

**IMPLEMENTASI METODE *KNOWLEDGE-BASED FILTERING*
UNTUK PEMILIHAN TEMPAT SAMPAH PADA *GAME***

SKRIPSI

Oleh :

ALDIANA DAMAYANTI
NIM. 210605110027



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

**IMPLEMENTASI METODE *KNOWLEDGE-BASED FILTERING*
UNTUK PEMILIHAN TEMPAT SAMPAH PADA *GAME***

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh :

ALDIANA DAMAYANTI
NIM. 210605110027

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE *KNOWLEDGE-BASED FILTERING*
UNTUK PEMILIHAN TEMPAT SAMPAH PADA *GAME***

SKRIPSI

**Oleh :
ALDIANA DAMAYANTI
NIM. 210605110027**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 05 Juni 2025

Pembimbing I,



Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM
NIP. 19710722 201101 1 001

Pembimbing II,



Ajib Hanani, M.T
NIP. 19840731 202321 1 013

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



Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE *KNOWLEDGE-BASED FILTERING* UNTUK PEMILIHAN TEMPAT SAMPAH PADA *GAME*

SKRIPSI

Oleh :
ALDIANA DAMAYANTI
NIM. 210605110027

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 17 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, M.T</u> NIP. 19830616 201101 1 004
Anggota Penguji I	: <u>Ahmad Fahmi Karami, M.Kom</u> NIP. 19870909 202012 1 001
Anggota Penguji II	: <u>Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM</u> NIP. 19710722 201101 1 001
Anggota Penguji III	: <u>Ajib Hanani, M.T</u> NIP. 19840731 202321 1 013

()
()
()
()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldiana Damayanti
NIM : 210605110027
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi Metode *Knowledge-Based Filtering*
untuk Pemilihan Tempat Sampah pada *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, 17 Juni 2025
Yang membuat pernyataan,



Aldiana Damayanti
NIM.210605110027

MOTTO

" Jangan takut gagal, takutlah jika tak pernah mencoba. "

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mempersembahkan karya ini kepada:

Ibu tercinta, Maria Ulfa Azzahra

Yang selalu memberikan dorongan, semangat, perhatian dan cinta tak terhingga.

Ayah tercinta, Khoirul Amin

Yang selalu ada dan siap sedia dalam setiap situasi.

Kakak, Albastomi Baihhaqi

Yang selalu memberikan dukungan, dan semangat kepada adik kecilnya, sang penulis skripsi.

Teman-teman terdekat,

Yang sudah membantu penulis, dan berada di sisi penulis dalam keadaan suka maupun duka.

Kepada diri sendiri,

Terima kasih sudah bertahan sejauh ini, dan terima kasih tidak menyerah.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas rahmat, nikmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini yang berjudul “Implementasi Metode *Knowledge-Based Filtering* untuk Pemilihan Tempat Sampah pada *Game*” dengan baik. Penulisan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada semua pihak-pihak yang selalu memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM, selaku Dosen Pembimbing I, yang sudah sabar memberikan bantuan, saran, dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ajib Hanani, M.T, selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa memberikan arahan dan masukan yang sangat membantu dalam menyempurnakan penulisan ini.
6. Dr. Zainal Abidin, M.Kom, selaku Dosen Wali, atas perhatian dan bimbingan yang diberikan selama masa studi.
7. Dr. Ir. Yunifa Miftachul Arif, M.T, Ahmad Fahmi Karami, M.Kom, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang berharga selama proses ujian skripsi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
8. Seluruh Jajaran Staf dan Dosen Program Studi Teknik Informatika, atas ilmu, dukungan, dan fasilitas yang telah diberikan kepada penulis selama masa studi.
9. Cinta pertamaku dan panutanku, Bapak Khoirul Amin, dan pintu surgaku Ibu Maria Ulfa Azzahra. Terima kasih atas segala pengorbanan dan kerja keras yang dilakukan untuk memberikan yang terbaik kepada penulis, mengusahakan segala kebutuhan penulis, mendidik, membimbing, dan selalu memberikan kasih sayang yang tulus, motivasi, serta dukungan dan mendoakan penulis dalam keadaan apapun agar penulis mampu bertahan untuk melangkah setapak demi setapak dalam meraih mimpi dan masa depan. Terima kasih untuk selalu berada di sisi penulis dan menjadi alasan

bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini hingga memperoleh gelar Sarjana Komputer.

10. Kakakku tercinta Albastomi Baihhaqi, terima kasih atas do'a dan dukungannya, yang telah berhasil membawa penulis sampai sejauh ini, sehingga akhirnya mampu menyelesaikan studinya hingga sarjana.
11. Partner spesial Achmad Fahry Baihaki, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan ini baik tenaga, waktu, maupun materi kepada penulis. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal yang menemani, mendukung, ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengarkan keluh kesah dan meyakinkan penulis untuk pantang menyerah hingga penulisan skripsi ini terselesaikan.
12. Teman terdekat sejak Sekolah Menengah Atas (SMA) Najwa Ghibthah Ananda Ridwan, yang selalu menjadi tempat pulang dan mendengarkan keluh kesah penulis, serta memberikan dukungan dan do'a untuk setiap langkah yang dilalui.
13. Teman-teman tersayangku dari awal kuliah sampai sekarang sudah menamatkan tugas akhirnya satu persatu, Arin, Ima, Nia, Nova, Nurul, Muijul. Terima kasih sudah membersamai disaat suka maupun duka, dan selalu memberikan semangat, serta dukungan, sehingga penulis bisa memiliki kepercayaan diri untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Teman seperjuangan bimbingan Multimedia dan *Game* "Anak Abah" yang beranggotakan Ridho, Reyhan, Nopi Maul, Aisha, Anin, dan Muijul, atas *support* satu sama lain saat bimbingan selama penulisan skripsi ini.

15. Muizzul Azizah Oktavianing Putri, Aisha Dwi Anindita Radianto selaku teman seperjuangan yang kebersamai selama masa penulisan skripsi, terima kasih sudah selalu ada dalam keadaan suka maupun duka, serta banyak membantu dan menemani setiap proses penulisan skripsi ini.
16. Teman-teman Media Informasi “S.MEDINFO” yang beranggotakan Frisca, Chesha, Gumilang, Nizam, Daffa, Ridho, Gavrilla, Deshinta, dan Yoza, atas pengalaman bekerja sama dalam HMPS Teknik Informatika “Encoder” 2023.
17. Seluruh warga Teknik Informatika terkhusus Angkatan 2021 “ASTER”, atas kehangatan, kekeluargaan yang dirasakan oleh penulis selama studi ini berlangsung.
18. Member *Seventeen* Choi Seungcheol, Yoon Jeonghan, Hong Jisoo, Wen Junhui, Kwon Soonyoung, Jeon Wonwoo, Lee Jihoon, Lee Seokmin, Kim Mingyu, Xu Minghao, Boo Seungkwan, Chwe Hansol, dan Lee Chan. Terima kasih untuk lagu-lagu dan tingkah lucu kalian yang selalu membuat penulis tersenyum serta menemani penulis selama proses penulisan skripsi.
19. Sekali lagi, untuk diri sendiri Aldiana Damayanti. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Sulit bisa bertahan sampai titik ini, terima kasih untuk tetap hidup dan merayakan dirimu sendiri, walaupun sering putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, penulis membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang membangun guna menjadi bahan evaluasi dan pengembangan di masa mendatang. Penulis berharap, karya ini tidak hanya memberikan manfaat bagi pembaca, tetapi juga dapat berkontribusi positif bagi masyarakat secara luas. *Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Malang, 17 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
الملخص	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II STUDI PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait.....	8
2.2 <i>Game</i>	13
2.3 <i>Game</i> Edukasi	14
2.4 Sistem Rekomendasi.....	17
2.5 <i>Knowledge-Based Filtering</i>	18
2.6 <i>Weighted Sum Metric</i>	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Desain Penelitian	24
3.2 Perancangan <i>Game</i> “Satria Pandawara”	26
3.2.1 Alur Cerita <i>Game</i> “Satria Pandawara”	26
3.2.2 Alur <i>Knowledge-Based Filtering</i>	36
3.3 Rancangan Perhitungan <i>Knowledge-Based Filtering</i>	38
3.3.1 Pemetaan Jenis Sampah.....	38
3.3.2 Pengumpulan Data Pemain.....	40
3.3.3 Matriks Kriteria	41
3.3.4 Menentukan Bobot untuk Masing-Masing Faktor	42
3.3.5 Menyusun Perhitungan Bobot (<i>Weighted Sum Metric</i>).....	43
3.4 Menghitung Skor Rekomendasi Tempat Sampah	44
3.5 Rencana Pengujian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Implementasi Sistem.....	50
4.1.1 Hasil Skenario <i>Item</i>	50
4.1.2 Implementasi Perhitungan Metode.....	60
4.2 Pengujian Sistem	65
4.2.1 Uji Coba <i>Game</i>	65
4.2.2 Hasil Uji Coba <i>Game</i>	72
4.3 Pengujian <i>Game Developer</i>	76

4.3.1 Analisis <i>Game Developer</i>	76
4.4 Pengujian <i>System Usability Scale</i>	79
4.4.1 Demografi Responden	80
4.4.2 Analisis <i>System Usability Scale</i>	81
4.5 Integrasi Sains dan Islam	89
4.5.1 <i>Muamalah Ma'a Allah SWT</i>	90
4.5.2 <i>Muamalah Ma'a An-Nas</i>	92
4.5.3 <i>Muamalah Ma'a Alam</i>	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Visualisasi Tempat Sampah	27
Gambar 3.3 Panel Menang dan Kalah.....	29
Gambar 3.4 Visualisasi Area Permainan	30
Gambar 3.5 Finite State Machine.....	31
Gambar 3.6 Skenario Perhitungan Knowledge-Based Filtering	36
Gambar 4.1 Hasil Rekomendasi item Kaleng Penyok	52
Gambar 4.2 Hasil Rekomendasi item Kaleng Minum	52
Gambar 4.3 Hasil Rekomendasi item Botol Kaca	53
Gambar 4.4 Hasil Rekomendasi item Paper Bag	54
Gambar 4.5 Hasil Rekomendasi item Koran.....	54
Gambar 4.6 Hasil Rekomendasi item Sampah Plastik 1	55
Gambar 4.7 Hasil Rekomendasi item Sampah Plastik 2.....	55
Gambar 4.8 Hasil Rekomendasi item Sampah Plastik 3.....	56
Gambar 4.9 Hasil Rekomendasi item Obat 1	56
Gambar 4.10 Hasil Rekomendasi item Obat 2.....	57
Gambar 4.11 Hasil Rekomendasi item Battery.....	57
Gambar 4.12 Hasil Rekomendasi item Box P3K.....	58
Gambar 4.13 Hasil Rekomendasi item Semangka.....	58
Gambar 4.14 Hasil Rekomendasi item Apple.....	59
Gambar 4.15 Hasil Rekomendasi item Pizza	59
Gambar 4.16 Nilai Kapasitas dan Jarak	61
Gambar 4.17 Misi Game	66
Gambar 4.18 Debug Log Ketika Misi Dimulai.....	66
Gambar 4.19 Briefing Game	67
Gambar 4.20 Debug Log Game Dimulai	67
Gambar 4.21 Tampilan Visual Highlight Tempat Sampah.....	68
Gambar 4.22 Fitur Knowledge-Based Filtering.....	68
Gambar 4.23 Uji Coba Pertama	69
Gambar 4.24 Debug Log Hasil Uji Coba Pertama.....	69
Gambar 4.25 Uji Coba Kedua.....	70
Gambar 4.26 Debug Log hasil Uji Coba Kedua	70
Gambar 4.27 Uji Coba Ketiga.....	71
Gambar 4.28 Debug Log Hasil Uji Coba Ketiga	71
Gambar 4.29 Grafik Hasil Skor SUS	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1 Storyboard.....	34
Tabel 3.2 Karakteristik Jenis Sampah.....	38
Tabel 3.3 Data Sampah yang Dibuang Oleh Pemain.....	40
Tabel 3.4 Data Tempat Sampah dalam Game.....	40
Tabel 3.5 Matriks Kriteria.....	42
Tabel 3.6 Nilai Bobot.....	42
Tabel 3.7 Hasil Score	47
Tabel 3.8 Pertanyaan System Usability Scale (SUS).....	48
Tabel 3.9 Nilai Jawaban Kuesioner Skala Likert.....	49
Tabel 4.1 Kategori Sampah.....	51
Tabel 4.2 Uji Coba	69
Tabel 4.3 Hasil Uji Coba Player 1	73
Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Player 2	73
Tabel 4.5 Hasil Uji Coba Player 3	73
Tabel 4.6 Hasil Uji Coba Player 4	73
Tabel 4.7 Hasil Uji Coba Player 5	74
Tabel 4.8 Hasil Uji Coba Player 6	74
Tabel 4.9 Hasil Uji Coba Player 7	75
Tabel 4.10 Data Responden Game Development	77
Tabel 4.11 Hasil Penilaian Responden Game Development	77
Tabel 4.12 Demografi Responden.....	80
Tabel 4.13 Pertanyaan System Usability Scale (SUS).....	82
Tabel 4.14 Nilai Jawaban Kuesioner Skala Likert.....	82
Tabel 4.15 Skor Asli Responden SUS	83
Tabel 4.16 Skor Hasil Hitung Responden SUS	85
Tabel 4.17 Skor Perkalian 2,5 Responden SUS.....	86

ABSTRAK

Damayanti, Aldiana. 2025. **Implementasi Metode *Knowledge-Based Filtering* untuk Pemilihan Tempat Sampah pada *Game***. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM (II) Ajib Hanani, M.T

Kata Kunci: *Game* Edukasi, *Knowledge-Based Filtering*, Pemilahan Sampah, *System Usability Scale* (SUS), *Weighted Sum Metric*

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem rekomendasi berbasis *Knowledge-Based Filtering* dalam *game* edukasi “Satria Pandawara”, guna membantu pemain dalam memilih tempat sampah yang sesuai dengan jenis sampah yang dikumpulkan. Sistem ini dirancang untuk mendukung edukasi lingkungan melalui gameplay interaktif yang melibatkan pemilahan sampah organik, anorganik, dan B3. Metode *Knowledge-Based Filtering* yang digunakan dengan pendekatan *weighted sum metric* untuk menghitung nilai kemiripan antara sampah dan atribut tempat sampah, berdasarkan tiga kriteria utama: kategori, kapasitas, dan jarak. Proses penelitian mencakup tahap desain, pengembangan, dan integrasi sistem rekomendasi ke dalam *game*, dilanjutkan dengan pengujian menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur rekomendasi berhasil memberikan panduan pemilahan sampah yang akurat dan kontekstual, meningkatkan efektivitas dan pengalaman belajar pemain. Skor rata-rata SUS sebesar 80 menunjukkan bahwa *game* ini memiliki tingkat kegunaan yang “Baik”. Selain memberikan pembelajaran mengenai pengelolaan sampah, *game* ini juga menanamkan nilai Islami tentang kebersihan dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Dengan demikian, sistem rekomendasi ini berhasil menciptakan pengalaman bermain yang edukatif, menyenangkan, serta relevan dengan kebutuhan pembelajaran interaktif masa kini.

ABSTRACT

Damayanti, Aldiana. 2025. **Implementation of Knowledge-Based Filtering Method for Trash Bin Selection in a Game**. Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (I) Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM (II) Ajib Hanani, M.T

Keywords: Educational Game, Knowledge-Based Filtering, System Usability Scale (SUS), Waste Sorting, Weighted Sum Metric

This research aims to implement a Knowledge-Based Filtering-based recommendation system in the educational game “Satria Pandawara”, to assist players in choosing the appropriate trash can according to the type of waste collected. This system is designed to support environmental education through interactive gameplay that involves sorting organic, inorganic, and hazardous waste. A Knowledge-Based Filtering method is used with a weighted sum metric approach to calculate the similarity value between waste and bin attributes, based on three main criteria: category, capacity, and distance. The research process includes the design, development, and integration stages of the recommendation system into the game, followed by testing using the System Usability Scale (SUS) method. The test results showed that the recommendation feature successfully provided accurate and contextualized waste sorting guidance, improving the player's effectiveness and learning experience. The average SUS score of 80 indicates that the game has a “Good” usability level. In addition to providing learning about waste management, the game also instills Islamic values of cleanliness and responsibility for the environment. Thus, this recommendation system succeeds in creating an educational, fun, and relevant gaming experience for today's interactive learning needs.

المخلص

دامايانتي، الديانا 2025. تنفيذ طريقة التصفية القائمة على المعرفة لاختيار سلة المهملات في الألعاب. الرسالة جامعية. برنامج دراسة هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج الإسلامية الحكومية. المشرف: الأول: د. المهندس فريسي نوغروهو، مجستير الثاني: عجيب حناني الماجستير.

الكلمات الرئيسية: التصفية القائمة على المعرفة، لعبة تعليمية، فرز النفايات، مقياس المجموع المرجح، مقياس قابلية استخدام النظام (SUS).

يهدف هذا البحث إلى تنفيذ نظام توصية قائم على التصفية القائمة على المعرفة في لعبة "ساتريا باندواوا" التعليمية، لمساعدة اللاعبين في اختيار سلة المهملات التي تتناسب مع نوع القمامة التي تم جمعها. وقد صُمم هذا النظام لدعم التعليم البيئي من خلال لعبة تفاعلية تتضمن فرز النفايات العضوية وغير العضوية والخطرة. يتم استخدام طريقة التصفية القائمة على المعرفة مع نهج مقياس المجموع المرجح لحساب قيمة التشابه بين النفايات وسمات الحاوية، استنادًا إلى ثلاثة معايير رئيسية: الفئة والسعة والمسافة. تتضمن عملية البحث (SUS) مراحل تصميم نظام التوصية وتطويره ودخجه في اللعبة، تليها مرحلة الاختبار باستخدام طريقة مقياس قابلية استخدام النظام. أظهرت نتائج الاختبار أن خاصية التوصيات نجحت في توفير إرشادات دقيقة وملائمة للسياق لفرز النفايات، مما أدى إلى تحسين البالغ 80. إلى أن اللعبة تتمتع بمستوى عالٍ (SUS) فعالية اللاعب وتجربة التعلم. يشير متوسط درجات مقياس قابلية الاستخدام من قابلية الاستخدام.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah merupakan masalah yang tidak akan pernah selesai, karena selama manusia hidup, mereka akan terus menghasilkan sampah. Sampah merupakan hasil buangan dari proses produksi, baik dalam skala industri maupun rumah tangga. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah didefinisikan sebagai sisa dari aktivitas sehari-hari atau proses alam yang berbentuk padat maupun semi padat, terdiri dari zat organik atau non-organik, baik yang dapat terurai maupun yang tidak, dan sudah tidak lagi memiliki nilai guna (Pemerintah Pusat, 2008). Sementara itu, WHO (*World Health Organization*) mendefinisikan sampah sebagai sesuatu yang tidak dimanfaatkan, tidak digunakan, tidak diinginkan, atau dibuang sebagai hasil aktivitas manusia dan bukan terjadi secara alami (Muliadi, Rukhayati, & Maisa, 2022). Produksi sampah selalu berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah penduduk. Semakin bertambah banyak jumlah penduduk, volume sampah yang dihasilkan juga semakin meningkat. Akumulasi sampah dapat mencemari tanah, merusak estetika lingkungan, membahayakan kesehatan, dan bahkan menjadi salah satu penyebab banjir. (Aminudin & Nurwati, 2019). Sampah yang sering ditemukan meliputi plastik seperti botol air dan kantong plastik, limbah biologis seperti popok bekas, serta sampah rumah tangga seperti sisa dapur dan barang tak terpakai (Hannandito & Aryanto, 2020).

Keberadaan sampah dapat menjadi masalah jika manusia sebagai penghasil sampah tidak memperlakukannya dengan baik, hal tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan maupun kehidupan manusia. Begitupun sebaliknya, sampah yang diperlakukan dengan baik dapat memberikan dampak baik pula bagi lingkungan dan juga manusia itu sendiri (Fitriani, 2020). Kebersihan adalah hal penting dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari kebersihan diri hingga lingkungan. Lingkungan yang kotor dapat mempengaruhi kesehatan, meningkatkan risiko penyakit, dan membahayakan kesejahteraan seseorang (Harahap, Amelia, Siregar, Harahap, & Hasibuan, 2022). Kebersihan sangat penting dalam Islam karena menjadi bagian dari nilai-nilai yang diajarkan. Allah Subhanahu wa ta'ala menciptakan segala sesuatu dengan tujuan dan hikmah, termasuk perintah untuk menjaga kebersihan diri dan lingkungan. Dengan menjaga kebersihan, kita bisa merasakan kenyamanan dan nikmatnya beraktivitas di lingkungan yang sehat dan bersih. Oleh karena itu, kita perlu menerapkan nilai kebersihan dalam segala hal. Jika kita tidak memiliki kesadaran akan hal ini, berbagai masalah bisa muncul. Banyak kerusakan di bumi ini mungkin disebabkan oleh manusia yang lalai menjaga alam dan lingkungannya. *Allah Subhanahu wa ta'ala berfirman dalam Q.S. Ar-Rum ayat 41:*

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka Kembali (ke jalan yang benar).” (Q.S. Ar-Rum ayat 41).

Dalam Tafsir Ibnu Katsir, Darud Thayyibah Linnasyari Wat Tauzi', Jilid 8, Hal. 254 jangan memiliki Hasrat untuk merusak bumi, sedangkan kamu hidup didalamnya. Serta jangan berbuat keburukan terhadap sesuatu yang diciptakan Allah. Dapat dilihat dengan jelas bahwa Allah tidak menyukai kerusakan dimuka bumi. Dalam hal ini manusia mempunyai tanggung jawab untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup (Abdullah, 2005).

Cara penting dalam menjaga kebersihan lingkungan adalah dengan tidak membuang sampah sembarangan (Khamim & Asyhari, 2021). Salah satu masalah lingkungan yang masih sering terjadi di Indonesia adalah kebiasaan membuang sampah sembarangan. Kebiasaan ini menyebabkan pencemaran udara, air, dan tanah. Peningkatan volume sampah yang tidak diimbangi dengan perbaikan dan peningkatan sarana dan prasarana pengelolaan sampah akan mengakibatkan permasalahan sampah menjadi kompleks. Jika hal tersebut dibiarkan, dalam 20 tahun ke depan, mungkin dunia akan dipenuhi dengan sampah, kemudian dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan meningkatkan kesadaran dan kemampuan masyarakat dalam memilah sampah. Pemilahan sampah yang tepat dapat mempermudah proses daur ulang dan mengurangi pembuangan sampah di tempat pembuangan akhir. Oleh karena itu, kesadaran warga sangat penting dalam mengelola sampah, termasuk mengenali jenis dan karakteristiknya. Namun masih banyak masyarakat yang belum memahami cara memilah sampah dengan benar, sehingga pendidikan dan pembelajaran bisa membantu menanamkan perilaku memilah sampah organik

dan non-organik sejak dini, terutama pada anak-anak (Tresnawati & Budiman, 2021).

Pendidikan tentang cara memilah sampah dan membuang sampah harus diberikan sejak dini, agar anak-anak tumbuh dengan kesadaran lingkungan yang lebih baik. Saat ini, kita dapat melihat banyak anak-anak yang belum peduli dengan lingkungan, seperti membuang sampah sembarangan. Hal tersebut dikarenakan kurangnya peran orang tua dalam mendidik anaknya untuk membuang sampah pada tempatnya (Catur Putra, 2016). Salah satu cara dalam meningkatkan kesadaran masyarakat khususnya anak-anak tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan pengelolaan sampah adalah melalui *game* edukasi bertema lingkungan, yang dapat menjadi alternatif menarik dan efektif (Arridho, 2017). *Game* biasanya digunakan untuk hiburan, namun seiring perkembangan zaman, *game* juga dikembangkan sebagai alat pembelajaran (Fathin Kurniawan, 2024). *Game* edukasi adalah *game* berbasis simulasi yang didesain untuk mensimulasikan permasalahan yang ada sehingga diperoleh esensi atau ilmu yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut (Vega Vitianingsih, 2016). *Game* edukasi ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana hiburan, tetapi juga membantu pemain memahami secara mendalam pentingnya pengelolaan sampah yang tepat serta dampaknya terhadap lingkungan.

Pada penelitian sebelumnya *game* edukasi yang dibuat oleh (Arridho, 2017) dengan judul “*Game* Edukasi Pengumpulan Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan *Finite State Machine*” yang bertujuan untuk memberikan edukasi tentang pentingnya menjaga kebersihan yang ada dilingkungan sekitar, karena

dengan adanya lingkungan yang kotor maka menimbulkan penyakit dan lingkungan menjadi tidak nyaman untuk ditinggali. Hal ini menunjukkan bahwa *game* dapat berfungsi sebagai media edukasi yang efektif dalam menyampaikan informasi dalam menjaga kebersihan lingkungan. Sayangnya, *game* ini belum menerapkan fitur rekomendasi yang mempertimbangkan kesalahan pemain untuk memberikan umpan balik yang dapat mempermudah mereka dalam menyelesaikan tantangan. Sistem rekomendasi merupakan sistem atau aplikasi yang dirancang untuk memberikan saran atau rekomendasi suatu item, sehingga membantu pengguna dalam membuat keputusan yang diinginkan dengan cepat (Arif, Nurhayati, Nugroho, & Hariadi, 2022; Februariyanti, Laksono, Wibowo, & Utomo, 2021). Tujuan dari pengembangan sistem rekomendasi adalah untuk mengurangi informasi yang berlebihan dengan mengambil informasi dan layanan yang paling relevan dari sejumlah besar data, sehingga memberikan layanan pribadi (Iqbal Fathurrahman, Nurjanah, & Rismala, 2017). Sebagian *game* edukasi tentang pengelolaan sampah masih menerapkan cara manual untuk memilih *item* tanpa mempertimbangkan preferensi individu atau perubahan tantangan dalam permainan. Hal ini menimbulkan celah dalam penelitian, terkait penerapan fitur rekomendasi yang dapat membantu pemain menyelesaikan tugas dengan lebih efektif dan efisien.

Maka pada penelitian ini, dalam *game* “Satria Pandawara” akan diterapkan sistem rekomendasi yang digunakan untuk memudahkan pemain dalam menyelesaikan misi, dengan menggunakan metode *Knowledge-Based Filtering*. Sistem ini akan memberikan rekomendasi *item* yang paling relevan dengan

kebutuhan pemain, yang dihitung berdasarkan karakteristik dan preferensi yang telah ditentukan sebelumnya oleh sistem. Karakteristik tersebut mencakup berbagai atribut yang diperlukan untuk memilih item secara tepat, seperti jenis sampah, kategori, atau kriteria lainnya yang telah diatur dalam permainan (Uta dkk., 2024). Dalam konteks permainan ini, diharapkan sistem dapat membantu pemain menentukan tempat sampah yang tepat sehingga proses pemilahan menjadi lebih efisien dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

Dibutuhkan sistem rekomendasi pemilahan sampah yang dapat membantu pemain dalam memilih tempat sampah yang sesuai dengan jenis sampah yang di kumpulkan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemilihan tempat sampah menggunakan 3 variabel kriteria, yaitu Kategori Sampah (K1), Kapasitas Tempat Sampah (K2), Jarak ke Pemain (K3).
2. Variabel *item* yang digunakan berjumlah 3 yaitu Tempat Sampah Organik, Tempat Sampah Anorganik, dan Tempat Sampah B3.
3. Penelitian ini berfokus dalam menentukan rekomendasi tempat sampah yang sesuai, tanpa mempertimbangkan aspek lain seperti desain grafis atau elemen dalam *game*.
4. Untuk menghitung kecocokan hanya menggunakan metode *Knowledge-Based Filtering*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membantu pemain dalam memilih tempat sampah yang sesuai dengan jenis sampah yang dikumpulkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Peneliti berharap dalam penelitian ini dapat bermanfaat untuk membantu menanamkan kebiasaan baik dalam pengelolaan sampah sejak dini, serta mendukung upaya menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Pada penelitian berjudul “*Knowledge Based Recommendation Modeling for Clothing Product Selection Recommendation System*” yang dilakukan oleh Atina dan Hartati menghasilkan sebuah sistem rekomendasi berbasis web untuk memudahkan pelanggan dalam proses memilih produk pakaian menggunakan metode *knowledge-based recommendation*. Bagi mereka, penggunaan *knowledge-based recommendation* mampu mengatur tingkatan skala prioritas dari pengguna sesuai dengan prefrensinya terhadap produk tersebut. Sistem ini menghitung nilai *similarity* berbasis kasus antara kebutuhan pelanggan dengan atribut dari masing-masing produk pakaian yang terdiri dari 5 atribut, yaitu merk, harga, bahan, warna, dan ukuran. Hasil akhir yang direkomendasikan kepada pengguna merupakan produk yang memiliki nilai *similarity* tertinggi. Dimana pada bahasan penelitian ini mengangkat kasus pemilihan produk kaos dengan 8 data sampel yang menghasilkan nilai *similarity* tertinggi bernilai 0.6 untuk kaos merk Maternal. Melalui penelitian ini, penulis memperoleh informasi yang akan dijadikan acuan sebagai dasar pembuatan kasus pemilihan tempat sampah yang akan dirancang (Atina & Hartanti, 2022).

