemain memulai misi. Sistem menampilkan dua item rekomendasi berdasarkan hasil perhitungan prediksi *rating* tertinggi dari data preferensi pengguna sebelumnya.

Gambar 4.13 menunjukkan implementasi hasil rekomendasi pada Misi 2 (Rumah – 15 Sampah Campuran). Pada halaman pemilihan alat, sistem menampilkan informasi misi yang akan dimainkan (1) serta panel rekomendasi yang berisi dua item dengan nilai prediksi tertinggi hasil perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering*. Pada misi ini sistem merekomendasikan Sarung Tangan Biasa (2) sebagai item kategori tangan dan Sepatu Cepat (3) sebagai item kategori kaki. Rekomendasi tersebut ditampilkan pada sisi kanan layar untuk membantu pemain menentukan alat yang sesuai sebelum memulai permainan. Meskipun demikian, pemain tetap dapat memilih item lain sesuai keinginan sehingga

rekomendasi berfungsi sebagai pendukung pengambilan keputusan dan bukan sebagai pilihan yang bersifat wajib.



Gambar 4. 13 Tampilan Rekomendasi Misi 2

Gambar 4.14 menampilkan hasil implementasi rekomendasi pada Misi 3 (Rumah Sakit – 15 Sampah Medis). Sistem menampilkan informasi misi yang akan dimainkan (1) serta panel rekomendasi yang berisi dua item dengan nilai prediksi tertinggi. Berdasarkan hasil perhitungan, sistem merekomendasikan Sarung Tangan Pelindung (2) dan Sepatu Bahaya (3) karena kedua item tersebut memiliki nilai kesesuaian yang lebih baik untuk kondisi misi tersebut dibandingkan item lainnya. Perbedaan hasil rekomendasi menunjukkan bahwa sistem dapat menyesuaikan rekomendasi berdasarkan data preferensi pengguna yang tersimpan serta karakteristik misi yang dimainkan.



Gambar 4. 14 Tampilan Rekomendasi Misi 3

Perbedaan hasil rekomendasi menunjukkan bahwa sistem dapat menyesuaikan rekomendasi berdasarkan data preferensi pengguna yang tersimpan serta karakteristik misi yang dimainkan. Hasil rekomendasi tersebut membantu pemain menentukan alat yang sesuai sebelum misi dimulai.

4.4 Pengujian Sistem

Setelah implementasi kode selesai, pengujian sistem dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi dalam *game* berjalan sesuai rancangan. Pengujian ini mencakup pelaksanaan uji coba terhadap *game* serta penyajian hasil dari uji coba tersebut. *Game* diuji langsung oleh pengguna dengan tujuan untuk mengevaluasi apakah sistem sudah berjalan sesuai tujuan dan spesifikasi yang dirancang.

4.4.1 Pengujian Skenario 1 (*Cold Start*)

Pengujian skenario pertama dilakukan untuk menilai kemampuan sistem menghasilkan rekomendasi item pada kondisi *cold start*, yaitu ketika pengguna belum memiliki riwayat permainan sebelumnya. Pada kondisi ini, sistem belum memiliki data interaksi pengguna terhadap item yang terdapat dalam *game*. Oleh

Setelah data awal tersimpan, pengguna memulai permainan pada Misi 1 yang berlokasi di area sekolah dengan jenis sampah organik. Pada tahap ini pengguna memilih dua item yang akan digunakan selama permainan, yaitu satu item kategori tangan dan satu item kategori kaki. Pemilihan item dilakukan secara langsung oleh pengguna sebelum permainan dimulai

Tabel 4. 4 Parameter pengujian misi 1

Parameter	Nilai
Id Pengguna	User 7
Lokasi Misi	Sekolah
Jenis Sampah	Anorganik
Jumlah Sampah	10
Batas Waktu	180 detik
Item Tangan Yang Dipilih	Tongkat Cepat
Item Kaki Yang Dipilih	Sepatu Biasa
Data Awal Pengguna	Data Rating Kuesioner
Output Yang Diharapkan	Sistem menghasilkan rekomendasi untuk Misi 2

Berdasarkan parameter pada Tabel 4.4, pengujian dilakukan menggunakan *User 7* yang belum memiliki riwayat permainan sebelumnya. Sistem memanfaatkan data *rating* awal hasil kuesioner sebagai sumber informasi awal pengguna. Pada pengujian ini pengguna memilih Tongkat Cepat dan Sepatu Biasa untuk digunakan selama Misi 1 yang berlangsung di area Sekolah, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 *Gameplay* Misi 1

Pengguna memainkan Misi 1 dengan tujuan mengumpulkan 10 sampah organik dalam batas waktu 180 detik. Selama permainan berlangsung, sistem mencatat performa pengguna yang selanjutnya digunakan untuk menghitung rating item yang digunakan.

3. Hasil Permainan Misi 1

Berdasarkan hasil permainan, pengguna berhasil mengumpulkan seluruh sampah yang tersedia sebanyak 10 sampah dan menyelesaikan misi dalam waktu 47,64 detik dari total batas waktu 180 detik. Sistem kemudian menampilkan status kemenangan (Win) dan mengizinkan pengguna melanjutkan ke misi berikutnya.

Tabel 4. 5 Hasil Permainan Misi 1

Parameter	Nilai
Target Sampah	10
Sampah Terkumpul	10
Waktu Penyelesaian	47,64 detik
Status Misi	Berhasil



Gambar 4. 16 Hasil Penyelesaian Misi 1

Hasil permainan tersebut kemudian digunakan oleh sistem untuk melakukan perhitungan *rating* terhadap item yang digunakan selama permainan.

4. Perhitungan *Similarity* dan Prediksi

Setelah misi selesai, sistem melakukan proses perhitungan *rating* terhadap item yang digunakan selama permainan. *Rating* yang dihasilkan akan disimpan sebagai data preferensi pengguna dan digunakan sebagai *input* untuk proses perhitungan *similarity* dan prediksi rekomendasi. Tabel 4.6 menampilkan hasil perhitungan *rating* item.

Tabel 4. 6 Hasil *Rating* Item Misi 1

Item	Rating
Tongkat Cepat	2
Sepatu Biasa	2

Mengacu pada Tabel 4.6, item Tongkat Cepat dan Sepatu Biasa memperoleh nilai *rating* sebesar 2. *Rating* tersebut kemudian disimpan pada basis data pengguna sebagai data tambahan untuk proses rekomendasi. Setelah data *rating* tersimpan, sistem menghitung nilai *similarity* antar item menggunakan metode *Cosine Similarity*. Nilai *similarity* digunakan untuk melihat tingkat kemiripan antaritem berdasarkan data *rating* pengguna yang tersimpan di sistem. Nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan tingkat kemiripan antaritem yang semakin tinggi.

Tabel 4. 7 Nilai *Similarity* Antar Item

Item 1	Item 2	Nilai <i>Similarity</i>
Sarung Tangan Biasa	Sarung Tangan Pelindung	0,707
Sarung Tangan Biasa	Tongkat Cepat	0,482
Sarung Tangan Biasa	Sepatu Cepat	0,653
Sarung Tangan Biasa	Sepatu Selip	0,706
Sarung Tangan Pelindung	Tongkat Cepat	0,910
Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Cepat	0,995
Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Selip	0,999
Tongkat Cepat	Sepatu Selip	0,897
Tongkat Jangkau	Sepatu Cepat	0,801
Sepatu Bahaya	Sepatu Cepat	0,995

Berdasarkan Tabel 4.7, setiap pasangan item menghasilkan nilai *similarity* yang berbeda. Nilai *similarity* tertinggi diperoleh antara Sarung Tangan Pelindung dan Sepatu Selip sebesar 0,999, yang menunjukkan bahwa kedua item memiliki pola penilaian yang sangat mirip berdasarkan data pengguna yang tersedia. Sebaliknya, beberapa pasangan item memiliki nilai *similarity* yang lebih rendah, seperti Sarung Tangan Biasa dan Tongkat Cepat sebesar 0,482. Nilai *similarity* tersebut selanjutnya digunakan sebagai bobot dalam proses prediksi *rating* untuk menentukan item yang direkomendasikan kepada pengguna.

Tabel 4. 8 Hasil Prediksi *Rating*

Item	Prediksi <i>Rating</i>
Sarung Tangan Biasa	2,000
Sarung Tangan Pelindung	2,000
Tongkat Cepat	2,000
Sepatu Cepat	2,000
Sepatu Bahaya	2,000
Sepatu Selip	0,000
Sepatu Biasa	<i>Exclude</i>
Tongkat Jangkau	<i>Exclude</i>

Berdasarkan hasil prediksi pada Tabel 4.8, sebagian besar item memperoleh nilai prediksi sebesar 2,000. Nilai tersebut menunjukkan hasil estimasi *rating* yang dihitung menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering* berdasarkan data *rating* awal pengguna dan hasil permainan pada Misi 1. Sementara itu, item Sepatu Selip memperoleh nilai prediksi sebesar 0,000 karena tidak memiliki informasi yang cukup untuk dilakukan perhitungan prediksi pada kondisi data yang masih terbatas. Adapun item Sepatu Biasa dan Tongkat Jangkau tidak dihitung kembali karena telah digunakan oleh pengguna pada Misi 1 sehingga dimasukkan ke dalam kategori *exclude*. Meskipun data yang tersedia masih terbatas pada tahap

cold start, sistem tetap mampu menghasilkan rekomendasi dengan memilih item yang memiliki nilai prediksi tertinggi dan belum pernah digunakan oleh pengguna.

5. Hasil Rekomendasi

Berdasarkan hasil prediksi *rating* yang diperoleh, sistem menghasilkan rekomendasi item yang akan digunakan oleh pengguna pada Misi 2. Rekomendasi dipilih berdasarkan nilai prediksi tertinggi dari item yang belum pernah digunakan oleh pengguna serta mempertimbangkan kategori item yang tersedia pada permainan, yaitu kategori tangan dan kategori kaki.

