

**PENERAPAN PROMETHEE BERBASIS MULTI KRITERIA UNTUK
MEMBANTU PEMILIHAN KARAKTER PADA *ENDLESS
RUNNER GAME* “AVOID NAJASA”**

SKRIPSI

Oleh:

**ALFINA NURRAHMA N
NIM. 200605110069**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**PENERAPAN PROMETHEE BERBASIS MULTI KRITERIA UNTUK
MEMBANTU PEMILIHAN KARAKTER PADA *ENDLESS
RUNNER GAME* “AVOID NAJASA”**

SKRIPSI

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

Oleh:
ALFINA NURRAHMA N
NIM. 200605110069

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENERAPAN PROMETHEE BERBASIS MULTI KRITERIA UNTUK
MEMBANTU PEMILIHAN KARAKTER PADA ENDLESS RUNNER
GAME “AVOID NAJASA”**

SKRIPSI

Oleh:
ALFINA NURRAHMA N
NIM. 200605110069

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 7 Mei 2024

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

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



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

HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN PROMETHEE BERBASIS MULTI KRITERIA UNTUK MEMBANTU PEMILIHAN KARAKTER PADA ENDLESS RUNNER GAME “AVOID NAJASA”

SKRIPSI

Oleh:
ALFINA NURRAHMA N
NIM. 200605110069

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 17 Mei 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

Anggota Penguji I : Ahmad Fahmi Karami, M. Kom
NIP. 19870909 202012 1 001

Anggota Penguji II : Dr. Fregy Nugroho, M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Anggota Penguji III : Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

()
()
()
()

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

Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfina Nurrahma N
NIM : 200605110069
Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Penerapan Promethee Berbasis Multi Kriteria
untuk Membantu Pemilihan Karakter pada
Endless Runner Game "Avoid Najasa"

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,
Yang membuat pernyataan,



Alfina Nurrahma N
NIM. 200605110069

MOTTO

“Our goal is not to go fast, but to finish and win.”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala, karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam kepada Rasulullah Shallallahu 'alaihi wasallam, yang telah membawa kita dari zaman *jahiliyah* menuju *addinul Islam*.

Penulis mempersembahkan karya ini kepada kedua orang tua, kerabat, teman, kakak tingkat, dan sahabat yang telah menemani perkuliahan daring maupun luring. Tanpa bantuan mereka penulis tidak akan bisa sampai di titik ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan Skripsi yang berjudul “Penerapan Promethee Berbasis Multi Kriteria Untuk Membantu Pemilihan Karakter Pada *Endless Runner Game* ‘Avoid Najasa’” dengan baik dan tepat waktu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang terlibat baik dalam proses membimbing penulisan dan juga memberikan semangat dan dukungan moril atau materiil. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, serta Dosen Pembimbing II dalam skripsi ini dari awal hingga akhir.
4. Dr. Fresy Nugroho, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak dukungan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T selaku Ketua Penguji yang telah memberikan banyak saran untuk menyelesaikan skripsi ini.

6. Ahmad Fahmi Karami, M. Kom selaku dosen penguji II yang telah menguji serta memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen dan Jajaran Staf Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan banyak bantuan dalam skripsi ini.
8. Kedua orang tua, Bapak Ali dan Ibu Naning serta adik Hasna yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Kak Endah, Shinta, Hindun, teman-teman peminatan game, dan teman-teman Angkatan 2020 Teknik Informatika “INTEGER” yang telah memberikan banyak bantuan baik material maupun dukungan intelektual, semangat, serta motivasi dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, termasuk responden yang telah memberikan kontribusi, saran, dan dukungan dalam perjalanan penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengakui bahwa penulisan pada skripsi ini masih banyak kekurangan.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 7 Mei 2024

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	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 <i>Endless Runner Game</i>	9
2.3 <i>Decision Support System</i>	11
2.4 <i>Multi Criteria Decision Making</i>	12
2.5 PROMETHEE (<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations</i>)	15
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	19
3.1 Analisis dan Perancangan <i>Endless Runner Game</i>	19
3.1.1 Analisis <i>Endless Runner Game</i>	19
3.1.2 Perancangan <i>Endless Runner Game</i>	19
3.1.3 Rancangan antarmuka.....	20
3.2 Desain Sistem.....	23
3.3 Rancangan Perhitungan PROMETHEE.....	24
3.3.1 Alternatif.....	24
3.3.2 Kriteria.....	25
3.3.3 Perhitungan PROMETHEE.....	31
3.4 Implementasi Perhitungan PROMETHEE.....	35
3.5 Desain Pengujian Sistem.....	36
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Implementasi Sistem	38
4.1.1 Implementasi Perhitungan Metode PROMETHEE	38
4.2 Pengujian Sistem.....	44
4.2.1 Uji Coba <i>Game</i>	44
4.2.2 Hasil Uji Coba	47
4.2 Pengujian <i>System Usability Scale (SUS)</i>	52

4.3.1 Analisa <i>Usability</i>	53
4.3.2 Analisa Demografis	55
4.3.3 Skor <i>System Usability Scale</i> (SUS)	58
4.3 Integrasi dalam Islam	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian.....	7
Tabel 2.2 Jenis fungsi preferensi.....	17
Tabel 3.1 Data alternatif.....	25
Tabel 3.2 Kriteria minimum dan maksimum.....	26
Tabel 3.3 Matriks perbandingan berpasangan untuk <i>map</i> sawah.....	27
Tabel 3.4 Menghitung matriks nilai kriteria.....	28
Tabel 3.5 Hasil akhir nilai CI dan CR.....	29
Tabel 3.6 Bobot kriteria.....	29
Tabel 3.7 Bobot tiap <i>map</i>	30
Tabel 3.8 Penilaian minimum dan maksimum.....	32
Tabel 3.9 Matriks keputusan.....	32
Tabel 3.10 Menentukan tipe preferensi.....	33
Tabel 3.11 Menghitung indeks preferensi.....	34
Tabel 3.12 <i>Leaving flow</i> , <i>entering flow</i> dan <i>net flow</i>	34
Tabel 4.1 Hasil matriks keputusan.....	39
Tabel 4.2 Menghitung indeks preferensi.....	42
Tabel 4.3 Menghitung <i>leaving flow</i> , <i>entering flow</i> , dan <i>net flow</i>	43
Tabel 4.4 Hasil uji coba.....	45
Tabel 4.5 <i>Input</i> data karakter.....	47
Tabel 4.6 Bobot kriteria <i>map</i> Sawah.....	48
Tabel 4.7 Nilai akhir perhitungan <i>map</i> Sawah.....	48
Tabel 4.8 Bobot kriteria <i>map</i> Jalan.....	49
Tabel 4.9 Nilai akhir perhitungan <i>map</i> Jalan.....	49
Tabel 4.10 Bobot kriteria <i>map</i> Gang.....	50
Tabel 4.11 Nilai akhir perhitungan <i>map</i> Gang.....	50
Tabel 4.12 Pertanyaan pengujian <i>usability</i> SUS.....	53
Tabel 4.13 Skala penilaian <i>usability</i>	53
Tabel 4.14 Karakteristik demografis dari responden.....	58
Tabel 4.15 Hasil skor SUS responden (sebelum dikali 2,5).....	59
Tabel 4.16 Skor SUS Responden (setelah total dikali 2,5).....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram menu permainan	20
Gambar 3.2 <i>Tampilan</i> main menu.....	21
Gambar 3.3 <i>Tampilan</i> menu <i>selection</i>	21
Gambar 3.4 <i>Tampilan</i> menu <i>Select Map</i>	22
Gambar 3.5 <i>Tampilan</i> rekomendasi	22
Gambar 3.6 <i>Gameplay</i>	23
Gambar 3.7 Diagram sistem FSM.....	24
Gambar 3.8 Diagram metode PROMETHEE	31
Gambar 3.9 Diagram hasil perhitungan metode PROMETHEE	37
Gambar 4.1 Tombol rekomendasi.....	44
Gambar 4.2 Uji coba <i>map</i> sawah	45
Gambar 4.3 Uji coba <i>map</i> jalan.....	46
Gambar 4.4 Uji coba <i>map</i> gang.....	46
Gambar 4.5 Diagram hasil dengan <i>map</i> Sawah	51
Gambar 4.6 Diagram hasil dengan <i>map</i> Jalan.....	51
Gambar 4.7 Diagram hasil dengan <i>map</i> Gang	52
Gambar 4.8 Skala penilaian SUS	54
Gambar 4.9 Umur responden	55
Gambar 4.10 Pengalaman bermain responden.....	56
Gambar 4.11 Platform untuk bermain.....	56
Gambar 4.12 Waktu sekali bermain.....	57
Gambar 4.13 Lama bermain tiap kali bermain.....	57
Gambar 4.14 Waktu bermain dalam seminggu.....	58
Gambar 4.15 Skala akhir penilaian SUS terhadap <i>game</i>	60

ABSTRAK

N, Alfina Nurrahma. 2024. **Penerapan Promethee Berbasis Multi Kriteria untuk Membantu Pemilihan Karakter pada *Endless Runner Game* “Avoid Najasa”**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Fresy Nugroho, M.T (II) Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM.

Kata kunci: Multikriteria, Permainan, PROMETHEE

Penelitian dilakukan untuk membantu pemilihan karakter dalam *game* menggunakan metode PROMETHEE. Pemilihan direkomendasikan berdasarkan bobot dan kesulitan pada tiap *map* yang bervariasi diantaranya *map* sawah, *map* jalan, dan *map* gang. Implementasi perhitungan rekomendasi karakter menggunakan metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) menggunakan nilai tertinggi sebagai ranking terbaik. Kesesuaian peringkat dapat diketahui dengan membandingkan metode PROMETHEE dengan metode TOPSIS pada 15 alternatif karakter dengan 6 kriteria. Hasilnya, metode PROMETHEE memiliki nilai yang signifikan, namun beberapa tetap memiliki peringkat terbaik yang sama dengan metode TOPSIS. Selanjutnya, dilakukan pengujian *usability* pada 57 responden menggunakan *System Usability Scale* (SUS) dengan skor keseluruhan dari evaluasi adalah 78,8. Hasil akhir skor yang didapatkan berdasarkan skala penerimaan termasuk ke dalam kategori layak untuk digunakan.