Penelitian berjudul “*Prototype Sistem Rekomendasi Wisata Kabupaten Wonogiri Menggunakan Knowledge-Based Recommendation*” yang dilakukan oleh Aziz, dkk. (2024) telah berhasil mengembangkan sebuah sistem rekomendasi yang

digunakan untuk mengatasi kesulitan calon wisatawan dalam memilih destinasi wisata di Kabupaten Wonogiri menggunakan metode *knowledge-based recommendation*. Mereka menyimpulkan bahwa metode *knowledge-based recommendation* dapat menghasilkan rekomendasi yang paling sesuai dengan preferensi *user* melalui perhitungan nilai *similarity*. Sistem rekomendasi ini menggunakan metode *knowledge-based recommendation* dengan algoritma *case-based* yang menghitung nilai *similarity* berdasarkan 5 atribut dari destinasi wisata, yaitu kategori wisata, harga tiket, lokasi (kecamatan), rating, dan fasilitas. *Output* yang dijadikan sebagai rekomendasi kepada *user* ialah destinasi wisata yang memiliki nilai *similarity* tertinggi atau kurang dari 1.0. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan *similarity* berdasarkan 11 data sampel destinasi wisata dan 5 kriteria destinasi wisata yang dipilih oleh *user* hingga menghasilkan nilai *similarity* tertinggi sebesar 0.893 dengan hasil rekomendasi destinasi wisata Goa Resi (Aziz, Hartanti, & Suryani, 2024).

Penelitian "*Rancang Bangun Game Adventure 3D Edukasi Sampah Organik dan Non-Organik*" yang dilakukan oleh Ika Nur Aieni, Cindy Taurusta, dan Sumarno bertujuan untuk mengembangkan *game* edukasi berbasis petualangan 3D sebagai media informasi mengenai sampah organik dan non-organik. *Game* ini, yang diberi nama "TrashHero", dikembangkan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahapan: *Concept*, *Design*, *Material Collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *game* ini berhasil dikembangkan untuk platform Android menggunakan Unity3D dan memperoleh respons positif dari 22 responden di Desa

Gedang Rowo, dengan tingkat persetujuan sebesar 90% berdasarkan skala Likert. Selain itu, evaluasi dari ahli media menunjukkan nilai persetujuan sebesar 68%, sementara ahli materi memberikan nilai persetujuan penuh sebesar 100%. Berdasarkan hasil tersebut, *game* "TrashHero" dinilai sebagai media edukasi yang efektif dalam meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pemilahan sampah organik dan non-organik serta menawarkan pengalaman interaktif yang menarik bagi penggunanya (Aieni, Taurusta, & Sumarno, 2024).

Penelitian "*HABERTAN: Game Petualangan 3D dengan Tema Pemilahan Sampah sebagai Upaya Pendekatan Inovatif untuk Pengenalan Lingkungan*" oleh Revindasari, Dewayanti, dan Syahrazad berfokus pada pengembangan *game* edukasi 3D yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan, khususnya dalam konteks pemilahan sampah di area hutan. *Game* yang dikembangkan menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) ini memberikan pengalaman bermain yang interaktif sekaligus mengedukasi pemain tentang dampak sampah terhadap ekosistem hutan, termasuk pemilahan sampah organik, anorganik, dan B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Hasil pengujian terhadap 10 responden dengan rentang usia 8–14 tahun menunjukkan bahwa mayoritas pemain merasa terbantu dalam memahami jenis-jenis sampah dan dampaknya. Dengan pendekatan yang inovatif ini, "*HABERTAN*" dinilai sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan, khususnya di kawasan hutan, sekaligus memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan melalui media permainan (Revindasari, Dewayanti, & Syahrazad, 2024).

Penelitian berjudul "*Sistem Rekomendasi Produk Konveksi Pada Deem Clothing Dengan Metode Knowledge Based*" yang dilakukan oleh Hanafi, dkk. (2024) telah mengembangkan sistem rekomendasi produk konveksi menggunakan metode *knowledge-based* untuk membantu pelanggan memilih produk yang sesuai dengan preferensi mereka. Dalam penelitian ini, sistem rekomendasi menggunakan tujuh atribut produk, yaitu jenis produk, jenis bahan, motif, detail desain, warna, aksesoris tambahan, dan jenis lengan, untuk menghitung nilai *similarity* produk dengan preferensi pelanggan menggunakan algoritma *constraint-based*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memberikan rekomendasi yang akurat dan efisien berdasarkan preferensi pelanggan, serta mengurangi ketergantungan pada konsultasi langsung, yang meningkatkan pengalaman berbelanja. Selain itu, pengujian sistem menggunakan *precision* dan *recall* menunjukkan hasil yang positif, dengan nilai *precision* sebesar 84,9% yang menandakan tingkat ketepatan yang tinggi dalam rekomendasi yang relevan, dan nilai *recall* sebesar 100% yang menunjukkan kelengkapan item yang relevan sesuai preferensi pengguna. Hasil ini membuktikan bahwa penerapan sistem berbasis pengetahuan dapat diterapkan dengan baik pada industri konveksi untuk meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan (Hanafi, Srirahayu, & Farida, 2024).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Vihi Atina, Dwi Hartanti	<i>Knowledge Based Recommendation Modeling for Clothing Product Selection Recommendation System</i>	<i>Knowledge-Based Dengan Algoritma Case-Based Filtering</i>	Menggunakan <i>knowledge-based</i> dengan algoritma <i>case-based filtering</i> . Nilai <i>similarity</i> sebesar 0.6 dengan 8 data sampel kaos.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
2	Fithroh Ahmad Abdul Aziz, Dwi Hartanti, Fajar Suryani	<i>Prototype Sistem Rekomendasi Wisata Kabupaten Wonogiri Menggunakan Knowledge-Based Recommendation</i>	<i>Knowledge- Based Dengan Algoritma Case- Based Filtering</i>	Menggunakan <i>knowledge-based</i> dengan algoritma <i>case-based filtering</i> . Nilai <i>similarity</i> sebesar 0.893 dengan 11 data sampel destinasi wisata.
3	Iku Nur Aieni, Cindy Taurusta, Sumarno	Rancang Bangun <i>Game Adventure</i> 3D Edukasi Sampah Organik dan Non-Organik	<i>Game Edukasi Berbasis Android</i>	<i>Game adventure</i> 3D edukasi tentang sampah organik dan non-organik. Nilai 90% dari 22 masyarakat Desa Gedang Rowo, 68% dari ahli media, dan 100% dari ahli materi.
4	Fony Revindasari, Athallia Dewayanti, Emierl Ihsan Syahrazad	HABERTAN: <i>Game</i> Petualangan 3D dengan Tema Pemilahan Sampah sebagai Upaya Pendekatan Inovatif untuk Pengenalan Lingkungan	<i>Game Edukasi Berbasis Desktop</i>	<i>Game</i> petualangan 3D berjudul HABERTAN (Hayuk Bersihkan Hutan) tentang pemilahan sampah yang ada di hutan. Dari 10 responden berumur 8-14 tahun menyatakan bahwa <i>game</i> HABERTAN berhasil mengedukasi dalam hal pemilahan sampah dan dampak bahaya yang ditimbulkan dari sampah.
5	Alwi Irham Hanafi, Agustina Srirahayu, Anisatul Farida	Sistem Rekomendasi Produk Konveksi Pada <i>Deem Clothing</i> Dengan Metode <i>Knowledge Based</i>	<i>Knowledge- Based Dengan Algoritma Constraint- Based Filtering</i>	Menggunakan <i>knowledge-based</i> dengan algoritma <i>constraint-based filtering</i> . Sistem berhasil memberikan rekomendasi yang akurat dengan nilai <i>precision</i> 84.9% dan <i>recall</i> 100%. Direkomendasikan untuk mengombinasikan dengan <i>machine learning</i> .

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dipaparkan sebelumnya, perbedaan utama dengan penelitian ini terletak pada penerapan metode *Case-Based*

Recommender dalam sistem *Knowledge-Based Filtering* untuk pemilihan tempat sampah dalam game. Penelitian ini berfokus pada penggunaan pengalaman pemain sebelumnya untuk memberikan rekomendasi yang lebih adaptif dan kontekstual, sementara penelitian lain lebih mengutamakan *Constraint-Based Filtering*, yang bergantung pada aturan eksplisit yang telah ditetapkan sebelumnya, seperti dalam penelitian Atina & Hartanti (2022). Selain itu, penelitian ini juga lebih berfokus pada konteks game edukasi pemilihan sampah, sedangkan penelitian lainnya berfokus pada produk pakaian, destinasi wisata, atau aplikasi edukasi lainnya yang tidak menggunakan *knowledge-based filtering* untuk memberikan rekomendasi. Dengan demikian, penelitian ini menekankan pada penggunaan pengalaman pemain dan adaptasi rekomendasi yang lebih fleksibel dalam konteks permainan, yang berbeda dengan pendekatan berbasis aturan atau algoritma yang lebih statis.

2.2 *Game*

Game merupakan aktivitas yang telah menjadi bagian dari kehidupan manusia sejak zaman dahulu dan berkembang dalam berbagai bentuk. Stenros (2016) melakukan tinjauan terhadap lebih dari 60 definisi *game* sejak tahun 1930-an dan menemukan bahwa meskipun terdapat perbedaan pendapat mengenai definisi *game*, sebagian besar ahli sepakat bahwa *game* adalah suatu aktivitas yang memiliki sistem aturan tertentu, melibatkan tantangan, serta memberikan pengalaman bermain yang unik bagi pemainnya (Stenros, 2017).

Karakteristik utama *game* juga dikaji oleh Moskalets (2022), yang menyatakan bahwa *game* menciptakan situasi bermain imajinatif dengan aturan tertentu yang harus dipatuhi oleh pemainnya. Selain itu, *game* memberikan

kesempatan bagi pemain untuk menguji keterampilan mental dan fisik mereka, serta menawarkan pengalaman yang menyenangkan dan memotivasi (Moskalets, 2022). Dalam konteks yang lebih luas, *game* tidak hanya bersifat rekreasional tetapi juga memiliki peran dalam edukasi, pengembangan keterampilan, serta sebagai bagian dari budaya global yang terus berkembang.

Arjoranta (2019) menambahkan bahwa tidak ada definisi tunggal yang dapat sepenuhnya mencakup semua aspek *game* karena sifatnya yang dinamis dan terus berkembang. Ia menekankan bahwa definisi *game* harus mempertimbangkan interaksi pemain, tujuan permainan, serta lingkungan di mana *game* dimainkan (Arjoranta, 2019).

Berdasarkan berbagai definisi dan karakteristik yang telah dikemukakan dari teori-teori penelitian terdahulu di atas, penulis dapat mendefinisikan bahwa *game* merupakan aktivitas terstruktur yang memiliki aturan, melibatkan pemain dalam suatu tantangan, serta memberikan pengalaman yang bersifat interaktif dan menghibur. Keunikan *game* tidak hanya terletak pada unsur hiburannya, tetapi juga dalam kemampuannya untuk memberikan pengalaman belajar, pelatihan, dan bahkan terapi bagi pemainnya.

2.3 *Game* Edukasi

Game edukasi merupakan permainan yang dirancang secara khusus untuk meningkatkan proses pembelajaran dengan menggabungkan unsur hiburan dan pendidikan. Menurut Khine, *game* dalam lingkungan pendidikan telah mendapatkan perhatian yang besar dalam beberapa tahun terakhir. Ia menyatakan bahwa konsep *learning through play* atau belajar melalui permainan merupakan

pendekatan yang terbukti efektif dalam meningkatkan pengalaman belajar. *Game* edukasi umumnya memiliki karakteristik seperti aturan, tujuan, tantangan, umpan balik, serta elemen interaktif yang dapat memberikan hasil belajar yang lebih baik (Khine, 2011).

Menurut Khairani, Fadila, dan Nugroho, *game* edukasi merupakan sebuah media yang menggabungkan unsur hiburan dan pendidikan, dengan tujuan untuk meningkatkan proses pembelajaran melalui *gameplay* yang menyenangkan. Mereka menyatakan bahwa *game* edukasi dirancang untuk membantu pemain mencapai tujuan pendidikan tertentu, sambil tetap mempertahankan aspek hiburan. Salah satu pendekatan yang berhasil diterapkan adalah dengan memanfaatkan teknologi permainan untuk menyampaikan materi pembelajaran secara interaktif. Dalam penelitian tersebut, *game* edukasi digunakan sebagai alat untuk mendekatkan nilai-nilai moral kepada anak-anak, dengan mengemas pesan tersebut dalam sebuah *game* petualangan yang dapat dimainkan kapan saja dan di mana saja (Khairani, Fadila, & Nugroho, 2021).

Berikutnya Nodira dan Qizi menyatakan, efektivitas *game* edukasi sangat bergantung pada desainnya. Mereka menyoroti bahwa *game* edukasi harus dirancang dengan mempertimbangkan tiga aspek utama: bagaimana pemain belajar selama bermain, bagaimana menjaga motivasi pemain, serta bagaimana menggabungkan unsur edukasi dan hiburan dalam *gameplay*. Mereka juga menekankan bahwa kegagalan *game* edukasi dalam mencapai adopsi yang luas sering kali disebabkan oleh kurangnya integrasi antara elemen permainan dan tujuan pembelajaran (Qizi, 2023).

Lebih lanjut, Cole, Parada, dan Mackenzie mengungkapkan bahwa salah satu hambatan utama dalam penelitian *game* edukasi adalah kurangnya definisi yang seragam mengenai konsep tersebut. Mereka mengusulkan bahwa *game* edukasi harus didefinisikan sebagai permainan yang secara eksplisit dirancang untuk mencapai tujuan pendidikan, berbeda dari permainan biasa yang hanya memberikan manfaat belajar secara tidak langsung (Cole, Parada, & Mackenzie, 2023).

Selain itu, Bylieva mengategorikan *game* edukasi berdasarkan tingkat kompleksitas dan keterampilan pemain. Ia mengidentifikasi tiga tingkat utama dalam *game* edukasi: (1) *learning without noticing*, di mana tugas yang sederhana dipadukan dengan elemen hiburan tinggi untuk meningkatkan daya tarik; (2) *learning by playing*, yang menggabungkan elemen pendidikan dan hiburan secara seimbang; dan (3) *reality as a game*, di mana *game* digunakan sebagai simulasi dunia nyata untuk memahami konsep yang lebih kompleks. Bylieva menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat kompleksitas materi yang diajarkan dalam *game*, semakin kecil peran elemen hiburan di dalamnya (Bylieva & Sastre, 2018).

Berdasarkan berbagai pendapat yang telah dikemukakan, penulis dapat menyimpulkan bahwa *game* edukasi merupakan perpaduan antara unsur hiburan dan pembelajaran yang dirancang secara sistematis untuk meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan motivasi belajar pemain. Keberhasilan implementasi *game* edukasi sangat bergantung pada desain *game* yang menarik, keterlibatan pemain, serta keselarasan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

2.4 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah teknologi yang berfungsi untuk memberikan saran atau usulan kepada pengguna terkait produk, layanan, atau konten tertentu berdasarkan analisis preferensi dan kebutuhan mereka. Sistem ini berkembang pesat seiring dengan meningkatnya jumlah informasi yang tersedia secara daring dan telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti *e-commerce*, hiburan, pendidikan, dan layanan digital lainnya (Roy & Dutta, 2022). Tujuan utama dari sistem rekomendasi adalah membantu pengguna dalam menemukan informasi yang relevan dengan lebih cepat, sehingga mengurangi kebingungan akibat terlalu banyaknya pilihan yang tersedia (Hodovychenko & Gorbatenko, 2023).

Dalam perkembangannya, terdapat beberapa pendekatan utama dalam membangun sistem rekomendasi, yaitu *collaborative filtering*, *content-based filtering*, *knowledge-based filtering*, dan *hybrid filtering*. Metode *collaborative filtering* bekerja dengan menganalisis pola perilaku pengguna lain yang memiliki preferensi serupa untuk memberikan rekomendasi. Sementara itu, *content-based filtering* menggunakan karakteristik item yang telah dipilih oleh pengguna untuk merekomendasikan item serupa (Patel, Desai, & Panchal, 2017). Namun, kedua metode ini memiliki kelemahan, seperti permasalahan *cold start*, yaitu kesulitan dalam memberikan rekomendasi bagi pengguna atau *item* baru yang belum memiliki riwayat interaksi (Laseno & Hendradjaya, 2019).

Sebagai alternatif, *knowledge-based filtering* menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dengan memanfaatkan basis pengetahuan yang telah tersedia dalam domain tertentu. Sistem ini tidak bergantung pada data historis pengguna,

melainkan menggunakan aturan berbasis pengetahuan untuk mencocokkan kebutuhan pengguna dengan atribut produk atau layanan yang tersedia. Metode ini banyak digunakan dalam sistem rekomendasi yang berkaitan dengan keputusan spesifik, seperti pemilihan layanan kesehatan atau rekomendasi akademik (PV & Joseph, 2017). Sementara itu, metode *hybrid filtering* menggabungkan berbagai pendekatan untuk meningkatkan akurasi dan mengatasi kelemahan dari masing-masing metode rekomendasi (Nair & Mathews, 2020).

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, sistem rekomendasi dapat didefinisikan sebagai teknologi yang berperan dalam membantu pengguna menemukan informasi atau produk yang sesuai dengan preferensi mereka melalui teknik penyaringan data yang sistematis. Berbagai metode seperti *collaborative filtering*, *content-based filtering*, *knowledge-based filtering*, dan *hybrid filtering* memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing, sehingga pemilihan metode yang tepat harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik suatu aplikasi. Meskipun sistem rekomendasi saat ini telah berkembang dengan pesat dan mampu memberikan rekomendasi yang lebih akurat, tantangan seperti *cold start*, keterbatasan data, dan skalabilitas masih menjadi kendala yang perlu diatasi. Oleh karena itu, optimalisasi sistem rekomendasi melalui kombinasi teknik yang lebih adaptif serta pembaruan data yang berkelanjutan menjadi langkah penting dalam meningkatkan kualitas rekomendasi bagi pengguna.

2.5 Knowledge-Based Filtering

Knowledge-based filtering adalah teknik dalam sistem rekomendasi yang menggunakan basis pengetahuan eksplisit untuk mencocokkan kebutuhan

pengguna dengan atribut *item* yang tersedia. Berbeda dengan metode *collaborative filtering* dan *content-based filtering* yang bergantung pada riwayat interaksi pengguna, pendekatan ini lebih mengutamakan aturan dan relasi semantik antar item untuk menghasilkan rekomendasi. Sistem ini umumnya diterapkan dalam domain yang memerlukan pemahaman mendalam mengenai kebutuhan pengguna, seperti pemilihan properti, layanan medis, atau produk dengan spesifikasi teknis tertentu. Pendekatan ini juga efektif dalam mengatasi masalah *cold start* karena tidak membutuhkan data historis pengguna dalam proses rekomendasinya (Utadkk., 2024).

Dalam *knowledge-based filtering*, terdapat dua pendekatan utama yang sering digunakan, yaitu *constraint-based filtering* dan *case-based filtering*. *Constraint-based filtering* bekerja dengan menerapkan aturan dan batasan yang telah ditentukan sebelumnya dalam basis pengetahuan. Pendekatan ini sangat bergantung pada model aturan eksplisit yang menghubungkan atribut pengguna dengan *item* yang relevan. Sebagai contoh, dalam sistem rekomendasi pembelian mobil, pengguna dapat menentukan spesifikasi seperti kapasitas mesin, jenis bahan bakar, dan harga maksimum, kemudian sistem akan menyaring dan menampilkan mobil yang memenuhi kriteria tersebut. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam menyesuaikan rekomendasi dengan preferensi pengguna yang lebih subjektif karena hanya beroperasi berdasarkan aturan yang telah ditetapkan (Felfernig, Friedrich, Jannach, & Zanker, 2015).

Sementara itu, *case-based filtering* bekerja dengan membandingkan permintaan pengguna dengan kasus-kasus yang telah ada sebelumnya. Dalam

pendekatan ini, sistem mencari kesamaan antara kasus baru dan kasus yang telah tersimpan dalam basis data, kemudian memberikan rekomendasi berdasarkan solusi yang telah diterapkan pada kasus serupa. Pendekatan ini lebih fleksibel dibandingkan *constraint-based filtering* karena dapat belajar dari pengalaman pengguna sebelumnya dan memberikan rekomendasi yang lebih kontekstual. Metode ini sering digunakan dalam sistem rekomendasi layanan konsultasi medis, *e-learning*, serta aplikasi edukasi yang membutuhkan adaptasi terhadap preferensi pengguna (Sheketa dkk., 2020).

Proses utama dalam *knowledge-based filtering* dimulai dengan pengumpulan informasi eksplisit dari pengguna mengenai kebutuhan atau preferensi mereka. Sistem kemudian mencocokkan informasi tersebut dengan aturan atau kasus dalam basis pengetahuan menggunakan teknik perhitungan similarity. Dalam pendekatan case-based filtering, metode seperti *weighted sum metric* dapat digunakan untuk mengukur kesamaan antara permintaan pengguna dan kasus sebelumnya .

Dalam pengembangan *game* “Satria Pandawara” di penelitian ini, metode *case-based filtering* digunakan sebagai pendekatan utama dalam sistem rekomendasi pemilihan tempat sampah. *Game* ini bertujuan untuk mengedukasi pemain mengenai pentingnya memilah sampah berdasarkan kategori yang tepat. Dengan menggunakan *case-based filtering*, sistem dapat merekomendasikan tempat sampah yang sesuai berdasarkan keputusan yang telah diambil oleh pemain sebelumnya atau oleh pemain lain dengan pola permainan yang serupa. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk belajar dari pengalaman pemain dan memberikan

rekomendasi yang lebih adaptif sesuai dengan konteks permainan, sehingga meningkatkan efektivitas edukasi dalam *game* ini.

2.6 *Weighted Sum Metric*

Dalam sistem rekomendasi *knowledge-based filtering*, pendekatan *case-based reasoning* sering digunakan untuk memberikan rekomendasi berdasarkan pengalaman kasus sebelumnya. Salah satu metode dalam *case-based filtering* untuk mengukur kesamaan adalah *weighted sum metric*, yang menentukan relevansi antara kasus baru dengan kasus yang telah ada berdasarkan bobot dari setiap atribut yang dibandingkan. Metode ini bekerja dengan menghitung kesamaan antara kasus baru dan kasus sebelumnya menggunakan kombinasi dari berbagai fitur yang diberikan bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya dalam proses pengambilan keputusan. Menurut Rindri dkk., 2020, teknik pembobotan ini membantu dalam meningkatkan akurasi rekomendasi dengan menyesuaikan bobot atribut sesuai dengan kebutuhan pengguna. Senada dengan itu, Gu, Liang, & Zhao, 2017 menjelaskan bahwa pendekatan berbasis pembobotan heterogen dalam *Weighted Sum Metric* dapat meningkatkan fleksibilitas sistem rekomendasi dalam berbagai domain aplikasi.

Metode *weighted sum metric* menggabungkan berbagai atribut dalam suatu perhitungan kesamaan dengan mempertimbangkan bobot yang diberikan pada masing-masing atribut. Formula umum yang digunakan dalam metode ini adalah:

$$Sim(t, c) = \sum (W * S) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

t = kasus target

c = kasus yang dibandingkan

W = bobot atribut

S = nilai kesamaan antara atribut yang dibandingkan

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Safitri dkk., 2023, metode ini telah diterapkan pada sistem rekomendasi produk sepatu di Solo Sepatu untuk membantu pelanggan memilih sepatu sesuai dengan keinginan mereka tanpa harus memilih secara langsung.

Selain itu, perhitungan bobot dalam *weighted sum metric* dapat dikombinasikan dengan pendekatan berbasis aturan dalam sistem rekomendasi. Dalam penelitian yang dilakukan pada sistem rekomendasi tujuan wisata, penggunaan bobot dinamis yang disesuaikan dengan preferensi pengguna terbukti meningkatkan relevansi rekomendasi yang diberikan. Senada dengan itu, Bhavithra & Saradha, 2019 menjelaskan bahwa sistem berbasis *case-based reasoning* dalam rekomendasi berbasis web juga menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan ketika teknik *weighted association rule mining* digunakan bersamaan dengan *weighted sum metric*.

Dalam game “Satria Pandawara”, metode *weighted sum metric* diterapkan dalam sistem rekomendasi pemilihan tempat sampah untuk menilai kesesuaian tempat sampah berdasarkan berbagai faktor, seperti jenis sampah, kondisi lingkungan, dan keputusan sebelumnya dari pemain lain. Dengan penggunaan metode ini, sistem dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat berdasarkan pengalaman kasus yang telah ada, serta memastikan bahwa preferensi pemain tetap

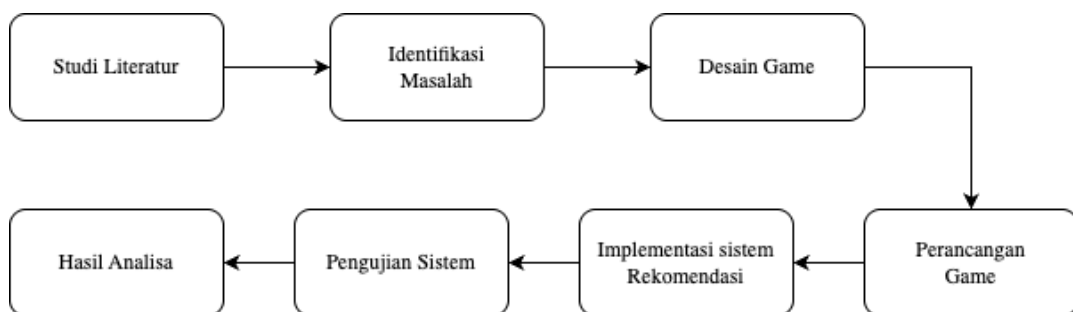
dipertimbangkan dalam setiap rekomendasi yang diberikan. Penerapan teknik ini sejalan dengan penelitian Safitri dkk., 2023, yang menunjukkan bahwa strategi pembobotan dalam sistem berbasis CBR dapat meningkatkan efektivitas rekomendasi dalam berbagai domain, termasuk dalam konteks edukasi dan lingkungan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rencana atau kerangka kerja yang digunakan untuk mengumpulkan, mengukur, dan menganalisis data yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian. Dalam konteks penelitian yang membahas penerapan metode *Knowledge-Based Filtering* untuk pemilihan tempat sampah pada *game*, desain penelitian ini akan fokus pada bagaimana sistem berbasis pengetahuan dapat digunakan untuk membantu pemain dalam memilah jenis sampah ke dalam tempat sampah yang sesuai berdasarkan kategori yang telah ditentukan (organik, anorganik, dan B3). Alur penelitiannya ditunjukkan oleh Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Desain Penelitian

- Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan studi literatur terhadap topik-topik yang berhubungan dengan penelitian untuk memahami topik-topik tersebut lebih dalam. Topik tersebut antara lain: perancangan game 3D menggunakan *Unity*, sistem rekomendasi, *knowledge-based filtering*, dan penelitian terkait.

- Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, masalah penelitian yang diangkat adalah belum diterapkannya sistem rekomendasi *item* menggunakan metode *Knowledge-Based Filtering*, serta bagaimana metode tersebut dapat diimplementasikan untuk memberikan rekomendasi tempat sampah dalam *game*.

- Desain *Game*

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

- Perancangan *Game*

Pada tahap ini, konsep desain *game* yang telah direncanakan diwujudkan ke dalam bentuk *game*. Proses ini akan dirancang menggunakan *game unity engine 3D*.

- Implementasi Sistem Rekomendasi

Selanjutnya, ketika *game* sudah terbentuk pada tahap ini sistem rekomendasi menggunakan *Knowledge-Based Filtering* yang sudah disusun akan diimplementasikan ke dalam *game*.