Tabel 4. 9 Hasil Rekomendasi Item Skenario 1

Item	Peringkat
Sarung Tangan Biasa	1
Sepatu Bahaya	2

Hasil rekomendasi tersebut kemudian ditampilkan pada halaman pemilihan item sebelum pengguna memulai Misi 2, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Hasil Rekomendasi Skenario 1

Berdasarkan Gambar 4.17, sistem berhasil menampilkan rekomendasi berupa Sarung Tangan Biasa dan Sepatu Bahaya kepada pengguna. Kedua item

tersebut dipilih berdasarkan hasil perhitungan metode *Item-Based Collaborative Filtering* yang memanfaatkan data *rating* awal pengguna serta hasil interaksi pada Misi 1. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan rekomendasi item secara otomatis untuk digunakan pada misi berikutnya.

4.4.2 Pengujian Skenario 2 (Pengguna Dengan Riwayat Permainan)

Pengujian skenario kedua dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghasilkan rekomendasi item setelah pengguna memiliki riwayat permainan sebelumnya. Berbeda dengan skenario pertama yang berada pada kondisi *cold start*, pada skenario ini sistem telah memiliki data interaksi pengguna yang diperoleh dari hasil permainan pada Misi 1. Data tersebut digunakan sebagai tambahan informasi dalam proses perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering* sehingga rekomendasi yang dihasilkan dapat lebih menyesuaikan preferensi pengguna.

1. Data Awal Pengguna

Pada skenario ini sistem menggunakan data *rating* item yang diperoleh dari hasil permainan Misi 1 sebagai tambahan informasi preferensi pengguna. Data tersebut tersimpan dalam basis data rekomendasi dan digunakan sebagai dasar dalam proses perhitungan *similarity* serta prediksi *rating* item.

Tabel 4. 10 Data *Rating* Pengguna Setelah Misi 1

Item	Rating
Tongkat Cepat	2
Sepatu Biasa	2

Berdasarkan data pada Tabel 4.10, sistem telah memiliki informasi tambahan mengenai preferensi pengguna berdasarkan pengalaman penggunaan

item pada Misi 1. Informasi tersebut digunakan sebagai masukan dalam proses rekomendasi untuk Misi 2.

2. Simulasi Permainan Misi 2

Setelah memperoleh rekomendasi dari Misi 1, pengguna melanjutkan permainan pada Misi 2 yang berlokasi di lingkungan rumah dengan jenis sampah organik dan anorganik. Pengguna memilih item yang direkomendasikan oleh sistem untuk digunakan selama permainan.

Tabel 4. 11 Parameter Pengujian Misi 2

Parameter	Nilai
<i>Id</i> Pengguna	<i>User 7</i>
Lokasi Misi	Lingkungan Rumah
Jenis Sampah	Organik dan Anorganik (Campuran)
Jumlah Sampah	15
Batas Waktu	150 detik
Item Tangan Yang Dipilih	Sarung Tangan Biasa
Item Kaki Yang Dipilih	Sepatu Bahaya
Data Awal Pengguna	<i>Rating</i> Kuesioner + Riwayat Misi 1
<i>Output</i> Yang Diharapkan	Sistem menghasilkan rekomendasi untuk Misi 3

Berdasarkan parameter pada Tabel 4.11, pengguna menggunakan Sarung Tangan Biasa dan Sepatu Bahaya yang merupakan hasil rekomendasi dari Misi 1. Tampilan permainan saat pengujian berlangsung ditunjukkan pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 *Gameplay* Misi 2

Pengguna memainkan Misi 2 dengan tujuan mengumpulkan 15 sampah organik dan anorganik dalam batas waktu 150 detik. Selama permainan berlangsung, sistem mencatat performa pengguna yang selanjutnya digunakan untuk menghitung *rating* item yang digunakan.

3. Hasil Permainan Misi 2

Berdasarkan hasil permainan, pengguna berhasil mengumpulkan seluruh sampah yang tersedia sebanyak 15 sampah dan menyelesaikan misi dalam waktu 89,75 detik dari total batas waktu 150 detik. Sistem kemudian menampilkan status kemenangan (Win) dan mengizinkan pengguna melanjutkan ke misi berikutnya.

Tabel 4. 12 Hasil Permainan Misi 2

Parameter	Nilai
Target Sampah	15
Sampah Terkumpul	15
Waktu Penyelesaian	89,75 detik
Status Misi	Berhasil



Gambar 4. 19 Hasil Penyelesaian Misi 2

Hasil permainan tersebut kemudian digunakan oleh sistem untuk melakukan perhitungan *rating* terhadap item yang digunakan selama permainan.

4. Perhitungan *Similarity* dan Prediksi

Setelah misi selesai, sistem melakukan proses perhitungan *rating* terhadap item yang digunakan selama permainan. *Rating* yang dihasilkan akan disimpan sebagai data preferensi pengguna dan digunakan sebagai masukan dalam proses perhitungan *similarity* dan prediksi rekomendasi.

Tabel 4. 13 Hasil *Rating* Item Misi 2

Item	Rating
Sarung Tangan Biasa	2
Sepatu Bahaya	2

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.13, item Sarung Tangan Biasa dan Sepatu Bahaya memperoleh *rating* sebesar 2. *Rating* tersebut kemudian disimpan ke dalam basis data pengguna dan digunakan sebagai data tambahan dalam proses rekomendasi. Setelah data *rating* tersimpan, sistem menghitung nilai *similarity* antar item menggunakan metode *Cosine Similarity*. Nilai *similarity* digunakan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar item berdasarkan data *rating* pengguna yang tersimpan pada sistem.

Tabel 4. 14 Nilai *Similarity* Antar Item Misi 2

Item 1	Item 2	Nilai <i>Similarity</i>
Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Cepat	0,999
Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	0,980
Sepatu Bahaya	Sepatu Cepat	0,980
Sarung Tangan Pelindung	Tongkat Cepat	0,910
Tongkat Cepat	Sepatu Cepat	0,905

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.14, beberapa pasangan item memiliki nilai *similarity* yang tinggi, yang menunjukkan adanya kemiripan pola penilaian berdasarkan data pengguna yang tersedia. Nilai *similarity* tersebut selanjutnya digunakan sebagai bobot dalam proses prediksi *rating*.

Tabel 4. 15 Hasil prediksi *Rating* Misi 2

Item	Prediksi <i>Rating</i>
Sarung Tangan Pelindung	2,000
Tongkat Cepat	2,000
Sepatu Cepat	2,000
Sepatu Selip	0,000
Sepatu Biasa	<i>Exclude</i>
Sarung Tangan Biasa	<i>Exclude</i>
Tongkat Jangkau	<i>Exclude</i>
Sepatu Bahaya	<i>Exclude</i>

Berdasarkan hasil prediksi pada Tabel 4.15, beberapa item memperoleh nilai prediksi sebesar 2,000 sedangkan item Sepatu Selip memperoleh nilai prediksi sebesar 0,000 karena tidak memiliki informasi yang cukup untuk dilakukan perhitungan prediksi. Adapun item yang telah digunakan atau telah memiliki pengalaman penggunaan oleh pengguna dimasukkan ke dalam kategori *exclude* sehingga tidak dipertimbangkan kembali dalam proses rekomendasi.

5. Hasil Rekomendasi

Berdasarkan hasil prediksi yang diperoleh, sistem menghasilkan rekomendasi item untuk digunakan pada Misi 3 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Hasil Rekomendasi Item Skenario 2

Item	Peringkat
Sarung Tangan Pelindung	1
Sepatu Cepat	2



Gambar 4. 20 Hasil Rekomendasi Skenario 2

Berdasarkan Gambar 4.20, sistem merekomendasikan Sarung Tangan Pelindung dan Sepatu Cepat untuk digunakan pada Misi 3. Rekomendasi tersebut diperoleh berdasarkan hasil perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering* yang memanfaatkan data *rating* awal pengguna serta riwayat penggunaan item pada misi sebelumnya.

4.4.3 Pengujian Skenario 3

Pengujian skenario ketiga dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghasilkan rekomendasi item kepada pengguna baru ketika sistem telah memiliki data historis yang lebih banyak dibandingkan skenario sebelumnya. Pada skenario ini sistem telah menyimpan data *rating* dari 26 pengguna yang diperoleh dari hasil kuesioner awal dan pengujian permainan. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses perhitungan *Item-Based Collaborative Filtering* sehingga rekomendasi yang dihasilkan diharapkan lebih representatif berdasarkan pola preferensi pengguna yang telah tersimpan.

1. Data Awal Pengguna

Pada skenario ini digunakan pengguna baru yaitu *User 27* yang belum memiliki riwayat penggunaan item sebelumnya. Berbeda dengan skenario pertama yang berada pada kondisi *cold start*, sistem pada skenario ini telah memiliki data historis dari 26 pengguna sehingga proses rekomendasi dapat memanfaatkan informasi yang tersedia pada basis data.

Tabel 4. 17 Data Awal Pengguna Skenario 3

Parameter	Nilai
<i>Id Pengguna</i>	<i>User 27</i>
Riwayat Permainan	Belum Ada
Data Historis Sistem	26 Pengguna
Kondisi Sistem	Memiliki Data Historis

Berdasarkan Tabel 4.17, *User 27* merupakan pengguna baru yang belum memiliki data preferensi maupun riwayat penggunaan item pada sistem. Namun, sistem telah memiliki data *rating* dari 26 pengguna sebelumnya yang digunakan sebagai dasar dalam proses perhitungan *similarity* dan prediksi rekomendasi menggunakan metode *Item-Based Collaborative Filtering*.

2. Simulasi Permainan

Pengguna baru melakukan permainan pada Misi 1 yang berlokasi di lingkungan sekolah dengan jenis sampah anorganik. Pada tahap ini pengguna memilih item secara manual sebelum sistem menghasilkan rekomendasi untuk misi berikutnya.

Tabel 4. 18 Parameter Pengujian Misi 1 Skenario 3

Parameter	Nilai
<i>Id Pengguna</i>	<i>User 27</i>
Lokasi Misi	Sekolah
Jenis Sampah	Anorganik
Jumlah Sampah	10
Batas Waktu	180 detik
Item Tangan Yang Dipilih	Tongkat Jangkau
Item Kaki Yang Dipilih	Sepatu Selip
<i>Output Yang Diharapkan</i>	Sistem menghasilkan rekomendasi untuk Misi 2

Berdasarkan parameter pada Tabel 4.18, pengguna menggunakan Tongkat Jangkau dan Sepatu Selip selama permainan berlangsung. Tampilan permainan saat pengujian berlangsung ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 *Gameplay* Misi 1 Skenario 3

Pengguna memainkan Misi 1 dengan tujuan mengumpulkan 10 sampah anorganik dalam batas waktu 180 detik. Selama permainan berlangsung, sistem mencatat performa pengguna yang selanjutnya digunakan untuk menghitung *rating* item yang digunakan.