ABSTRACT

N, Alfina Nurrahma. 2024. **Implementation of Multi Criteria Based Promethee to Help Character Selection in the Endless Runner Game "Avoid Najasa"**. Undergraduate Thesis. Department of Informatics Engineering Faculty of Science and Technology Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Dr. Fresy Nugroho, M.T (II) Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM.

Keywords: Game, Multicriteria, PROMETHEE

This research was conducted to help select characters in the game using the PROMETHEE method. This selection is recommended based on the weight and difficulty of each map which varies, including the rice field map, road map and alley map. The implementation of calculating character recommendations uses the Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) method with the highest score as the best ranking. Rank suitability can be determined by comparing the PROMETHEE method with the TOPSIS method on 15 characters alternatives with 6 criteria. As a result, the PROMETHEE method has significant value, but some still have the same best ranking as the TOPSIS method. Furthermore, usability testing was carried out on 57 respondents using the System Usability Scale (SUS) with an overall score from the evaluation of 78,8. The final score obtained based on the acceptance scale was included in the category suitable for use.

مستخلص البحث

ن، ألفينا نوررحمة. 2024. تطبيق PROMETHEE القائم على معايير متعددة للمساعدة في اختيار الشخصية في لعبة العداة اللانهائي "Avoid Najasa" أطروحة. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرف الأول : د. فريسي نوجروهو، ماجستير في تكنولوجيا، المشرف الثاني د. فخرول كورنياوان، ماجستير إدارة في تكنولوجيا، IPM

الكلمات المفتاحية: المعايير المتعددة، اللعبة، PROMETHEE

تم إجراء هذا البحث للمساعدة في اختيار الشخصيات في اللعبة باستخدام طريقة PROMETHEE. يوصى بهذا الاختيار بناءً على وزن وصعوبة كل خريطة والتي تختلف، بما في ذلك خريطة حقول الأرز وخريطة الطريق وخريطة الزقاق. يستخدم تنفيذ حساب توصيات الشخصية طريقة تنظيم تصنيف التفضيلات لتقييم التخصيب (PROMETHEE) مع أعلى الدرجات كأفضل تصنيف. يمكن تحديد مدى ملاءمة التصنيف من خلال مقارنة طريقة PROMETHEE مع طريقة TOPSIS على 15 حرفًا بديلاً مع 6 معايير. ونتيجة لذلك، تتمتع طريقة PROMETHEE بقيمة كبيرة، ولكن بعضها لا يزال يتمتع بنفس الترتيب الأفضل مثل طريقة TOPSIS. بعد ذلك، تم إجراء اختبار قابلية الاستخدام على 57 مشاركًا باستخدام مقياس سهولة استخدام النظام (SUS) بدرجة إجمالية من التقييم تبلغ 78,8. وتم تضمين النتيجة النهائية التي تم الحصول عليها بناءً على مقياس القبول في الفئة المناسبة للاستخدام

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbicara tentang perkembangan ekonomi dunia, industri *game* menjadi salah satu industri yang berkembang pesat beberapa tahun terakhir. Pasar *game* di Indonesia relatif kecil pada awalnya. Seiring berjalannya waktu masuk banyak *game* dengan berbagai inovasi yang menarik minat masyarakat, baik dari grafik yang bagus, fitur yang canggih serta plot yang menarik. Perkembangannya pun beragam, dimulai dari board *game* menjadi video *game* dengan berbagai platform (Sudrajat, 2022).

Permainan hanya berfungsi sebagai bentuk hiburan semata pada awalnya. Perubahan perilaku konsumtif masyarakat mengubah peran permainan dari sekadar hiburan menjadi suatu kebutuhan. Konteks ini menjadikan industri *game* sebagai wadah untuk interaksi sosial, sarana pembelajaran, serta platform ekonomi yang signifikan bagi sebagian masyarakat. Transformasi ini menunjukkan bagaimana permainan telah melebur dalam kehidupan sehari-hari, dengan dampak yang melampaui batasan awalnya, yaitu sebagai sumber hiburan semata.

Era globalisasi menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan pasar *game* terbesar se-Asia. Menurut laporan Statista Market Forecast (2023) pasar video *game* di Indonesia akan diproyeksikan tumbuh sebesar 7,17% dari tahun 2023 hingga 2027. Salah satu yang menyebabkan kemajuan ini adalah kecanggihan teknologi dan dorongan untuk mengembangkan berbagai metode baru dalam bidang *game*. Ada banyak cara untuk menciptakan pengalaman bermain yang

menyenangkan. Pengembang harus kreatif dalam menambahkan beberapa inovasi yang akan membuat *player* menjadi betah untuk bermain *game* tersebut, seperti menambahkan fitur misi, menu kustomisasi, *upgrade* dan masih banyak lagi.

Endless run merupakan salah satu genre *game* yang digemari sepanjang masa. *Endless runner game* merupakan *game* dengan mekanisme di mana *player* harus berlari tanpa akhir sambil menghindari rintangan di depannya. Apabila *player* menabrak rintangan, permainan dianggap selesai. Tujuan pemain dalam permainan ini adalah mendapatkan skor tertinggi sambil mengumpulkan koin dan bermain sepanjang waktu yang mereka bisa. *Endless runner* biasanya memiliki banyak pemilihan *upgrade* untuk karakter demi mencapai kepuasan pemain. Tiap karakter nantinya akan memiliki atribut kemampuan yang berbeda-beda sehingga dapat ditambahkan fitur yang dapat merekomendasikan karakter mana yang bisa di pilih oleh pemain (Kočur, 2021).

Penelitian sebelumnya, sebuah *endless runner game* dirancang oleh Sofwan Yazir dkk (2022) dengan tema edukasi untuk memperkenalkan beragam tanaman obat yang dapat digunakan sebagai alternatif obat untuk menyembuhkan penyakit. Penelitian ini membuktikan bahwa *game* tidak hanya mampu memberikan kepuasan pemain, namun juga dapat digunakan sebagai media edukasi bagi para pemainnya. Kekurangan yang ada pada *game* ini adalah belum terdapat sistem rekomendasi yang disertakan. Jadi fokus utama *game* saat itu adalah mengenalkan berbagai jenis tanaman obat saja sebagai bagian dari pengalaman bermain.

Sistem rekomendasi menjadi sangat penting karena membantu pemain dalam mempermudah pengalokasian koin yang diperoleh dari permainan untuk memilih

karakter yang cocok. Adanya sistem ini membantu para pemain agar lebih mudah dalam menentukan karakter mana yang sebaiknya dipilih sehingga tidak terlalu boros dalam membelanjakan koinnya. Hal ini sejalan dengan prinsip kebijaksanaan dalam pengambilan keputusan ekonomi untuk tidak menghambur-hamburkan uang. Firman Allah dalam QS. Al-Baqarah: 195 sebagai berikut.

وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ . وَأَحْسِنُوا . إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

“Dan belanjakanlah (harta bendamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik.” (QS. Al-Baqarah: 195)

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir, ayat tersebut diturunkan berkenaan dengan masalah infak. Islam memiliki prinsip penting seperti perintah untuk berinfak di jalan Allah, menjalani hidup dengan bijaksana, perintah kita agar memilih perbuatan baik dan menjauhi perbuatan buruk. Allah memerintahkan para hambaNya untuk mencari bekal dan nafkah yang dikaruniakannya. Membelanjakan di jalan Allah berarti menaatinya dengan berbuat ihsan, berinfak dan tidak menjerumuskan diri pada kehancuran.

Ayat ini mendorong untuk berinfak di jalan Allah, yang dalam konteks permainan dapat diartikan dengan bagaimana *player* membelanjakan koin atau *budget*-nya dalam pemilihan karakter yang bermanfaat. Ayat ini juga mengingatkan agar tidak menjerumuskan diri ke dalam kebinasaan, yaitu dengan menghindari pengeluaran sumber daya secara berlebihan atau tidak bijaksana yang dapat menyebabkan kerugian.

Ayat ini juga menunjukkan pentingnya membuat keputusan dengan bijaksana untuk pemilihan karakter atau pengeluaran koin yang efektif dan relevan. Sistem rekomendasi dapat membantu pemain dalam membuat keputusan yang bijaksana dengan memberikan saran tentang karakter yang cocok dengan tujuan mereka.

Dengan demikian, sistem rekomendasi tidak hanya memberikan dampak positif pada permainan semata, akan tetapi juga merujuk pada prinsip-prinsip yang diajarkan dalam berbagai ajaran kebijaksanaan, termasuk dalam hal pengelolaan sumber daya ekonomi serta perintah untuk melakukan perbuatan terpuji dan menjauhi perbuatan buruk. Oleh karena itu, penting sebagai pemain untuk dapat menggunakan fitur rekomendasi ini dengan sebaik-baiknya, mengintegrasikan kebijaksanaan dalam pengambilan keputusan karakter dengan prinsip-prinsip yang mengarah pada manfaat dan efisiensi.

Sistem rekomendasi yang dikembangkan penulis, dihitung dari berbagai alternatif yang memiliki nilai kriteria yang beragam. Salah satu cara yang bisa diterapkan untuk mendapatkan nilai alternatif terbaik adalah dengan menggunakan keputusan multi kriteria (*Multi Criteria Decision Making*). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan rekomendasi pemilihan karakter adalah metode PROMETHEE. Metode PROMETHEE adalah salah satu dari metode pengambilan keputusan multi kriteria yang menghitung dengan membandingkan preferensi relatif antara alternatif-alternatif yang ada (Brans dan De Smet, 2016).