- Pengujian *Game*

Pada tahap ini, pengujian akan dilakukan dengan melibatkan pemain yang telah memainkan *game* untuk mengevaluasi seberapa efektif, efisien, dan memuaskan pengalaman pengguna. Evaluasi dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)*.

- Hasil Analisa

Setelah seluruh proses selesai, hasil penelitian dapat disusun dan dilaporkan dalam bentuk laporan. Di bagian ini, kesimpulan dari penelitian dan pengujian game akan dipaparkan.

3.2 Perancangan *Game* “Satria Pandawara”

Game yang dirancang adalah permainan petualangan tiga dimensi dengan tema edukasi lingkungan. Pemain akan berperan sebagai seorang individu yang memiliki tugas untuk menyelesaikan misi di berbagai lokasi, seperti lingkungan rumah dan area sekitar sungai. Setiap misi memiliki tujuan yang harus dicapai, seperti mengumpulkan jenis sampah tertentu, mencapai jumlah sampah yang ditargetkan, atau membersihkan area dalam waktu yang telah ditentukan. Mekanisme permainan dirancang untuk memberikan pengalaman edukatif sekaligus tantangan bagi pemain, dengan tingkat kesulitan yang disesuaikan berdasarkan karakteristik setiap lokasi.

3.2.1 Alur Cerita *Game* “Satria Pandawara”

Game “Satria Pandawara” merupakan permainan edukatif bertema lingkungan yang dirancang untuk mengasah kesadaran dan pengetahuan pemain mengenai pengelolaan sampah yang tepat. Pemain berperan sebagai seorang pahlawan lingkungan yang memiliki misi menyelamatkan bumi dari kerusakan lingkungan akibat sampah yang tidak terkelola dengan baik. Dalam permainan ini,

pemain akan memasuki area lingkungan sungai yang akan dipenuhi dengan sampah yang berserakan.

Pemain dimulai dengan tampilan misi yang menjelaskan target yang harus dikumpulkan, baik jenis organik anorganik, maupun B3. Setelah itu, pemain akan menjelajahi area lingkungan untuk menemukan berbagai jenis sampah dan tempat sampah yang tersebar secara acak. Pemain harus mengambil sampah kemudian mengidentifikasi jenis sampah, lalu memilih sampah yang tepat berdasarkan kategori, kapasitas, dan jaraknya.

Unsur edukasi dalam permainan ini diperkuat dengan adanya sistem rekomendasi yang akan menyarankan tempat sampah terbaik berdasarkan algoritma penilaian. Dengan begitu, pemain belajar pentingnya memilah dan membuang sampah sesuai jenis dan kondisi lingkungan sekitar. Gambar 3.2 menampilkan visualisasi tempat sampah yang tersedia, lengkap dengan *highlight* untuk membantu pengambilan keputusan.



Gambar 3 2 Visualisasi Tempat Sampah

Setiap tindakan membuang sampah akan memengaruhi skor edukatif pemain. Skor akan meningkat jika sampah dibuang dengan benar, dan berkurang jika salah.

Pemain juga mencatat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan misi, yang nantinya memengaruhi hasil akhir. Jika pemain membuang sampah ke tempat sampah yang benar secara kategori tetapi tidak sesuai dengan rekomendasi sistem, maka pemain tetap mendapatkan skor edukatif namun akan dikenai penalti berupa *delay* waktu tambahan. *Delay* ini disimulasikan sebagai waktu proses pembuangan yang lebih lambat, mencerminkan konsekuensi dari keputusan yang kurang efisien. Data total *delay* waktu ini akan direkam dan dievaluasi di akhir permainan, untuk menentukan apakah pemain mengikuti rekomendasi atau tidak. Sistem ini secara tidak langsung mengajarkan pentingnya efisiensi dalam pengelolaan sampah dan dampak dari ketidaksesuaian tindakan terhadap hasil akhir.

Setiap keputusan dan interaksi selama permainan “Satria Pandawara” secara langsung memengaruhi hasil akhir yang ditentukan melalui dua hal utama, yaitu pemain akan memperoleh *reward* berupa panel kemenangan apabila berhasil menyelesaikan misi dengan benar, yaitu mengumpulkan semua jenis sampah sesuai target dan mencapai skor edukatif minimal 100 poin. Selain itu, skor gabungan akhir yang merupakan akumulasi antara skor edukatif dan sisa waktu juga ditampilkan, disertai visualisasi bintang (1–3) sebagai simbol tingkat keberhasilan. Evaluasi performa turut disajikan dalam bentuk analisis strategi pemain, termasuk informasi apakah pemain mengikuti sistem rekomendasi atau tidak, berdasarkan total *delay*. Sebagai bentuk apresiasi, pemain yang berhasil juga dapat melanjutkan ke level berikutnya dengan tantangan yang meningkat. Sebaliknya, *punishment* diberikan dalam bentuk panel kekalahan jika pemain gagal menyelesaikan misi akibat waktu habis atau skor yang rendah. Pemain juga akan menerima

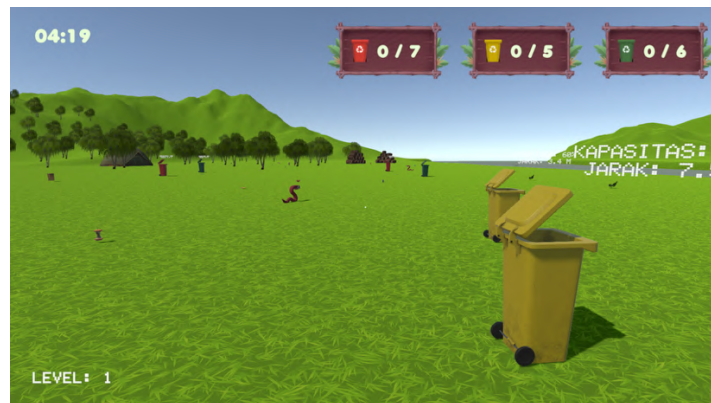
pengurangan skor apabila salah dalam memilah sampah atau tidak mengikuti rekomendasi sistem. *Delay* penalti diberlakukan jika sampah dibuang ke tempat yang sesuai kategori namun tidak direkomendasikan, sehingga memengaruhi performa akhir. Dalam kondisi tertentu, kegagalan total akan mengakibatkan misi diulang dari awal, mengajarkan pentingnya ketelitian, efisiensi, dan kepatuhan terhadap sistem edukatif yang disediakan. Gambar 3.3 menunjukkan hasil akhir permainan yang menampilkan skor, waktu tersisa, dan pendapatan bintang.



Gambar 3.3 Panel Menang dan Kalah

Dalam perjalanan menyelesaikan misi, permainan juga harus menghindari rintangan dan gangguan ular yang ada secara acak di area permainan. Adanya sistem acak pada penempatan sampah, dan tempat sampah menjadikan setiap permainan unik, serta menantang. Gambar 3.4 menunjukkan visualisasi area

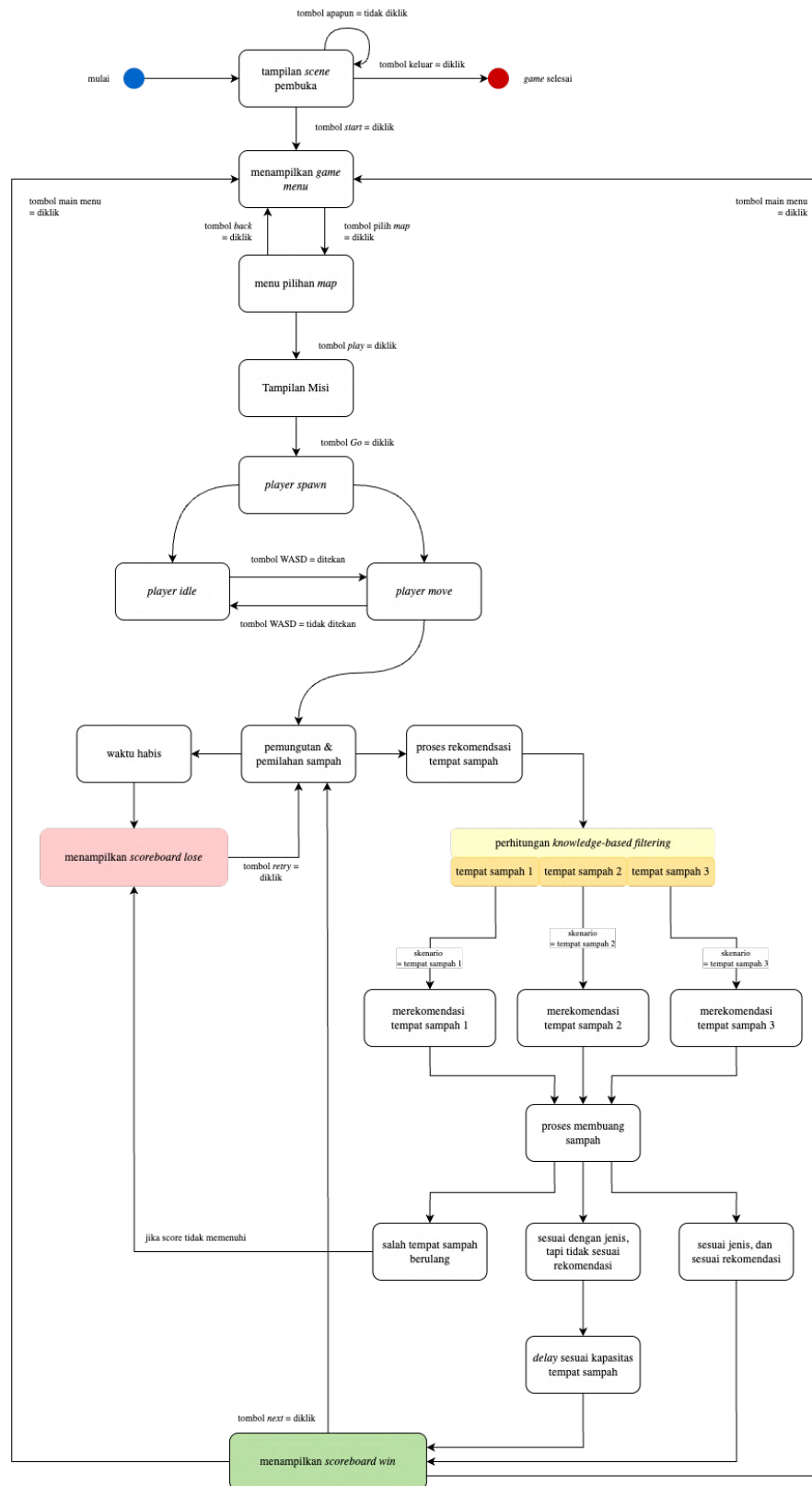
permainan dengan berbagai objek dinamis yang memperkuat nuansa eksplorasi lingkungan.



Gambar 3.4 Visualisasi Area Permainan

Melalui peran sebagai pahlawan lingkungan, *game* “Satria Pandawara” tidak hanya memberikan pengalaman bermain yang seru, tetapi juga menyisipkan nilai-nilai penting tentang kebersihan, tanggung jawab lingkungan, dan pentingnya edukasi melalui pendekatan interaktif berbasis permainan. *Game* ini membentuk karakter pemain yang peduli, cepat mengambil keputusan, serta mampu menghadapi tantangan secara strategis dan edukatif.

Untuk memudahkan pemahaman alur kerja rekomendasi tersebut, diagram alur kerja disusun dalam bentuk *Finite State Machine* (FSM), yang menggambarkan setiap tahapan interaksi pemain dalam memilih tempat sampah, baik secara manual maupun melalui rekomendasi yang disediakan. Diagram FSM ini memberikan gambaran visual mengenai langkah-langkah yang dilalui pemain dalam memanfaatkan fitur rekomendasi tempat sampah dalam *game*, dengan tujuan untuk memastikan pemain dapat memilah sampah dengan tepat sesuai dengan kategori tempat sampah yang relevan (Organik, Anorganik, dan B3).



Gambar 3.5 Finite State Machine

Permainan dimulai dengan halaman utama yang menampilkan pilihan menu seperti “Pilih *Map*”, “*Tutorial*”, “*Setting*”, dan “*Quit*”. Pada menu *Pilih Map*, pemain dapat memilih area yang ingin dijelajahi, seperti Lingkungan Rumah atau Tepi Sungai. Setiap map memiliki tantangan dan tingkat kesulitan yang berbeda, tergantung pada karakteristik area dan jenis sampah yang harus dikumpulkan. Setelah memilih map, pemain akan menerima informasi terkait area tersebut, termasuk jenis sampah yang akan dihadapi (organik, anorganik, atau B3), jumlah target sampah yang harus dikumpulkan, dan waktu yang diberikan untuk menyelesaikan misi. Berdasarkan informasi tersebut, pemain akan memilih tempat sampah yang sesuai dalam *game*.

Pada tahap ini, sistem rekomendasi *Knowledge-Based Filtering* sudah aktif, sehingga pemain tidak hanya memilih tempat sampah secara manual berdasarkan pemahaman mereka, tetapi juga menerima rekomendasi *real-time* dari sistem. Setelah pemain memilih tempat sampah, sistem akan langsung menghitung *similarity score* dan memberikan *pop-up* notifikasi yang memberi tahu apakah tempat sampah yang dipilih sudah sesuai atau tidak. Jika tempat sampah yang dipilih tidak tepat, seperti memilih Tempat Sampah Organik (T1) untuk sampah Kertas, sistem akan memberikan peringatan yang mengatakan, "Sampah Kertas seharusnya dibuang ke Tempat Sampah Anorganik," dan juga menampilkan rekomendasi alternatif, seperti "Rekomendasi: Tempat Sampah Anorganik." Pemain dapat memilih untuk mengikuti rekomendasi yang diberikan atau mencoba memilih tempat sampah lain sesuai dengan preferensi mereka.

Setelah itu, pemain akan diarahkan langsung ke area permainan yang telah dipilih dan dapat mulai mengumpulkan sampah. Pemain dapat bergerak bebas menggunakan tombol WASD dan mengambil sampah dengan menekan tombol E. Selama permainan berlangsung, sistem akan terus memberikan *feedback* instan berdasarkan pilihan tempat sampah yang dibuat pemain, serta menganalisis apakah pemilahan sampah yang dilakukan sudah tepat atau perlu diperbaiki.

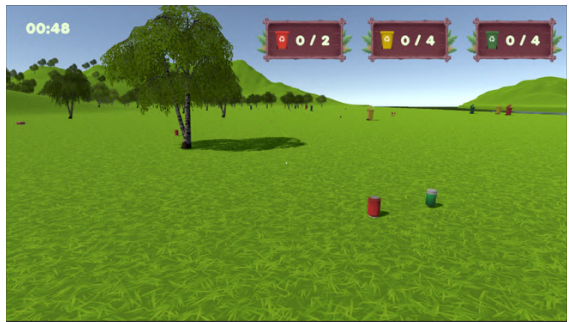
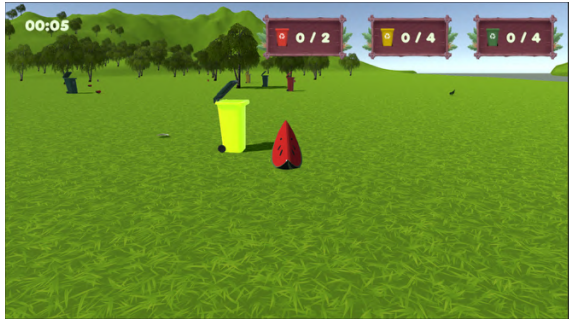
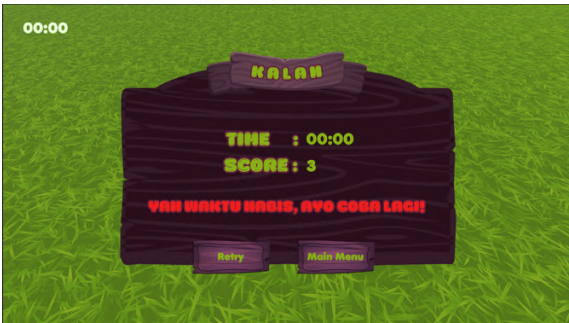
Tantangan utama dalam permainan adalah bagaimana pemain dapat mengelola waktu dengan baik sambil memilih tempat sampah yang tepat untuk mengumpulkan berbagai jenis sampah seperti sampah kertas, plastik, daun, sampah rumah tangga, sampah medis, sampah berbahaya dan lain-lain. Setiap jenis sampah memiliki karakteristik tertentu yang mempengaruhi pemilihan tempat sampah, misalnya sampah berbahaya yang memerlukan tempat sampah B3 untuk dibuang dengan aman. Antarmuka permainan menampilkan indikator penting, seperti jumlah sampah yang terkumpul, target sampah yang harus dikumpulkan, dan waktu yang tersisa, sehingga pemain dapat memantau kemajuan mereka selama permainan.

Jika pemain gagal mencapai target pengumpulan sampah sebelum waktu habis, mereka akan melihat layar "Board Score Gagal" yang menampilkan hasil permainan dan analisis performa. Pemain dianggap berhasil menyelesaikan misi jika mereka berhasil mengumpulkan jumlah sampah yang ditargetkan sebelum waktu habis. Setelah misi selesai, pemain dapat melanjutkan ke *map* lain atau mencoba kembali dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi, memberikan pengalaman bermain yang semakin menantang dan kesempatan untuk

meningkatkan keterampilan dalam memilih tempat sampah yang tepat dan mengelola waktu.

Tabel 3.1 *Storyboard*

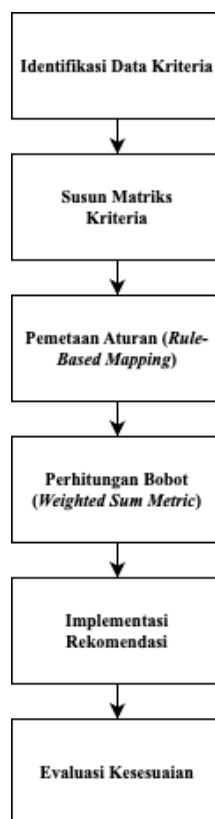
No	Gambar	Keterangan
1.		Pertama kali masuk ke dalam <i>game</i> , pemain akan diberikan tampilan awal yang terdiri dari tombol dengan teks “ <i>Tap To Start</i> ” pada bagian Tengah bawah yang berfungsi sebagai tombol menuju Main Menu.
2.		Pada tampilan Main Menu, pemain akan di tampilkan beberapa tombol meliputi “Pilih Map”, “Tutorial”, “Setting”, dan juga tombol “Quit”. Untuk memulai permainan, pemain dapat memilih tombol “Pilih Map”.
3.		Tampilan ini akan muncul setelah pemain menekan tombol “Pilih Map”.
4.		Tampilan ini merupakan bagian dari <i>scene</i> Sungai.

No	Gambar	Keterangan
5.		Kemudian ini merupakan tampilan dari scene lingkungan rumah.
6.		Setelah itu pemain akan bermain dalam pemilihan pada tempat sampah.
7.		Berikut adalah tampilan highlight menyala disaat rekomendasi tempat sampah sedang bekerja.
8.		Tampilan ini merupakan <i>Board Score Lose</i>, jika pemain kehabisan waktu dan gagal mencapai target.

No	Gambar	Keterangan
9.		Kemudian ini adalah tampilan <i>Board Score Win</i> , jika pemain berhasil mencapai target pengambilan sampah.

3.2.2 Alur *Knowledge-Based Filtering*

Berikut menggambarkan langkah-langkah detail dari perhitungan metode *Knowledge-Based Filtering* dalam *game*.



Gambar 3.6 Skenario Perhitungan *Knowledge-Based Filtering*

Pada perhitungan *Knowledge-Based Filtering* dalam *game*, tahap pertama adalah mengidentifikasi data kriteria yang relevan, seperti jenis sampah, kategori

tempat sampah, kapasitas, dan jarak ke tempat sampah, yang bisa diperoleh dari aturan eksplisit atau preferensi pemain. Setelah data tersebut terkumpul, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks kriteria yang memuat hubungan antara jenis sampah yang dibuang dan tempat sampah yang sesuai, serta karakteristik sampah seperti kategori dan kapasitas.

Sistem kemudian menerapkan pemetaan aturan berbasis pengetahuan untuk mencocokkan jenis sampah dengan kategori tempat sampah yang tepat. Setelah itu, dilakukan perhitungan bobot dengan menggunakan rumus *weighted sum metric* yang mempertimbangkan berbagai faktor, seperti kategori, jarak, dan kapasitas, di mana semakin tinggi skor tersebut, semakin relevan tempat sampah tersebut untuk jenis sampah yang dibuang. Berdasarkan skor yang dihitung, sistem akan mengevaluasi dan memilih tempat sampah dengan nilai tertinggi sebagai rekomendasi yang paling sesuai.

Sebagai bagian dari pengujian sistem, dilakukan evaluasi kesesuaian untuk menilai seberapa tepat sistem dalam memberikan rekomendasi serta sejauh mana pemain mengikuti rekomendasi tersebut. Evaluasi kesesuaian diukur dengan membandingkan jumlah tindakan pemain yang sesuai dengan saran sistem terhadap total aktivitas pembuangan sampah. Semakin tinggi jumlah rekomendasi yang diikuti dengan benar, semakin tinggi pula tingkat kesesuaian sistem, yang secara tidak langsung mencerminkan tingkat akurasi dan peran sistem dalam meningkatkan kualitas pengalaman belajar.

Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya membantu pemain membuang sampah ke tempat yang benar, tetapi juga mendorong pembelajaran aktif melalui pengalaman interaktif yang menekankan pentingnya pemilahan yang tepat. Evaluasi kesesuaian menjadi indikator utama keberhasilan implementasi metode *Knowledge-Based Filtering* dalam game edukasi ini.

3.3 Rancangan Perhitungan *Knowledge-Based Filtering*

Bagian ini akan membahas langkah-langkah perhitungan manual *Knowledge-Based Filtering* untuk mendapatkan rekomendasi tempat sampah yang sesuai. Kita akan menggunakan contoh data yang sesuai dengan tabel *item* dan kriteria tempat sampah.

3.3.1 Pemetaan Jenis Sampah

Pada sistem pemilahan sampah yang diterapkan dalam game ini, pemetaan jenis sampah ke dalam kategori Organik, Anorganik, dan B3 merupakan langkah penting dalam menentukan tempat sampah yang sesuai untuk setiap jenis sampah yang dibuang oleh pemain. Pemetaan ini bertujuan untuk membantu pemain dalam memilah sampah dengan benar sesuai dengan kategori yang telah ditentukan.

Tabel 3.2 Karakteristik Jenis Sampah

No.	Nama Item	Kategori Sampah	Rekomendasi Tempat Sampah
1.	Kaleng Penyok	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
2.	Kaleng Minum	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
3.	Botol Kaca	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
4.	<i>Paper Bag</i>	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
5.	Koran	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
6.	Sampah Plastik 1	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
7.	Sampah Plastik 2	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
8.	Sampah Plastik 3	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
9.	Obat 1	B3	Tempat Sampah B3
10.	Obat 2	B3	Tempat Sampah B3
11.	<i>Battery</i>	B3	Tempat Sampah B3
12.	Box P3K	B3	Tempat Sampah B3

No.	Nama Item	Kategori Sampah	Rekomendasi Tempat Sampah
13.	Semangka	Organik	Tempat Sampah Organik
14.	<i>Apple</i>	Organik	Tempat Sampah Organik
15.	Pizza	Organik	Tempat Sampah Organik

Tabel 3.2 di atas menjelaskan berbagai jenis sampah yang terdapat dalam game beserta kategori karakteristiknya yang terbagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu Organik, Anorganik, dan B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Setiap jenis sampah diklasifikasikan berdasarkan sifat dan bahaya yang mungkin ditimbulkan jika tidak dikelola dengan benar.

Kategori Organik meliputi sampah yang mudah terurai secara alami, seperti sisa makanan, daun kering, dan kayu. Sampah organik ini biasanya dapat dijadikan kompos dan memiliki dampak lingkungan yang lebih ringan jika dipilah dan dikelola secara tepat. Kategori Anorganik mencakup sampah yang tidak mudah terurai dan memerlukan proses daur ulang atau pengelolaan khusus, seperti kertas, plastik, kaca, dan logam. Sampah anorganik ini berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dibuang pada tempat yang sesuai. Kategori B3 terdiri dari sampah yang bersifat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, seperti baterai, lampu neon, dan obat kadaluwarsa. Sampah jenis ini membutuhkan penanganan khusus agar tidak menimbulkan risiko kontaminasi atau kerusakan lingkungan.

Pemetaan jenis sampah ini menjadi dasar penting dalam mekanisme permainan agar pemain dapat memahami dan menerapkan prinsip pemilahan sampah dengan benar sesuai dengan kategori masing-masing.

3.3.2 Pengumpulan Data Pemain

Pada tahap perhitungan *Knowledge-Based Filtering* dalam *game* pemilahan sampah, data yang digunakan untuk perhitungan kemiripan antara jenis sampah yang dibuang pemain dan tempat sampah yang tersedia sangat penting untuk menghasilkan rekomendasi yang akurat. Data yang akan digunakan untuk proses perhitungan ini berfungsi untuk mensimulasikan data yang akan digunakan dalam *game* dan membantu dalam evaluasi dan pengujian sistem.

Tabel 3.3 Data Sampah yang Dibuang Oleh Pemain

ID Sampah	Jenis Sampah	Karakteristik Sampah
S1	<i>Paper Bag</i>	Anorganik
S2	Plastik	Anorganik
S3	Pizza	Organik
S4	Battery	B3
S5	Botol Kaca	Anorganik
S6	Semangka	Organik

Tabel 3.4 Data Tempat Sampah dalam *Game*

ID Tempat Sampah	Kategori Tempat Sampah	Kapasitas (%)	Jarak ke Pemain (m)
T1	Organik	50	3
T2	Anorganik	80	5
T3	B3	90	7
T4	Anorganik	40	2
T5	Organik	70	6
T6	Anorganik	60	4
T7	B3	30	8
T8	Organik	90	2
T9	Anorganik	90	6
T10	B3	80	5

Pada Tabel 3.3 menunjukkan berbagai jenis sampah yang akan dibuang oleh pemain selama permainan berlangsung, lengkap dengan kategori atau karakteristik sampah tersebut, seperti organik, anorganik, dan B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Data ini menjadi acuan utama dalam proses perhitungan sistem

rekomendasi untuk menentukan tempat sampah yang paling tepat bagi setiap jenis sampah yang dibawa pemain.

Sementara itu, Tabel 3.4 menggambarkan daftar tempat sampah yang tersedia dalam game beserta atribut penting yang memengaruhi keputusan pemilihan, yaitu kategori tempat sampah, kapasitas atau tingkat kekosongan tempat sampah dalam persen, serta jarak tempat sampah tersebut dari posisi pemain saat itu. Ketiga atribut ini digunakan sebagai kriteria utama dalam algoritma *Knowledge-Based Filtering*.

Pada proses perhitungan, kategori tempat sampah menjadi faktor utama karena harus sesuai dengan jenis sampah yang dibawa pemain. Kapasitas tempat sampah juga berperan penting agar sistem merekomendasikan tempat sampah yang masih cukup ruang untuk menampung sampah baru, sehingga menghindari rekomendasi tempat sampah yang sudah penuh. Selain itu, jarak tempat sampah terhadap pemain dipertimbangkan untuk memberikan rekomendasi yang praktis dan efisien, sehingga pemain tidak perlu berjalan terlalu jauh untuk membuang sampah.

Dengan adanya data lengkap ini, sistem dapat melakukan evaluasi dan perhitungan kemiripan antara sampah yang dibawa pemain dengan seluruh tempat sampah yang ada, kemudian memberikan pilihan tempat sampah sesuai yang memiliki nilai kecocokan tertinggi berdasarkan ketiga kriteria tersebut.

3.3.3 Matriks Kriteria

Berdasarkan data diatas, matriks ini akan menunjukkan hubungan antara sampah yang dibuang pemain dan tempat sampah yang tersedia berdasarkan kriteria-kriteria yang relevan.

Tabel 3.5 Matriks Kriteria

ID Sampah / Tempat Sampah	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
S1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
S2	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
S3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
S4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
S5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
S6	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Kolom Kategori Tempat Sampah menunjukkan nilai 0 jika jenis sampah tidak cocok dengan kategori tempat sampah, dan nilai 1 jika jenis sampah cocok dengan kategori tempat sampah.