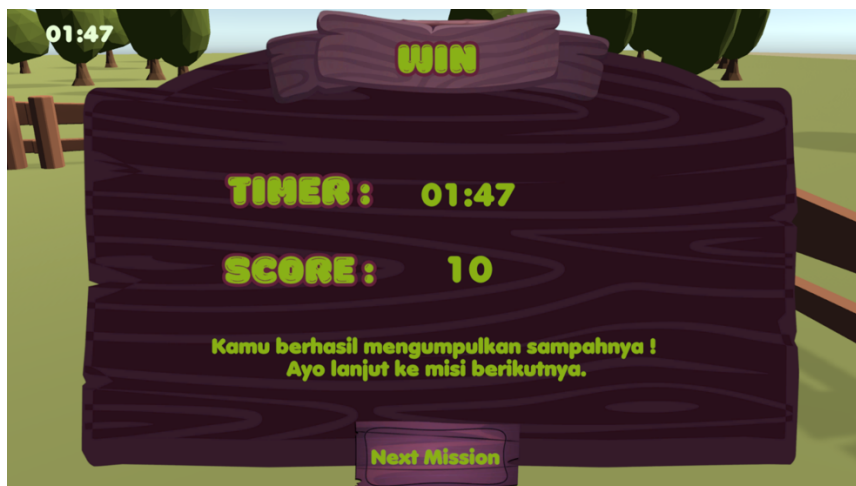
3. Hasil Permainan

Berdasarkan hasil permainan, pengguna berhasil mengumpulkan seluruh sampah yang tersedia sebanyak 10 sampah dan menyelesaikan misi dalam waktu 72,16 detik dari total batas waktu 180 detik. Sistem kemudian menampilkan status kemenangan (Win) dan mengizinkan pengguna melanjutkan ke misi berikutnya.

Tabel 4. 19 Hasil Permainan Misi 1 Skenario 3

Parameter	Nilai
Target Sampah	10
Sampah Terkumpul	10

Waktu Penyelesaian	72,16 detik
Status Misi	Berhasil



Gambar 4. 22 Hasil Penyelesaian Misi 1 Skenario 3

Hasil permainan tersebut kemudian digunakan oleh sistem untuk melakukan perhitungan *rating* terhadap item yang digunakan selama permainan.

4. Perhitungan *Similarity* dan Prediksi

Setelah misi selesai, sistem melakukan proses perhitungan *rating* terhadap item yang digunakan selama permainan. *Rating* yang dihasilkan akan disimpan sebagai data preferensi pengguna dan digunakan sebagai masukan dalam proses perhitungan *similarity* dan prediksi rekomendasi.

Tabel 4. 20 Hasil *Rating* Item Misi 1 Skenario 3

Item	Rating
Tongkat Jangkau	2
Sepatu Selip	1

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.20, item Tongkat Jangkau memperoleh *rating* sebesar 2 sedangkan Sepatu Selip memperoleh *rating* sebesar 1. *Rating* tersebut kemudian disimpan ke dalam basis data pengguna dan digunakan sebagai data tambahan dalam proses rekomendasi. Setelah data *rating* tersimpan,

sistem menghitung nilai *similarity* antar item menggunakan metode *Cosine Similarity*. Nilai *similarity* digunakan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar item berdasarkan data *rating* pengguna yang tersimpan pada *system*.

Tabel 4. 21 Nilai *Similarity* Antar Item Misi 1 Skenario 3

Item 1	Item 2	Nilai <i>Similarity</i>
Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Cepat	0,916
Sarung Tangan Pelindung	Tongkat Cepat	0,866
Sarung Tangan Pelindung	Sepatu Bahaya	0,853
Sepatu Bahaya	Sepatu Cepat	0,819
Tongkat Cepat	Sepatu Bahaya	0,787

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.21, beberapa pasangan item memiliki nilai *similarity* yang tinggi yang menunjukkan adanya kemiripan pola penilaian antar item berdasarkan data historis pengguna yang tersimpan pada sistem. Nilai *similarity* tersebut selanjutnya digunakan sebagai bobot dalam proses prediksi *rating*.

Tabel 4. 22 Hasil Prediksi *Rating* Misi 1 Skenario 3

Item	Prediksi <i>Rating</i>
Sepatu Bahaya	1,707
Sepatu Cepat	1,676
Sepatu Biasa	1,575
Sarung Tangan Pelindung	1,570
Tongkat Cepat	1,546
Tongkat Jangkau	<i>Exclude</i>
Sepatu Selip	<i>Exclude</i>

Berdasarkan hasil prediksi pada Tabel 4.22, item Sepatu Bahaya memperoleh nilai prediksi tertinggi sebesar 1,707 diikuti oleh Sepatu Cepat sebesar 1,676. Sementara itu item yang telah digunakan oleh pengguna dimasukkan ke dalam kategori *exclude* sehingga tidak dipertimbangkan kembali dalam proses rekomendasi.

5. Hasil Rekomendasi

Berdasarkan hasil prediksi yang diperoleh, sistem menghasilkan rekomendasi item untuk digunakan pada Misi 2 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Hasil Rekomendasi Misi 1 Skenario 3

Item	Prediksi <i>Rating</i>
Sepatu Bahaya	1,707
Sarung Tangan Pelindung	1,570



Gambar 4. 23 Hasil Rekomendasi Misi 1 Skenario 3

Berdasarkan Gambar 4.23, sistem merekomendasikan Sarung Tangan Pelindung dan Sepatu Bahaya kepada pengguna. Meskipun hasil prediksi tertinggi diperoleh oleh beberapa item kategori kaki, sistem menerapkan aturan pemilihan item sehingga rekomendasi akhir yang ditampilkan harus terdiri dari satu item kategori tangan dan satu item kategori kaki. Oleh karena itu, sistem melakukan proses penyaringan menggunakan fungsi *FilterOneHandOneFoot()* untuk memilih item terbaik dari masing-masing kategori sebelum rekomendasi ditampilkan kepada pengguna. Hasil proses tersebut menghasilkan Sarung Tangan Pelindung sebagai

rekomendasi kategori tangan dan Sepatu Bahaya sebagai rekomendasi kategori kaki.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem tetap mampu menghasilkan rekomendasi kepada pengguna baru meskipun pengguna tersebut belum memiliki riwayat permainan sebelumnya, dengan memanfaatkan data historis yang telah tersimpan pada basis data.

4.5 Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) digunakan untuk menilai kemudahan penggunaan *game* Satria Pandawara berdasarkan perspektif pengguna. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana fitur dalam *game*, termasuk mekanisme permainan dan sistem rekomendasi alat kebersihan berbasis *Item-Based Collaborative Filtering*, dapat dipahami serta digunakan oleh pemain. Metode SUS digunakan karena mampu memberikan gambaran umum mengenai penerimaan pengguna terhadap sistem, serta dapat diterapkan secara sederhana dan cepat. Setelah memainkan *game* hingga seluruh misi selesai, responden diminta mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala *Likert* 1–5. Keterangan skala penilaian ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 4. 24 Skala Penilaian

Nilai	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Netral
4	Setuju
5	Sangat Setuju

Instrumen SUS pada penelitian ini terdiri dari sepuluh pernyataan untuk menilai kemudahan penggunaan *game*. Daftar pernyataan SUS disajikan pada Tabel 3.6.

Setelah memainkan *game* Satria Pandawara, setiap responden diminta menilai sepuluh pernyataan SUS yang telah disediakan. Hasil penilaian tersebut digunakan untuk melihat tingkat *usability game* berdasarkan pengalaman responden selama bermain. Data yang diperoleh dari kuesioner masih berupa skor asli yang diberikan oleh responden sehingga belum dapat digunakan secara langsung untuk memperoleh nilai SUS. Oleh sebab itu, skor perlu dikonversi sesuai aturan perhitungan *System Usability Scale*. Hasil penilaian responden pada setiap pernyataan SUS ditampilkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 25 Skor Asli Responden SUS

No.	Responden	Skor Asli									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1.	R1	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1
2.	R2	4	2	4	3	2	1	5	2	3	1
3.	R3	3	3	2	4	2	3	4	3	3	2
4.	R4	5	1	4	2	5	1	5	1	5	2
5.	R5	5	1	4	2	4	2	5	2	4	2
6.	R6	5	1	4	2	4	2	4	2	4	2
7.	R7	3	4	4	2	3	3	3	3	3	2
8.	R8	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2
9.	R9	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
10.	R10	4	2	4	1	4	1	4	2	4	1
11.	R11	5	2	4	1	5	2	5	4	5	1
12.	R12	4	2	3	3	4	3	4	2	4	3
13.	R13	4	2	4	2	2	2	4	2	4	2
14.	R14	4	1	4	2	4	2	5	2	5	1
15.	R15	4	4	5	2	5	2	5	2	5	1
16.	R16	5	1	5	5	5	1	5	1	5	1
17.	R17	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
18.	R18	3	2	4	2	3	3	3	4	3	2
19.	R19	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2
20.	R20	5	1	5	1	5	2	5	1	4	1

Pada metode SUS, pernyataan bernomor ganjil (P1, P3, P5, P7, dan P9) termasuk ke dalam pernyataan positif. Skor pernyataan positif diperoleh dengan mengurangi nilai jawaban responden sebesar 1. Sementara itu, pernyataan bernomor genap (P2, P4, P6, P8, dan P10) termasuk pernyataan negatif. Skor pernyataan negatif diperoleh dengan mengurangkan nilai jawaban responden dari angka 5. Rumus konversi skor yang digunakan ditunjukkan pada Persamaan (4.3) dan Persamaan (4.4).