Metode ini digunakan oleh Nie dan Yu (2020) penelitian sebelumnya untuk melakukan seleksi pada dalam pemilihan *green suppliers* untuk mencegah

pencemaran lingkungan. Indikator utamanya adalah *business ability*, *cooperation history*, *economic index* serta *environmental protection index*. Lalu indikator ini dipecah lagi menjadi beberapa kriteria. Hasilnya, perusahaan mendapatkan alternatif dalam memilih pemasok yang ramah lingkungan dan dapat memperbaiki dampak lingkungan dari operasi bisnis mereka. Metode PROMETHEE dipilih sebagai pendekatan utama karena metode ini dapat diterapkan dalam berbagai konteks pengambilan keputusan dan membantu dalam memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria-kriteria yang relevan.

Metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) pada penelitian ini digunakan untuk menghitung proses pemilihan keputusan dalam sistem rekomendasi untuk pemilihan karakter dalam *game* "Avoid Najasa" pada menu *selection*. Sistem rekomendasi berbasis PROMETHEE ini akan pemain akan mendapatkan keuntungan dalam memilih karakter dari berbagai pilihan yang ada dengan mempertimbangkan kriteria yang relevan pada setiap karakter sesuai *budget* koin yang mereka miliki.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang diangkat oleh penulis yaitu bagaimana pemain mendapatkan rekomendasi karakter yang dimainkan pada *game* "Avoid Najasa" menggunakan metode PROMETHEE berbasis multi kriteria berdasarkan kriteria?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui cara agar mendapatkan rekomendasi karakter yang dimainkan pada *game* “Avoid Najasa” menggunakan metode PROMETHEE berbasis multi kriteria berdasarkan kriteria.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Metode PROMETHEE digunakan untuk mendapatkan rekomendasi karakter.
2. *Game* yang digunakan pada penelitian ini adalah *game* 3D sederhana berbasis *desktop*.
3. Perhitungan menggunakan metode PROMETHEE berdasarkan nilai *skill* yang ada pada karakter.
4. Variabel alternatif yang akan diteliti adalah karakter yang akan dievaluasi dan dibandingkan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

1.5 Manfaat Penelitian

Peneliti berharap penelitian ini dapat bermanfaat untuk mempermudah *player* untuk memilih karakter yang akan digunakan dalam bermain dan berguna sebagai sumber informasi dalam menentukan rekomendasi pemilihan pada menu *selection*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 menunjukkan daftar penelitian-penelitian yang berkaitan dengan metode dan penelitian yang sedang dilakukan penulis.

Tabel 2.1 Perbandingan penelitian

No	Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
1.	(Porokhnenko dkk., 2019)	<i>Machine Learning Approaches to Choose Heroes in Dota 2</i>	Pemilihan pahlawan (<i>heroes</i>) yang tepat	Metode menggunakan model <i>machine learning</i> yang dievaluasi adalah <i>neural network</i>
2.	(Arif dkk., 2021)	<i>An Automatic Scenario Control in Serious Game to Visualize Tourism Destinations Recommendation</i>	Rekomendasi pemilihan destinasi wisata berdasarkan preferensi pemain	Metode yang digunakan adalah HFSSM dan <i>Dynamic Weight-TOPSIS</i>
3.	(Shen dkk., 2022)	<i>A Deep Learning Supported Sequential Recommendation Mechanism for Ban-Pick in MOBA Games</i>	Sistem rekomendasi pemilihan karakter	Metode dengan teknik NLP dan model Bi-LSTM
4.	(Zhang dkk., 2020)	<i>Improved Dota 2 Lineup Recommendation Model Based on a Bidirectional LSTM</i>	Rekomendasi formasi (<i>lineup</i>) "Dota 2"	menggunakan model <i>Continuous Bag of Words (CBOW)</i>
5.	(Nie dan Yu, 2020)	<i>Research on Green Suppliers Selection Based on Hesitant Fuzzy Linguistic PROMETHEE Method</i>	Rekomendasi menggunakan metode PROMETHEE	Pemilihan pemasok hijau (<i>green suppliers</i>)
6.	(Rafi dkk., 2020)	<i>Prioritization Based Taxonomy of DevOps Security</i>	Rekomendasi menggunakan metode PROMETHEE	Pemilihan faktor prioritas pada keamanan dalam

No	Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
		<i>Challenges Using PROMETHEE</i>		konteks praktik <i>DevOps</i>

Penelitian yang dilakukan oleh Arif dkk., (2021) memiliki tujuan untuk mengetahui rekomendasi perjalanan sesuai dengan preferensi pemain pada *serious game* menggunakan dua metode. Pertama, metode perancangan skenario yang digunakan adalah *Hierarchical Finite State Machine* untuk menerjemahkan cerita yang dipilih pemain berbasis tantangan sesuai dengan jenis atraksi wisata. Kedua, *Dynamic Weight-Topsis* merekomendasikan skenario yang dipilih oleh pemain.

Penelitian terkait dilakukan oleh Iuliia Porokhnenko, dkk (2019) membahas tentang pentingnya pemilihan pahlawan (*heroes*) yang tepat dalam permainan *multiplayer online* Dota 2. Dengan menggunakan model *machine learning* yang dievaluasi adalah *neural network*, hasil analisis menunjukkan bahwa aktivasi fungsi *soft plus* atau *sigmoid*, serta tiga lapisan tersembunyi setelah lapisan konkatenasi, adalah salah satu model terbaik dalam memprediksi hasil pertandingan Dota 2 berdasarkan pemilihan pahlawan. Penelitian mengenai sistem rekomendasi pemilihan karakter juga dilakukan oleh Yihong Shen, dkk, (2022) pada permainan MOBA dan mengembangkan mekanisme rekomendasi berurutan untuk tahap *ban-pick*. Mekanisme pemilihan ini dilakukan dengan teknik NLP, model Bi-LSTM, dan grafik pengetahuan. Hasil eksperimen menunjukkan efektivitas mekanisme rekomendasi dalam cakupan karakter.

Penelitian oleh Lei Zhang, dkk, (2020) membahas tentang rekomendasi formasi (*lineup*) Dota2 menggunakan model *Continuous Bag of Words (CBOW)*. Model yang diterapkan dapat merekomendasikan pahlawan terakhir berdasarkan

empat pahlawan pertama yang dipilih. Hal ini sejalan dengan konsep rekomendasi karakter yang ingin dilakukan peneliti. Untuk itu digunakan metode lain yang dapat membantu pemilihan rekomendasi karakter.

Metode PROMETHEE merupakan metode untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan untuk pemilihan alternatif dengan prinsip *outranking*. Metode ini digunakan pada penelitian Tongtong Nie dan Huiqing Yu (2020), membahas tentang masalah pemilihan pemasok hijau (*Green Suppliers*) yang memiliki fokus pada mencegah pencemaran lingkungan. Dengan menggunakan metode PROMETHEE, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan dalam menentukan pemasok hijau yang sesuai dengan kriteria lingkungan.

Menurut Saima Rafi, dkk (2020) dalam jurnal penelitiannya, menggunakan metode PROMETHEE-II untuk mengembangkan sebuah taksonomi untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan tantangan keamanan dalam konteks praktik *DevOps* di industri perangkat lunak. Hasil dari 78 tanggapan dari partisipan menunjukkan bahwa "Kurangnya alat pengujian otomatis" (CH1) dan "Kurangnya standar pengkodean yang aman" (CH16) merupakan dua faktor yang paling signifikan dan harus menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan keamanan dalam pengiriman berkelanjutan dan pembaruan perangkat lunak dalam konteks *DevOps*.

2.2 *Endless Runner Game*

Terdapat perbedaan pendapat dalam membuat definisi yang tepat dari sebuah *game*. Menurut buku Jasper Juul *Half-Real* (2011), *game* adalah sistem berbasis aturan yang memiliki hasil variabel dan terukur, di mana hasil yang berbeda diberi

nilai yang berbeda, pemain berusaha untuk mempengaruhi hasil karena merasa terikat secara emosional dengan hasil, dan konsekuensinya dapat dinegosiasikan. Pemain adalah orang yang secara langsung ikut serta dalam permainan. Aturan yang ada pada permainan secara tidak langsung menciptakan tantangan bagi para pemain, sehingga mereka harus mengatasi hal tersebut untuk memengaruhi hasilnya.

Video *game* adalah permainan elektronik dimana pemain mengontrol gambar yang ada pada layer video (*Video game Definition & Meaning*, 2023). Bermain video *game* berarti juga berinteraksi dengan aturan nyata yang sambil berimajinasi di dunia maya. Salah satu kategori dari video *game* adalah *mobile game*, yaitu permainan yang dimainkan di perangkat seluler atau *smartphone*. Permainan ini memungkinkan pemain berinteraksi dengan *game* melakukan kontak fisik sentuhan jari di layar perangkat seluler. Karena ukuran layar yang kecil, permainan akan di desain sesederhana mungkin untuk membuat kontrol yang mudah, terutama untuk *endless runner* (Cao, 2016).

Endless runner game adalah salah satu genre video *game* berbentuk platform yang terus bergerak dengan lintasan tak terbatas. Game ini memiliki karakter yang berusaha menghindari rintangan yang muncul. Situasi ketika karakter menabrak rintangan akan mengakibatkan kekalahan bagi pemain. Penempatan rintangan serta kecepatan lari dari pemain menjadi faktor kesulitan yang utama dalam *game* ini. Karena semakin cepat pemain berlari, maka semakin sering dan sulit pula rintangan harus dihindari (Koçur, 2021). *Endless runner* biasanya memiliki tingkat kesulitan

yang meningkat seiring berjalannya permainan. Pemain akan terus bermain untuk mengumpulkan koin dan mencapai skor tertinggi.