3.3.4 Menentukan Bobot untuk Masing-Masing Faktor

Dalam pemilihan tempat sampah berbasis *Knowledge-Based Filtering*, diperlukan pembobotan terhadap setiap kriteria penilaian agar sistem dapat memberikan rekomendasi yang paling sesuai. Penentuan bobot dilakukan berdasarkan penalaran logis yang mempertimbangkan konteks penggunaan sistem dalam game, serta tujuan utama dari sistem itu sendiri, yaitu melatih pemain dalam pemilahan sampah yang benar dan efisien.

Tabel 3.6 Nilai Bobot

W_1	W_2	W_3
0.5	0.2	0.3

- W_1 (Bobot Kategori Cocok): Kategori tempat sampah diberikan bobot terbesar yaitu 0.5 karena merupakan faktor yang paling penting dalam proses pemilahan sampah. Ketepatan membuang sampah ke jenis tempat sampah

yang sesuai (Organik, Anorganik, atau B3) merupakan tujuan utama dalam game edukasi ini.

- W_2 (Bobot Kapasitas): Kapasitas menunjukkan seberapa penuh tempat sampah tersebut. Dalam sistem ini, kapasitas belum menjadi faktor pembatas yang ketat (misalnya, pemain masih bisa buang ke tempat yang 80% penuh). Selama tempatnya belum 100% penuh, masih dianggap layak pakai. Karena itu, kapasitas diberikan bobot paling rendah yaitu 0.2, cukup untuk membuat sistem lebih selektif, tapi tidak mengabaikan pilihan yang sebenarnya masih bisa dipakai
- W_3 (Bobot Jarak): Jarak berperan penting dalam aspek kenyamanan dan efisiensi. Pemain harus bergerak secara manual dalam area permainan untuk membuang sampah ke lokasi tertentu. Maka, jarak diberi bobot 0.3, cukup besar untuk memengaruhi rekomendasi, terutama ketika ada dua tempat sampah dengan kategori yang sama dan kapasitas yang mirip.

3.3.5 Menyusun Perhitungan Bobot (*Weighted Sum Metric*)

Untuk menentukan tempat sampah yang paling sesuai dengan jenis sampah yang sedang dibuang oleh pemain, sistem menggunakan metode *Weighted Sum Metric*. Perhitungan ini didasarkan pada tiga atribut kriteria, yaitu kecocokan kategori, kapasitas tempat sampah, dan jarak. Masing-masing kriteria diberi bobot tertentu untuk menunjukkan tingkat kepentingannya dalam mengambil keputusan.

Rumus perhitungan *weighted sum metric*, sebagai berikut:

$$Sim = W_1 \times Kategori Cocok + W_2 \times Kapasitas + W_3 \times Jarak \quad (3.1)$$

Keterangan:

- Kategori Cocok (W_1): Jika jenis sampah sesuai dengan kategori tempat sampah, maka nilai kategori cocok adalah 1, jika tidak cocok, maka nilainya adalah 0.
- Kapasitas (W_2): Kemiripan berdasarkan kapasitas dihitung dengan rumus $\frac{100 - \text{Kapasitas}}{100}$. semakin kosong tempat sampah, semakin tinggi kemiripannya.
- Jarak (W_3): Kemiripan berdasarkan jarak dihitung dengan rumus $\frac{1}{1 + \text{Jarak}}$. semakin dekat tempat sampah, semakin tinggi nilai kemiripannya.

3.4 Menghitung Skor Rekomendasi Tempat Sampah

Tahap berikutnya adalah mencocokkan jenis sampah yang dibuang oleh pemain dengan tempat sampah yang sesuai berdasarkan skor akhir yang dihitung. Hal ini akan menghasilkan rekomendasi tempat sampah yang sesuai untuk sampah yang dibuang. Mari kita lihat data sampah pada tabel 3.2 untuk sampah *paper bag* yang dibuang oleh pemain. Di sini, kita memiliki tiga tempat sampah dengan kategori yang berbeda: T1 (organik), T2 (anorganik), dan T3 (B3).

Menentukan Kategori Cocok (W_1)

- Sampah *Paper Bag* termasuk dalam kategori **Anorganik**, jadi hanya T2 (anorganik) yang cocok dengan sampah ini.
- Nilai Kategori Cocok untuk T2 adalah 1, sedangkan untuk T1 dan T3 adalah 0.

Menghitung Hasil Kapasitas (W_3)

- T1 : Kapasitas 50% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 50}{100} = 0.5$
- T2 : Kapasitas 80% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 80}{100} = 0.2$
- T3 : Kapasitas 90% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 90}{100} = 0.1$
- T4 : Kapasitas 40% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 40}{100} = 0.6$
- T5 : Kapasitas 70% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 70}{100} = 0.3$
- T6 : Kapasitas 60% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 60}{100} = 0.4$
- T7 : Kapasitas 30% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 30}{100} = 0.7$
- T8 : Kapasitas 90% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 90}{100} = 0.1$
- T9 : Kapasitas 90% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 90}{100} = 0.1$
- T10 : Kapasitas 80% $\rightarrow \text{Sim} = \frac{100 - 80}{100} = 0.2$

Menghitung Hasil Jarak (W_2)

- T1 : Jarak 3 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 3} = 0.25$
- T2 : Jarak 5 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 5} = 0.16$
- T3 : Jarak 7 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 7} = 0.125$
- T4 : Jarak 2 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 2} = 0.33$
- T5 : Jarak 6 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 6} = 0.142$
- T6 : Jarak 4 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 4} = 0.2$
- T7 : Jarak 8 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1 + 8} = 0.111$

- T8 : Jarak 2 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1+2} = 0.33$
- T9 : Jarak 6 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1+6} = 0.142$
- T10 : Jarak 5 meter $\rightarrow \text{Sim} = \frac{1}{1+5} = 0.16$

Hasil Perhitungan Akhir

- T1 (Organik):

$$(0.5 \times 0) + (0.2 \times 0.5) + (0.3 \times 0.25) = 0 + 0.1 + 0.075 = 0.175$$
- T2 (Anorganik):

$$(0.5 \times 1) + (0.2 \times 0.2) + (0.3 \times 0.16) = 0.5 + 0.04 + 0.048 = 0.588$$
- T3 (B3):

$$(0.5 \times 0) + (0.2 \times 0.1) + (0.3 \times 0.125) = 0 + 0.02 + 0.037 = 0.057$$
- T4 (Anorganik):

$$(0.5 \times 1) + (0.2 \times 0.6) + (0.3 \times 0.33) = 0.5 + 0.12 + 0.099 = 0.719$$
- T5 (Organik):

$$(0.5 \times 0) + (0.2 \times 0.3) + (0.3 \times 0.142) = 0 + 0.06 + 0.042 = 0.102$$
- T6 (Anorganik):

$$(0.5 \times 1) + (0.2 \times 0.4) + (0.3 \times 0.2) = 0.5 + 0.08 + 0.06 = 0.64$$
- T7 (B3):

$$(0.5 \times 0) + (0.2 \times 0.7) + (0.3 \times 0.111) = 0 + 0.14 + 0.033 = 0.173$$
- T8 (Organik):

$$(0.5 \times 0) + (0.2 \times 0.1) + (0.3 \times 0.33) = 0 + 0.02 + 0.099 = 0.119$$
- T9 (Anorganik):

$$(0.5 \times 1) + (0.2 \times 0.1) + (0.3 \times 0.142) = 0.5 + 0.02 + 0.042 = 0.562$$

- T10 (B3):

$$(0.5 \times 0) + (0.2 \times 0.2) + (0.3 \times 0.16) = 0 + 0.04 + 0.048 = 0.088$$

Tabel 3.7 Hasil *Score*

Tempat Sampah	Hasil Score
T1	0.175
T2	0.588
T3	0.057
T4	0.719
T5	0.102
T6	0.64
T7	0.173
T8	0.119
T9	0.562
T10	0.088

Berdasarkan hasil tabel 3.5 diatas, kita dapat melihat bahwa sistem merekomendasikan Tempat Sampah T4 kepada pemain. Tempat Sampah tersebut dipilih karena memiliki skor tertinggi yaitu **0.719**, jika dibandingkan dengan tempat sampah lainnya.

3.5 Rencana Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana kemudahan penggunaan *game* edukasi "Satria Pandawara" sebagai media pembelajaran mengenai pemilahan sampah. Metode yang digunakan dalam pengujian adalah *System Usability Scale* (SUS), yang berfokus pada pengukuran tingkat kepuasan dan kenyamanan pemain dalam menggunakan *game* secara keseluruhan (Karami, Nurhayati, & Arif, 2024). Pengujian ini akan mengukur pengalaman pengguna secara umum, dengan melibatkan 48 partisipan yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti usia antara 14 hingga 25 tahun dan memiliki

pengalaman minimal dalam menggunakan aplikasi atau *game* edukasi berbasis teknologi. Sebelum pengujian dimulai, partisipan diberikan pengantar singkat mengenai *game*, termasuk tujuan penelitian, skenario permainan, dan petunjuk penggunaan *game*. *Tutorial* dasar juga disediakan untuk memastikan setiap partisipan memiliki pemahaman yang sama mengenai cara bermain.

Setelah pengantar sesi, partisipan akan memainkan *game* "Satria Pandawara" selama 10 menit. Selama sesi ini, partisipan akan menjelajahi berbagai peta permainan seperti Lingkungan Rumah dan Tepi Sungai, serta menyelesaikan misi pengumpulan sampah. Fokus utama pengujian adalah untuk mengevaluasi pengalaman bermain secara keseluruhan, termasuk elemen-elemen seperti kemudahan navigasi antarmuka, kejelasan informasi yang ditampilkan, serta pemahaman aturan permainan.

Setelah sesi permainan, partisipan diminta untuk mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari sepuluh pertanyaan dengan skala penilaian 1 hingga 5, di mana 1 berarti sangat "tidak setuju" dan 5 berarti "sangat setuju". Berikut adalah daftar pertanyaan yang diajukan kepada pengguna dan nilai jawabannya:

Tabel 3.8 Pertanyaan *System Usability Scale* (SUS)

No.	Pertanyaan
1.	Saya menikmati <i>game</i> ini dan ingin memainkannya lagi.
2.	<i>Game</i> ini terasa terlalu rumit untuk dimainkan tanpa bantuan.
3.	Saya merasa visual <i>game</i> ini menarik dan menyenangkan.
4.	Saya merasa kesulitan bermain <i>game</i> ini tanpa bantuan orang lain.
5.	Tombol dan kontrol dalam <i>game</i> ini berfungsi dengan baik dan responsif.
6.	Instruksi dan cara bermain <i>game</i> ini terasa membingungkan.
7.	Saya rasa orang lain akan dengan mudah memahami cara bermain <i>game</i> ini.
8.	<i>Game</i> ini terlalu sulit dan membutuhkan usaha lebih untuk dimainkan.
9.	Saya merasa cukup percaya diri untuk memainkan <i>game</i> ini.
10.	Saya merasa perlu mempelajari banyak hal untuk bisa menikmati <i>game</i> ini sepenuhnya.

Tabel 3.9 Nilai Jawaban Kuesioner Skala Likert

No.	Jawaban	Nilai
1.	Sangat Tidak Setuju	1
2.	Tidak Setuju	2
3.	Netral	3
4.	Setuju	4
5.	Sangat Setuju	5

Interpretasi skor SUS dilakukan dengan mengacu pada 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 & Arsa, 2023). Data yang diperoleh dari hasil pengujian akan dianalisis untuk mendapatkan rata-rata skor SUS dari semua partisipan, yang akan memberikan gambaran mengenai efektivitas *game* "Satria Pandawara" sebagai alat edukasi. Analisis ini juga akan memberikan wawasan tentang bagaimana *game* ini dapat mendukung pembelajaran mengenai pengelolaan sampah melalui mekanisme permainan yang interaktif.

Selain itu, umpan balik dari para partisipan akan digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan atau aspek yang perlu diperbaiki, baik dari segi *gameplay* maupun antarmuka pengguna, untuk mendukung pengembangan lebih lanjut dari *game* ini.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Dalam tahap uji coba sistem pemilahan tempat sampah pada game edukasi “Satria Pandawara”, metode *Knowledge-Based Filtering* telah diimplementasikan sebagai pendekatan utama dalam memberikan rekomendasi kepada pemain. Metode ini dirancang untuk membantu pemain memilih tempat sampah yang paling sesuai berdasarkan karakteristik dari sampah yang sering dibawa. Proses rekomendasi dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria yang telah ditetapkan, dan perhitungan sistem rekomendasi dilakukan sesuai dengan desain perhitungan yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya.

4.1.1 Hasil Skenario *Item*

Pada hasil uji coba, dilakukan peroses uji coba menyeluruh terhadap seluruh *item* sampah yang telah dirancang dan dimasukkan ke dalam permainan. Setiap *item* sampah memiliki kategori klasifikasi masing-masing, seperti sampah organik, anorganik, maupun B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Tujuan dari uji coba ini adalah untuk memverifikasi bahwa sistem rekomendasi berbasis pengetahuan *Knowledge-Based Filtering* yang telah diterapkan dalam *game* dapat berfungsi dengan baik dan akurat. Hal ini mencakup kemampuan metode *Knowledge-Based Filtering* dalam mengenali jenis sampah yang diambil oleh pemain, serta memberikan arah dan rekomendasi tempat sampah yang tepat sesuai dengan klasifikasi tersebut. Dengan kata lain, pengujian ini bertujuan untuk memastikan

bahwa sistem mampu menyesuaikan tempat sampah berdasarkan karakteristik item, sehingga pengalaman belajar pemain menjadi lebih terstruktur dan sesuai dengan logika klasifikasi sampah yang berlaku dalam konteks edukasi lingkungan. Berikut adalah tabel skenario *item* yang digunakan dalam *game*:

Tabel 4.1 Kategori Sampah

No.	Nama Item	Kategori Sampah	Rekomendasi Tempat Sampah
1.	Kaleng Penyok	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
2.	Kaleng Minum	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
3.	Botol Kaca	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
4.	<i>Paper Bag</i>	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
5.	Koran	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
6.	Sampah Plastik 1	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
7.	Sampah Plastik 2	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
8.	Sampah Plastik 3	Anorganik	Tempat Sampah Anorganik
9.	Obat 1	B3	Tempat Sampah B3
10.	Obat 2	B3	Tempat Sampah B3
11.	<i>Battery</i>	B3	Tempat Sampah B3
12.	Box P3K	B3	Tempat Sampah B3
13.	Semangka	Organik	Tempat Sampah Organik
14.	<i>Apple</i>	Organik	Tempat Sampah Organik
15.	Pizza	Organik	Tempat Sampah Organik

Setiap *item* dalam tabel 4.1 diuji untuk memastikan Sistem rekomendasi memberikan *highlight* ke tempat sampah yang benar, Sistem memberikan peringatan dan penalti skor apabila item dibuang ke tempat sampah yang salah. Berikut adalah hasil skenario item dan kategori sampah:

1. Kaleng Penyok (Tempat Sampah Anorganik)

Item Kaleng Penyok merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Gambar 4.1 Hasil Rekomendasi *item* Kaleng Penyok

2. Kaleng Minum (Tempat Sampah Anorganik)

Item Kaleng Minum merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 Hasil Rekomendasi *item* Kaleng Minum

3. Botol Kaca (Tempat Sampah Anorganik)

Item Botol Kaca merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Rekomendasi *item Botol Kaca*

4. *Paper Bag* (Tempat Sampah Anorganik)

Item Paper Bag merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Hasil Rekomendasi *item Paper Bag*

5. Koran (Tempat Sampah Anorganik)

Item Koran merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Gambar 4.5 Hasil Rekomendasi *item Koran*

6. Sampah Plastik 1 (Tempat Sampah Anorganik)

Item Sampah Plastik 1 merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil

memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil Rekomendasi *item* Sampah Plastik 1

7. Sampah Plastik 2 (Tempat Sampah Anorganik)

Item Sampah Plastik 2 merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil Rekomendasi *item* Sampah Plastik 2

8. Sampah Plastik 3 (Tempat Sampah Anorganik)

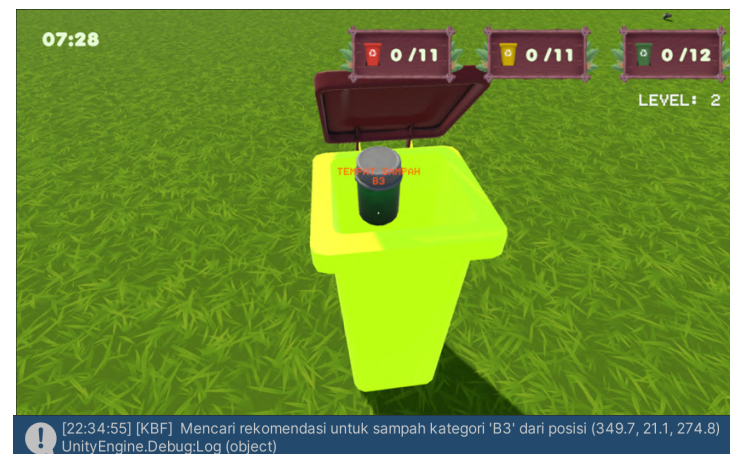
Item Sampah Plastik 3 merupakan jenis sampah anorganik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Anorganik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hasil Rekomendasi *item* Sampah Plastik 3

9. Obat 1 (Tempat Sampah B3)

Item Obat 1 merupakan jenis sampah B3 yang seharusnya dibuang ke tempat sampah B3. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hasil Rekomendasi *item* Obat 1

10. Obat 2 (Tempat Sampah B3)

Item Obat 2 merupakan jenis sampah B3 yang seharusnya dibuang ke tempat sampah B3. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Hasil Rekomendasi *item Obat 2*

11. Baterry (Tempat Sampah B3)

Item Baterry merupakan jenis sampah B3 yang seharusnya dibuang ke tempat sampah B3. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil Rekomendasi *item Baterry*

12. Box P3K (Tempat Sampah B3)

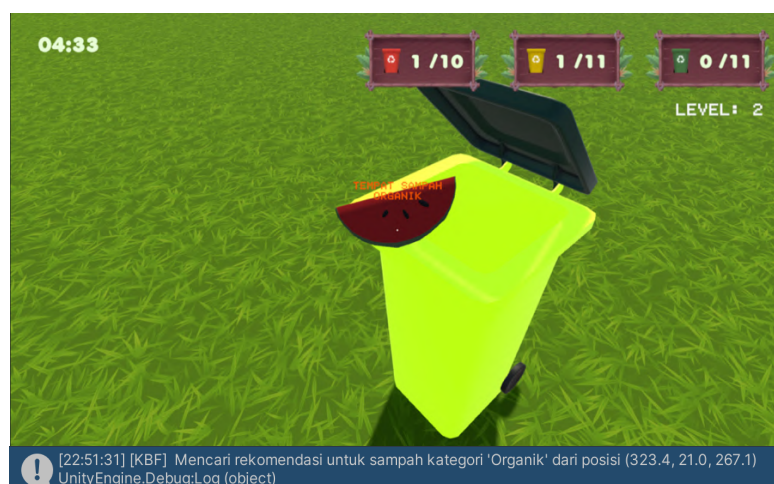
Item Box P3K merupakan jenis sampah B3 yang seharusnya dibuang ke tempat sampah B3. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Hasil Rekomendasi item Box P3K

13. Semangka (Tempat Sampah Organik)

Item Semangka merupakan jenis sampah Organik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Organik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Hasil Rekomendasi *item* Semangka

14. *Apple* (Tempat Sampah Organik)

Item *Apple* merupakan jenis sampah organik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah organik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil Rekomendasi *item Apple*

15. *Pizza* (Tempat Sampah Organik)

Item *Pizza* merupakan jenis sampah Organik yang seharusnya dibuang ke tempat sampah Organik. Pada saat pengujian, sistem berhasil memberikan rekomendasi yang tepat, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Hasil Rekomendasi *item Pizza*

Dari hasil pengujian terhadap berbagai *item* sampah di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem rekomendasi yang diterapkan pada *game* berhasil memberikan panduan yang akurat dan konsisten dalam menentukan tempat sampah yang sesuai dengan kategori sampah tersebut. Sistem tidak hanya mampu meng-*highlight* tempat sampah yang tepat, tetapi juga memberikan peringatan dan penalti skor ketika pemain membuang sampah pada tempat yang salah, sehingga meningkatkan kesadaran pemain untuk selalu mengikuti rekomendasi yang diberikan.

Keberhasilan sistem ini menunjukkan bahwa metode *Knowledge-Based Filtering* yang digunakan mampu mengenali karakteristik sampah dan mencocokkannya dengan kategori tempat sampah yang benar secara efektif.

4.1.2 Implementasi Perhitungan Metode

Dalam implementasi perhitungan metode *Knowledge-Based Filtering* digunakan untuk menentukan tempat sampah yang paling sesuai dengan karakteristik sampah yang sedang dibawa oleh pemain. Proses perhitungan dimulai dengan mengumpulkan data dari seluruh objek tempat sampah yang tersedia dalam lingkungan permainan. Data yang dikumpulkan meliputi tiga aspek utama, yaitu kategori tempat sampah, kapasitas tempat sampah, dan jarak tempat sampah. Selanjutnya, untuk aspek kapasitas tempat sampah dan jarak antara pemain dengan tempat sampah, masing-masing telah memiliki nilai tersendiri sebagai berikut.

Kapasitas Tiap Tempat Sampah (0 = kosong, 1 = penuh)

▼ Kapasitas 9

Element 0	0.3
Element 1	0.8
Element 2	0.5
Element 3	0.4
Element 4	0.6
Element 5	0.7
Element 6	0.2
Element 7	0.8
Element 8	0.5

+

▼ Jarak Simulasi ke Sampah (meter)

▼ Jarak 9

Element 0	2.3
Element 1	4
Element 2	5.5
Element 3	6
Element 4	3.4
Element 5	7.5
Element 6	5
Element 7	8
Element 8	6.6

+

Gambar 4.16 Nilai Kapasitas dan Jarak

Pada gambar 4.1 menunjukkan contoh nilai dari kapasitas tempat sampah dan jarak tempat sampah. Nilai-nilai ini kemudian digunakan sebagai bagian dari perhitungan skor total dalam proses evaluasi tempat sampah yang tersedia. Ketiga aspek tersebut dinilai dan dikonversikan menjadi skor numerik, kemudian dikombinasikan menggunakan pendekatan *Weighted Sum*. Pemrograman logika sistem rekomendasi ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C# yang diintegrasikan langsung ke dalam Unity. Tahap pertama dalam proses ini adalah memanggil seluruh objek tempat sampah yang aktif di dalam permainan. Objek-objek ini dikelompokkan berdasarkan tag “Organik”, “Anorganik”, “B3”. Selanjutnya, setiap objek dievaluasi terhadap tiga aspek penilaian. Berikut adalah potongan kode program untuk mengumpulkan semua tempat sampah:

Pseudocode 4.1

```
// Buat list kosong untuk menyimpan semua tempat sampah
// buat list kosong bernama allBins

// Cari semua GameObject dengan tag "Organik" dan tambahkan ke
// list allBins
cari semua objek di scene dengan tag "Organik"
tambahkan semua objek tersebut ke dalam allBins

// Cari semua GameObject dengan tag "Anorganik" dan tambahkan ke
// list allBins
cari semua objek di scene dengan tag "Anorganik"
tambahkan semua objek tersebut ke dalam allBins

// Cari semua GameObject dengan tag "B3" dan tambahkan ke list
// allBins
cari semua objek di scene dengan tag "B3"
tambahkan semua objek tersebut ke dalam allBins
```

Dalam *pseudocode 4.1* merupakan contoh fungsi yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan seluruh objek tempat sampah dalam *game*. Fungsi ini bertujuan untuk mencari serta menggabungkan semua objek yang memiliki tag Organik, Anorganik, dan B3 ke dalam satu daftar. Proses ini dilakukan agar seluruh tempat sampah yang tersebar di dalam *game* dapat dihimpun dalam satu struktur data, sehingga memudahkan sistem dalam melakukan proses evaluasi dan perhitungan rekomendasi. Setelah seluruh objek berhasil dikumpulkan, setiap tempat sampah kemudian dievaluasi satu per satu menggunakan fungsi perhitungan yang telah dirancang, sebagaimana dijelaskan pada bagian berikut.

Pseudocode 4.2

```
Fungsi EvaluasiTempatSampah(tempatSampah, kategoriSampah,
posisiPemain, keluaranLog)
    Ambil nama tempat sampah → simpan sebagai binName
    Ambil tag tempat sampah → simpan sebagai binTag

    Jika binTag sama dengan kategoriSampah
        Tetapkan categoryScore = 1
    Jika tidak
        Tetapkan categoryScore = 0

    Ambil komponen TrashBin dari tempatSampah → simpan sebagai
    binComponent
```

```

    Jika binComponent ada
        Ambil nilai kapasitas dari binComponent → simpan sebagai
        simulatedCapacity
    Jika tidak ada
        Tetapkan simulatedCapacity sebagai nilai acak antara 0.2
        dan 1.0

    Hitung nilai kapasitasScore = 1 - simulatedCapacity

    Jika binComponent ada dan jarak simulasi > 0
        Tetapkan distance = binComponent.simulatedDistance
    Jika tidak
        Hitung distance = jarak antara posisiPemain dan posisi
        tempat sampah

    Hitung distanceScore = 1 / (1 + distance)
Akhiri Fungsi

```

Dalam *pseudocode* 4.2 ditunjukkan proses evaluasi untuk setiap objek tempat sampah yang telah dikumpulkan sebelumnya. Fungsi ini akan dipanggil secara berulang untuk setiap tempat sampah, dengan tujuan menghitung nilai total skor berdasarkan tiga kriteria penilaian. Setiap kriteria diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya dalam proses pemilahan sampah yang tepat, berikut adalah bobot tempat sampah masing-masing kriteria.

Pseudocode 4.3

```

Inisialisasi Bobot Penilaian

    // Bobot untuk kecocokan kategori
    Tetapkan weightCategory      = 0.5
    // Bobot untuk kapasitas tempat sampah
    Tetapkan weightCapacity      = 0.2
    // Bobot untuk jarak ke pemain
    Tetapkan weightDistance      = 0.3

Akhiri Inisialisasi

```

Evaluasi dilakukan dengan menghitung kesesuaian antara kategori sampah yang sedang dibawa pemain dengan tag tempat sampah yang tersedia. Jika sesuai,

sistem memberikan skor penuh (1.0), sedangkan jika tidak sesuai, skor kategori adalah 0. Skor ini memiliki bobot paling tinggi dalam evaluasi, yaitu sebesar 0.5, karena mencerminkan pentingnya pemilihan jenis sampah yang benar.

Setelah itu, sistem menghitung skor kapasitas dengan cara menyimulasikan seberapa penuh tempat sampah tersebut. Semakin kosong tempat sampah, maka nilainya akan semakin tinggi. Skor kapasitas ini diberi bobot 0.2. Terakhir, dihitung pula skor jarak antara pemain dengan tempat sampah menggunakan rumus $1 / (1 + \text{jarak})$, sehingga semakin dekat lokasi tempat sampah, semakin besar nilai yang diperoleh. Skor jarak ini memiliki bobot 0.3. Setiap tempat sampah kemudian dievaluasi berdasarkan total skor gabungan dari ketiga kriteria tersebut, menggunakan rumus penjumlahan berbobot yaitu *Weighted Sum* sebagai berikut.

Pseudocode 4.4

```

Hitung totalScore =
    (weightCategory × categoryScore)
    + (weightCapacity × capacityScore)
    + (weightDistance × distanceScore)
Kembalikan nilai totalScore
Akhir Fungsi

```

Dalam *pseudocode 4.4* merupakan perhitungan skor yang dilakukan secara otomatis untuk setiap tempat sampah yang aktif di dalam *game*. Sistem kemudian memilih tempat sampah dengan nilai skor tertinggi sebagai alternatif terbaik yang kemudian disimpan sebagai referensi dalam sistem untuk memberikan rekomendasi secara visual kepada pemain. Proses pemilihan terbaik ditangani dalam bagian berikut.

Pseudocode 4.5

```

Fungsi TemukanTempatSampahTerbaik()
    Tetapkan bestBin    = null
    Tetapkan bestScore  = -1

```

```

    Untuk setiap bin dalam allBins lakukan:
        Hitung score dengan memanggil fungsi EvaluateBin(bin,
trashTag, posisiPemain, keluarLog)
        Tampilkan keluarLog di konsol untuk debugging

        Jika score lebih besar dari bestScore maka:
            Tetapkan bestScore = score
            Tetapkan bestBin    = bin
        Akhir Untuk

    (bestBin sekarang berisi tempat sampah dengan skor terbaik)
    Akhir Fungsi

```

Setelah evaluasi selesai, objek tempat sampah dengan nilai tertinggi disimpan dan ditandai dengan *highlight*. Hal ini dilakukan agar pemain dapat melihat secara langsung tempat sampah mana yang paling direkomendasikan berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

4.2 Pengujian Sistem

Setelah sistem berhasil diimplementasikan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa metode *Knowledge-Based Filtering* pada game “Satria Pandawara” dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsionalitas yang diharapkan.