- a. Pernyataan ganjil (P1, P3, P5, P7, P9) dihitung dengan rumus

$$Skor = (Nilai - 1) \quad (4.3)$$

- b. Pernyataan genap (P2, P4, P6, P8, P10) dihitung dengan rumus

$$Skor = (5 - Nilai) \quad (4.4)$$

Berdasarkan aturan konversi tersebut, setiap jawaban responden diubah menjadi skor SUS yang memiliki rentang nilai 0 sampai 4. Setelah proses konversi dilakukan, seluruh skor dijumlahkan untuk mendapatkan total skor SUS tiap responden. Sebagai contoh perhitungan SUS untuk Responden 2 (R2) ditunjukkan sebagai berikut:

$$P1 = 4 - 1 = 3$$

$$P2 = 5 - 2 = 3$$

$$P3 = 4 - 1 = 3$$

$$P4 = 5 - 3 = 2$$

$$P5 = 2 - 1 = 1$$

$$P6 = 5 - 1 = 4$$

$$P7 = 5 - 1 = 4$$

$$P8 = 5 - 2 = 3$$

$$P9 = 3 - 1 = 2$$

$$P10 = 5 - 1 = 4$$

$$\begin{aligned} \text{Total Skor R2} &= (4-1) + (5-2) + (4-1) + (5-3) + (2-1) + (5-1) + (5-1) + (5-2) + \\ &(3-1) + (5-1) \\ &= 3 + 3 + 3 + 2 + 1 + 4 + 4 + 3 + 2 + 4 = 29 \end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan tersebut, diperoleh total skor SUS untuk Responden 2 sebesar 29. Langkah perhitungan yang sama diterapkan pada seluruh responden untuk memperoleh total skor SUS tiap responden. Hasil konversi skor SUS dari seluruh responden disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 26 Hasil Konversi Skor SUS

No.	Responden	Skor Hasil Hitung										Jumlah
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1.	R1	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	38
2.	R2	3	3	3	2	1	4	4	3	2	4	29
3.	R3	2	2	1	1	1	2	3	2	2	3	19
4.	R4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	37
5.	R5	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	33
6.	R6	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	32
7.	R7	2	1	3	3	2	2	2	2	2	3	22
8.	R8	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	29
9.	R9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
10.	R10	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	33
11.	R11	4	3	3	4	4	3	4	1	4	4	34
12.	R12	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	26
13.	R13	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	28
14.	R14	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	34
15.	R15	3	1	4	3	4	3	4	3	4	4	33
16.	R16	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	36
17.	R17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
18.	R18	2	3	3	3	2	2	2	1	2	3	23
19.	R19	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	29
20.	R20	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	38

Setelah total skor SUS setiap responden diperoleh, tahap berikutnya adalah menghitung nilai akhir SUS dengan mengalikan total skor tersebut dengan 2,5.

Pengali 2,5 digunakan agar skor SUS yang semula berada pada rentang 0–40 dapat dikonversi menjadi rentang 0–100. Persamaan (4.5) menunjukkan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai SUS.

$$\text{Nilai SUS} = \text{Total Skor} \times 2,5 \quad (4.5)$$

Sebagai contoh, nilai SUS untuk Responden 2 dihitung sebagai berikut.

$$\text{Nilai SUS R2} = 29 \times 2,5 = 72,5$$

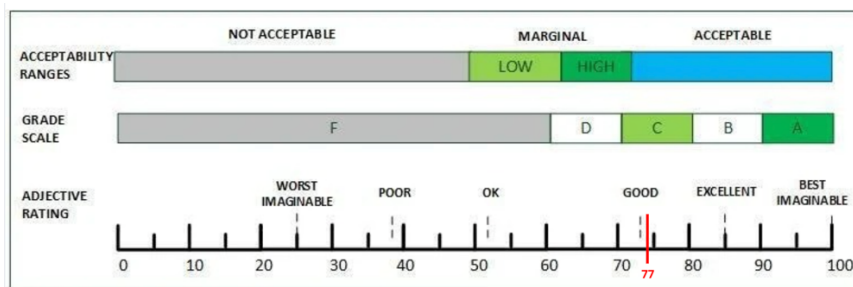
Hasil perhitungan nilai SUS dari seluruh responden disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 27 Nilai SUS Responden

No.	Responden	Jumlah	Nilai (Jumlah x 2,5)
1.	R1	38.00	95.00
2.	R2	29.00	72.50
3.	R3	19.00	47.50
4.	R4	37.00	92.50
5.	R5	33.00	82.50
6.	R6	32.00	80.00
7.	R7	22.00	55.00
8.	R8	29.00	72.50
9.	R9	30.00	75.00
10.	R10	33.00	82.50
11.	R11	34.00	85.00
12.	R12	26.00	65.00
13.	R13	28.00	70.00
14.	R14	34.00	85.00
15.	R15	33.00	82.50
16.	R16	36.00	90.00
17.	R17	40.00	100.00
18.	R18	23.00	57.50
19.	R19	29.00	72.50
20.	R20	38.00	95.00
21.	Total Skor		1557.5
22.	Hasil Akhir (Rata-rata skor)		77.88

Berdasarkan Tabel 4.28, nilai SUS setiap responden berada pada rentang 47,5 sampai 100. Nilai terendah diperoleh Responden 3 sebesar 47,5, sementara nilai tertinggi diperoleh Responden 17 sebesar 100. Total nilai SUS dari seluruh

responden adalah sebesar 1557,5, sehingga rata-rata nilai SUS yang diperoleh adalah 77,88. Distribusi nilai SUS divisualisasikan dalam bentuk grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Grafik Hasil Skor SUS

Berdasarkan Gambar 4.24, rata-rata nilai SUS sebesar 77,88 termasuk dalam kategori *Good*, berada pada tingkat *Acceptable*, dan memperoleh *Grade C*. Nilai tersebut menunjukkan bahwa *game* Satria Pandawara memiliki *usability* yang baik serta dapat diterima oleh pengguna. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa sebagian besar responden mampu memahami alur permainan, menggunakan fitur yang tersedia, dan mencoba fitur rekomendasi alat kebersihan dengan baik.

Hasil pengujian SUS menunjukkan bahwa fitur rekomendasi yang diterapkan pada *game* Satria Pandawara dapat membantu pemain dalam memilih alat yang sesuai untuk setiap misi. Hal ini terlihat dari pernyataan yang berkaitan dengan fitur rekomendasi, seperti bantuan rekomendasi dalam memilih alat, kemudahan memahami tampilan rekomendasi, serta kesesuaian rekomendasi terhadap kebutuhan misi permainan. Dengan demikian, sistem rekomendasi berbasis *Item-Based Collaborative Filtering* yang diterapkan tidak hanya mampu menghasilkan rekomendasi item, tetapi juga dapat digunakan dan dipahami oleh pemain.

Nilai SUS sebesar 77,88 berada di atas standar rata-rata SUS, yaitu 68, sehingga *game* dapat dinyatakan telah memenuhi aspek *usability* dengan baik. Dengan demikian, *game* Satria Pandawara dapat diterima oleh pengguna dan layak digunakan sebagai media edukasi pengelolaan sampah berbasis *game* 3D yang dilengkapi dengan fitur rekomendasi alat kebersihan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, implementasi *Item-Based Collaborative Filtering* pada *game* Satria Pandawara dapat menghasilkan fitur rekomendasi alat kebersihan yang dapat dimanfaatkan oleh pemain. Selain itu, hasil pengujian SUS menunjukkan bahwa *game* beserta fitur rekomendasinya memiliki *usability* yang baik berdasarkan penilaian pengguna.

4.6 Integrasi Sains dan Islam

Integrasi sains dan Islam menunjukkan adanya keterkaitan antara ilmu pengetahuan dan nilai-nilai keislaman, terutama pada pemanfaatan ilmu pengetahuan untuk kesejahteraan umat manusia dan kelestarian alam. Dalam Islam, ilmu pengetahuan dapat menjadi jalan bagi manusia untuk semakin mengenal kebesaran Allah SWT, karena dengan ilmu kita dapat memahami ciptaan-Nya dan mengaplikasikan kebaikan pada kehidupan sehari-hari. Islam mengajarkan bahwa ilmu dan teknologi sebaiknya dimanfaatkan untuk tujuan yang bermanfaat, seperti meningkatkan kualitas hidup manusia, menjaga lingkungan, dan mendukung kemaslahatan sosial.

Penerapan teknologi pada penelitian ini adalah *game* edukasi berbasis sistem rekomendasi untuk mengelola sampah. Sistem rekomendasi berbasis *Item-Based Collaborative Filtering* membantu pemain memilih alat yang sesuai dalam

permainan, yang pada gilirannya mengajarkan pentingnya pengelolaan sampah di dunia nyata. Melalui *game* ini, peneliti ingin menunjukkan bahwa sains dan teknologi, dalam hal ini kecerdasan buatan dan sistem rekomendasi, dapat dipadukan dengan nilai moral dan ajaran Islam yang menekankan kebersihan, pelestarian lingkungan, dan kepedulian terhadap sesama.

4.6.1 *Muamalah Ma'a Allah SWT*

Dalam Islam, kebersihan memiliki kedudukan penting bagi kehidupan seorang Muslim. Kebersihan, baik dari sisi jasmani maupun rohani, merupakan tanda dari kesempurnaan iman seseorang. Rasulullah SAW bersabda dalam hadis berikut yang menyatakan bahwa kebersihan adalah separuh dari iman:

الطُّهُورُ شَطْرُ الْإِيمَانِ

"Kesucian adalah separuh dari iman," (HR. Muslim no. 223).

Hadis tersebut menunjukkan bahwa kebersihan memiliki hubungan erat dengan keimanan dalam Islam. Kesucian tidak hanya berkaitan dengan kebersihan tubuh, pakaian, dan tempat tinggal, tetapi juga mencakup kebersihan hati dan jiwa (Agustina, 2021). Kebersihan menjadi bagian integral dari seorang Muslim yang harus diperhatikan sebagai bentuk kedekatan kepada Allah SWT. Dalam hadis tersebut dinyatakan bahwa bersuci adalah setengah dari iman, yang menunjukkan bahwa keimanan seseorang menjadi lebih sempurna apabila ia mampu menjaga kebersihan dalam kehidupan sehari-hari (Agustina, 2021). Kebersihan dalam Islam bukan hanya soal menghindari najis atau kotoran, tetapi juga menghindari perbuatan dosa yang mencemari hati dan jiwa. Rasulullah SAW mengajarkan

umatnya untuk menjaga kebersihan sebagai bentuk ibadah, yang akan membawa ketenangan hati dan kebahagiaan dalam kehidupan.