Menurut Meisenzahl (2019), salah satu permainan *endless runner* yang masih populer hingga saat ini adalah Subway Surfers oleh SYBO Games. *Game* ini menjadi salah satu *game* tersukses sepanjang masa karena diunduh lebih dari satu juta kali di Playstore. Pemain mengontrol karakter yang berjalan di lingkungan yang menyerupai kereta bawah tanah dengan tiga jalur kereta api dan berbagai rintangan. Putaran permainan utama membuat pemain berlari tanpa henti ke depan sambil menghindari kereta, mengumpulkan koin, dan objek lain yang dapat diambil seperti item pengganda skor serta magnet. Kontrol karakter dengan menggeser ke kanan, ke kiri, ke atas, dan ke bawah dapat membuat karakter bergerak untuk melewati rintangan tadi. Ketika pemain menabrak rintangan atau tertangkap oleh polisi, maka *game* akan berakhir (Misra dkk., 2019).

2.3 Decision Support System

Decision Support System (DSS) atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Sistem Pendukung Keputusan, berkembang dari dua area penelitian utama yaitu dari pengambilan keputusan organisasi yang dilakukan oleh Simon, Cyert, dan March, serta pekerjaan teknis yang dilakukan oleh Gerrity dan Ness pada tahun 1960-an (Keen, P. G., dan Scott Morton, M. S. 1978). Lalu DSS mulai berkembang secara signifikan pada tahun 1970-an. Perkembangan DSS telah mengambil definisi yang lebih sempit atau lebih luas, sementara sistem lain muncul untuk membantu jenis-jenis pengambil keputusan tertentu yang dihadapkan pada jenis masalah tertentu. Penelitian di area ini umumnya berfokus pada bagaimana teknologi

informasi dapat meningkatkan efisiensi pengguna dalam mengambil keputusan, dan meningkatkan efektivitas keputusan tersebut.

Menurut Shim dkk., (2002) Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem informasi yang membantu dalam aktivitas pengambilan keputusan yang membutuhkan penilaian, perhitungan, serta urutan tindakan. Sistem ini membantu dalam menyediakan kerangka kerja yang memanfaatkan data, informasi, dan algoritma analisis yang menghasilkan laporan informasi terperinci serta rekomendasi atau solusi dalam mengatasi masalah tertentu. Tujuan utama SPK adalah membantu penggunanya agar keputusan yang diambil dapat lebih tepat dan efektif guna memperkecil resiko kesalahan.

Menurut Jogiyanto (2003: 327) pada Whetyningtyas (2011) :103, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem informasi yang membantu pengambilan keputusan setengah terstruktur yang menggunakan model analitis dan data yang tersedia menjadikan sistem ini lebih efektif. Sebuah sistem informasi berfungsi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, serta menyampaikan informasi yang saling berhubungan. Dengan menggunakan SPK, hasil dari keputusan ini dapat digunakan dalam membantu analisa masalah dan memvisualisasikannya bagi pihak yang membutuhkan sebagai dasar dalam suatu pengambilan keputusan (Whetyningtyas, 2011).

2.4 Multi Criteria Decision Making

Multi Criteria Decision Making (MCDM) adalah kumpulan teknik dan pendekatan yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi di mana ada banyak kriteria yang harus dipertimbangkan. Karena keputusan ini

melibatkan banyak faktor atau kriteria, MCDM membantu dalam menilai dan memprioritaskan opsi berdasarkan berbagai kriteria yang mungkin memiliki bobot atau kepentingan yang berbeda-beda. Metode ini membantu pengambilan keputusan dalam mengukur dan membandingkan opsi secara sistematis sehingga dapat memilih solusi yang paling sesuai dengan tujuan dan preferensi mereka.

Algoritma metode MCDM membandingkan alternatif satu sama lain terhadap kriteria yang sama untuk menentukan peringkat alternatif. Metode ini banyak digunakan dalam bidang pendidikan dan sains. Pada algoritma ini terdapat komponen umum yang ditemukan yaitu berupa kriteria, bobot, dan matriks keputusan. Selanjutnya, pilihan yang diberikan kepada pengguna mendapatkan hasil yang direpresentasikan menjadi alternatif. Kriteria adalah faktor-faktor atau karakteristik yang digunakan untuk menilai serta membandingkan alternatif yang ada dengan mengukur kinerja atau nilai dari setiap alternatif.

Menurut Daghoury dkk (2018) MCDM dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama. Pertama, *Multiple Objective Decision Making* (MODM) yaitu pendekatan yang menggunakan banyak kriteria untuk dasar pengambilan keputusan. Metode ini digunakan dalam perancangan yang memanfaatkan teknik matematika optimasi untuk situasi dengan alternatif yang sangat banyak. Kedua, *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) yaitu metode yang juga menggunakan banyak kriteria sebagai dasar pengambilan keputusan, namun lebih menekankan pada aspek subjektif dalam penilaian. MADM umumnya diterapkan pada masalah pemilihan alternatif dalam jumlah terbatas, dan memerlukan analisis matematis yang lebih sedikit.

Di dalam bukunya, Alinezhad dan Khalili (2019) dijelaskan beberapa teknik dari *Multiple Attribute Decision Making* (MADM) tiga diantaranya adalah:

a. SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*)

Metode SMART diperkenalkan oleh Winterfeldt dan Edwards pada tahun 1986, dengan tujuan untuk meranking alternatif berdasarkan kombinasi atribut kuantitatif dan kualitatif yang terbatas. Teknik ini termasuk dalam golongan yang mudah penggunaannya dan telah digunakan dalam beberapa kasus salah satu contohnya adalah seperti pemilihan sistem ERP.

b. PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*)

Metode PROMETHEE pertama kali diperkenalkan oleh Brans, Vincke, dan Mareschal pada tahun 1986, dengan tujuan untuk menemukan solusi dasar guna meningkatkan evaluasi pengambilan keputusan. Metode ini menghitung aliran neto untuk setiap pasangan alternatif yang membandingkan kinerja mereka terhadap setiap atribut. Aliran neto menggambarkan selisih antara preferensi alternatif dalam hal atribut tertentu. Selanjutnya, aliran keluaran dan masukan yang diperoleh akan diperiksa dan ditentukan peringkat alternatif. Metode ini sudah diterapkan dalam berbagai studi seperti pemilihan lokasi fasilitas, pemilihan robot industri, serta pemilihan sistem ERP.

c. VIKOR (*Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje*)

Metode VIKOR diperkenalkan oleh Opricovic pada tahun 1998. Secara umum, teknik ini berfokus pada perankingan alternatif dan pemilihan alternatif dengan kumpulan atribut yang kontradiktif, dan akhirnya memberikan solusi

kompromi yang membantu pengambil keputusan dalam mencapai solusi akhir. Hal ini menjadikan alternatif terdekat dengan solusi ideal lebih disukai dalam sub kelompok ini. Metode VIKOR telah banyak diterapkan dalam pengambilan keputusan untuk memilih alternatif dalam analisis pengadaan logistik, pemilihan *supplier*, dan pemilihan lokasi bandara.

2.5 PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations*)

Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations (PROMETHEE) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik dari berbagai atribut yang relevan pada pengambilan keputusan multi kriteria. Metode ini dikembangkan oleh Brans pada tahun 1982, dan dikembangkan lebih lanjut oleh Vincke dan Brans pada tahun 1985. PROMETHEE adalah metode *outranking* yang bersifat mengungguli alternatif lain dan berbasis fungsi preferensi yang dapat digunakan untuk serangkaian alternatif terbatas untuk menentukan peringkat dan memilih berdasarkan beberapa kriteria yang saling mendukung dan saling bertentangan (Chatterjee dan Chakraborty, 2014).

Menurut Alinezhad dan Khalili (2019), metode PROMETHEE I memiliki pendekatan parsial untuk memeriksa aliran keluaran dan masukan yang diperoleh serta memberikan peringkat alternatif secara parsial. Sementara itu, aliran bersih dalam metode PROMETHEE II ditentukan sebagai nilai akhir dan peringkat penuh alternatif. Dalam konteks ini, metode PROMETHEE memiliki fitur-fitur berikut:

- a. Termasuk dalam metode-metode kompensatori, yaitu metode yang memungkinkan kompensasi atau kompromi antara atribut-atribut yang berbeda.
- b. Mengubah atribut-atribut kualitatif menjadi atribut-atribut kuantitatif.
- c. Tidak memerlukan independensi atribut, yaitu atribut-atribut tidak harus saling bebas atau independen satu sama lain.

Dalam penggunaan metode PROMETHEE, penting untuk mendefinisikan dengan jelas tujuan yang ingin dicapai agar dapat mengidentifikasi alternatif dan kriteria dengan baik. Kriteria perlu memiliki bobot yang tepat untuk mencerminkan tingkat kepentingannya agar hasilnya dapat akurat. Metode PROMETHEE ini memiliki kelebihan yaitu konsepsi dan aplikasi cukup sederhana dibandingkan dengan metode MCDM yang lain. PROMETHEE relatif lebih sederhana karena terfokus pada perbandingan berpasangan antara alternatif. Jadi, pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan setiap pasangan alternatif untuk setiap atribut atau kriteria yang relevan. Kemudian, berdasarkan perbandingan ini, bobot atau nilai preferensi dapat diberikan.

Langkah-langkah perhitungan metode PROMETHEE menurut Brans dan Mareschal (1986) pada buku *New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making* (MADM) dijelaskan pada langkah-langkah di bawah.