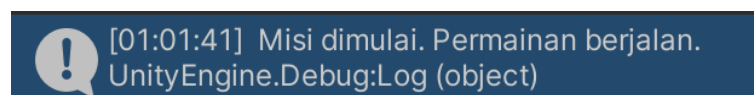
4.2.1 Uji Coba *Game*

Uji coba *game* bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem rekomendasi berbasis *Knowledge-Based Filtering* untuk membantu pemain dalam memilih tempat sampah yang sesuai, serta mengamati pengaruhnya terhadap performa permainan. Pengujian dilakukan dengan melibatkan beberapa pemain, setiap pemain diminta untuk menyelesaikan misi pengumpulan sampah, dengan durasi dan target yang telah ditentukan.

Uji coba *game* dimulai dengan pemberian misi permainan kepada setiap pemain yang mengikuti pengujian. Misi tersebut berupa pengumpulan sampah berdasarkan kategori yang telah ditentukan, yaitu sampah Organik, Anorganik, dan B3. Setiap pemain diberikan target jumlah sampah yang harus di kumpulkan dalam waktu terbatas, dengan tujuan untuk menyelesaikan misi dengan pencapaian target secara optimal dan penggunaan waktu yang efisien.

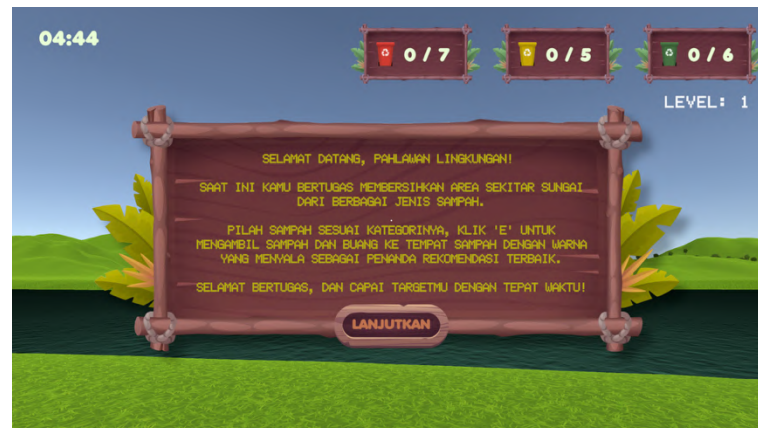


Gambar 4.17 Misi *Game*

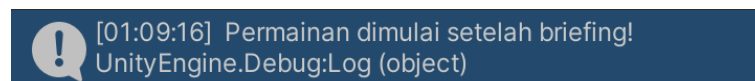


Gambar 4.18 *Debug Log* Ketika Misi Dimulai

Gambar 4.18 menunjukkan tampilan dalam *debug log* bahwa misi yang diberikan telah dimulai. Setelah itu, pada awal sesi pemain diberi briefing singkat mengenai mekanisme permainan, termasuk cara mengambil sampah, memilih tempat sampah, serta bagaimana sistem rekomendasi bekerja untuk membantu menentukan tempat sampah yang tepat.

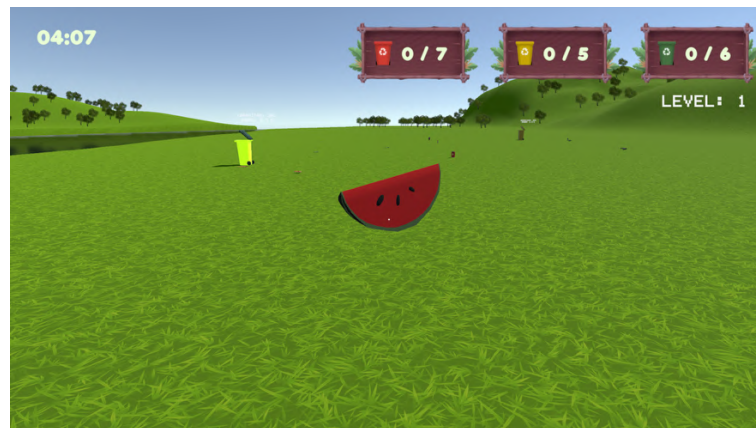


Gambar 4.19 Briefing Game



Gambar 4.20 Debug Log Game Dimulai

Gambar 4.20 menunjukkan tampilan dalam *debug log* bahwa permainan dimulai. Selanjutnya, pemain langsung memasuki arena permainan dan memulai misinya. Selama proses bermain, sistem secara otomatis mengaktifkan fitur *Knowledge-Based Filtering* yang memberikan rekomendasi *real-time* mengenai tempat sampah yang paling sesuai untuk sampah yang telah diambil oleh pemain. Rekomendasi ini ditampilkan melalui indikator visual berupa *highlight* pada tempat sampah, yang memandu pemain agar dapat membuang sampah dengan benar sesuai kategori.



Gambar 4.21 Tampilan Visual *Highlight* Tempat Sampah

Berikut ini adalah penjelasan lebih lengkap mengenai hasil perhitungan rekomendasi yang dilakukan menggunakan metode *Knowledge-Based Filtering*. Metode *Knowledge-Based Filtering* dalam sistem rekomendasi ini bekerja dengan menganalisis berbagai kriteria yang relevan untuk menentukan tempat sampah yang paling tepat bagi setiap jenis sampah yang dibawa oleh pemain.

```
[15:40:22] [KBF] Mencari rekomendasi untuk sampah kategori 'Organik' dari posisi (330.0, 211.1, 254.7)
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Organik' [Tag: Organik] | Kategori: 1.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.00 (terisi 100%) × 0.2 + Jarak: 0.50 (jarak 1.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.65
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_0' [Tag: Organik] | Kategori: 1.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.70 (terisi 30%) × 0.2 + Jarak: 0.30 (jarak 2.30m) × 0.3 → Skor Total: 0.73
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_1' [Tag: Organik] | Kategori: 1.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.20 (terisi 80%) × 0.2 + Jarak: 0.20 (jarak 4.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.60
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_2' [Tag: Organik] | Kategori: 1.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.50 (terisi 50%) × 0.2 + Jarak: 0.15 (jarak 5.50m) × 0.3 → Skor Total: 0.65
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Anorganik' [Tag: Anorganik] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.00 (terisi 100%) × 0.2 + Jarak: 0.50 (jarak 1.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.15
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_3' [Tag: Anorganik] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.60 (terisi 40%) × 0.2 + Jarak: 0.14 (jarak 6.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.16
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_4' [Tag: Anorganik] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.40 (terisi 60%) × 0.2 + Jarak: 0.23 (jarak 3.40m) × 0.3 → Skor Total: 0.15
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_5' [Tag: Anorganik] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.30 (terisi 70%) × 0.2 + Jarak: 0.12 (jarak 7.50m) × 0.3 → Skor Total: 0.10
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'B3' [Tag: B3] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.00 (terisi 100%) × 0.2 + Jarak: 0.50 (jarak 1.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.15
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_6' [Tag: B3] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.80 (terisi 20%) × 0.2 + Jarak: 0.17 (jarak 5.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.21
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_7' [Tag: B3] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.20 (terisi 80%) × 0.2 + Jarak: 0.11 (jarak 8.00m) × 0.3 → Skor Total: 0.07
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] → 'Bin_8' [Tag: B3] | Kategori: 0.00 × 0.5 + Kapasitas: 0.50 (terisi 50%) × 0.2 + Jarak: 0.13 (jarak 6.60m) × 0.3 → Skor Total: 0.14
UnityEngine.Debug.Log (object)
[15:40:22] [KBF] Rekomendasi terbaik: Bin_0 (Tag: Organik, Skor: 0.73)
UnityEngine.Debug.Log (object)
```

Gambar 4.22 Fitur *Knowledge-Based Filtering*

Gambar 4.22 menunjukkan hasil rekomendasi tempat sampah. Setelah pemain berhasil menyelesaikan misi atau berhasil mencapai target pengumpulan sampah yang telah ditentukan dalam permainan, sistem game secara otomatis akan menampilkan tampilan khusus yang berisi hasil skor akhir yang telah diperoleh oleh pemain selama menjalankan misi tersebut.

Tabel 4.2 Uji Coba

Skenario	Keterangan
S1	Taat
S2	Semi Taat
S3	Tidak Mengikuti

1. Uji coba pertama merupakan tipe pemain secara konsisten mengikuti rekomendasi, baik dari segi kategori tempat sampah, kapasitas, maupun jarak. Dalam pengujian, pemain ini selalu membuang sampah sesuai *highlight* yang diberikan oleh sistem *Knowledge-Based Filtering*. Hasilnya waktu *delay* yang dialami sangat minim, karena sistem merekomendasikan tempat sampah yang memiliki perhitungan lebih tinggi.



Gambar 4.23 Uji Coba Pertama

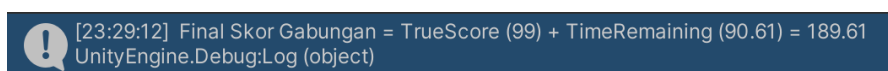
[22:59:41] Final Skor Gabungan = TrueScore (99) + TimeRemaining (125.72) = 224.72
UnityEngine.Debug.Log (object)

Gambar 4.24 Debug Log Hasil Uji Coba Pertama

2. Uji coba kedua merupakan tipe yang sesekali mengikuti rekomendasi, namun juga beberapa kali memilih tempat sampah berdasarkan kemauan sendiri. Misalnya, pada awal permainan, pemain mengikuti *highlight* rekomendasi karena merasa terbantu dengan arahannya. Namun, seiring waktu, ia mulai memilih jalur sendiri karena merasa lebih cepat atau karena lokasi tempat sampah terlihat lebih dekat secara visual. Akibat dari perilaku ini, pemain masih memperoleh skor edukatif yang cukup tinggi karena tetap membuang sampah ke kategori yang benar, namun mengalami penumpukan delay akibat membuang ke tempat sampah yang tidak direkomendasikan dengan kapasitas tinggi.



Gambar 4.25 Uji Coba Kedua



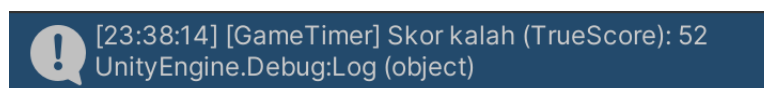
Gambar 4. 26 Debug Log hasil Uji Coba Kedua

3. Uji coba ketiga merupakan tipe pemain yang sepenuhnya mengabaikan rekomendasi yang diberikan oleh *game*. Dalam pengujian ini, pemain tidak

mengikuti *highlight* yang ditampilkan, dan memilih untuk membuang sampah ke tempat sampah yang menurutnya paling mudah dijangkau atau familiar. Akibatnya, meskipun terkadang tetap membuang ke tempat yang benar secara kategori, proses pembuangan sering kali memakan waktu lebih lama karena tempat sampah yang dipilih memiliki kapasitas yang lebih tinggi atau yang tidak sesuai.



Gambar 4.27 Uji Coba Ketiga



Gambar 4. 28 Debug Log Hasil Uji Coba Ketiga

Berdasarkan hasil performa yang ditampilkan pada akhir permainan, pemain dapat mengetahui secara jelas bagaimana sistem menilai keberhasilan dan kemampuan mereka selama menjalankan misi. Skor dan evaluasi performa tersebut tidak hanya menjadi informasi penutup, tetapi juga berfungsi sebagai dasar bagi sistem untuk menyesuaikan tingkat kesulitan pada sesi permainan berikutnya jika pemain memutuskan untuk melanjutkan bermain. Dengan demikian, tantangan yang diberikan selalu relevan dan sesuai dengan kemampuan pemain, sehingga

mereka dapat terus belajar dan berkembang tanpa merasa permainan terlalu mudah atau terlalu sulit. Selain itu, setelah beberapa sesi bermain, pemain akan diminta untuk memberikan *feedback* mengenai apakah tingkat kesulitan dan rekomendasi yang diterapkan dalam permainan sudah sesuai dengan pengalaman mereka selama bermain. *Feedback* ini sangat penting untuk mengevaluasi sejauh mana metode *Knowledge-Based Filtering* berhasil memberikan tantangan yang tepat serta meningkatkan efektivitas game edukasi ini sebagai media pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan.

4.2.2 Hasil Uji Coba *Game*

Hasil uji coba menunjukkan bahwa metode *Knowledge-Based Filtering* yang diterapkan dalam *game* berhasil memberikan rekomendasi tempat sampah yang sesuai berdasarkan kategori sampahnya. Pengujian melibatkan tujuh pemain dengan tingkat pengalaman berbeda, yang menjalani sesi permainan dengan target pengumpulan sampah yang telah ditentukan. Sistem secara otomatis menyesuaikan rekomendasi tempat sampah dengan mempertimbangkan faktor kategori sampah, kapasitas tempat sampah, dan jarak ke posisi tempat sampah. Hasil dari beberapa pemain dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah, yang mencakup jumlah sampah yang dikumpulkan, kesalahan dalam membuang sampah, serta kesesuaian terhadap rekomendasi. Hasil ini menunjukkan bahwa pemain yang lebih sering mengikuti rekomendasi memiliki tingkat keberhasilan lebih tinggi dan kesalahan yang lebih sedikit, mengindikasikan efektivitas sistem dalam membantu proses pemilahan sampah dalam *game*.

Tabel 4.3 Hasil Uji Coba *Player 1*

<i>Player 1</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	<i>Delay</i>	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir
18	0	18 / 18	0	99	168 detik	267

Player 1 tampil dengan hasil yang sangat baik, dimana tidak terdapat kesalahan buang sama sekali total mengumpulkan 18 dari 18 sampah, sehingga mendapatkan skor akhir tertinggi yaitu 267 dengan delay 0 detik atau tidak memiliki delay saat bermain, yang artinya pemain taat dalam mengikuti rekomendasi.

Tabel 4.4 Hasil Uji Coba *Player 2*

<i>Player 2</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	<i>Delay</i>	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir
18	0	18 / 18	16,5 detik	99	96 detik	195

Player 2 yang juga tampil dengan hasil yang baik, dengan total mengumpulkan 18 dari 18 sampah. Namun *Player 2* tidak mengikuti arahan *highlight* atau rekomendasi, sehingga mendapatkan *delay* dengan total keseluruhan 16,5 detik. Kemudian skor akhir yang diperoleh yaitu 195, dan termasuk kategori pemain semi taat karena memiliki *delay* setiap membuang sampah.

Tabel 4.5 Hasil Uji Coba *Player 3*

<i>Player 3</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	<i>Delay</i>	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir
18	8	10 / 18	20 detik	52	40 detik	92

Player 3 yang melakukan 8 kali kesalahan dan hanya mengikuti rekomendasi 10 dari 18, mendapatkan skor Akhir 92 kondisi ini mengindikasikan bahwa tidak taat terhadap rekomendasi mempengaruhi performa secara signifikan.

Tabel 4.6 Hasil Uji Coba *Player 4*

<i>Player 4</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	<i>Delay</i>	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir

18	3	15 / 18	9,4 detik	73	121 detik	194
----	---	---------	-----------	----	-----------	-----

Player 4 dengan 3 kesalahan membuang sampah dan mengikuti rekomendasi sebanyak 15 dari 18, kemudian memiliki *delay* dengan total keseluruhan 9,4 detik, sehingga mendapatkan skor akhir tertinggi yaitu 194 termasuk dalam kategori pemain semi taat.

Tabel 4.7 Hasil Uji Coba *Player 5*

<i>Player 5</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	Delay	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir
18	1	17 / 18	0	95	97 detik	192

Player 5 hanya membuat 1 kesalahan membuang sampah dan mengikuti rekomendasi sebanyak 17 dari 18, mendapat skor akhir 192, meskipun tidak memiliki *delay* sama sekali, tapi pergerakan pemain yang berputar-putar dan membuat sisa waktu menjadi sedikit. Sehingga skor akhir tidak memiliki nilai yang tinggi.

Tabel 4.8 Hasil Uji Coba *Player 6*

<i>Player 6</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	Delay	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir
18	7	11 / 18	10,4 detik	59	66 detik	125

Player 6 melakukan 7 kesalahan dan hanya mengikuti rekomendasi 11 dari 18, sehingga memperoleh skor akhir yaitu 125. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun tingkat kepatuhan terhadap rekomendasi rendah, strategi atau pengalaman pemain dapat membantu dalam menyelesaikan misi dengan efisiensi waktu yang tinggi. Namun demikian, sistem rekomendasi tetap memiliki keunggulan dalam menekan jumlah kesalahan buang, sebagaimana terlihat pada pemain-pemain yang mengikuti sistem secara konsisten.

Tabel 4.9 Hasil Uji Coba *Player 7*

<i>Player 7</i>						
Total Sampah	Salah Buang	Ikut Rekomendasi	Delay	Skor	Waktu Tersisa	Skor Akhir
18	9	9 / 18	8,4 detik	43	82 detik	125

Player 7, dengan 9 kesalahan dan hanya mengikuti rekomendasi 9 dari 18 dengan skor akhir 125. Bisa memiliki nilai tinggi karena pemain ini sangat cepat dalam bergerak sehingga bisa menyelesaikan misi, namun ia tidak memedulikan kategori maupun rekomendasi, sehingga skor edukatif yang diperoleh hanya 43.

Jika ditinjau dari keseluruhan data, rata-rata kesesuaian pemain terhadap rekomendasi sistem mencapai:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Rekomendasi yang Benar}}{\text{Total Rekomendasi yang Diberikan}} \times 100 \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned}
 Akurasi &= \frac{18 + 18 + 10 + 15 + 17 + 11 + 9}{7 \times 18} \times 100 \\
 &= \frac{98}{126} \times 100 \approx 77.8\%
 \end{aligned}$$

Hal ini menunjukkan bahwa akurasi sistem rekomendasi dalam memberikan tempat sampah yang sesuai cukup tinggi, yakni sekitar 77.8%. Skor ini mencerminkan tingkat kesesuaian antara saran sistem dan tindakan pemain yang sebenarnya saat membuang sampah. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa keberhasilan pemain dalam menyelesaikan misi sangat dipengaruhi oleh kepatuhan terhadap sistem rekomendasi.

Pemain yang konsisten mengikuti rekomendasi, seperti *Player 1*, memperoleh skor akhir tertinggi tanpa mengalami delay. Sebaliknya, pemain yang mengabaikan rekomendasi seperti *Player 3* dan *7* mengalami lebih banyak kesalahan, atau

memiliki skor edukatif yang rendah. Kasus *Player 2* dan *Player 7* juga menunjukkan bahwa efisiensi waktu dapat memengaruhi skor akhir, tetapi tidak mencerminkan kualitas pemahaman pemilahan sampah.

Secara keseluruhan, hasil uji coba ini membuktikan bahwa metode *Knowledge-Based Filtering* dalam *game* edukasi efektif dalam membantu proses pemilahan sampah dan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan bagi pemain. Sistem ini mampu memberikan responsif terhadap situasi permainan dan performa masing-masing pemain.

4.3 Pengujian *Game Developer*

Pengujian oleh *Game Developer* dilakukan untuk memperoleh masukan langsung dari pihak yang memiliki pengalaman dan keahlian di bidang pengembangan *game*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan evaluasi profesional terhadap sistem yang telah dibangun dalam *game* “Satria Pandawara”, khususnya pada aspek pemilihan sampah berdasarkan kategori tempat sampah yang tepat, serta dari sisi kenyamanan dan pengalaman bermain secara menyeluruh.

4.3.1 Analisis *Game Developer*

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terbatas yang melibatkan dua orang praktisi yang aktif di bidang *game development*. Masing-masing diminta untuk mencoba langsung *game* yang telah dikembangkan, kemudian memberikan penilaian terhadap beberapa aspek penting melalui metode pengamatan dan pengisian lembar evaluasi. Penilaian diberikan dalam skala 1 hingga 5 terhadap berbagai elemen permainan, seperti kemudahan navigasi kejelasan sistem

rekomendasi, serta efektivitas fitur dalam membantu pemain memahami cara memilah sampah.

Hasil evaluasi dari kedua responden ini menjadi bahan pertimbangan dalam menilai kualitas dan kelayakan sistem rekomendasi berbasis *Knowledge-Based Filtering* yang diterapkan, serta memberikan umpan balik dari sudut pandang praktisi terhadap desain interaksi dan *gameplay* yang telah dirancang.

Tabel 4.10 Data Responden *Game Development*

No.	Nama	Studio	Bidang
1.	Alfina Nurrahma N.	Nilawarsa Studio	<i>Game Artist, Game Developer</i>
2.	Ahmad Robithoh Akmal	Nilawarsa Studio	<i>Project Manager, Game Designer, Game Developer</i>

Tabel 4.3 ditampilkan hasil evaluasi dari dua orang responden yang memiliki latar belakang di bidang pengembangan *game*. Penilaian ini menjadi salah satu indikator dalam mengukur sejauh mana *game* mampu memberikan pengalaman bermain yang edukatif dan menyenangkan bagi pengguna, terutama dari sudut pandang profesional yang berpengalaman dalam industri *game development*.

Tabel 4.11 Hasil Penilaian Responden *Game Development*

No.	Aspek	Rating Responden 1	Rating Responden 2
1.	Kemudahan Memahami Tujuan Misi	5	5
2.	Kejelasan Instruksi dan Informasi Misi	5	5
3.	Kemudahan Pengoperasian Kontrol (Movement & Interact)	5	4
4.	Responsivitas Feedback Game (Notifikasi & Peringatan)	4	3
5.	Visualisasi Highlight Tempat Sampah	4	5
6.	Pengaturan Tingkat Kesulitan dan Waktu	4	4
7.	Motivasi dan Keterlibatan Saat Bermain	3	4
8.	Kualitas Audio dan Efek Suara	4	3
9.	Tampilan Visual dan Desain Antarmuka	5	5
10.	Keseluruhan Kepuasan Bermain	4	4
Jumlah		43	42

Pada tabel 4.4 data yang ditampilkan merupakan hasil penilaian yang diberikan oleh para responden terhadap sejumlah aspek dari *game* “Satria Pandawara”, seperti kemudahan penggunaan, tampilan visual, hingga efektivitas fitur sistem rekomendasi yang diimplementasikan. Setiap responden memberikan penilaian berdasarkan skala Likert, yang kemudian dijadikan dasar dalam proses analisis kuantitatif. Untuk memperoleh gambaran umum mengenai tingkat kepuasan dan kualitas keseluruhan dari *game* yang dikembangkan, seluruh nilai yang terkumpul selanjutnya dihitung menggunakan rumus rata-rata. Perhitungan ini bertujuan untuk menghasilkan skor akhir yang merepresentasikan persepsi mayoritas responden terhadap performa dan kegunaan *game* sebagai media pembelajaran interaktif dalam konteks pemilahan sampah.

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah Rating Responden}}{\text{Jumlah Aspek yang Dinilai}} \quad (4.2)$$

$$\text{Rata - rata Responden 1} = \frac{43}{10} = 4,3$$

$$\text{Rata - rata Responden 2} = \frac{42}{10} = 4,2$$

Berdasarkan hasil perhitungan, responden pertama memperoleh skor rata-rata sebesar 4,3 dari total 10 aspek penilaian. Sementara itu, responden kedua mencatatkan nilai rata-rata sebesar 4,2, yang menunjukkan persepsi yang berbeda terhadap pengalaman bermain *game*. Hasil tersebut juga menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kualitas antarmuka dan mekanisme interaksi dalam permainan yang secara keseluruhan bertujuan untuk meningkatkan kesadaran pemain terhadap pemilahan sampah melalui pendekatan edukatif dan interaktif.

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan oleh dua responden terhadap game “Satria Pandawara”, diperoleh berbagai masukan yang mencerminkan kelebihan dan aspek yang perlu diperbaiki. Responden pertama mengapresiasi kemudahan memahami tujuan misi dan pengoperasian kontrol yang mudah digunakan, namun memberikan saran agar feedback notifikasi seperti peringatan salah penempatan tempat sampah, menggunakan warna yang lebih kontras dengan lingkungan. Responden ini juga menyarankan penambahan sistem guidance aid untuk membantu navigasi pemain. Sementara itu, responden kedua menyarankan penambahan tutorial untuk kontrol dan efek visual pada feedback agar lebih menarik, serta memberikan ide untuk meningkatkan motivasi pemain dengan memperjelas konsep dan menambahkan elemen cerita yang lebih kuat, seperti penempatan rumah pada lingkungan. Kedua responden menyarankan agar game ini menambahkan variasi tingkat kesulitan dan tantangan agar pemain merasa lebih terlibat dan ingin bermain lebih lama. Secara keseluruhan, kedua responden memberikan respons *positif* terhadap konsep dan struktur permainan, namun juga memberikan masukan penting yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas *gameplay* dan kepuasan pengguna. Untuk rincian lebih lanjut mengenai komentar dan saran dari kedua responden, dapat merujuk pada bagian lampiran.

4.4 Pengujian *System Usability Scale*

Pengujian *usability* dilakukan dengan menggunakan skenario *System Usability Scale* (SUS). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana tingkat kenyamanan dan kepuasan pengguna dalam memainkan game “Satria Pandawara”, serta untuk menilai pengalaman mereka dari berbagai aspek, seperti

kemudahan penggunaan, kejelasan antarmuka, dan kegunaan fitur yang ada. Dengan mengumpulkan *feedback* dari responden, pengujian ini bertujuan mengidentifikasi aspek yang sudah berjalan dengan baik dan area yang perlu di perbaiki.

4.4.1 Demografi Responden

Sebelum ke tahap analisis *System Usability Scale*, pengujian SUS dilakukan untuk menilai seberapa mudah dan menyenangkan game “Satria Pandawara” dimainkan oleh berbagai jenis pengguna dengan latar belakang yang berbeda.

Tabel 4.12 Demografi Responden

Variabel	Kategori	Frekuensi	Persentase
Instansi	SLTP	8	16,7
	SLTA	10	20,8
	Diploma/Sarjana	29	60,4
	Pascasarjana	1	2,1
Usia	14 – 17 tahun	17	35,4
	18 – 21 tahun	17	35,4
	22 – 25 tahun	14	29,2
Tingkat	Semester 1 – 4	1	2,1
	Semester 5 – 8	29	60,4
	Kelas 7 – 9	8	16,6
	Kelas 10 – 12	10	20,8
Jenis Kelamin	Perempuan	26	54,2
	Laki – Laki	22	45,8
Pernah bermain	Pernah	19	39,6
Game serupa	Belum Pernah	29	60,4

Tabel 4.12 berisi data demografis dari 48 responden yang mengikuti uji coba game “Satria Pandawara” menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). Responden berasal dari berbagai institusi pendidikan, termasuk SLTP, SLTA, Diploma/Sarjana, dan Pascasarjana dengan sebagian besar berada di semester 6 hingga semester 8 untuk mahasiswa, dan kelas 9 hingga 10 untuk siswa SLTP dan SLTA. Rata-rata usia responden berkisar antara 14 hingga 25 tahun, dengan mayoritas berusia 16 hingga 22 tahun. Responden terdiri dari jenis kelamin

laki-laki dan perempuan dengan perbandingan yang relatif seimbang. Selain itu, sebagian besar responden adalah diploma/sarjana, namun terdapat juga beberapa responden lainnya. Sebagian besar responden 60% pernah bermain *game* serupa, sementara sisanya 40% belum pernah.

Data demografis ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai latar belakang responden yang beragam, yang memungkinkan analisis lebih mendalam terhadap kegunaan *game* dalam berbagai kelompok usia dan tingkat pendidikan. Dalam penulisan SUS, data ini penting untuk mengidentifikasi apakah ada perbedaan dalam pengalaman pengguna berdasarkan faktor seperti pengalaman bermain *game* serupa, jenis kelamin, dan tingkat pendidikan. Informasi ini juga dapat digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik antarmuka pengguna dan fitur-fitur dalam *game* di mata berbagai kelompok pengguna yang memiliki latar belakang yang berbeda.