Pada penelitian ini, yang mengkaji pengelolaan sampah melalui *game* edukasi berbasis *Item-Based Collaborative Filtering*, kebersihan lingkungan menjadi aspek yang sangat relevan. Penggunaan teknologi untuk mengedukasi masyarakat, khususnya generasi muda, tentang pentingnya kebersihan melalui *game* ini sangat sesuai dengan ajaran Islam yang menekankan bahwa kebersihan bumi merupakan amanah dari Allah. Islam mengajarkan bahwa manusia memiliki amanah untuk menjaga alam semesta sebagai bentuk perannya sebagai khalifah di bumi (Heriani, et al, 2020). Dengan demikian, menjaga lingkungan tidak hanya menjadi bagian dari kewajiban agama, tetapi juga wujud tanggung jawab manusia dalam memelihara alam dan seluruh isinya.

4.6.2 *Muamalah Ma'a An-Nas*

Dalam Islam, hubungan antarsesama manusia memiliki kedudukan yang penting. Salah satu nilai yang ditekankan dalam Islam adalah anjuran untuk saling membantu dalam kebaikan dan ketakwaan. Nilai tersebut tercermin dalam firman Allah SWT pada Surah Al-Ma'idah ayat 2 sebagai berikut:

وَتَعَاوُنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوُنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۚ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ
الْعِقَابِ

“... Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya.” (Q.S Al-Ma'idah: 2).

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan manusia untuk saling membantu dalam kebaikan dan ketakwaan, serta melarang kerja sama dalam dosa dan permusuhan (Ibnu Katsir, 2004). Sejalan dengan hal tersebut, Saputra (2022) menjelaskan bahwa QS. Al-Ma'idah ayat 2 memuat konsep ta'awun, yaitu anjuran untuk membantu sesama dalam kebaikan serta larangan bekerja sama dalam dosa dan permusuhan. Tolong-menolong dalam kebaikan dapat dimaknai sebagai kerja sama untuk mewujudkan tujuan yang bermanfaat dan selaras dengan ajaran Islam.

Ayat tersebut menunjukkan bahwa kerja sama dalam kebaikan merupakan nilai penting dalam Islam. Nilai tersebut relevan dengan pengembangan *game* edukasi pengelolaan sampah karena *game* ini bertujuan menumbuhkan kepedulian pemain, terutama generasi muda, terhadap kebersihan lingkungan. Melalui metode *Item-Based Collaborative Filtering*, fitur rekomendasi membantu pemain memilih alat kebersihan yang sesuai untuk menyelesaikan misi dalam *game*. Dengan demikian, *game* ini tidak hanya menjadi media pembelajaran, tetapi juga sarana untuk menanamkan kepedulian, tanggung jawab, dan kebersamaan dalam menjaga lingkungan yang bersih dan sehat.

4.6.3 Muamalah Ma'a al-Alam

Islam mengajarkan bahwa alam merupakan amanah dari Allah SWT yang harus dijaga dan dilestarikan oleh manusia. Salah satu ayat yang menegaskan pentingnya menjaga kelestarian bumi terdapat dalam Surah Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (Q.S Al-A’raf: 56).

Tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa QS. Al-A’raf ayat 56 memuat larangan bagi manusia untuk merusak bumi setelah Allah menciptakan keteraturan di dalamnya. Larangan tersebut menegaskan bahwa manusia perlu menjaga keseimbangan alam dan menghindari perilaku yang dapat merusak kehidupan di bumi (Shihab, 2002). Sejalan dengan hal tersebut, Herina et al. (2020) menyatakan bahwa manusia sebagai khalifah di bumi bertanggung jawab menjaga dan mengelola lingkungan agar keberlangsungan kehidupan tetap terpelihara.

Nilai tersebut relevan dengan penelitian mengenai pengelolaan sampah melalui *game* edukasi berbasis *Item-Based Collaborative Filtering*. *Game* ini dikembangkan untuk memberikan edukasi kepada pemain tentang pentingnya mengelola sampah dengan baik agar lingkungan tidak mengalami kerusakan. Dalam *game* ini, pemain diajak untuk memilih alat kebersihan yang tepat melalui bantuan sistem rekomendasi. Dengan demikian, *game* ini tidak hanya menghadirkan pengalaman bermain, tetapi juga menumbuhkan kesadaran untuk menjaga kebersihan serta kelestarian lingkungan sebagai wujud tanggung jawab manusia terhadap alam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode *Item-Based Collaborative Filtering* berhasil diterapkan pada *game* edukasi Satria Pandawara sebagai fitur rekomendasi dalam pemilihan alat kebersihan. Sistem rekomendasi pada *game* ini menghasilkan rekomendasi item berdasarkan data *rating* pengguna, nilai kemiripan antaritem yang dihitung menggunakan *Cosine Similarity*, serta prediksi *rating* dengan metode *Weighted Sum*. Hasil rekomendasi tersebut digunakan untuk membantu pemain menentukan alat kebersihan yang sesuai pada setiap misi permainan.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS), diperoleh nilai rata-rata sebesar 77,88. Nilai tersebut termasuk dalam kategori *Good*, berada pada rentang *Acceptable*, dan memperoleh *Grade C*. Hasil ini menunjukkan bahwa *game* Satria Pandawara beserta fitur rekomendasi alat kebersihan yang diterapkan memiliki tingkat *usability* yang baik dan dapat diterima oleh pengguna.

Secara keseluruhan, penelitian ini menghasilkan *game* edukasi pengelolaan sampah yang dilengkapi dengan fitur rekomendasi berbasis *Item-Based Collaborative Filtering*. Fitur rekomendasi tersebut dapat membantu pemain dalam menentukan alat kebersihan yang sesuai, baik untuk melanjutkan misi berikutnya maupun mencoba kembali misi yang belum berhasil diselesaikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pengembangan untuk penelitian selanjutnya agar sistem rekomendasi dan *game* yang dikembangkan dapat memperoleh hasil yang lebih optimal. Adapun saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

- a. Menambahkan variasi item kebersihan, jenis sampah, serta tantangan permainan agar pengalaman bermain menjadi lebih menarik dan tidak monoton.
- b. Menambahkan lebih banyak data pengguna dan data *rating* item untuk mendukung pengembangan rekomendasi pada skala penggunaan yang lebih luas.
- c. Mengembangkan tampilan visual dan desain antarmuka *game* agar lebih menarik serta mampu meningkatkan kenyamanan pengguna saat bermain.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S. (2024). Perancangan media interaktif berbasis game Android Resik sebagai game edukasi tentang sampah di Sidoarjo. *Askara: Jurnal Seni dan Desain*, 3(1), 58–66. <https://doi.org/10.20895/askara.v3i1.1338>
- Arif, Y. M., Nurhayati, H., Kurniawan, F., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2020). Blockchain-based data sharing for decentralized tourism destinations recommendation system. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 13(6), 472–486. <https://doi.org/10.22266/ijies2020.1231.42>
- Agustina, A. (2021). Perspektif Hadis Nabi Saw Mengenai Kebersihan Lingkungan. *Jurnal Penelitian Ilmu Ushuluddin*, 1(2), 96–104. <https://doi.org/10.15575/jpiu.12206>
- Arpriansah, R., Fernando, Y., & Fakhrurozi, J. (2021). Game Edukasi VR Pengenalan dan Pencegahan Virus Covid-19 Menggunakan Metode MDLC Untuk Anak Usia Dini. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(2), 88. Diambil dari <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- Aulianti, W. D., Karim, S. A., & Riska, M. (2021). Pengembangan Game Pendidikan Anti Korupsi Berbasis Android. *Jurnal MediaTIK: Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer*, 4(2), 27–32.
- Dinda Riris Nurviana Putri, Gunawan Astini, B. N. (2022). Pemanfaatan media game edukasi berbasis Android untuk pengembangan kognitif anak usia 5–6 tahun di TK Barunawati Ampenan tahun 2022. *Indonesian Journal of Elementary and Childhood Education*, 3(4), 539–548.
- Fatmawati, K., Sabna, E., Muhandi, & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), 124–134.
- Fitroni, M. Y., & Puspaningrum, E. Y. (2022). Pembuatan Game Edukasi "Garbage Sorter" Berbasis Android Untuk Mengenal Jenis-Jenis Sampah Menggunakan Unity. *Scan: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 17(2), 13–18. <https://doi.org/10.33005/scan.v17i2.3299>
- Handican, R., Darwata, S. R., Arnawa, I. M., Fauzan, A., & Asmar, A. (2023). Pemanfaatan Game Edukatif dalam Pembelajaran Matematika: Bagaimana Persepsi Siswa? *Range: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 77–92. <https://doi.org/10.32938/jpm.v5i1.4691>
- Hellyana, C. M., Fadlilah, N. I., Wijianto, R., & Ade Putra, K. A. (2023). Game Edukasi "Perjalanan Si Koko" Sebagai Media Pembelajaran. *Informatics and Computer Engineering Journal*, 3(1), 88–96. <https://doi.org/10.31294/icej.v3i1.1784>
- Heriani, I., Hamid, A., Megasari, D., & Munajah, D. (2020). Konsep Kesehatan Lingkungan Dalam Hukum Kesehatan Dan Perspektif Hukum Islam.