- a. Menentukan fungsi preferensi

Langkah pertama adalah menentukan fungsi preferensi untuk dua objek pada tiap kriteria. Fungsi tersebut dinyatakan dengan $H(d)$, dengan d sebagai selisih antara nilai dari dua alternatif pada kriteria tertentu. Biasanya, fungsi ini memiliki

dua parameter: p (ambang preferensi) dan q (ambang indiferensi). Pemilihan jenis fungsi preferensi bergantung pada keputusan para pengambil keputusan. Beberapa jenis fungsi preferensi yang umumnya digunakan adalah:

Tabel 2.2 Jenis fungsi preferensi

Nama	Keterangan	Rumus
<i>Usual</i>	Tidak ada <i>threshold</i>	$f(d) = \begin{cases} 1, & d > 0 \\ 0, & d \leq 0 \end{cases}$ (2.1)
<i>U-Shape</i>	q sebagai <i>threshold</i>	$f(d) = \begin{cases} 1, & d > q \\ 0, & d \leq q \end{cases}$ (2.2)
<i>V-Shape</i>	p sebagai <i>threshold</i>	$f(d) = \begin{cases} d/p, & d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$ (2.3)
<i>Level</i>	p dan q sebagai <i>threshold</i>	$f(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 0.5, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$ (2.4)
<i>Linear</i>	p dan q sebagai <i>threshold</i>	$f(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ (d - q)/(p - q), & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$ (2.5)
<i>Gauss</i>	s sebagai <i>threshold</i>	$f(d) = 1 - \exp(-\frac{d^2}{2s^2})$; (2.6)

b. Menghitung selisih nilai kriteria d_{is} dan indeks preferensi V_{is}

$$d_{is} = a_{ij} - a_{sj}; \quad (2.7)$$

Dimana $i = 1, 2, 3, \dots, m, j = 1, 2, 3, \dots, n$,

d_{is} = selisih nilai kriteria, a_{ij} = nilai dari alternatif "i" pada kriteria "j.",

a_{sj} = nilai dari alternatif "s" pada kriteria "j."

$$H_j = H_j(d_{is}, p, q,); \quad (2.8)$$

Dimana $j = 1, 2, 3, \dots, n$,

H_j = fungsi preferensi untuk kriteria ke-j

$$V_{is} = \sum_{j=1}^n w_j \cdot H_j; \quad (2.9)$$

Dimana $j = 1, 2, 3, \dots, n$,

V_{is} = fungsi preferensi untuk alternatif "i" terhadap kriteria "s"

w_j = bobot kriteria

- c. Menentukan *Leaving flow*, *Entering flow*, dan *Net flow*.

$$\Phi_i^+ = \sum_{s=1, s \neq i}^m V_{is}; \quad \Phi_i^- = \sum_{s=1, s \neq i}^m V_{si}; \quad Q_i = \Phi_i^+ - \Phi_i^-. \quad (2.10)$$

Dimana Φ_i^+ = *leaving flow*, Φ_i^- = *entering flow*, dan Q_i = *net flow*

Alternatif paling baik adalah yang memiliki skor Q_i paling tinggi atau bisa disebut dengan nilai *net flow* tertinggi

$$\max_i Q_i. \quad (2.11)$$

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Analisis dan Perancangan *Endless Runner Game*

Analisis dan perancangan yang akan dilakukan untuk mengembangkan permainan "Avoid Najasa" meliputi analisis *game*, perancangan *game*, dan perancangan antarmuka.

3.1.1 Analisis *Endless Runner Game*

Game "Avoid Najasa" adalah *game* tiga dimensi dengan genre *endless runner* yang memiliki platform yang tidak terbatas. *Game* ini menantang pemain untuk berlari tanpa batas untuk mendapatkan koin di sepanjang platform tanpa menabrak rintangan. Seiring berjalannya waktu, pemain akan dihadapkan dengan tantangan yang semakin sulit, sehingga mereka harus tetap fokus dan tanggap saat permainan berlangsung.

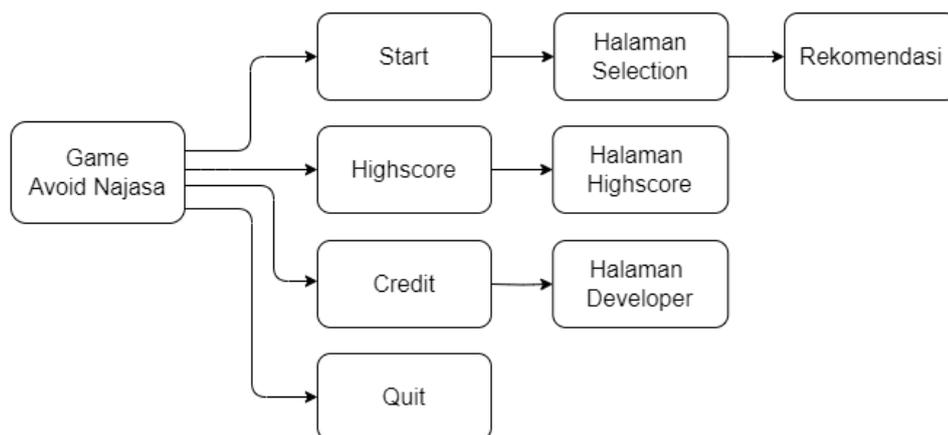
Pengendalian permainan untuk mengontrol karakter menggunakan tombol A (kiri), D (kanan) dan spasi (lompat). Penilaian atau skor permainan ini diukur berdasarkan pada jumlah koin yang berhasil didapatkan pemain. Selain itu, akan dihitung berapa kali menabrak koin dan berapa kali menabrak najis untuk menentukan skor akhir yang akan didapatkan player.

3.1.2 Perancangan *Endless Runner Game*

Perancangan permainan "Avoid Najasa" dimulai dengan halaman menu utama pada tampilan awal diantaranya *start*, *highscore*, *credit* dan *quit*. Penerapan perhitungan PROMETHEE digunakan dalam pemilihan karakter pada saat pemain

masuk ke menu *selection* setelah menekan tombol *start*. Kemudian, pada menu *selection* terdapat pilihan karakter dengan berbagai nilai kriteria yang berbeda.

Pemain bisa langsung mendapatkan rekomendasi karakter saat pertama kali bermain dengan menekan tombol rekomendasi untuk mendapatkan rekomendasi karakter alternatif dengan nilai kriteria terbaik menggunakan metode PROMETHEE. Untuk mendapatkan karakter dengan *skill* yang tinggi, pemain perlu mengumpulkan koin yang banyak terlebih dahulu. Berikut merupakan diagram permainan yang ditampilkan pada gambar 3.1.



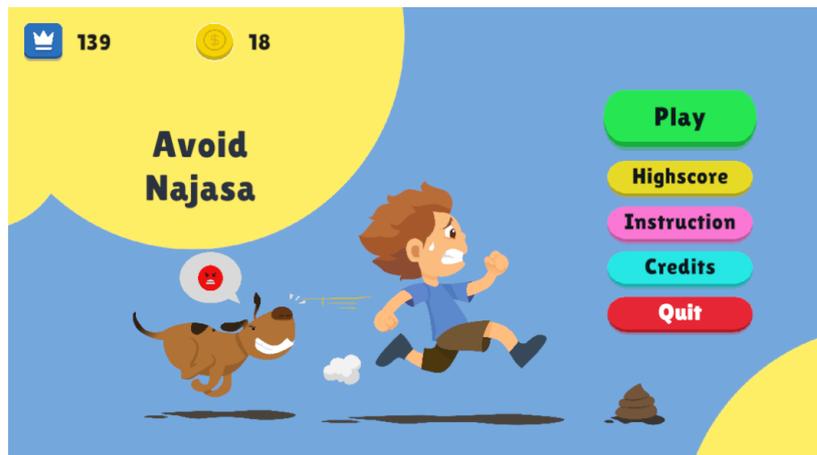
Gambar 3.1 Diagram menu permainan

3.1.3 Rancangan antarmuka

Rancangan antarmuka *Game* “Avoid Najasa” terdiri dari beberapa hal, diantaranya tampilan awal *main menu*, tampilan menu *selection*, tampilan *map*, tampilan rekomendasi, dan *gameplay*.

a. Tampilan awal *game*

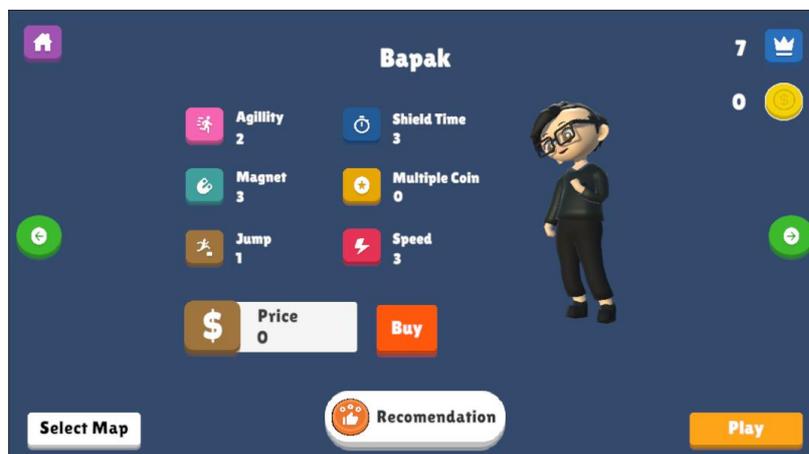
Saat masuk pertama kali dalam *game*, pemain akan diberikan tampilan *main menu* yang terdiri dari *Start*, *Highscore*, *Credit*, dan *Quit*.



Gambar 3.2 Tampilan main menu

b. Menu *Selection*

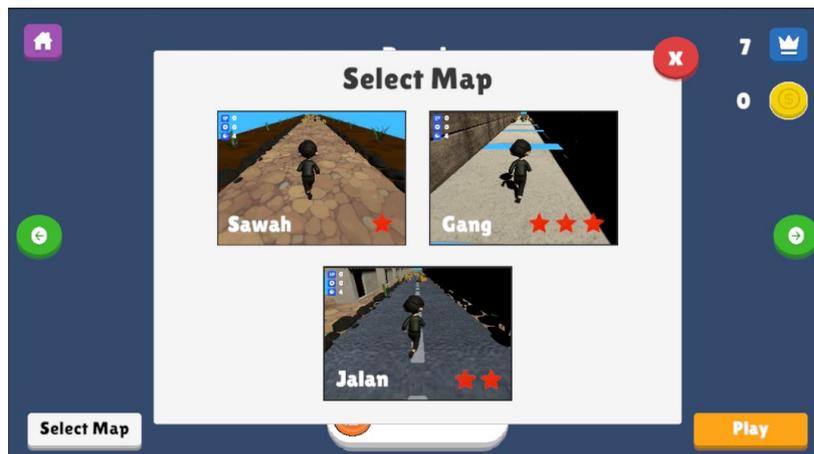
Menu ini akan muncul setelah pemain memulai permainan dengan menekan tombol *Start*. Pemain akan diberikan lima karakter dengan harga nol koin. Oleh karena itu pemain harus mengumpulkan koin sebanyak mungkin agar dapat membeli karakter lain yang lebih baik.