4.4.2 Analisis *System Usability Scale*

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap aspek kemudahan penggunaan (*usability*) dari *game* edukasi yang telah dikembangkan menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS). Kuesioner SUS terdiri dari 10 pertanyaan yang dirancang untuk menilai pengalaman pengguna selama bermain, khususnya dalam hal kemudahan interaksi, pemahaman instruksi, serta kenyamanan antarmuka. Masing-masing pernyataan dijawab oleh responden menggunakan skala Likert dengan rentang nilai 1 sampai 5, di mana nilai 1 berarti “Sangat Tidak Setuju” dan nilai 5 berarti “Sangat Setuju”. Pengisian dilakukan setelah responden menyelesaikan sesi permainan agar jawaban yang diberikan mencerminkan

pengalaman mereka secara nyata selama bermain. Berikut adalah tabel yang memuat daftar pertanyaan dalam kuesioner SUS beserta skala pilihan jawabannya.

Tabel 4.13 Pertanyaan *System Usability Scale* (SUS)

No.	Pertanyaan
1.	Saya menikmati <i>game</i> ini dan ingin memainkannya lagi.
2.	<i>Game</i> ini terasa terlalu rumit untuk dimainkan tanpa bantuan.
3.	Saya merasa visual <i>game</i> ini menarik dan menyenangkan.
4.	Saya merasa kesulitan bermain <i>game</i> ini tanpa bantuan orang lain.
5.	Tombol dan kontrol dalam <i>game</i> ini berfungsi dengan baik dan responsif.
6.	Instruksi dan cara bermain <i>game</i> ini terasa membingungkan.
7.	Saya rasa orang lain akan dengan mudah memahami cara bermain <i>game</i> ini.
8.	<i>Game</i> ini terlalu sulit dan membutuhkan usaha lebih untuk dimainkan.
9.	Saya merasa cukup percaya diri untuk memainkan <i>game</i> ini.
10.	Saya merasa perlu mempelajari banyak hal untuk bisa menikmati <i>game</i> ini sepenuhnya.

Tabel 4.14 Nilai Jawaban Kuesioner Skala Likert

No.	Jawaban	Nilai
1.	Sangat Tidak Setuju	1
2.	Tidak Setuju	2
3.	Netral	3
4.	Setuju	4
5.	Sangat Setuju	5

Untuk mengevaluasi tingkat kegunaan dan kenyamanan *game* edukasi “Satria Pandawara”, dilakukan pengujian menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) yang melibatkan sebanyak 48 responden. Metode ini digunakan untuk mengetahui seberapa baik pengalaman pengguna saat memainkan *game*, terutama dari sisi kemudahan penggunaan (*usability*) dan antarmuka (*interface*) *game* secara keseluruhan. Kuesioner SUS terdiri dari 10 pertanyaan yang masing-masing dinilai menggunakan skala Likert 1 hingga 5, di mana nilai 1 berarti sangat tidak setuju dan nilai 5 berarti sangat setuju. Dalam pelaksanaannya, pertanyaan-pertanyaan dalam SUS diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu:

- a. Pertanyaan bernomor ganjil (Q1, Q3, Q5, Q7, Q9) skor dihitung dengan rumus:

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

- b. Pertanyaan bernomor genap (Q2, Q4, Q6, Q8, Q10) skor dihitung dengan rumus:

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

Setelah seluruh skor untuk masing-masing pernyataan pada kuesioner dihitung, nilai total dari tiap responden dijumlahkan dan kemudian dikalikan dengan faktor 2,5 untuk memperoleh skor akhir *System Usability Scale* (SUS). Skor akhir ini memiliki rentang antara 0 hingga 100. Tabel di bawah ini menyajikan hasil skor mentah dari setiap responden terhadap 10 pertanyaan SUS yang digunakan dalam evaluasi *game*.

Tabel 4.15 Skor Asli Responden SUS

No.	Responden	Skor Asli									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1.	R1	4	3	4	3	4	3	4	4	4	1
2.	R2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2
3.	R3	3	2	4	2	3	3	4	4	4	3
4.	R4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	1
5.	R5	3	3	3	4	4	2	2	4	4	3
6.	R6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7.	R7	3	2	4	3	3	3	4	4	4	3
8.	R8	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
9.	R9	3	0	3	1	4	1	4	1	4	0
10.	R10	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3
11.	R11	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3
12.	R12	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3
13.	R13	4	2	4	3	4	4	4	4	4	2
14.	R14	4	3	4	4	2	2	3	3	3	3
15.	R15	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
16.	R16	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2
17.	R17	3	4	3	3	3	2	3	3	4	1
18.	R18	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
19.	R19	2	3	4	3	4	3	2	4	4	2
20.	R20	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2
21.	R21	3	3	3	3	4	0	4	3	4	4
22.	R22	2	3	4	3	3	2	2	3	4	4
23.	R23	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3
24.	R24	4	1	4	1	3	2	4	1	3	1
25.	R25	4	3	4	4	4	0	4	4	4	3

No.	Responden	Skor Asli									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
26.	R26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
27.	R27	4	2	4	4	3	4	4	4	4	0
28.	R28	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4
29.	R29	4	1	3	3	3	4	3	3	3	3
30.	R30	4	3	4	2	2	3	2	3	3	2
31.	R31	3	1	4	2	5	1	4	2	2	5
32.	R32	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2
33.	R33	5	1	5	1	5	1	5	2	5	3
34.	R34	3	2	5	3	3	2	4	2	3	4
35.	R35	4	1	4	1	5	1	5	2	5	1
36.	R36	2	2	3	2	4	5	5	4	3	4
37.	R37	5	1	5	3	5	2	5	2	5	1
38.	R38	5	4	4	1	4	2	4	1	5	3
39.	R39	4	1	4	2	5	2	5	1	5	4
40.	R40	4	3	3	3	3	3	4	2	4	3
41.	R41	5	4	5	1	5	1	5	1	5	5
42.	R42	4	1	4	1	5	2	3	1	5	4
43.	R43	5	2	4	2	5	3	3	2	4	3
44.	R44	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
45.	R45	5	1	5	2	5	2	5	2	5	5
46.	R46	5	1	5	1	5	4	5	1	5	1
47.	R47	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
48.	R48	4	2	5	2	5	2	5	2	5	1

Setiap responden menjawab 10 pertanyaan menggunakan skala Likert 1-5.

Jawaban mereka dicatat dalam bentuk skor asli pada tabel. Untuk memudahkan proses analisis, pada penjelasan ini akan digunakan data salah satu responden, yaitu (R1) sebagai contoh.

$$Q1 = 5 - 1 = 4$$

$$Q2 = 5 - 2 = 3$$

$$Q3 = 5 - 1 = 4$$

$$Q4 = 5 - 2 = 3$$

$$Q5 = 5 - 1 = 4$$

$$Q6 = 5 - 2 = 3$$

$$Q7 = 5 - 1 = 4$$

$$Q8 = 5 - 1 = 4$$

$$Q9 = 5 - 1 = 4$$

$$Q10 = 5 - 4 = 1$$

$$\text{Total Skor R1} = 4+3+4+3+4+3+4+4+4+1 = 34$$

Setelah nilai untuk pertanyaan bernomor ganjil dan genap dihitung secara terpisah, hasilnya dijumlahkan untuk seluruh pertanyaan sehingga diperoleh total skor masing-masing responden. Tabel 4.5 memperlihatkan skor akhir dari setiap responden setelah penerapan rumus perhitungan System Usability Scale (SUS).

Tabel 4.16 Skor Hasil Hitung Responden SUS

No.	Responden	Skor Hasil Hitung										Jumlah
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
1.	R1	4	3	4	3	4	3	4	4	4	1	34
2.	R2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	27
3.	R3	3	2	4	2	3	3	4	4	4	3	32
4.	R4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	1	28
5.	R5	3	3	3	4	4	2	2	4	4	3	32
6.	R6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
7.	R7	3	2	4	3	3	3	4	4	4	3	33
8.	R8	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	39
9.	R9	3	0	3	1	4	1	4	1	4	0	21
10.	R10	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	35
11.	R11	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	32
12.	R12	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	37
13.	R13	4	2	4	3	4	4	4	4	4	2	35
14.	R14	4	3	4	4	2	2	3	3	3	3	31
15.	R15	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	38
16.	R16	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	30
17.	R17	3	4	3	3	3	2	3	3	4	1	29
18.	R18	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	35
19.	R19	2	3	4	3	4	3	2	4	4	2	31
20.	R20	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	27
21.	R21	3	3	3	3	4	0	4	3	4	4	31
22.	R22	2	3	4	3	3	2	2	3	4	4	30
23.	R23	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	32
24.	R24	4	1	4	1	3	2	4	1	3	1	24
25.	R25	4	3	4	4	4	0	4	4	4	3	34
26.	R26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
27.	R27	4	2	4	4	3	4	4	4	4	0	33
28.	R28	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	37
29.	R29	4	1	3	3	3	4	3	3	3	3	30
30.	R30	4	3	4	2	2	3	2	3	3	2	28
31.	R31	3	1	4	2	5	1	4	2	2	5	29
32.	R32	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	24

No.	Responden	Skor Hasil Hitung										Jumlah
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
33.	R33	5	1	5	1	5	1	5	2	5	3	33
34.	R34	3	2	5	3	3	2	4	2	3	4	31
35.	R35	4	1	4	1	5	1	5	2	5	1	29
36.	R36	2	2	3	2	4	5	5	4	3	4	34
37.	R37	5	1	5	3	5	2	5	2	5	1	34
38.	R38	5	4	4	1	4	2	4	1	5	3	33
39.	R39	4	1	4	2	5	2	5	1	5	4	33
40.	R40	4	3	3	3	3	3	4	2	4	3	32
41.	R41	5	4	5	1	5	1	5	1	5	5	37
42.	R42	4	1	4	1	5	2	3	1	5	4	30
43.	R43	5	2	4	2	5	3	3	2	4	3	33
44.	R44	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	30
45.	R45	5	1	5	2	5	2	5	2	5	5	37
46.	R46	5	1	5	1	5	4	5	1	5	1	33
47.	R47	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	30
48.	R48	4	2	5	2	5	2	5	2	5	1	33

Setelah diperoleh total skor, nilai tersebut dikalikan dengan faktor 2,5 untuk menghitung skor akhir pada sistem SUS. Sebagai contoh, perhitungan untuk responden R1 adalah sebagai berikut.

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

$$\text{Skor SUS} = 34 \times 2,5 = 85$$

Seluruh hasil perhitungan yang telah dilakukan kemudian dikalikan dengan faktor 2,5 untuk mendapatkan nilai akhir yang lebih representatif. Hasil perhitungan tersebut disajikan secara lengkap dalam Tabel 4.6 berikut ini sebagai gambaran keseluruhan performa yang diperoleh dari proses analisis.

Tabel 4.17 Skor Perkalian 2,5 Responden SUS

No.	Responden	Jumlah	Nilai (Jumlah x 2,5)
1.	R1	34	85
2.	R2	27	68
3.	R3	32	80
4.	R4	28	70
5.	R5	32	80
6.	R6	40	100
7.	R7	33	83
8.	R8	39	98
9.	R9	21	53
10.	R10	35	88

No.	Responden	Jumlah	Nilai (Jumlah x 2,5)
11.	R11	32	80
12.	R12	37	93
13.	R13	35	88
14.	R14	31	78
15.	R15	38	95
16.	R16	30	75
17.	R17	29	73
18.	R18	35	88
19.	R19	31	78
20.	R20	27	68
21.	R21	31	78
22.	R22	30	75
23.	R23	32	80
24.	R24	24	60
25.	R25	34	85
26.	R26	40	100
27.	R27	33	83
28.	R28	37	93
29.	R29	30	75
30.	R30	28	70
31.	R31	29	73
32.	R32	24	60
33.	R33	33	83
34.	R34	31	78
35.	R35	29	73
36.	R36	34	85
37.	R37	34	85
38.	R38	33	83
39.	R39	33	83
40.	R40	32	80
41.	R41	37	93
42.	R42	30	75
43.	R43	33	83
44.	R44	30	75
45.	R45	37	93
46.	R46	33	83
47.	R47	30	75
48.	R48	33	83
Total Skor			3850
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)			80

Setelah seluruh skor dari kuisioner *System Usability Scale* (SUS) berhasil dikumpulkan dan dihitung untuk masing-masing responden, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai rata-rata skor SUS secara keseluruhan. Nilai rata-rata ini diperoleh dengan menjumlahkan semua skor SUS yang diperoleh dari seluruh

responden, kemudian hasil penjumlahan tersebut dibagi dengan total jumlah responden yang berpartisipasi dalam pengujian. Proses perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum mengenai tingkat *usability* dari sistem yang diuji berdasarkan persepsi pengguna.

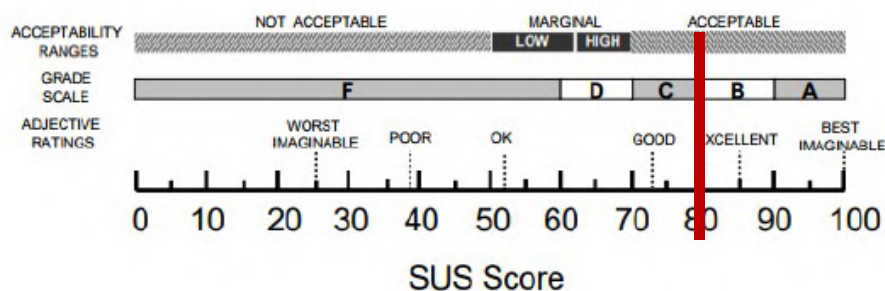
$$Rata - rata SUS = \frac{Total Skor SUS Semua Responden}{Jumlah Responden} \quad (4.6)$$

$$Rata - rata SUS = \frac{3850}{48} = 80$$

Hasil perhitungan yang diperoleh dari 48 responden, didapatkan nilai rata-rata untuk skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 80. Angka ini mengindikasikan bahwa *game* "Satria Pandawara" memiliki tingkat kegunaan atau *usability* yang cukup baik menurut standar pengukuran SUS. Sebagai informasi, berdasarkan pedoman standar SUS, skor yang berada di atas angka 68 sudah dikategorikan memenuhi kriteria kegunaan yang baik. Sementara itu, jika skor mencapai angka 80 ke atas, maka tingkat kegunaan *game* atau aplikasi tersebut dinilai sangat baik dan mampu memberikan pengalaman pengguna yang memuaskan.

Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar responden memberikan skor tinggi pada pertanyaan yang berkaitan dengan kemudahan penggunaan, seperti "Saya merasa cukup percaya diri untuk memainkan *game* ini" dan "Tombol dan kontrol dalam *game* ini berfungsi dengan baik dan responsif". Namun, beberapa responden mengemukakan bahwa notifikasi dan feedback dalam *game* perlu ditingkatkan, terutama dalam hal kontras visual agar mudah dibaca dan lebih jelas terlihat dalam

lingkungan permainan. Beberapa aspek seperti pengaturan tingkat kesulitan juga dianggap perlu disesuaikan agar *game* tetap menarik dan menantang bagi pemain.



Gambar 4.29 Grafik Hasil Skor SUS

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.25 memperlihatkan interpretasi dari nilai *System Usability Scale* (SUS) yang diperoleh selama pengujian. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, rata-rata skor SUS yang didapatkan oleh *Game* "Satria Pandawara" adalah sebesar 80. Nilai ini menunjukkan bahwa game tersebut termasuk ke dalam kategori "Baik" dalam hal kegunaan dan pengalaman pengguna. Dengan skor ini, game sudah memenuhi standar kegunaan yang cukup memuaskan dan dapat diterima oleh pengguna secara umum. Namun demikian, masih terdapat ruang bagi pengembang untuk melakukan perbaikan dan peningkatan fitur agar dapat mencapai kategori yang lebih tinggi, seperti "Sangat Baik", sehingga pengalaman bermain dapat menjadi lebih optimal dan menyenangkan bagi para pemain.

4.5 Integrasi Sains dan Islam

Pengembangan game edukasi bertema lingkungan, integrasi antara sains dan nilai-nilai Islam menjadi hal yang sangat penting untuk membentuk karakter peserta didik secara holistik. Ilmu pengetahuan tidak hanya berfungsi untuk memahami

fenomena alam secara rasional dan empiris, tetapi juga sebagai sarana untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT dengan memahami tanda-tanda kekuasaan-Nya (ayat kauniyah) yang tersebar di alam semesta.

Integrasi memberikan makna spiritual terhadap sains dan menjadikan proses belajar sebagai bagian dari ibadah. Pada bidang pendidikan karakter berbasis lingkungan, ajaran Islam memberikan landasan moral dan etika yang kuat untuk menjaga kebersihan, melestarikan alam, serta menjalin hubungan harmonis dengan sesama makhluk.

Oleh karena itu, dalam game edukatif “Satria Pandawara”, nilai-nilai Islam diinternalisasikan dalam tiga bentuk muamalah, yaitu *muamalah ma’a Allah SWT* (hubungan dengan Allah), *muamalah ma’a an-nas* (hubungan dengan sesama manusia), dan *muamalah ma’a al-alam* (hubungan dengan alam). Ketiganya saling terkait dan membentuk kesatuan nilai yang mendorong pemain untuk bertindak bijak dan bertanggung jawab dalam menjaga kebersihan lingkungan.

4.5.1 Muamalah Ma’a Allah SWT

Muamalah ma’a Allah SWT adalah bentuk hubungan spiritual antara manusia dengan Sang Pencipta. Hubungan tersebut tidak hanya terbatas pada aktivitas ibadah ritual seperti salat, puasa, dan zakat, tetapi juga mencakup cara manusia menjaga amanah Allah berupa alam semesta, lingkungan, dan kehidupan makhluk lainnya.

Salah satu bentuk muamalah dengan Allah adalah menjaga kelestarian bumi dan menghindari perbuatan yang menyebabkan kerusakan. Lingkungan hidup yang bersih, sehat, dan terjaga merupakan bagian dari tanggung jawab manusia sebagai

khalifah di bumi. Ketika manusia merusak lingkungan, maka ia telah melanggar ketentuan Allah dan menunjukkan sikap tidak bertanggung jawab terhadap amanah-Nya. Sebagaimana dijelaskan pada Al-Qur'an Surat *Al-Baqarah* ayat 205 berikut:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

“Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan.” (Q.S Al-Baqarah: 205).

Menurut Tafsir Jalalain (Al-Mahalli & As-Suyuti, 1459), ayat tersebut menggambarkan seseorang yang berpaling dari nasihat kebaikan, lalu melakukan kerusakan di muka bumi seperti membinasakan tanaman dan hewan ternak. Hal tersebut menunjukkan tindakan merusak lingkungan secara langsung maupun tidak langsung. Allah tidak menyukai perbuatan yang membawa kerusakan di bumi, dan menghendaki hamba-Nya untuk menjaga serta melestarikan ciptaan-Nya.

Ayat tersebut menjadi pengingat bagi manusia agar tidak meremehkan urusan lingkungan, karena perilaku buruk seperti membuang sampah sembarangan, tidak memilah sampah, atau mengabaikan kebersihan dapat berujung pada kerusakan yang lebih besar terhadap alam. Dengan kata lain, merusak lingkungan adalah bentuk pengkhianatan terhadap amanah yang Allah berikan kepada manusia sebagai khalifah di muka bumi.

Pada penelitian ini, integrasi nilai-nilai Islam melalui pengembangan game edukasi “Satria Pandawara” yang bertujuan menanamkan perilaku memilah sampah sejak dini. Melalui game ini, anak-anak diajak untuk memahami bahwa menjaga kebersihan lingkungan bukan hanya kewajiban sosial, tetapi juga bagian dari

muamalah dengan Allah SWT, sebagai bentuk ketaatan terhadap larangan-Nya untuk tidak membuat kerusakan di bumi.

4.5.2 *Muamalah Ma'a An-Nas*

Kepedulian terhadap kebersihan lingkungan bukan hanya urusan pribadi, tetapi juga merupakan bentuk tanggung jawab sosial antar sesama manusia. Islam mengajarkan bahwa perbuatan manusia terhadap alam memiliki dampak langsung terhadap kesejahteraan umat secara keseluruhan. Hal ini ditegaskan dalam Surat *Al-A'raf* ayat 85:

وَالِى مَدْيَنَ أَخَاهُمْ شُعَيْبًا ۖ قَالَ يَا قَوْمِ اعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُمْ مِنْ إِلَهٍ غَيْرُهُ ۖ قَدْ جَاءَتْكُمْ بَيِّنَةٌ مِنْ رَبِّكُمْ ۖ فَأَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ۚ ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَكُمْ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

“Dan (Kami telah mengutus) kepada penduduk Mad-yan saudara mereka, Syu'aib. Ia berkata: "Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada Tuhan bagimu selain-Nya. Sesungguhnya telah datang kepadamu bukti yang nyata dari Tuhanmu. Maka sempurnakanlah takaran dan timbangan dan janganlah kamu kurangkan bagi manusia barang-barang takaran dan timbangannya, dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya. Yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman".”(Q.S Al-A'raf: 85).

Menurut Tafsir Jalalain (Al-Mahalli & As-Suyuti, 1459), ayat ini mengandung peringatan agar manusia tidak berlaku curang dalam muamalah sosial seperti takaran dan timbangan, serta larangan untuk membuat kerusakan setelah Allah memperbaiki keadaan bumi melalui pengutusan para rasul. Dalam konteks yang lebih luas, curang terhadap sesama dan merusak lingkungan adalah bentuk pengkhianatan terhadap amanah Allah serta ketidakadilan terhadap orang lain yang juga hidup di bumi ini.

Pada game edukatif “Satria Pandawara”, prinsip ini diterapkan dengan menanamkan nilai keadilan dan tanggung jawab sosial dalam pengelolaan sampah. Ketika seseorang membuang sampah sembarangan atau tidak memilah dengan benar, ia tidak hanya merugikan dirinya sendiri, tetapi juga masyarakat sekitar yang terdampak oleh polusi dan kerusakan lingkungan.

Game ini mengajak pemain untuk berperan aktif sebagai agen perubahan yang menjaga kebersihan sebagai bagian dari sikap adil kepada sesama. Mengelola sampah dengan benar memilah, membuang pada tempatnya, serta menjaga lingkungan sekitar adalah bagian dari amanah sosial yang harus ditunaikan agar tidak menjadi bagian dari orang-orang yang menebar kerusakan setelah adanya perbaikan.

4.5.3 *Muamalah Ma'a Alam*

Muamalah ma'a al-alam merupakan bentuk interaksi manusia dengan alam semesta yang diciptakan Allah SWT. Interaksi ini harus didasari oleh kesadaran bahwa alam bukanlah sesuatu yang tercipta secara sia-sia, melainkan penuh hikmah dan tujuan. Hal ini ditegaskan dalam *Surat Sad* ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۚ فَوَيْلٌ
لِّلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.” (*Q.S Sad: 27*).

Menurut Tafsir Jalalain (Al-Mahalli & As-Suyuti, 1459), ayat tersebut menegaskan bahwa penciptaan langit, bumi, dan seluruh isinya tidaklah dilakukan

dengan sia-sia atau main-main. Anggapan bahwa alam ini tidak memiliki tujuan adalah ciri dari orang-orang kafir yang kelak akan mendapatkan balasan berupa azab neraka. Artinya, setiap ciptaan Allah memiliki fungsi, nilai, dan tanggung jawab moral bagi manusia sebagai khalifah di bumi.

Pada game edukatif “Satria Pandawara”, ayat tersebut menjadi dasar penting dalam membangun kesadaran bahwa menjaga alam bukan hanya soal kebersihan fisik, tetapi juga bagian dari ibadah dan penghambaan kepada Allah. Alam diciptakan dengan tujuan mulia, dan manusia diberi amanah untuk menjaganya, bukan merusaknya.

Pemain diajak untuk memahami bahwa tindakan membuang sampah sembarangan, merusak hutan, mencemari air dan tanah bukanlah tindakan ringan, melainkan bentuk pengingkaran terhadap tujuan penciptaan. Ketika seseorang menyia-nyiakan atau merusak alam, secara tidak langsung ia telah menganggap bahwa ciptaan Allah itu sia-sia, sebagaimana pandangan orang-orang kafir dalam ayat ini. Sehingga melalui game ini, nilai muamalah dengan alam dibangun lewat tantangan dan misi yang mengharuskan pemain untuk memilih tindakan-tindakan yang berdampak positif terhadap lingkungan. Dengan begitu, game ini menginternalisasi pesan tauhid bahwa menjaga alam adalah bagian dari bentuk keimanan dan penghormatan terhadap hikmah penciptaan Allah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan metode *Knowledge-Based Filtering* ke dalam *game* edukasi bertema lingkungan “Satria Pandawara” untuk membantu pemain dalam memilih tempat sampah yang sesuai berdasarkan jenis sampah yang dikumpulkan. Metode ini memanfaatkan pendekatan *weighted sum metric* dengan tiga kriteria utama penilaian, yaitu kecocokan kategori dengan bobot 0.5, kapasitas tempat sampah bobot 0.2, dan jarak dari pemain ke tempat sampah dengan bobot 0.3. Ketiga kriteria ini dihitung secara terintegrasi untuk memberikan skor akhir yang menentukan tempat sampah paling optimal, yang kemudian direkomendasikan kepada pemain melalui sistem *highlight* di dalam *game*.

Hasil implementasi, sistem rekomendasi terbukti mampu menghasilkan saran pemilahan yang akurat dan kontekstual. Hasil uji coba menunjukkan bahwa rata-rata kesesuaian antara tindakan pemain dan rekomendasi sistem mencapai 77.8%, yang menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengambilan keputusan berbasis sistem. Dalam skenario pengujian, pemain yang sepenuhnya mengikuti rekomendasi sistem seperti *Player 1* berhasil memperoleh skor edukatif tertinggi sebesar 267 poin dan menyelesaikan misi tanpa *delay* waktu sama sekali (0 detik), mencerminkan efisiensi dan pemahaman yang sangat baik terhadap sistem pemilahan. Sebaliknya, pemain yang cenderung mengabaikan rekomendasi hanya mampu memperoleh skor maksimal 125 poin, dengan tingkat kesalahan

pembuangan yang lebih tinggi dan waktu penyelesaian misi yang lebih lama akibat penalti *delay*.

Pengujian lebih lanjut menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dengan 48 responden dari berbagai jenjang pendidikan dan pengalaman bermain *game* menghasilkan skor rata-rata sebesar 80, yang berada dalam kategori “Baik”. Skor ini menunjukkan bahwa *game* “Satria Pandawara” memiliki *usability* yang memuaskan, mudah dipahami, serta mampu memberikan pengalaman pengguna yang nyaman dan menarik. Pengujian juga menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa termotivasi, mudah memahami tujuan misi, dan merasa percaya diri dalam memainkan *game* ini.