- Huang, A. (2008). Similarity measures for text document clustering. *New Zealand Computer Science Research Student Conference, NZCSRSC 2008 - Proceedings*, (April), 49–56.
- Ibnu Katsir. (2004). *tafsir-ibnu-katsir-3.1-al-maidah-1-66*.
- Intan Hervianda Putri, Siti Muslimah K. H. Nurakhmadyavi, & Erwin Eko Wahyudi. (2022). Literature Review: Sistem Rekomendasi untuk Buku dan Film. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 1(1), 75–81. Diambil dari <https://ejurnal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id>
- Jepriana, I. W., & Hanief, S. (2020). *Collaborative Filtering Untuk Sistem Rekomendasi Konsentrasi Di Stmik Stikom Bali*. 9, 171–180.
- Khairani, N., Fadila, J. N., & Nugroho, F. (2021). Perancangan Game 2 Dimensi Petualangan Anak Menyelamatkan Orangtua Sebagai Media Edukatif Bagi Anak Dengan Metode Waterfall. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(1), 19–23. <https://doi.org/10.36294/jurti.v5i1.1779>
- Moh. Irfan, Andharini Dwi C., & F. H. R. (2014). Sistem rekomendasi: Buku online dengan metode collaborative filtering. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 7(1), 76–84.
- Muhammad, A. (2022). Urgensi Pelestarian Lingkungan Hidup Dalam Al-Qur'an. *Jurnal Pilarr : Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 13(1), 67–87.
- Mulyati. (2021). Dampak Sampah Terhadap Kesehatan Lingkungan dan Manusia. *Figshare*, hlm. 1. Diambil dari <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16622644.v1>
- Nggeboe, F. (2016). *UU 18 2008 ttg Pengelolaan Sampah penerapan Sanksi*.
- Nugroho, F., & Ismu Rahayu, M. (2020). Sistem Rekomendasi Produk Ukm Di Kota Bandung Menggunakan Algoritma Collaborative Filtering. *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (JURSISTEKNI)*, 2(3), 23–31. <https://doi.org/10.52005/jursistekni.v2i3.63>
- Parvatikar, S., & Joshi, B. (2016). Online book recommendation system by using collaborative filtering and association mining. *2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, ICCIC 2015*, 6–9. <https://doi.org/10.1109/ICCIC.2015.7435717>
- Prasetyo, B., Haryanto, H., Astuti, S., Astuti, E. Z., & Rahayu, Y. (2019). Implementasi Metode Item-Based Collaborative Filtering dalam Pemberian Rekomendasi Calon Pembeli Aksesoris Smartphone. *Eksplora Informatika*, 9(1), 17–27. <https://doi.org/10.30864/eksplora.v9i1.244>
- Rakesh, S. (2023). Movie Recommendation System Using Content Based Filtering. *Al-Bahir Journal for Engineering and Pure Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.55810/2313-0083.1043>

- Reno, R. (2021). Pembuatan Game Balap Kelinci Dengan Unity Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, 7(1), 19. <https://doi.org/10.24014/rmsi.v7i1.10531>
- Samuel, R., Natan, R., & Syafiqoh, U. (2018). Application of Cosine Similarity and K-Nearest Neighbor (K-NN) in Classification and Book Search. *Journal of Big Data Analytic and Artificial Intelligence*, 1(1), 9–14.
- Shihab. (2002). *Tafsir-Al-Mishbah-5-Quraish-Shihab-Z-Library*.
- Silveira, T., Zhang, M., Lin, X., Liu, Y., & Ma, S. (2019). How good your recommender system is? A survey on evaluations in recommendation. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 10(5), 813–831. <https://doi.org/10.1007/s13042-017-0762-9>
- Sudirman, F. A., & Phradiansah, P. (2019). Tinjauan Implementasi Pembangunan Berkelanjutan: Pengelolaan Sampah Kota Kendari. *Jurnal Sosial Politik*, 5(2), 291. <https://doi.org/10.22219/sospol.v5i2.9821>
- Susila, A. A. N. H., & Sri Arsa, D. M. (2023). Analisis System Usability Scale (SUS) dan Perancangan Sistem Self Service Pemesanan Menu di Restoran Berbasis Web. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 21(1), 3–8. <https://doi.org/10.34010/miu.v21i1.10683>
- Susilo, B., & Setiawan, Y. (2019). Cinderamata khas Bengkulu berbasis e-marketplace. 7(1), 70–76.
- Tambunan, H. A., & Sitorus, J. H. P. (2023). Sistem Rekomendasi Collaborative Filtering. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 7(2), 1040–1054.
- Teguh Saputra. (2022). Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian dan Kajian Sosial Keagamaan. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah>
- Vrushal Jagtap, Om Mahajan, Bhavesh Rane, Kumar Kolhe, & Priyanka Bendale. (2023). General Purpose Recommendation System. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 3(1), 278–280. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-9040>
- Zen Munawar, Rustiyana, Yudi Herdiana, & N. I. P. (2021). Sistem rekomendasi hibrid menggunakan algoritma apriori mining asosiasi. 10(1), 25–34.

LAMPIRAN

Kuesioner Pengujian Game "Satria Pandawara" System Usability Scale (SUS)



Halo teman-teman,

Saya **Muizzul Azizah Oktavianing Putri**, NIM 210605110017 dari Program Studi Teknik Informatika, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2021. Saat ini saya sedang melakukan pengumpulan data untuk keperluan penyusunan skripsi yang berjudul:

"Implementasi Item-Based Collaborative Filtering untuk Pemilihan Alat Kebersihan dalam Game."

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi dalam game yang dapat menyarankan alat kebersihan secara lebih personal dan efisien kepada pemain. Sebagai bagian dari tahap evaluasi sistem, saya sedang melakukan **pengujian usability** menggunakan **System Usability Scale (SUS)**.

Saya sangat menghargai kesediaan teman-teman untuk meluangkan waktu mencoba sistem yang telah saya buat dan mengisi kuesioner SUS yang telah disediakan. Data yang dikumpulkan akan digunakan murni untuk kepentingan akademis dan dijamin kerahasiaannya.

Terima kasih atas perhatian dan partisipasinya. Semoga kontribusi kecil ini dapat memberikan dampak besar bagi kelancaran penelitian saya ke depannya

Email *

Valid email

This form is collecting emails. [Change settings](#)

Nama Lengkap *

Short answer text

NIM *

Short answer text

Instansi *

Short answer text

Program Studi *

Short answer text

Umur *

Short answer text



System Usability Scale (SUS) adalah kuesioner singkat yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala penilaian dari 1 hingga 5. Metode ini digunakan untuk mengukur seberapa mudah dan nyaman suatu sistem digunakan oleh pengguna. Metode ini berfokus pada aspek fungsionalitas dan kemudahan penggunaan dari sudut pandang pengguna.

1. Saya merasa *game* ini mudah untuk dimainkan. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

2. Saya merasa *game* ini terlalu rumit. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

3. Saya merasa fitur rekomendasi membantu saya dalam memilih alat yang sesuai untuk setiap misi. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

4. Saya merasa tampilan fitur rekomendasi sulit dipahami. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

5. Saya merasa dapat menyelesaikan misi dalam *game* dan memilih alat yang sesuai tanpa bantuan orang lain. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

6. Saya merasa kesulitan saat menggunakan fitur rekomendasi pada *game* ini. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

6. Saya merasa kesulitan saat menggunakan fitur rekomendasi pada *game* ini. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

7. Saya merasa permainan ini menjadi lebih mudah diselesaikan dengan adanya fitur rekomendasi. *

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Setuju ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Setuju

7. Saya merasa permainan ini menjadi lebih mudah diselesaikan dengan adanya fitur rekomendasi. *

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Setuju ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sangat Setuju

8. Saya merasa rekomendasi yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan misi *
permainan.

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

8. Saya merasa rekomendasi yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan misi *
permainan.

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

9. Saya merasa tidak akan memiliki masalah untuk menggunakan *game* dan fitur rekomendasi ini di masa depan. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

9. Saya merasa tidak akan memiliki masalah untuk menggunakan *game* dan fitur rekomendasi ini di masa depan. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

10. Secara keseluruhan, saya merasa *game* ini dan fitur rekomendasi yang diberikan tidak bermanfaat. *

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Setuju ○ ○ ○ ○ ○ Sangat Setuju

10. Secara keseluruhan, saya merasa *game* ini dan fitur rekomendasi yang diberikan tidak bermanfaat. *

1 2 3 4 5

Sangat Tidak Setuju ○ ○ ○ ○ ○ Sangat Setuju

Nama Lengkap

20 responses

Nabilah Ilmiatus Shalihah

Umdatul Mufida Agustina

Azizatul Munawaroh

Fahmi Zaki Darmawan

Alycia Wilmaghfiroh Sa'dyah

M. Faiq Rafii Wahyudi

Muhammad Salman Alfarizy Yonda Putra

Alya Maysa Saqina

Jemmy Hadzlan Rakapalwa

NIM

20 responses

256150100111003

230605110035

230605110017

220605110152

230605110083

230605110140

210605110124

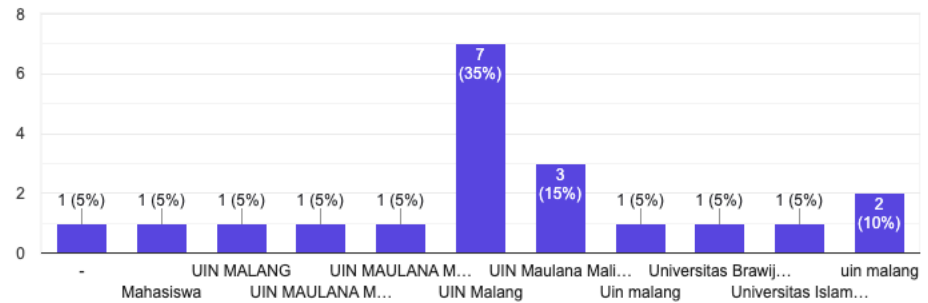
230605110177

220605110003

Instansi

[Copy chart](#)

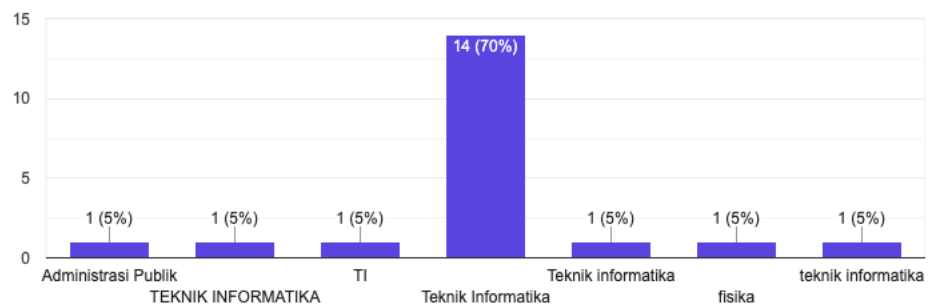
20 responses



Program Studi

[Copy chart](#)