Gambar 3.3 Tampilan menu *selection*

c. Tampilan *Map*

Ketika pemain sudah memilih karakter yang diinginkan, pemain dapat menekan tombol *Select Map* untuk menentukan lokasi mana pemain akan bermain.

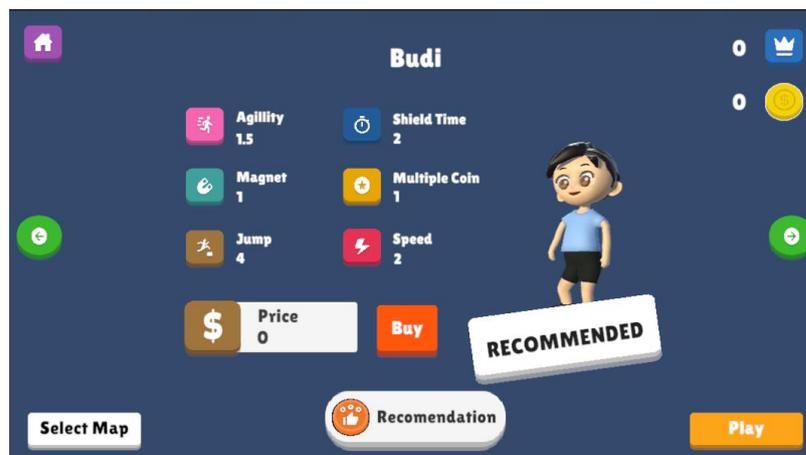
Map atau peta yang tersedia, masing-masing memiliki kriteria dan kepentingan yang berbeda. Pemilihan *map* tidak hanya memengaruhi suasana pertarungan, tetapi juga berdampak pada rekomendasi karakter yang akan diberikan oleh sistem.



Gambar 3.4 Tampilan menu *Select Map*

d. Tampilan Rekomendasi

Fitur rekomendasi menggunakan PROMETHEE ada pada menu *selection*. Pemain dapat menggunakan fitur ini untuk memilih karakter yang direkomendasikan dengan memperhatikan koin yang dimiliki pemain serta lokasi *map* yang dipilih oleh pemain sebelumnya.



Gambar 3.5 Tampilan rekomendasi

e. *Gameplay*

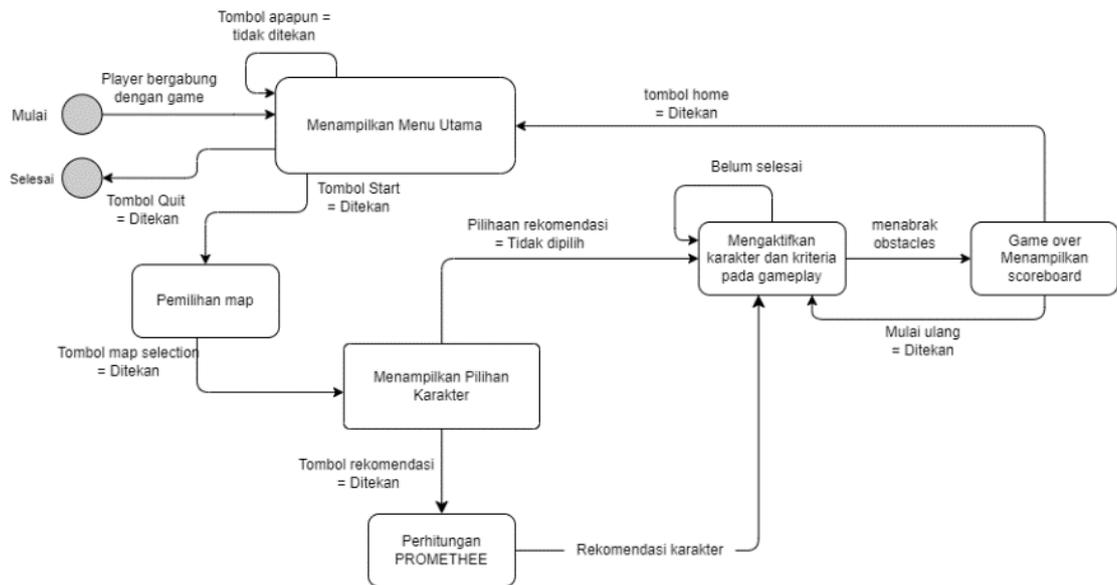
Tampilan permainan yang berlangsung adalah seperti ini, dengan menggunakan tombol A (kiri), tombol D (kanan), dan tombol spasi (lompat) untuk mengontrol karakter. Pemain memiliki kemampuan untuk menggunakan tombol M (magnet) yang memungkinkan mereka untuk mengambil koin yang jaraknya jauh.



Gambar 3.6 *Gameplay*

3.2 Desain Sistem

Desain sistem untuk menerapkan metode dalam *game* “Avoid Najasa” adalah proses perancangan sistem yang meliputi arsitektur, antarmuka, dan sistem yang akan digunakan di dalam mengintegrasikan metode PROMETHEE dalam menu *selection*. Tahap ini datang setelah analisis sistem telah dilakukan dan keputusan menerapkan metode PROMETHEE telah diambil. Oleh karena itu, diagram alur kerja sistem dibuat dalam bentuk diagram FSM mengenai rekomendasi karakter untuk *game* “Avoid Najasa” pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram sistem FSM

3.3 Rancangan Perhitungan PROMETHEE

Rancangan perhitungan pemilihan alternatif terbaik memerlukan data alternatif dan kriteria. *Player* juga perlu memilih *map* tertentu sebelum memulai permainan. Untuk lebih memahami metode PROMETHEE, diberikan contoh simulasi perhitungan untuk menentukan rekomendasi karakter menggunakan algoritma PROMETHEE. Ketika *player* baru pertama kali masuk ke menu *selection*, diasumsikan pengalaman serta koin pemain masih nol.

3.3.1 Alternatif

Data alternatif mengacu pada sekumpulan opsi, solusi, atau pilihan yang sedang dievaluasi dalam suatu proses pengambilan keputusan. Dalam hal ini, data alternatif mencakup data karakter yang tersedia pada menu *selection*. Ada 5 buah karakter yang bisa di akses dari seluruh total 15 karakter yang disediakan di awal permainan. Seiring berjalannya permainan, pemain dapat membuka karakter

lainnya dengan cara membelinya. Data alternatif dapat dilihat pada tabel 3.1 yang mewakili beragam pilihan karakter yang dapat dipilih oleh pemain.

Tabel 3.1 Data alternatif

Alternatif	Nama Karakter	Harga (Koin)
A1	Bapak	0
A2	Budi	0
A3	Ibu	0
A4	Martha	0
A5	Adik	0
A6	Kakek	50
A7	Nenek	50
A8	Paman	70
A9	Bibi	80
A10	Siswa SD	100
A11	Siswa SMP	150
A12	Siswa SMA	200
A13	Santri Pondok	250
A14	Wisudawan	300
A15	Pak ustadz	350

Lima karakter dengan harga nol diantaranya karakter Bapak, Budi, Ibu, Martha, dan Adik. Sedangkan karakter lain yang memerlukan koin lebih banyak dalam pembeliannya adalah karakter Kakek, Nenek, Paman, Bibi, Siswa SD, Siswa SMP, Siswa SMA, Santri Pondok, Wisudawan, dan Pak ustadz.

3.3.2 Kriteria

Kriteria adalah faktor atau aspek yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif dalam suatu proses pengambilan keputusan. Kriteria ini harus relevan dengan masalah yang sedang dihadapi dan dapat diukur atau dinilai secara objektif. Berikut kriteria pada setiap karakter pada *game* ini pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria minimum dan maksimum

Kriteria	Arti
C1	<i>Agility</i>
C2	<i>Magnet</i>
C3	<i>Jump</i>
C4	<i>Shield Time</i>
C5	<i>Multiple Coin</i>
C6	<i>Speed</i>

Enam kriteria yang disebutkan pada tabel 3.2 memiliki perbedaan fungsi yang didasarkan pada pertimbangan berikut.

- a. *Agility* (kelincahan): kemampuan menentukan seberapa cepat karakter dapat bergerak dan bereaksi terhadap rintangan.
- b. *Magnet* (daya tarik koin): kemampuan untuk menarik koin memudahkan pemain dalam mengumpulkan koin-koin yang tersebar di lintasan.
- c. *Jump* (kemampuan loncat): kemampuan untuk meloncat tinggi sangat penting dalam menghindari rintangan yang tinggi.
- d. *Shield time* (waktu perisai): fitur waktu perisai memberikan lama perlindungan sementara terhadap rintangan.
- e. *Multiple coin* (koin berganda): kemampuan untuk menggandakan jumlah koin yang dikumpulkan.
- f. *Speed* (kecepatan): memengaruhi seberapa cepat pemain bergerak di lintasan.

Pemilihan kriteria ini juga berdasarkan penelitian pada beberapa *game desktop* maupun *mobile* bertipe *endless runner*. Beberapa *game* tersebut diantaranya Subway Surfers, Temple Run, Minion Run, Sonic Dash, Running Pet, Talking Tom Gold Run, dan masih banyak lagi. Tipe *game* ini memiliki pola pemilihan karakter yang dapat mengakibatkan beberapa perbedaan pada keahlian permainan, seperti

meningkatnya kekuatan magnet, *power up*, tinggi lompat, waktu *shield*, *multiple coins*, dan kecepatan lari.