Secara keseluruhan, implementasi sistem rekomendasi berbasis *Knowledge-Based Filtering* dalam *game* ini tidak hanya meningkatkan ketepatan pemain dalam memilah sampah, tetapi juga mampu menanamkan nilai-nilai edukatif mengenai pentingnya menjaga kebersihan dan lingkungan. *Game* ini berhasil menjadi media pembelajaran yang inovatif dengan menggabungkan pendekatan edukasi, visualisasi interaktif, serta sistem penilaian yang adil dan adaptif. Keberhasilan sistem ini menunjukkan bahwa pendekatan *Knowledge-Based Filtering* dengan *weighted sum metric* sangat layak diterapkan dalam konteks *game* edukasi, terutama yang bertujuan membentuk kesadaran lingkungan sejak dini secara menyenangkan dan efektif.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengalaman selama pengembangan *game* ini, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut maupun penelitian selanjutnya:

- a. Menambahkan kriteria atau sub-kriteria lain yang dapat memengaruhi pemilihan tempat sampah, seperti tingkat kesulitan misi, waktu reaksi pemain, dan jenis sampah yang lebih spesifik
- b. Melakukan perbaikan pada desain antarmuka pengguna agar lebih intuitif dan menarik, khususnya dalam hal navigasi menu, tampilan rekomendasi, dan penyajian informasi edukatif agar pemain lebih mudah memahami dan terlibat secara maksimal dalam permainan.
- c. Pengembangan fitur sistem peringatan dan pemberian reward (penghargaan) bisa dibuat lebih variatif dan menarik, sehingga memotivasi pemain untuk lebih giat dalam menjalankan misi dan mengikuti rekomendasi dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. (2005). *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8* (M. Y. Harun, F. Okbah, F. Anuz, A. Amry, B. Salam, & Hartono, Ed.). Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Aieni, I. N., Taurusta, C., & Sumarno. (2024). Rancang Bangun Game Adventure 3D Edukasi Sampah Organik dan Non-Organik: Design and Build an Educational 3D Adventure Game on Organic and Non-Organic Waste. *Technomedia Journal (TMJ)*, 9(1), 61.
- Al-Mahalli, I. J., & As-Suyuti, I. J. (1459). *Tafsir Jalalain*. Toha Putra, Ummul Qura, Hikam Pustaka, dan Senja Publishing. Diambil dari <https://www.alkhoirot.org/2017/11/terjemah-kitab-tafsir-jalalain.html>
- Aminudin, A., & Nurwati, N. (2019). Pemanfaatah Sampah Plastik Menjadi Kerajinan Tangan Guna Meningkatkan Kreatifitas Warga Sekitar Stie Ahmad Dahlan Jakarta. *Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 66–79. <https://doi.org/10.31294/JABDIMAS.V2I1.4515.G2943>
- Arif, Y. M., Nurhayati, H., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2022). Destinations Ratings Based Multi-Criteria Recommender System for Indonesian Halal Tourism Game. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 15(1), 282–294. <https://doi.org/10.22266/IJIES2022.0228.26>
- Arjoranta, J. (2019). How to Define Games and Why We Need to. *The Computer Games Journal*, 8(3–4), 109–120. <https://doi.org/10.1007/s40869-019-00080-6>
- Arridho, F. Z. (2017). Game Edukasi Pengumpulan Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Finite State Machine. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 1(1), 498–505. <https://doi.org/10.36040/JATI.V1I1.1955>
- Atina, V., & Hartanti, D. (2022a). Knowledge Based Recommendation Modeling for Clothing Product Selection Recommendation System. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 3(5), 1407–1413. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.5.584>
- Atina, V., & Hartanti, D. (2022b). Knowledge Based Recommendation Modeling for Clothing Product Selection Recommendation System. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 3(5), 1407–1413. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.5.584>
- Aziz, F. A. A., Hartanti, D., & Suryani, F. (2024). Prototype Sistem Rekomendasi Wisata Kabupaten Wonogiri Menggunakan Knowledge-Based Recommendation. *INFOTECH: Journal of Technology Information*, 10(1), 37–44.
- Bhavithra, J., & Saradha, A. (2019). Personalized web page recommendation using case-based clustering and weighted association rule mining. *Cluster Computing*, 22, 6991–7002. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2053-y>
- Bylieva, D., & Sastre, M. (2018). Classification Of Educational Games According To Their Complexity And The Players Skills. *Professional Culture of the Specialist of the Future*, 51, 438–446. Diambil dari <https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epsbs.2018.12.02.47>

- Catur Putra, R. (2016). *Pembuatan Game Edukasi Pintar Memilih Sampah Berbasis Android Publikasi Ilmiah* (Tesis). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Cole, C., Parada, R. H., & Mackenzie, E. (2023). Why and How to Define Educational Video Games? *Games and Culture*, 19(8), 981–999. <https://doi.org/10.1177/15554120231183495>
- Fathin Kurniawan, R. (2024). *Sistem Rekomendasi Collaborative Filtering Multi Criteria untuk Rekomendasi Skenario*. Malang.
- Februariyanti, H., Laksono, A. D., Wibowo, J. S., & Utomo, M. S. (2021). Implementasi Metode Collaborative Filtering untuk Sistem Rekomendasi Penjualan pada Toko Mebel. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 9(1). <https://doi.org/10.31294/JKI.V9I1.9859>
- Felfernig, A., Friedrich, G., Jannach, D., & Zanker, M. (2015). Constraint-Based Recommender Systems. Dalam F. Ricci, L. Rokach, & B. Shapira (Ed.), *Recommender Systems Handbook* (hlm. 161–190). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7637-6_5
- Fitriani, U. (2020). *Kebersihan Lingkungan Melalui Model Bank Sampah (Studi Pada Masyarakat Dusun Gununggrasa Desa Gunungcupu Kecamatan Sindangkasih Kabupaten Ciamis)*.
- Gu, D., Liang, C., & Zhao, H. (2017). A case-based reasoning system based on weighted heterogeneous value distance metric for breast cancer diagnosis. *Artificial Intelligence in Medicine*, 77, 31–47. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2017.02.003>
- Hanafi, A. I., Srirahayu, A., & Farida, A. (2024). Sistem Rekomendasi Produk Konveksi Pada Deem Clothing Dengan Metode Knowledge Based. *SMATIKA : STIKI Informatika Jurnal*, 14(2), 270–283.
- Hannandito, D. K., & Aryanto, H. (2020). Perancangan Iklan Layanan Masyarakat Pencegahan Pembuangan Sampah Sembarangan di Surabaya. *BARIK - Jurnal SI Desain Komunikasi Visual*, 1(3), 198–212. Diambil dari <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JDKV/article/view/36159>
- Harahap, I. S., Amelia, R., Siregar, D., Harahap, G. R., & Hasibuan, E. K. (2022). Sosialisasi Pentingnya Menjaga Kebersihan Sejak Usia Dini. *Jurnal ADAM : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 236–241. <https://doi.org/10.37081/ADAM.V1I2.1146>
- Hodovychenko, M. A., & Gorbatenko, A. A. (2023). Recommender systems: models, challenges and opportunities. *Herald of Advanced Information Technology*, 6(4), 308–319. <https://doi.org/10.15276/hait.06.2023.20>
- Iqbal Fathurrahman, M., Nurjanah, D., & Rismala, R. (2017). Sistem Rekomendasi pada Buku dengan Menggunakan Metode Trust-Aware Recommendation Recommendation System for book by using Trust-Aware Recommendation Method. *e-Proceeding of Engineering*, (3).
- Karami, A. F., Nurhayati, H., & Arif, Y. M. (2024). Design and Evaluation of Maliki V-Lab: A Metaverse-Based Virtual Laboratory for Computer Assembly Learning in Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(6), 814–821. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106>

- 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).
- Khamim, N., & Asyhari, A. (2021). Upaya Masyarakat Dalam Membentuk Lingkungan Bersih Dan Implikasinya Dalam Pelaksanaan Pendidikan Islam Anak Di Desa Manyarejo Kecamatan Manyar Kabupaten Gresik. *Atthiflah: Journal of Early Childhood Islamic Education*, 8(2), 90–100. <https://doi.org/10.54069/ATTHIFLAH.V8I2.153>
- Khine, M. S. (2011). *Games in Education BT - Playful Teaching, Learning Games: New Tool for Digital Classrooms* (M. S. Khine, Ed.). Rotterdam: SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-460-7_8
- Laseno, F. U. D., & Hendradjaya, B. (2019). Knowledge-Based Filtering Recommender System to Propose Design Elements of Serious Game. *Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, 2019-July(July), 158–163. <https://doi.org/10.1109/ICEEI47359.2019.8988797>
- Moskalets, V. (2022). Denotate of the Scientific and Psychological Term “Game.” *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 8(2), 108–115. <https://doi.org/10.15330/jpnu.8.2.108-115>
- Muliadi, M., Rukhayati, R., & Maisa, M. (2022). Sistem Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Tawaeli. *Sambulu Gana : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 35–38. https://doi.org/10.56338/SAMBULU_GANA.V1I2.2431
- Nair, A., & Mathews, R. (2020). Challenges and Solutions in Recommender Systems. Dalam A. P. Pandian, R. Palanisamy, & K. Ntalianis (Ed.), *Proceeding of the International Conference on Computer Networks, Big Data and IoT* (hlm. 188–194). Cham: Springer International Publishing.
- Patel, B., Desai, P., & Panchal, U. (2017). Methods of recommender system: A review. *Proceedings of 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems, ICIIECS 2017*, 2018-Janua, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICIIECS.2017.8275856>
- Pemerintah Pusat. *Undang-Undang Republik Indonesia nomor 18 tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*. , (2008).
- PV, A., & Joseph, S. (2017). A Survey Of Recommender System Types And Its Classification. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(9), 486–491.
- Qizi, S. N. S. (2023). Designing Educational Games and Their Benefits. *Journal of Digital Learning and Distance Education*, 1(11), 346–348. <https://doi.org/10.56778/jdlde.v1i11.99>
- Revindasari, F., Dewayanti, A., & Syahrazad, E. I. (2024). HABERTAN: Game Petualangan 3D Dengan Tema Pemilahan Sampah Sebagai Upaya Pendekatan Inovatif Untuk Pengenalan Lingkungan. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 5(4), 388–397. <https://doi.org/10.35746/jtim.v5i4.485>
- Rindri, Y. A., Rollastin, B., Rekayasa, T., Lunak, P., Manufaktur, P., Bangka, N., ... Bangka, N. (2020). Penerapan Case-Based Reasoning untuk Perawatan dan

- Perbaikan Mesin di Jurusan Teknik Mesin Polman Babel. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 12(02). Diambil dari <http://ejournal.polman-babel.ac.id/index.php/manutech/article/view/137>
- Roy, D., & Dutta, M. (2022). A systematic review and research perspective on recommender systems. *Journal of Big Data*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-022-00592-5>
- Safitri, A. D., Sulami, A., & Safitri, J. (2023). Perancangan Sistem Rekomendasi Produk Sepatu Menggunakan Metode Knowledge Base Recommendation. *Jurnal Riset dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, 04.
- Sheketa, V., Shcherbiak, I., Pikh, V., Romanyshyn, Y., Chesanovskyy, M., & Kopnick, M. (2020). Formal Outlines of Case-Based Modelling of Data and Knowledge Sources for Drilling Control. *Proceedings - International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT*, 231–234. <https://doi.org/10.1109/ACIT49673.2020.9208941>
- Stenros, J. (2017). The Game Definition Game: A Review. *Games and Culture*, 12(6), 499–520. <https://doi.org/10.1177/1555412016655679>
- Susila, A. A. N. H., & Arsa, D. M. S. (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>
- Tresnawati, D., & Budiman, A. A. (2021). Game Edukatif Pengelolaan Sampah Menggunakan Digital Game Based Learning-Instructional Design. *Jurnal Algoritma*, 18(2), 523–530. <https://doi.org/10.33364/ALGORITMA/V.18-2.834>
- Uta, M., Felfernig, A., Le, V. M., Tran, T. N. T., Garber, D., Lubos, S., & Burgstaller, T. (2024a). Knowledge-based recommender systems: overview and research directions. *Frontiers in Big Data*, Vol. 7. Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fdata.2024.1304439>
- Uta, M., Felfernig, A., Le, V. M., Tran, T. N. T., Garber, D., Lubos, S., & Burgstaller, T. (2024b). Knowledge-based recommender systems: overview and research directions. *Frontiers in Big Data*, 7. <https://doi.org/10.3389/fdata.2024.1304439>
- Vega Vitianingsih, A. (2016). *Game Edukasi Sebagai Media Pembelajaran Pendidikan Anak Usia Dini*.

LAMPIRAN

1. Hasil Kuesioner Pengujian Part 1

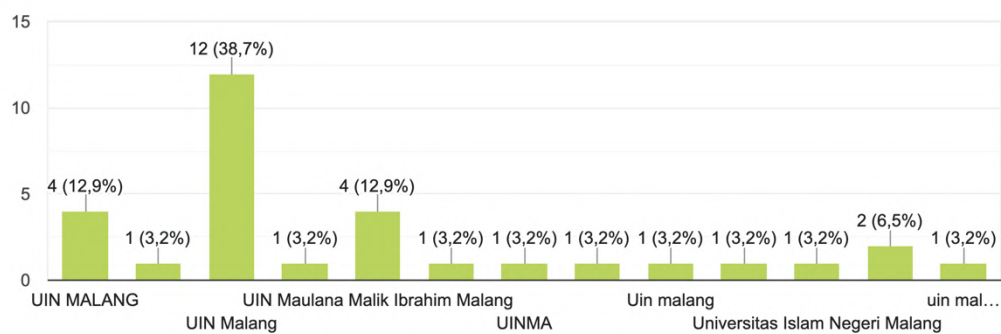
Siapa yang telah menjawab?
Email
fahrybaihaki0105@gmail.com
adi.novendra.p@gmail.com
afifalmahbubi04@gmail.com
ramadhanipasuleri123@gmail.com
maulanahelmy7@gmail.com
dilasofiana175@gmail.com
nurulizzah398@gmail.com
imamatulkhoiriyah10@gmail.com
...

Nama Lengkap
31 jawaban
Ridwan Jauhar Kafabihi
Maulana Hilmi Arkan
Adi Novendra Putra
RIZQI AMALIA KARTIKA
Furkon aziz aini
Gumilang Atmaja
Hamidah Lutfiyanti Maharani
agustina mufidatuzzainiya
Achmad Fahry Baihaki
...

NIM
31 jawaban
210605110049
210605110012
220605110062
210605110014
210605110013
2206051100119
210605110023
210605110086
210605110022
...

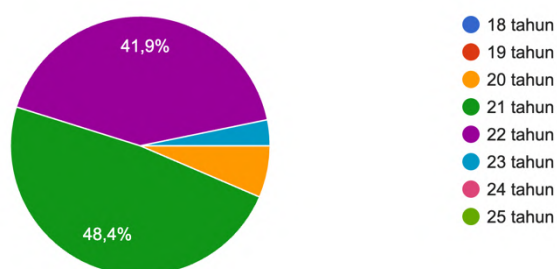
Institusi

31 jawaban



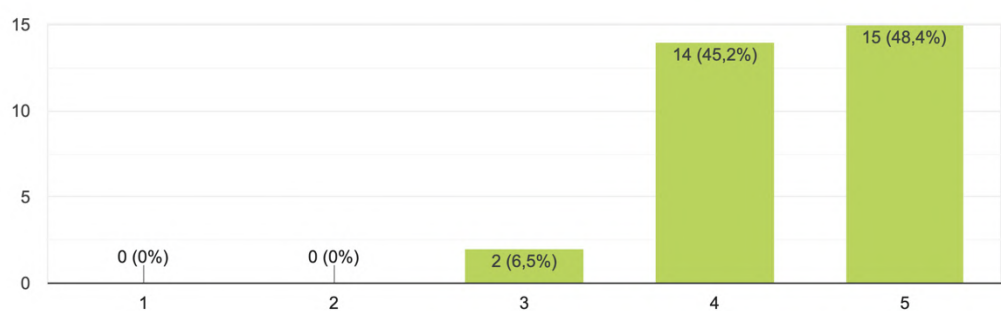
Umur

31 jawaban



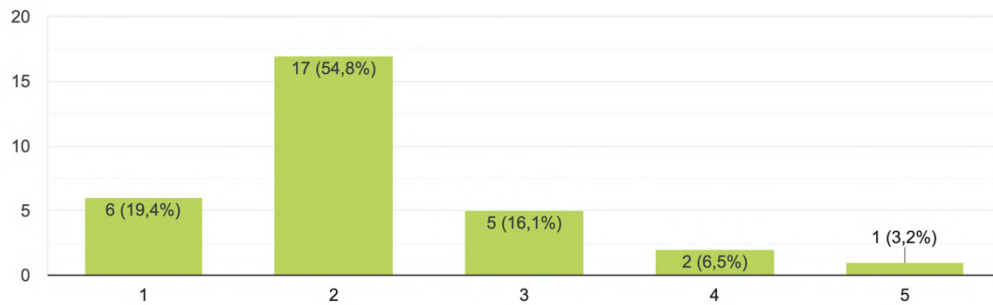
1. Saya menikmati game ini dan ingin memainkannya lagi.

31 jawaban



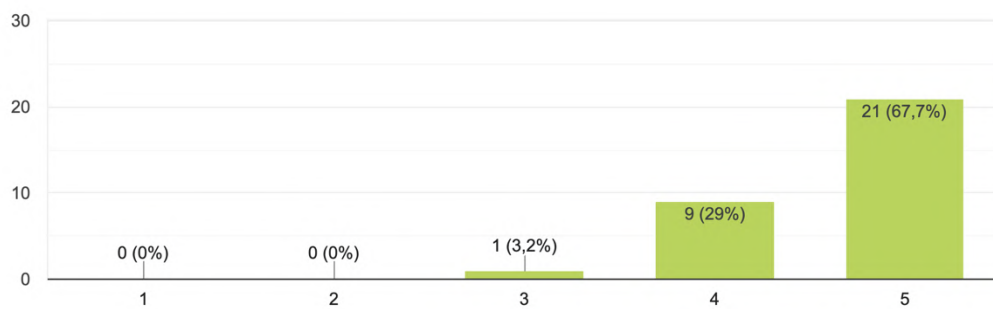
2. Game ini terasa terlalu rumit untuk dimainkan tanpa bantuan.

31 jawaban



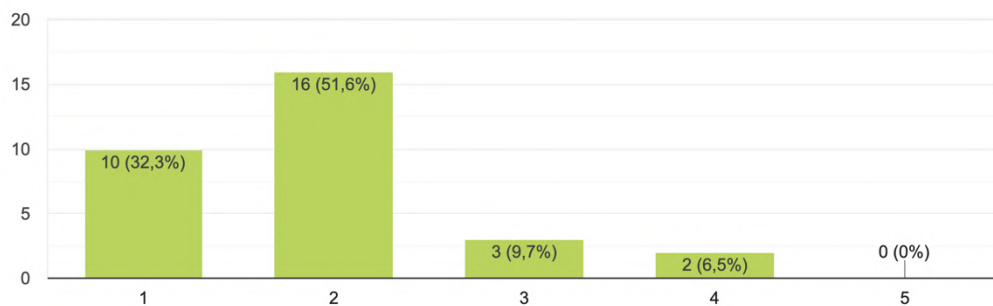
3. Saya merasa visual game ini menarik dan menyenangkan.

31 jawaban



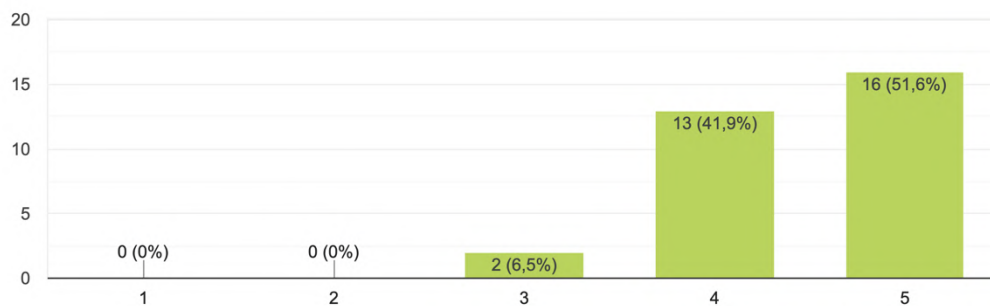
4. Saya merasa kesulitan bermain game ini tanpa bantuan orang lain.

31 jawaban



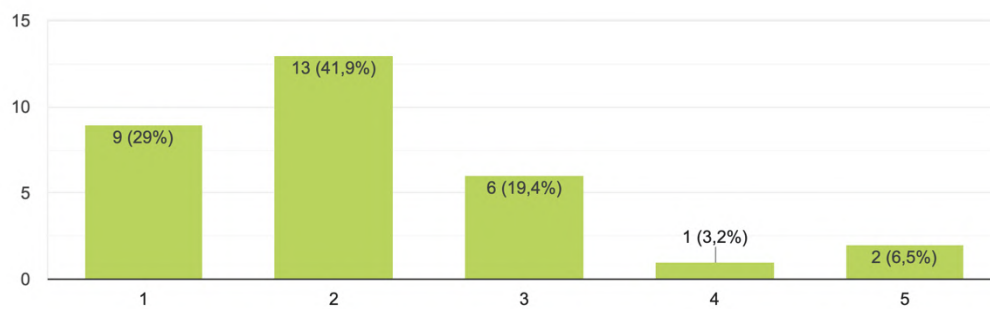
5. Tombol dan kontrol dalam game ini berfungsi dengan baik dan responsif.

31 jawaban



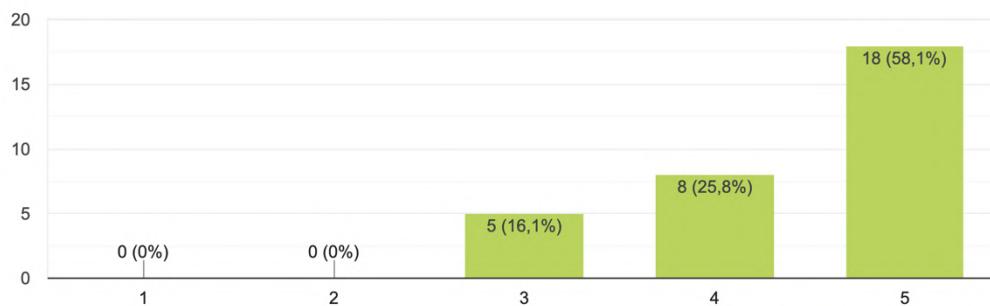
6. Instruksi dan cara bermain game ini terasa membingungkan.

31 jawaban



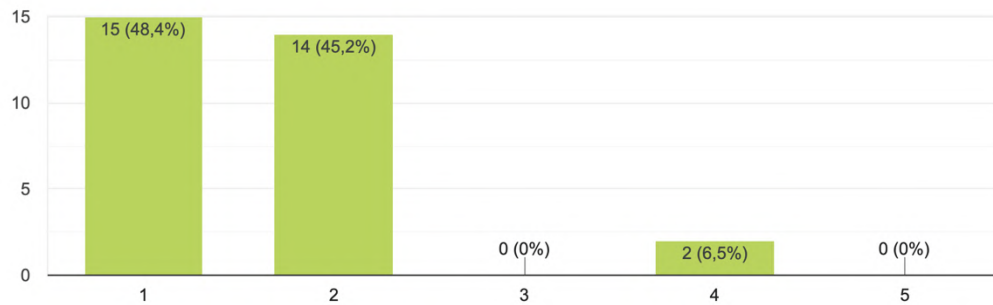
7. Saya rasa orang lain akan dengan mudah memahami cara bermain game ini.

31 jawaban



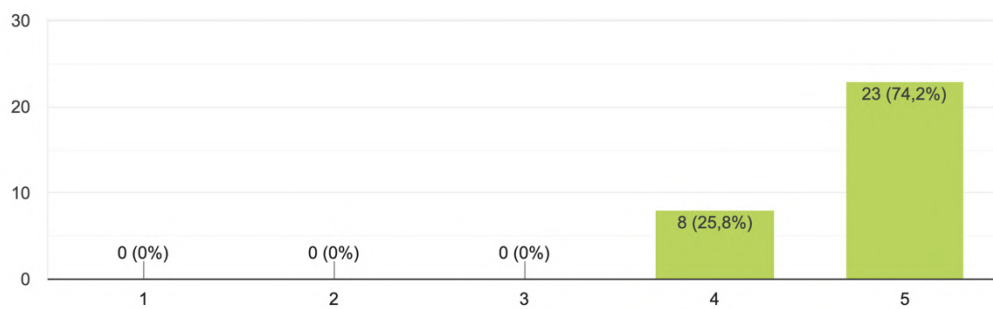
8. Game ini terlalu sulit dan membutuhkan usaha lebih untuk dimainkan.

31 jawaban



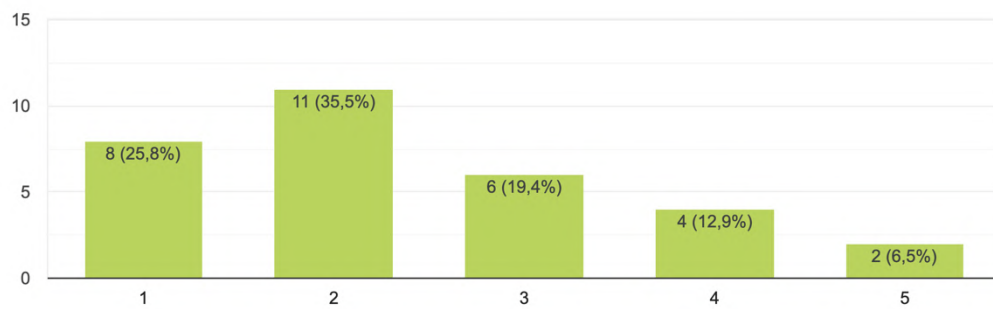
9. Saya merasa cukup percaya diri untuk memainkan game ini.

31 jawaban



10. Saya merasa perlu mempelajari banyak hal untuk bisa menikmati game ini sepenuhnya.

31 jawaban



2. Hasil Kuesioner Pengujian Part 2

Siapa yang telah menjawab?

Email

thomas.prasetyo02@gmail.com

maehkel122@gmail.com

woibang17@gmail.com

fadzharafif22@gmail.com

edgarbsn89@gmail.com

imamachmadaja@gmail.com

klaritaapriliayanti9@gmail.com

oa310370@gmail.com

thomas02@gmail.com

Nama Lengkap

18 jawaban

Atika dewi

klarita

Mikael.T

Achmad Fajar Shodiq

Muhammad Azka Alghifari

Imam Achmad Mujahidin

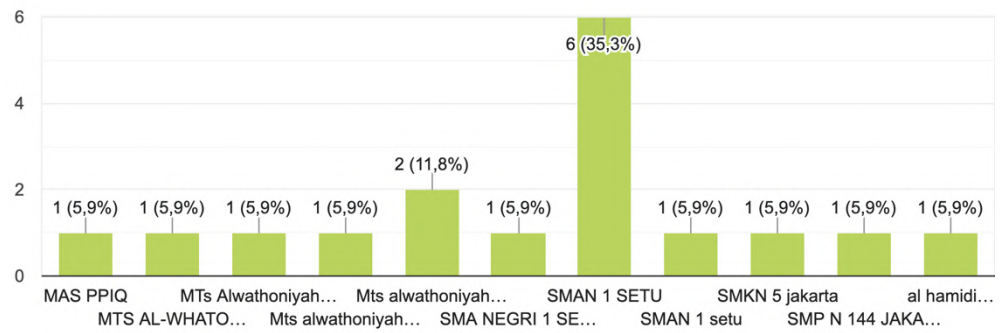
dewi roudutul adawiyah

Edgar Bernard Sebastian

Thomas prasetyo

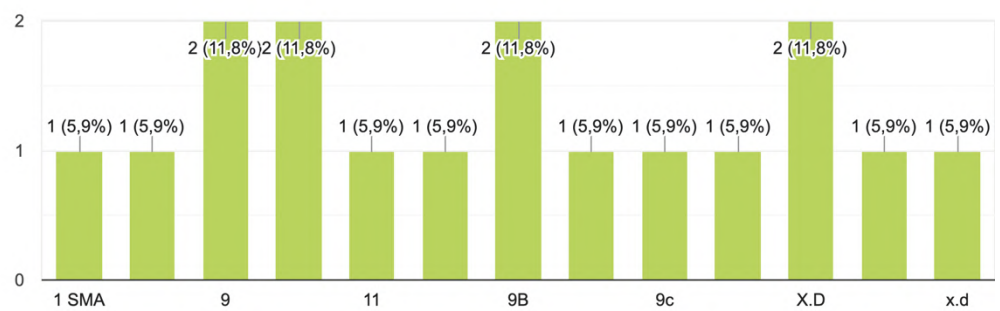
Nama Sekolah

17 jawaban



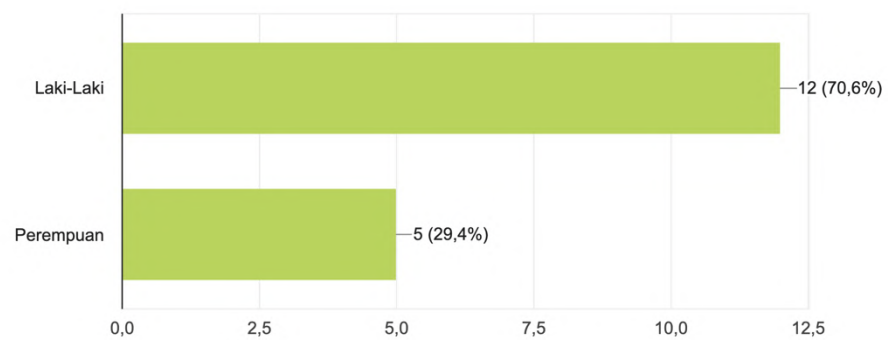
Kelas

17 jawaban

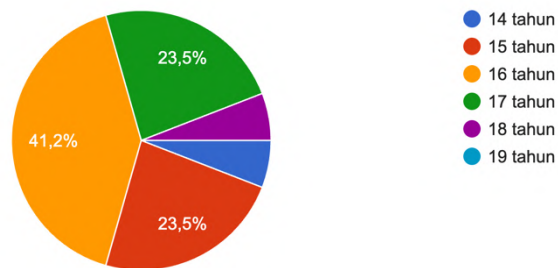


Jenis Kelamin

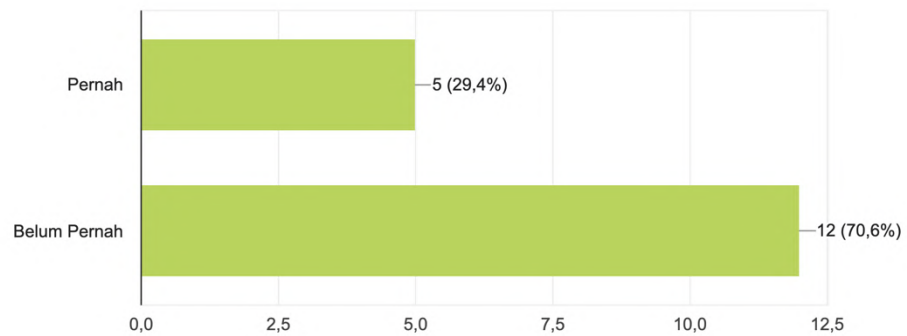
17 jawaban



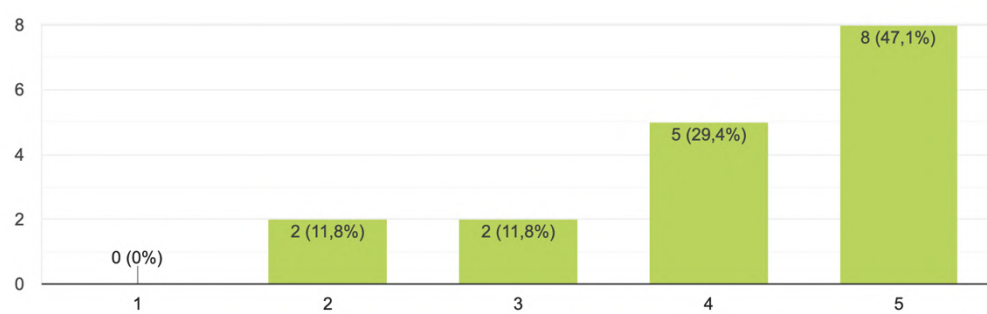
Umur
17 jawaban



Pernah memainkan game yang serupa
17 jawaban

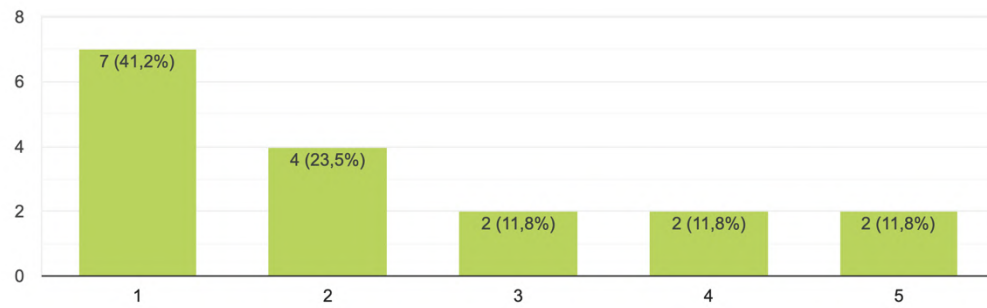


1. Saya menikmati game ini dan ingin memainkannya lagi.
17 jawaban



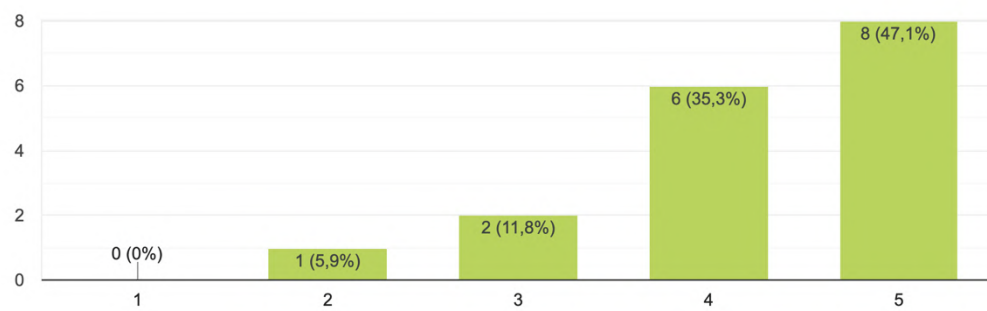
2. Game ini terasa terlalu rumit untuk dimainkan tanpa bantuan.