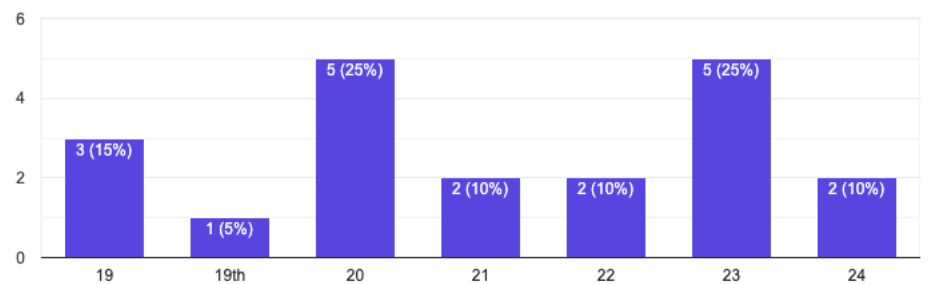
20 responses



Umur

[Copy chart](#)

20 responses

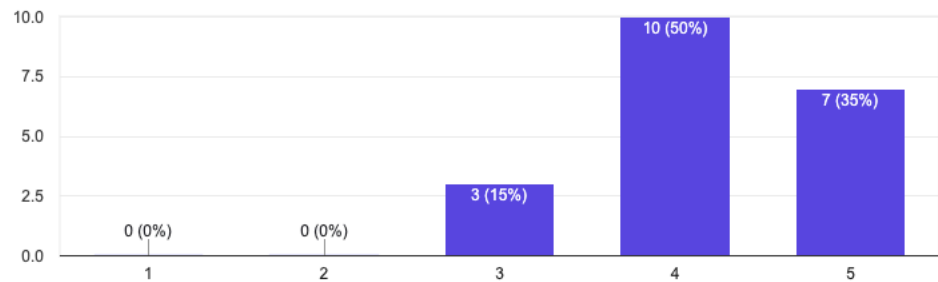


System Usability Scale (SUS) adalah kuesioner singkat yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala penilaian dari 1 hingga 5. Metode ini digunakan untuk mengukur seberapa mudah dan nyaman suatu sistem digunakan oleh pengguna. Metode ini berfokus pada aspek fungsionalitas dan kemudahan penggunaan dari sudut pandang pengguna.

1. Saya merasa *game* ini mudah untuk dimainkan.

 [Copy chart](#)

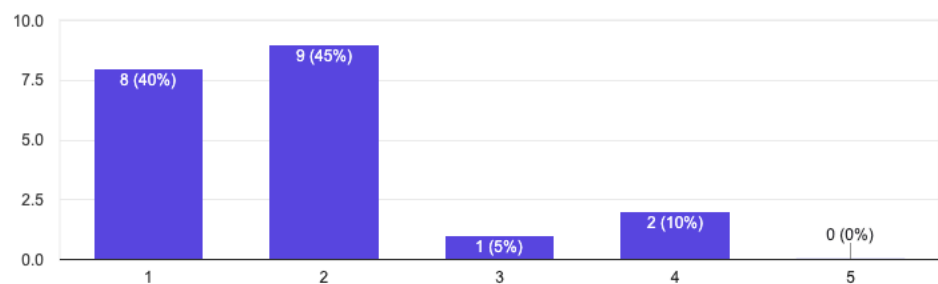
20 responses



2. Saya merasa *game* ini terlalu rumit.

 [Copy chart](#)

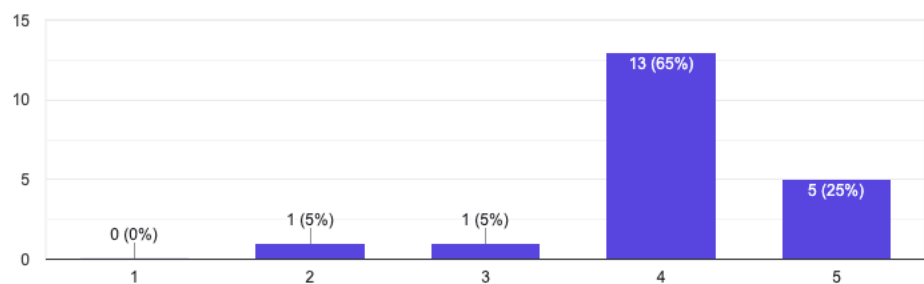
20 responses



3. Saya merasa fitur rekomendasi membantu saya dalam memilih alat yang sesuai untuk setiap misi.

 [Copy chart](#)

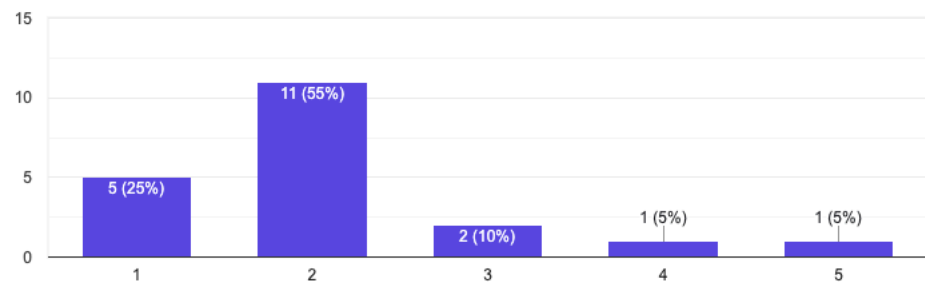
20 responses



4. Saya merasa tampilan fitur rekomendasi sulit dipahami.

 [Copy chart](#)

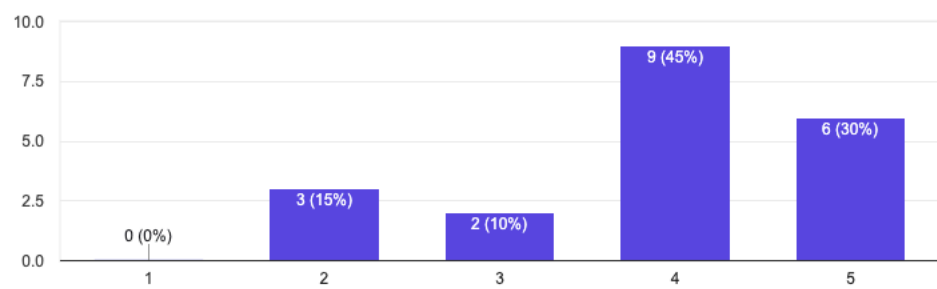
20 responses



5. Saya merasa dapat menyelesaikan misi dalam *game* dan memilih alat yang sesuai tanpa bantuan orang lain.

 [Copy chart](#)

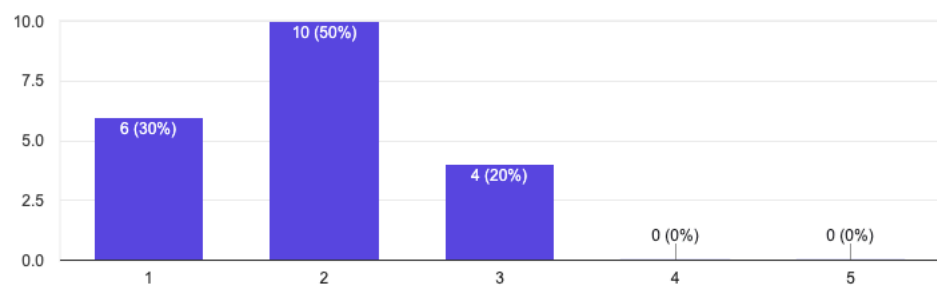
20 responses



6. Saya merasa kesulitan saat menggunakan fitur rekomendasi pada *game* ini.

 [Copy chart](#)

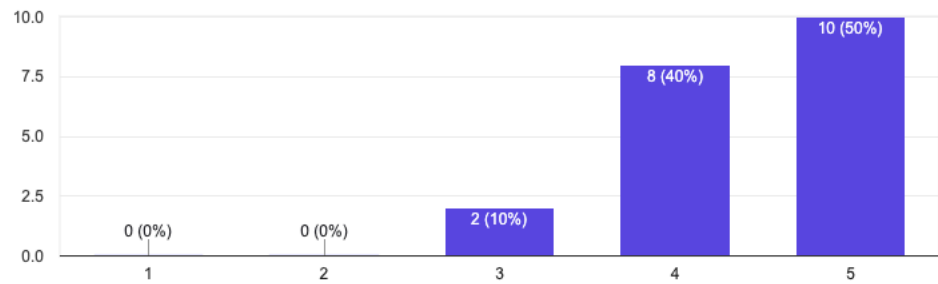
20 responses



7. Saya merasa permainan ini menjadi lebih mudah diselesaikan dengan adanya fitur rekomendasi.

 [Copy chart](#)

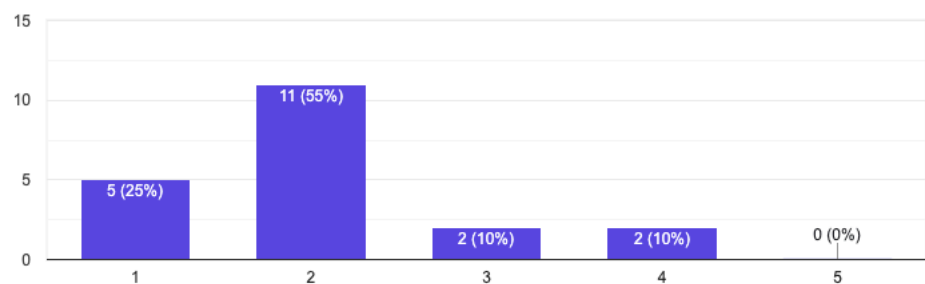
20 responses



8. Saya merasa rekomendasi yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan misi permainan.

 [Copy chart](#)

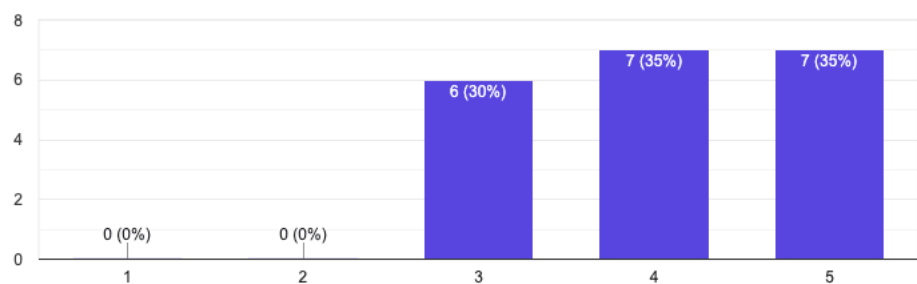
20 responses



9. Saya merasa tidak akan memiliki masalah untuk menggunakan *game* dan fitur rekomendasi ini di masa depan.

 [Copy chart](#)