Penelitian oleh Pramana (2022) menjelaskan bahwa proses penentuan bobot kriteria dapat dihitung menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Perhitungan diawali dengan menentukan skala perbandingan berpasangan untuk menentukan prioritas elemen, dilanjutkan dengan mengukur konsistensi *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR). Metode ini diharapkan dapat mendapatkan hasil pembobotan yang konsisten sehingga dapat membantu perhitungan selanjutnya.

3.3.2.1 Menentukan Skala Perbandingan Berpasangan

Tahapan pertama yang dilakukan adalah menentukan skala perbandingan berpasangan. Menentukan matriks perbandingan berpasangan dimulai dengan mengisi skala perbandingan 1 – 5, dimana 1 artinya sama penting sedangkan 5 artinya lebih penting. Langkah berikutnya adalah menentukan sejauh mana satu kriteria lebih penting daripada yang lain dengan skala tadi. Berikut merupakan contoh matriks perbandingan berpasangan pada pada tabel 3.3 untuk menentukan bobot pada *map* sawah.

Tabel 3.3 Matriks perbandingan berpasangan untuk *map* sawah

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1.00	5.00	3.00	3.00	5.00	3.00
C2	0.20	1.00	0.33	0.33	0.33	0.50
C3	0.33	3.03	1.00	0.33	1.00	1.00
C4	0.33	3.03	3.03	1.00	3.00	1.00
C5	0.20	3.03	1.00	0.33	1.00	0.20
C6	0.33	2.00	1.00	1.00	5.00	1.00
Jumlah	2.40	17.09	9.36	5.99	15.33	6.70

3.3.2.2 Menghitung Matriks Nilai Kriteria

Begitu matriks perbandingan berpasangan didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah nilai kriteria untuk setiap kriteria dan menyimpannya dalam prioritas. Nilai prioritas ini adalah hasil dari penjumlahan nilai dalam setiap kolom matriks perbandingan berpasangan dibagi jumlah kriteria. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Menghitung matriks nilai kriteria

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Jumlah	Prioritas
C1	0.42	0.29	0.32	0.50	0.33	0.45	2.30	0.38
C2	0.08	0.06	0.04	0.06	0.02	0.07	0.33	0.05
C3	0.14	0.18	0.11	0.06	0.07	0.15	0.69	0.12
C4	0.14	0.18	0.32	0.17	0.20	0.15	1.15	0.19
C5	0.08	0.18	0.11	0.06	0.07	0.03	0.52	0.09
C6	0.14	0.12	0.11	0.17	0.33	0.15	1.01	0.17

Tabel 3.4 menunjukkan bahwa prioritas terbesar pada *map* ini adalah C1 (*agility*). Sementara itu, prioritas terendah adalah C2 (*magnet*).

3.3.2.3 Menghitung Nilai CR

Hasil prioritas pada perhitungan di atas dapat diterima apabila logika kriteria tersebut konsisten. Maka dari itu perlu dilakukan tes konsistensi dengan menghitung $max \lambda$ (lambda) dengan mengalikan masing-masing prioritas dengan nilai jumlah matriks berpasangan. Kemudian, total dari hasil tadi akan digunakan untuk menghitung nilai CI dan CR. Adapun hasil perhitungan dinyatakan benar apabila memenuhi syarat dimana nilai $CR \leq 0.1$. Jika nilai $CR > 0.1$ maka bobot data perlu diperbaiki lagi sampai memenuhi syarat sebelumnya. Hasil akhir perhitungan AHP dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil akhir nilai CI dan CR

Kriteria	Max λ	CI	CR
C1	0.92	0.11	0.09
C2	0.94		
C3	1.08		
C4	1.15		
C5	1.32		
C6	1.12		

Berdasarkan tabel 3.5, perhitungan akhir AHP menghasilkan nilai CR sebesar 0,09. Sehingga hasil perhitungan sudah memenuhi persyaratan karena nilainya kurang dari 0.1. Perhitungan hasil akhir dengan nilai CI dan CR dapat dijelaskan pada rumus 3.1 dan 3.2 di bawah.

$$CI = \frac{\text{Total max } \lambda - \text{jumlah kriteria}}{\text{jumlah kriteria} - 1} \quad (3.1)$$

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (3.2)$$

Dimana $IR = 1,24$ (sesuai skala *Random Indeks*)

3.3.2.4 Normalisasi Bobot Kriteria

Normalisasi bobot kriteria dilakukan setelah berhasil mengetes konsistensi. Normalisasi dilakukan dengan membagi setiap nilai prioritas oleh jumlah total semua nilai prioritasnya. Hasil normalisasi ini akan menjadi bobot bagi setiap kriteria pada metode PROMETHEE. Berikut merupakan bobot kriteria *map* sawah yang telah dinormalisasi ada pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Bobot kriteria

Kriteria	Bobot
C1	0.38
C2	0.05
C3	0.12
C4	0.19

Kriteria	Bobot
C5	0.09
C6	0.17
Jumlah	1.00

Perhitungan bobot tadi berada diluar sistem untuk tiap masing-masing *map*. Setelah data terkumpul, maka dilakukan pemilihan *map* untuk menentukan pembobotan mana yang akan diambil. Berikut adalah data pembobotan dari ketiga *map* pada tabel 3.7.

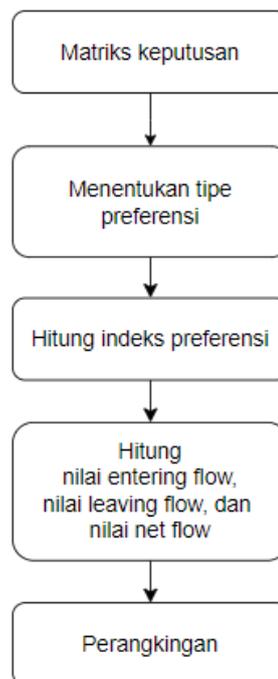
Tabel 3.7 Bobot tiap *map*

Kriteria	Bobot		
	Map Sawah	Map Jalan	Map Gang
C1	0.38	0.11	0.08
C2	0.05	0.15	0.22
C3	0.12	0.08	0.26
C4	0.19	0.15	0.09
C5	0.09	0.30	0.18
C6	0.17	0.21	0.16

Disini kita bisa melihat bahwa masing-masing *map* memiliki bobot yang berbeda tergantung pada medan yang dimiliki. *Map* sawah memiliki karakteristik koin, *obstacle* najis, dan *shield*-nya yang sedikit sehingga kriteria yang memiliki bobot terbesar adalah *agility* dan *shield time*. *Map* jalan dinilai lebih sulit karena *shield* yang sedikit, namun *obstacle* najis dan koin sedikit lebih banyak. Dengan demikian, bobot terbesar kriteria adalah *magnet* dan *multiple coin*. Terakhir *map* gang adalah *map* yang paling sulit karena terdapat rintangan berupa lubang besar yang harus dilompati *player* setiap saat, serta lebih banyak *obstacle* najis yang akan muncul. Oleh karena itu, bobot kriteria terbesar ada pada *jump* dan *magnet*.

3.3.3 Perhitungan PROMETHEE

Perhitungan menggunakan metode PROMETHEE mencakup penentuan tipe penilaian minimum dan maksimum untuk setiap kriteria, pembentukan matriks alternatif dan kriteria, penentuan tipe preferensi untuk setiap kriteria, perhitungan nilai indeks preferensi multi kriteria untuk setiap alternatif, serta perhitungan *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* untuk setiap alternatif. Tahapan-tahapan perhitungan tadi dapat dilihat dalam gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram metode PROMETHEE

3.3.3.1 Menentukan Tipe Penilaian Minimum dan Maksimum

Saat menentukan bobot kriteria dalam proses pengambilan keputusan multi kriteria, langkah pertama adalah menentukan tipe penilaian minimum dan maksimum untuk setiap kriteria. Tipe penilaian ini membantu dalam merumuskan bagaimana kriteria akan diukur dan bagaimana preferensi akan diberikan terhadap

nilai-nilai kriteria tersebut. Tipe penilaian minimum menunjukkan bahwa semakin rendah nilai kriteria, maka semakin baik (*cost*). Di sisi lain, tipe penilaian maksimum mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai kriteria, maka akan semakin baik (*benefit*).

Tabel 3.8 Penilaian minimum dan maksimum

Kriteria	Arti	Min/Maks
C1	<i>Agility</i>	Maks
C2	<i>Magnet</i>	Maks
C3	<i>Jump</i>	Maks
C4	<i>Shield Time</i>	Maks
C5	<i>Multiple Coin</i>	Maks
C6	<i>Speed</i>	Min

Berdasarkan tabel 3.8 lima kriteria pertama bernilai maksimasi agar nilai kriteria tersebut dapat mempermudah *player* dalam mengumpulkan koin. Sedangkan kriteria terakhir yaitu *speed* bernilai minimasi karena semakin cepat karakter berlari, akan semakin sulit pemain dalam menghindari rintangan.

Melanjutkan pada sub-bab alternatif di atas, Pemain yang baru pertama kali bermain hanya mendapatkan percobaan lima karakter dengan harga 0 koin. Sehingga matriks keputusan di ambil berasal dari lima data alternatif tadi.

Tabel 3.9 Matriks keputusan

Kriteria	Alternatif				
	A1	A2	A3	A4	A5
C1	2	1.5	2	2	1.5
C2	3	1	3	2	3
C3	1	4	2	2	1
C4	3	2	1	1	2
C5	0	1	1.5	2	1
C6	3	2	3	2	3

3.3.3.2 Menentukan Tipe Preferensi

Tipe preferensi pada metode ini berjumlah enam (*Usual, U-Shape, V-Shape, Level, Linear, dan Gauss*). Penentuan kriteria yang cocok dengan tipe preferensi ini dipertimbangkan melalui penelitian terdahulu. Kemudian apabila dibutuhkan akan melalui pertimbangan *decision maker*. Tipe preferensi yang digunakan pada penerapan metode PROMETHEE dalam menentukan alternatif terbaik dalam pemilihan karakter dilakukan ditunjukkan pada tabel 3.10.