17 jawaban



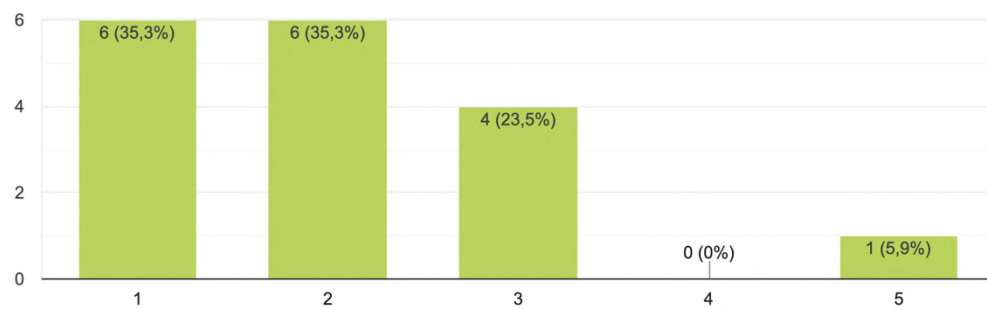
3. Saya merasa visual game ini menarik dan menyenangkan.

17 jawaban



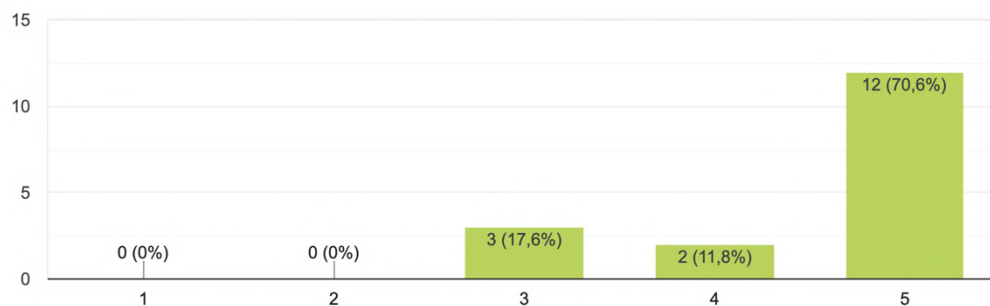
4. Saya merasa kesulitan bermain game ini tanpa bantuan orang lain.

17 jawaban



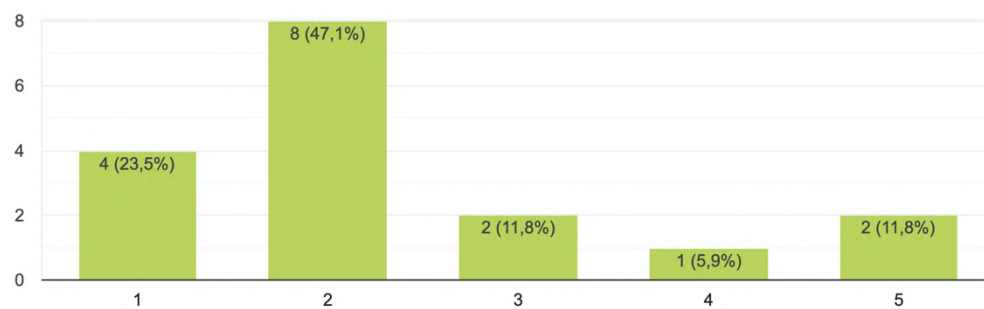
5. Tombol dan kontrol dalam game ini berfungsi dengan baik dan responsif.

17 jawaban



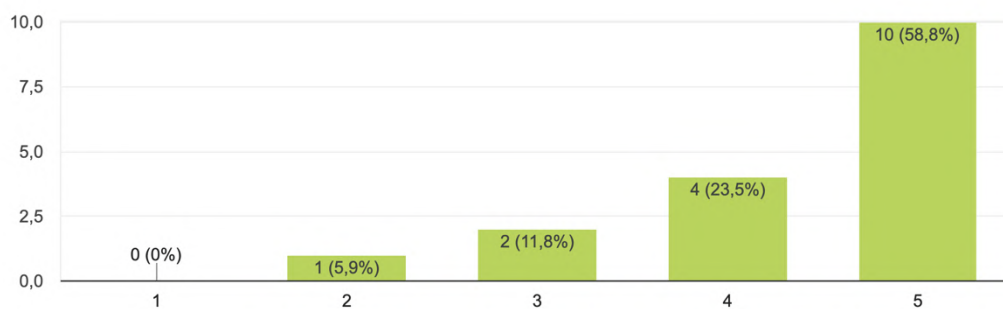
6. Instruksi dan cara bermain game ini terasa membingungkan.

17 jawaban



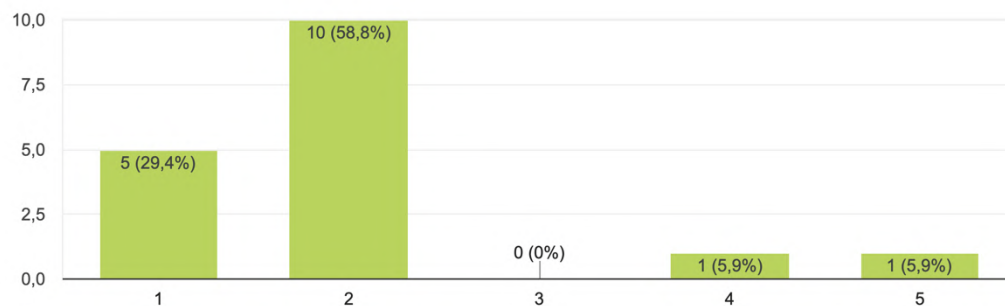
7. Saya rasa orang lain akan dengan mudah memahami cara bermain game ini.

17 jawaban



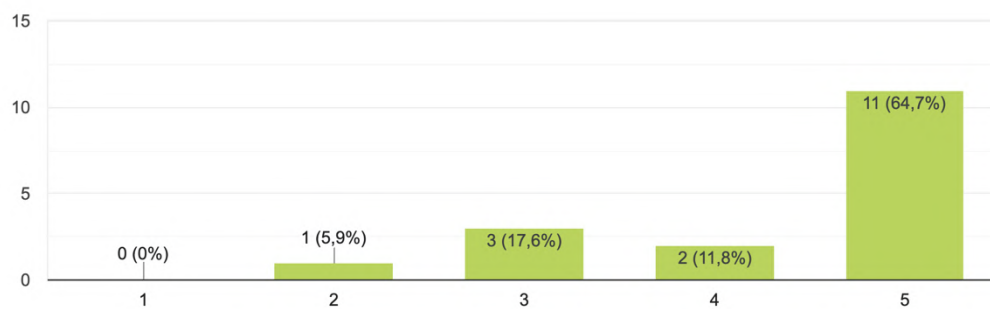
8. Game ini terlalu sulit dan membutuhkan usaha lebih untuk dimainkan.

17 jawaban



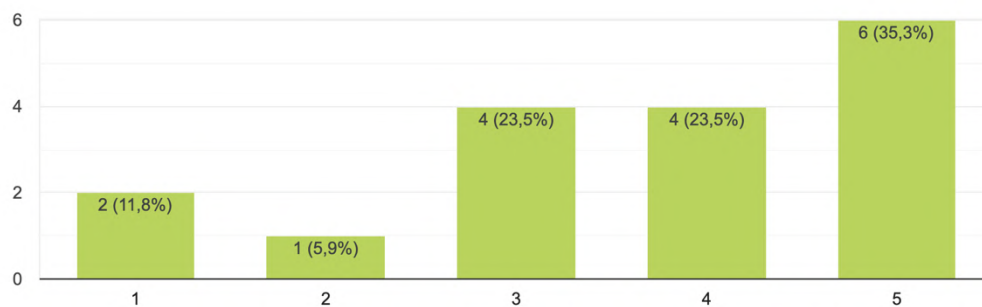
9. Saya merasa cukup percaya diri untuk memainkan game ini.

17 jawaban



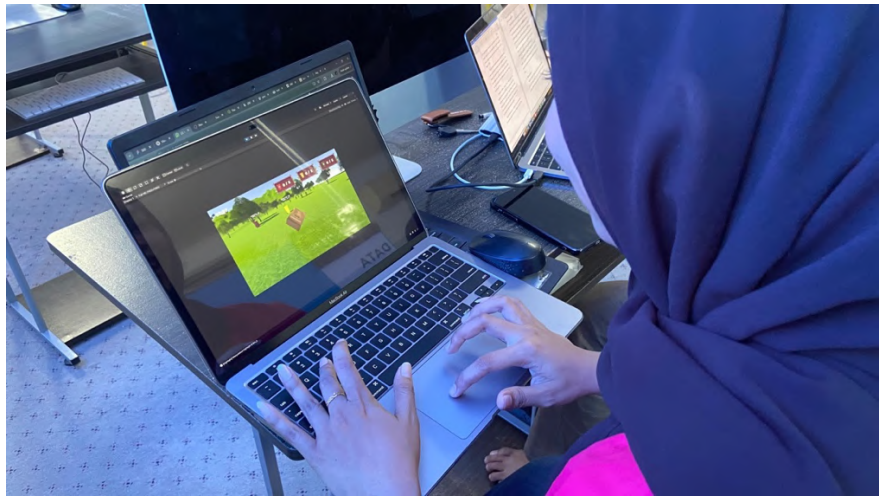
10. Saya merasa perlu mempelajari banyak hal untuk bisa menikmati game ini sepenuhnya.

17 jawaban



3. Bukti Uji Coba *Game*





4. Pengujian *Game Developer Game* “Satria Pandawara” (Responden 1)

Nama : Alfina Nurrahma N (Responden 1)

Status : Game developer, game artist

Studio : Nilawarsa

No	Aspek yang Dinilai	Rating 1-5	Komentar Responden
1	Kemudahan Memahami Tujuan Misi	5	Saya mudah untuk memahami misi mulai dari panel/scene misi permainan. hal ini dijelaskan sangat baik. Ditentukan jumlah serta waktu yang ditentukan.
2	Kejelasan Instruksi dan Informasi Misi	5	Instruksi jelas dan dapat dimengerti
3	Kemudahan Pengoperasian Kontrol (Movement & Interact)	5	kontrol mudah digunakan dan tidak terdapat error
4	Responsivitas Feedback Game (Notifikasi & Peringatan)	4	untuk notifikasi ketika sampah sudah penuh, dan player salah mengambil sampah. warna yang digunakan adalah warna merah. hal itu baik karena menandakan bahwa yang dilakukan salah. akan tetapi warnanya tidak kontras dengan lingkungan virtual sehingga sulit dibaca.
5	Visualisasi Highlight Tempat Sampah	4	Objek tempat sampah sudah diberi penanda visual (highlight), yang membantu navigasi. Namun, pengalaman akan lebih terarah apabila disertakan sistem <i>guidance aid</i> atau <i>directional indicator</i> (seperti panah atau jejak cahaya) untuk mempercepat identifikasi posisi relatif antar objek dalam ruang virtual.
6	Pengaturan Tingkat Kesulitan dan Waktu	4	kesulitan sudah cukup mewakili dari tiap level. saya menemukan misi untuk banyak sampah dikumpulkan dengan batas waktu yang masih logis dan tidak terkesan dicepatkan. Selain itu terdapat npc musuh yang bisa mengganggu player dan memberikan sedikit tantangan terhadap permainan.
7	Motivasi dan Keterlibatan Saat Bermain	3	Ide untuk membuat permainan tentang seleksi sampah dengan bentuk game rpg merupakan ide yang bagus. dengan begitu orang tidak hanya menebak melainkan perlu terlibat untuk membuang sampah. Namun entah kenapa saya merasa kurang tertantang dan tidak merasa untuk terus engage dengan permainan. sekali waktu saja ingin bermain namun tidak dilakukan berulang-ulang
8	Kualitas Audio dan Efek Suara	4	Efek suara dinilai cukup merepresentasikan aksi dan peristiwa dalam permainan. Meski tidak terlalu kompleks, suara yang digunakan sudah memenuhi fungsi informatif dan memperkuat <i>immersive experience</i> .
9	Tampilan Visual dan Desain Antarmuka	5	Visual UI sudah sangat bagus. Lingkungan virtual juga sangat bagus.

10	Keseluruhan Kepuasan Bermain	4	Saya merasa puas atas seluruh permainan. namun tentunya masih banyak yang bisa ditambahkan mengingat bahwa ini adalah game. tujuannya bukan hanya edukasi melainkan player juga harus merasakan kepuasan dalam bermain dari segi logical maupun tantangan.
----	---------------------------------	---	--

5. Pengujian *Game Developer Game “Satria Pandawara”* (Responden 2)

Nama : Ahmad Robithoh Akmal (Responden 2)

Status : Project Manager, Game Designer, Game Developer

Studio : Nilawarsa Studio

No	Aspek yang Dinilai	Rating 1-5	Komentar Responden
1	Kemudahan Memahami Tujuan Misi	5	Secara keseluruhan pemain dapat mengerti apa tujuan dari permainan ini.
2	Kejelasan Instruksi dan Informasi Misi	5	Sudah cukup jelas untuk instruksi misi permainan
3	Kemudahan Pengoperasian Kontrol (Movement & Interact)	4	Di sini nilai 4 dikarenakan saya tidak tau untuk bentuk tutorialnya seperti apa. Karena build dari game-nya tidak ada yang bisa dimainkan. Ketika melihat jenis permainannya, dan movementnya berdasarkan video. Saya rasa akan mudah untuk dimainkan seperti game-game pada umumnya.
4	Responsivitas Feedback Game (Notifikasi & Peringatan)	3	Feedback game disini saya rasa kurang menarik. karena feedback seperti VFX disini kurang nampak. Kemudian untuk notifikasi ketika mengambil/salah mengambil sampah, cukup baik mengambil warna merah. namun tulisan tersebut tidak terlalu terlihat, mungkin perlu ditambahkan background sehingga membuatnya terlihat
5	Visualisasi Highlight Tempat Sampah	5	Sebenarnya untuk ukuran game seperti ini, highlight sampah sudah cukup. namun saya sedikit merasa tidak logis dengan konsep game nya, background cerita nya seperti apa. Di environment tidak terlihat rumah sama sekali, namun tiba2 ada banyak tong sampah dengan desain tong yang bagus. dan itu spawnnya random. Mungkin lebih masuk akal jika diletakkan sedikit rumah di map tersebut. meski desain mapnya tepi sungai. Kemudian untuk detailing objective tong sampah mungkin juga bisa ditambahkan seperti pop up diatasnya, yang berisikan jarak atau apa. Atau mungkin bisa muncul di layar pemain jarak dari tiap tong sampah. Jadi pemain akan tau mana sampah yang paling dekat untuk efisiensi waktu dalam menyelesaikan objektif
6	Pengaturan Tingkat Kesulitan dan Waktu	4	Untuk kesulitan dan waktu, menurut saya ini normal untuk dimainkan orang awam. Meningkatkan jumlah map/stage nya juga masih 2. Namun untuk menarik minat pemain agar betah untuk memainkan game-nya. kondisi seperti ini kurang menarik. Karena kebanyakan pemain nantinya akan merasa kurang tertantang
7	Motivasi dan Keterlibatan Saat Bermain	4	Game dengan konsep seperti ini sangatlah menarik untuk dikembangkan, namun ada beberapa yang perlu dikemas dengan sangat menarik sehingga pemain akan secara terus menerus memainkan game ini. Apalagi jika game ini nantinya akan berdampak pada kehidupan nyata.

8	Kualitas Audio dan Efek Suara	3	Kualitas audio dan efek suara sudah sesuai pada setiap kebutuhannya. Namun ada yang miss menurut saya yaitu <i>footstep</i> dan suara-suara pendamping lainnya seperti sound effect ketika sukses/gagal melakukan sesuatu.
9	Tampilan Visual dan Desain Antarmuka	5	Tampilan main menu secara keseluruhan sudah sangat baik dan menarik, namun sedikit kurang cocok ketika sudah di dalam gamenya, karena map terlalu monoton. Mungkin bisa ditambahkan beberapa jenis tanaman atau pohon sehingga menarik.
10	Keseluruhan Kepuasan Bermain	4	Overall permainan dan tujuannya sudah sesuai. Namun untuk disebut sebagai sebuah game seutuhnya, ini belum sepenuhnya tercapai.

6. Spreadsheet Kuesinoer Pengujian Part 1

No.	Timestamp	Nama Lengkap	NIM	Institusi	Program Studi	Umur	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1.	15/05/2025 4:25:52	Achmad Fahry Baihaki	220605110100	UIN Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	22	5	2	5	2	5	2	5	1	5	4
2.	15/05/2025 13:16:15	Adi Novendra Putra	220605110102	UIN Malang	Teknik Informatika	21	4	2	3	2	4	3	4	2	4	3
3.	15/05/2025 13:42:18	Humam Afif Al-Mahbubi	220605110119	Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	21	4	3	5	3	4	2	5	1	5	2
4.	15/05/2025 13:42:25	M Ramadhanip asulleri	220605110147	UIN MALANG	Ti	21	4	3	4	2	4	2	4	2	5	4
5.	15/05/2025 14:46:22	Maulana Hilmi Arkan	210605110101	UIN Malang	Teknik Informatika	21	4	2	4	1	5	3	3	1	5	2
6.	15/05/2025 14:58:06	Dila Sofiana	210605110172	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	22	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
7.	15/05/2025 22:48:12	Nurul Izzah	210605110005	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	22	4	3	5	2	4	2	5	1	5	2
8.	15/05/2025 22:49:16	Imamatul Khoiriyah	210605110012	UIN Malang	Teknik Informatika	21	5	1	5	1	5	2	5	1	5	1

9.	15/05/2025 23:36:48	Daurin Nabilatul Munna	210605110025	UIN Malang	Teknik Informatika	21	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5
10.	16/05/2025 4:14:43	Nova Rahma	210605110014	Universitas Islam Negeri Malang	Teknik Informatika	20	4	2	5	2	5	1	5	1	4	2
11.	16/05/2025 8:20:15	agustina mufidatuzzai niya	210605110144	UIN Malang	Teknik Informatika	21	4	2	5	2	4	2	4	2	5	2
12.	16/05/2025 13:15:57	Noviansyah Maulana Ramadhan	210605110022	UIN Malang	Teknik Informatika	22	5	1	4	1	5	1	4	1	5	2
13.	16/05/2025 14:12:59	Muizzul Azizah Oktavianing Putri	210605110017	UIN Malang	Teknik Informatika	22	5	3	5	2	5	1	5	1	5	3
14.	16/05/2025 15:15:01	Faishal Reza U	210605110132	UIN Malang	Teknik Informatika	21	5	2	5	1	3	3	4	2	4	2
15.	16/05/2025 15:20:59	Furkon aziz aini	210605110128	Uin Malang	Teknik Informatika	23	5	2	5	2	5	1	5	1	5	1
16.	16/05/2025 17:06:41	Ummi Kunhayati	210605110011	UIN Malang	Teknik Informatika	22	4	2	4	2	4	2	4	2	5	3
17.	16/05/2025 18:45:50	Rafi Rabani Raihan	210605110023	UIN malang	Informatika	21	4	1	4	2	4	3	4	2	5	4
18.	16/05/2025 19:08:11	Muhammad Amirul Muttaqin	210605110020	uin malang	teknik informatika	21	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2
19.	16/05/2025 19:10:25	Aisha Dwi Anindita Radianto	2561501001110 03	Universitas Brawijaya	Magister Ilmu Komputer	22	3	2	5	2	5	2	3	1	5	3
20.	16/05/2025 19:22:33	Aninda Rizky Hartanti	210605120090	UINMA	Teknik Informatika	22	4	2	4	3	4	2	3	2	4	3

21.	16/05/2025 19:32:03	Ridwan Jauhar Kafabihi	210605110069	Uin malang	Teknik informatika	21	4	2	4	2	5	5	5	2	5	1
22.	16/05/2025 19:33:26	Akhmad Badawi	210605110086	UIN MALANG	Teknik Informatika	21	3	2	5	2	4	3	3	2	5	1
23.	16/05/2025 19:44:24	Dinindriya Izzatinisa	210605110081	UIN MALIKI MALANG	Teknik Informatika	22	4	2	5	2	4	2	5	2	4	2
24.	16/05/2025 20:26:09	RIZQI AMALIA KARTIKA	210605110064	UIN MALANG	TEKNIK INFORMAT IK	22	5	4	5	4	4	3	5	4	4	4
25.	16/05/2025 23:14:21	Sarah Arelia Rahmah	210605110049	UIN Malang	Teknik Informatika	22	5	2	5	1	5	5	5	1	5	2
26.	16/05/2025 23:56:51	Gumilang Atmaja	220605110108	UIN MALANG	Teknik Informatika	21	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
27.	17/05/2025 8:59:09	Frisca Yuni Adilia Putri	210605110048	UIN Malang	Teknik Informatika	21	5	3	5	1	4	1	5	1	5	5
28.	17/05/2025 9:00:54	Yoza Setya Febriyanti	220605110062	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	21	5	2	5	1	5	2	5	2	5	1
29.	17/05/2025 10:02:17	Salma Chesha Putri Pramudya Wardani	210605110013	UIN Malang	Teknik Informatika	22	5	4	4	2	4	1	4	2	4	2
30.	17/05/2025 12:26:20	Hamidah Lutfiyanti Maharani	210605110065	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika	22	5	2	5	3	3	2	3	2	4	3

7. Spreadsheet Kuesioner Pengujian Part 2

No.	Timestamp	Nama Lengkap	Sekolah	Kelas	Jenis Kelamin	Umur	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1.	16/06/2025 8:33:33	Thomas prasetyo	SMAN 1 SETU	X.D	Laki-Laki	17	3	1	4	2	5	1	4	2	2	5
2.	16/06/2025 8:42:11	Mikael.T	SMAN 1 SETU	X D	Laki-Laki	16	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2
3.	16/06/2025 8:42:21	Achmad Fajar Shodiq	SMAN 1 SETU	10	Laki-Laki	16	5	1	5	1	5	1	5	2	5	3
4.	16/06/2025 8:42:57	Afif	SMAN 1 SETU	X.D	Laki-Laki	17	3	2	5	3	3	2	4	2	3	4
5.	16/06/2025 8:50:10	Edgar Bernard Sebastian	SMAN 1 SETU	1 SMA	Laki-Laki	16	4	1	4	1	5	1	5	2	5	1
6.	16/06/2025 9:02:26	Imam Achmad Mujahidin	SMAN 1 setu	X.e	Laki-Laki	16	2	2	3	2	4	5	5	4	3	4
7.	16/06/2025 9:23:02	klarita	SMAN 1 SETU	x.d	Perempuan	16	5	5	5	3	5	2	5	2	5	5
8.	16/06/2025 9:34:07	Muhammad Azka Alghifari	SMA NEGRI 1 SETU	10	Laki-Laki	17	5	4	4	1	4	2	4	1	5	3
9.	16/06/2025 13:17:52	Bintang xavier farsya diliva	Mts alwathoniyah alhamidiyah	9a	Laki-Laki	15	4	1	4	2	5	2	5	1	5	4
10.	16/06/2025 13:20:07	Ahmad Zakki	MTs Alwathoniyah alhamidiyah	9	Laki-Laki	15	4	3	3	3	3	3	4	2	4	3
11.	16/06/2025 13:46:24	HAQQI ANNAZILI	MTS AL-WHATONIYA H AL-HAMIDIYAH	9c	Laki-Laki	15	5	4	5	1	5	1	5	1	5	5

12.	16/06/2025 14:04:06	daffa ramadhanu	al hamidiyah	9	Laki-Laki	15	4	1	4	1	5	2	3	1	5	4
13.	16/06/2025 14:28:51	Atika dewi	Mts alwathoniyah alhamidiyah	9B	Perempuan	16	5	2	4	2	5	3	3	2	4	3
14.	16/06/2025 14:46:57	dewi roudutul adawiyah	Mts alwathoniyah alhamidiah	9B	Perempuan	16	5	1	5	1	5	5	5	5	5	5
15.	16/06/2025 15:11:15	syifa syauqiyah	SMP N 144 JAKARTA	8	Perempuan	14	5	1	5	2	5	2	5	2	5	5
16.	16/06/2025 15:38:15	Nashwa Nur Yansyah	MAS PPIQ	12	Perempuan	18	5	5	5	5	5	4	5	1	5	1
17.	16/06/2025 17:30:07	javier	smp 144	8,2	Laki-Laki	16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18.	16/06/2025 18:41:41	Muhammad Badrus Soleh	SMKN 5 jakarta	11	Laki-Laki	17	4	2	5	2	5	2	5	2	5	5