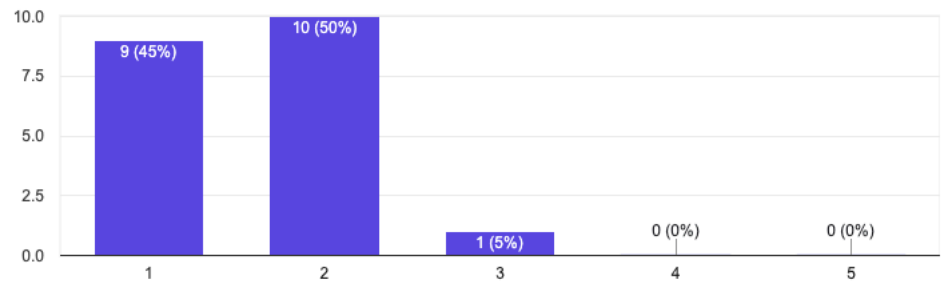
20 responses



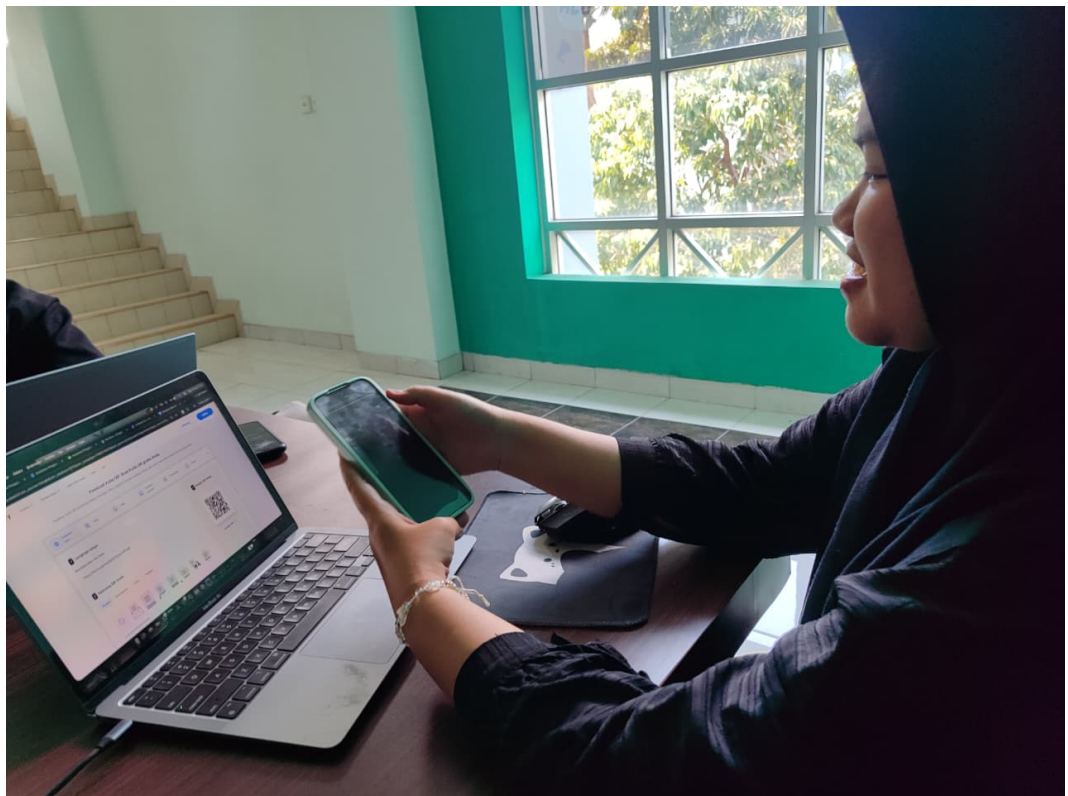
10. Secara keseluruhan, saya merasa *game* ini dan fitur rekomendasi yang diberikan tidak bermanfaat.

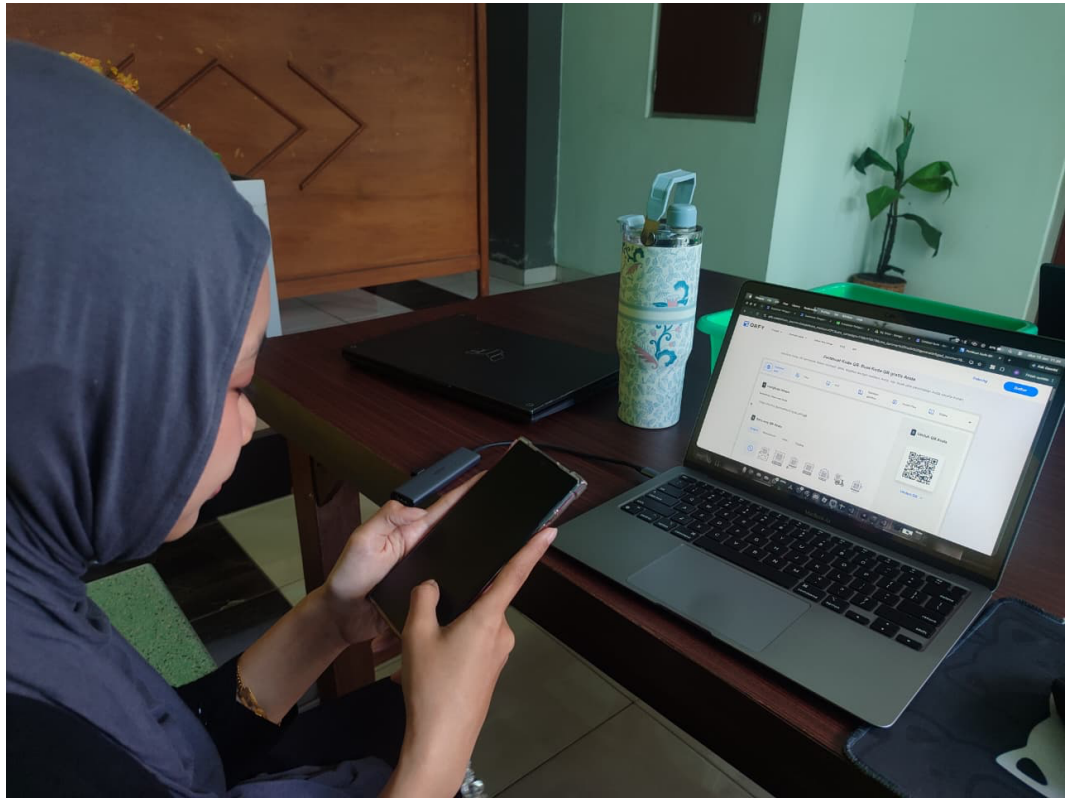
 [Copy chart](#)

20 responses









Timestamp	Nama Lengkap	NIM	Instansi	Program Studi	Umur	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
6/25/2026 7.08.31	Jemmy Hadzlan Rakapalwa	210605110148	Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	23	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1
6/25/2026 7.20.49	sayyidah meutia zahra	210605110124	UIN Malang	Teknik Informatika	20	4	2	4	3	2	1	5	2	3	1
6/25/2026 7.53.54	KHARISMA ROMADHON	230605110107	UIN MAULANA MALIK IBRAHIM	TEKNIK INFORMATIKA	23	3	3	2	4	2	3	4	3	3	2
6/25/2026 8.13.56	Dila Sofiana	210605110172	UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG	Teknik Informatika	23	5	1	4	2	5	1	5	1	5	2
6/25/2026 8.17.16	Aisha Dwi	256150100111003	Universitas Brawijaya	Magister Ilmu Komputer	23	5	1	4	2	4	2	5	2	4	2
6/25/2026 8.21.27	M. Zaydan Ubaidillah	23060510011	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	21	5	1	4	2	4	2	4	2	4	2
6/25/2026 8.42.10	Achmad Ibnu Ubaedillah	250605110053	Mahasiswa	Teknik Informatika	20	3	4	4	2	3	3	3	3	3	2
6/25/2026 8.47.53	Ahmad Yusuf Habibi Ikhwansyah Al-fath	250605110283	Uin malang	Teknik informatika	20	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2
6/25/2026 9.00.07	Muhammad Salman Alfarizy Yonda Putra	220605110061	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	22	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
6/25/2026 9.22.10	Wulan Novita Andayani	250605110047	UIN Malang	Teknik Informatika	19th	4	2	4	1	4	1	4	2	4	1
6/25/2026 10.03.44	Farah Nisatushaliha	250605110192	UIN MALANG	Teknik Informatika	20	5	2	4	1	5	2	5	4	5	1
6/25/2026 10.07.04	Louis Ainur Rofiq Prayoga	240605110034	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	19	4	2	3	3	4	3	4	2	4	3

Timestamp	Nama Lengkap	NIM	Instansi	Program Studi	Umur	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
6/25/2026 11.31.04	chatherine eka pratiwi	230605110177	uin malang	teknik informatika	19	4	2	4	2	2	2	4	2	4	2
6/25/2026 11.47.34	M. Faiq Rafii Wahyudi	230605110006	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	20	4	1	4	2	4	2	5	2	5	1
6/25/2026 11.54.50	Vinka Rosalia	2106051100087	UIN Malang	Teknik Informatika	23	4	4	5	2	5	2	5	2	5	1
6/25/2026 12.01.38	Muh Fahma Sahmura Habib	210605110152	UIN Malang	TI	24	5	1	5	5	5	1	5	1	5	1
6/25/2026 12.53.11	Eka M	200605110043	UIN Malang	Teknik Informatika	23	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
6/25/2026 13.06.23	Burhanudin yusuf zain	250605110165	UIN Malang	Teknik Informatika	19	3	2	4	2	3	3	3	4	3	2
6/25/2026 13.43.30	Nabilah Ilmiatus Shalihah	230605110155	UIN Malang	Teknik Informatika	22	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2
6/25/2026 13.57.46	Awang Siregar Lenggah Permei	210605110145	UIN Malang	Teknik Informatika	24	5	1	5	1	5	2	5	1	4	1