Tabel 3.10 Menentukan tipe preferensi

Kriteria	Tipe Preferensi	Parameter	
		p	q
C1	V	0.5	1
C2	V	0.5	1
C3	V	0.5	1
C4	V	0.5	1
C5	V	0.5	1
C6	III	-	1

Berdasarkan tabel 3.10 penentuan tipe preferensi ini didasarkan pada beberapa sumber dan beberapa kali percobaan. Tipe yang banyak digunakan dalam beberapa penelitian adalah tipe 1 atau *Usual*. Namun pada penelitian ini menjadi tidak berjalan sebagaimana mestinya dan menghasilkan alternatif yang tidak sesuai. Maka pengkajian ulang dilakukan sehingga mendapatkan tipe 5 dan 3 yang digunakan sebagai tipe preferensi.

3.3.3.3 Menghitung Nilai Indeks Preferensi

Perhitungan nilai indeks preferensi melibatkan setiap alternatif. Untuk menghitung indeks preferensi yaitu dengan mencari selisih antara dua alternatif. Setelah itu menghitung nilai preferensi dengan tipe yang telah dipilih sebelumnya.

Hasil dari nilai preferensi akan dikalikan dengan bobot kriteria dan ditampilkan pada tabel 3.11. Lihat rumus 2.7 dan 2.8.

Tabel 3.11 Menghitung indeks preferensi

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5
A1	0	0.24	0.24	0.24	0.19
A2	0.38	0	0.31	0.31	0.29
A3	0.38	0.14	0	0.09	0.38
A4	0.38	0.14	0.12	0	0.38
A5	0.09	0.05	0.24	0.24	0

3.3.3.4 Perhitungan *Leaving Flow*, *Entering Flow* dan *Net Flow*

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai indeks preferensi multi kriteria adalah menghitung *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* untuk setiap alternatif. *Leaving flow* mengukur sejauh mana alternatif ini mengalahkan alternatif lain dalam hal preferensi. *Entering flow* mengukur sejauh mana alternatif lain mengalahkan alternatif ini. *Net flow* adalah selisih antara *leaving flow* dikurangi *entering flow* dan mencerminkan peringkat relatif alternatif berdasarkan preferensi. Menurut tabel 3.11 nilai *net flow* tertinggi terdapat pada alternatif 2 dengan nilai 0.074.

Tabel 3.12 *Leaving flow*, *entering flow* dan *net flow*

Alternatif	<i>Leaving flow</i>	<i>Entering flow</i>	<i>Net flow</i>	Peringkat
A1	0.2275	0.3075	-0.08	4
A2	0.3225	0.1425	0.18	1
A3	0.2475	0.2275	0.02	3
A4	0.255	0.22	0.035	2
A5	0.155	0.31	-0.155	5

3.4 Implementasi Perhitungan PROMETHEE

Implementasi perhitungan PROMETHEE dilihat pada pseudocode 3.1.

Pseudocode 3.1 Main

```

m=5; n=6;
Data = [
2, 1.5, 2, 2, 1.5,
3, 1, 3, 2, 3,
1, 4, 2, 2, 1,
3, 2, 1, 1, 2,
0, 1, 1.5, 2, 1,
3, 2, 3, 2, 3
];
w = [0.38, 0.05, 0.12, 0.19, 0.09];
MM = [1, 1, 1, 1, 1, -1];
cH = [5, 5, 5, 5, 5, 3];
[IP, LF, EF, NF] = PROMETHEE(m, n, Data, w, MM, cH)

```

Berdasarkan *pseudocode 3.1*, variable D merupakan matrix keputusan dengan ukuran $m \times n$. Kemudian dimasukkan nilai untuk m yaitu jumlah alternatif dan n untuk jumlah kriteria. Untuk variabel w atau bobot di isi dengan nilai bobot yang telah diperhitungkan sebelumnya. Selanjutnya dapat ditentukan MM untuk minimum maksimum kriteria, nilai 1 untuk maksimum dan nilai -1 untuk minimum. Variabel terakhir yaitu cH untuk menentukan jenis fungsi preferensi yang sesuai dengan masing-masing kriteria. Kemudian untuk memperoleh nilai preferensi, indeks preferensi serta *net flow* menggunakan fungsi PROMETHEE() dengan parameter data yang telah ditentukan di atas. *Input* tadi akan memperoleh *output* sebagai berikut.

Pseudocode 3.2 Output

Indeks Preferensi:					
0	0.24	0.24	0.24	0.19	
0.38	0	0.31	0.31	0.29	
0.38	0.14	0	0.09	0.38	
0.38	0.14	0.12	0	0.38	
0.09	0.05	0.24	0.24	0	

Leaving Flow:					
	0.2275				
	0.3225				
	0.2475				
	0.255				
	0.155				
Entering Flow:					
0.3075	0.1425	0.2275	0.22	0.31	
Net Flow:					
	-0.08				
	0.18				
	0.02				
	0.035				
	-0.155				

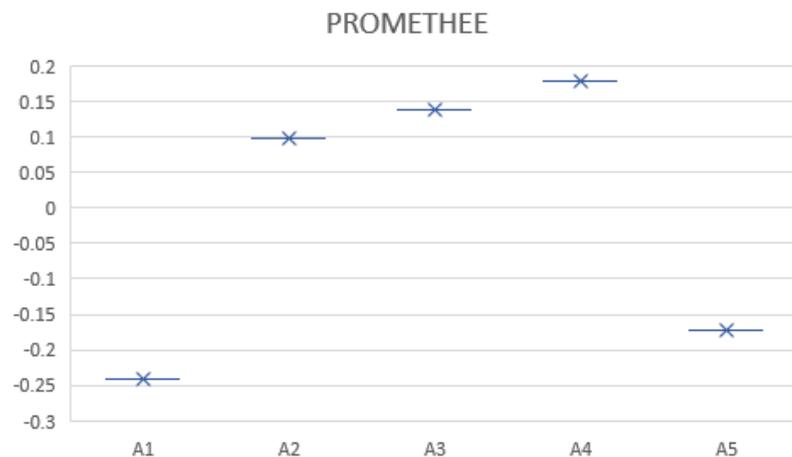
Berdasarkan *pseudocode* 3.2, *output* yang dihasilkan menjadikan alternatif 2 sebagai peringkat pertama dengan nilai *net flow* tertinggi 0,18 dan merupakan hasil rekomendasi yang akan sarankan kepada *player*.

3.5 Desain Pengujian Sistem

Desain pengujian sistem diuji coba untuk menilai implementasi metode PROMETHEE pada permainan “Avoid Najasa”. Pemeriksaan melibatkan sekelompok pengguna untuk berpartisipasi dalam permainan untuk memperoleh data. Ada 15 pilihan karakter yang tersedia dengan nilai kriteria yang berbeda dengan bobot masing-masing.

Permainan ini menggabungkan fitur rekomendasi yang menggunakan perhitungan PROMETHEE untuk menawarkan opsi alternatif karakter yang bisa didapatkan pemain dengan batasan harga karakter tidak melebihi total koin yang dimiliki pemain. Pemain dapat menggunakan alternatif karakter yang direkomendasikan untuk mengoptimalkan *gameplay* mereka dan mencapai skor setinggi mungkin.

Perhitungan yang telah dilakukan pada 5 alternatif sebelumnya, didapatkan data hasil pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Diagram hasil perhitungan metode PROMETHEE

Hasil yang didapatkan pada pengujian menggunakan PROMETHEE menghasilkan nilai *net flow* yang sangat berbeda satu sama lain. Diagram ini menunjukkan bahwa alternatif tersebut memiliki peringkat yang berbeda secara signifikan. Dengan demikian, perhitungan akan diimplementasikan pada 15 alternatif pada pemilihan karakter dalam *game*. Dengan jumlah alternatif yang lebih banyak, akan diketahui apakah metode akan berhasil untuk mempengaruhi peringkat alternatif.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Implementasi perhitungan pada sistem dilakukan dengan cara menguji coba pada menu *selection game* “Avoid Najasa” menggunakan metode PROMETHEE berbasis multi kriteria. Perhitungan sebelumnya akan diprogram sesuai desain yang telah dirancang menggunakan aplikasi Unity dan dikembangkan sehingga sesuai kebutuhan permainan.

4.1.1 Implementasi Perhitungan Metode PROMETHEE

Implementasi perhitungan metode PROMETHEE dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C# melalui aplikasi Unity. Seluruh data alternatif akan disimpan pada *scriptable* objek agar dapat di akses oleh perhitungan PROMETHEE. Proses pembobotan yang sudah dihitung di awal akan dimasukkan ke dalam program perhitungan melalui beberapa langkah berikut.

a. Menentukan Tipe Penilaian Minimum dan Maksimum

Pseudocode 4.1 Menentukan Tipe Penilaian Minimum dan Maksimum

```
FUNCTION GetPROMETHEEValues
    ..
    MM = { 1, 1, 1, 1, 1, -1 };
    ..
END FUNCTION

FUNCTION setMatriksKeputusan(index)
    list affordableCharacters
    FOR i = 0 to length of CharacterList - 1
        character = CharacterList.get(i)
        IF character.price <= coins
            affordableCharacters.add(character)
        END IF
    END FOR
END FUNCTION
```

Berdasarkan *pseudocode* pertama dengan fungsi “GetPROMETHEEValues()” menunjukkan inisiasi MM sebagai *criteriaSign* sebagai tanda bahwa atribut tadi bernilai *benefit*/maksimasi yaitu dilambangkan dengan angka 1 sedangkan bernilai *cost*/minimasi dengan angka -1.

Pseudocode kedua merupakan fungsi “setMatriksKeputusan(index)” untuk menentukan matriks keputusan yang berisi karakter yang terjangkau. Fungsi ini melakukan perulangan untuk setiap karakter dalam daftar *CharacterList*. Fungsi melakukan perulangan dan memeriksa apakah harga karakter kurang dari atau sama dengan jumlah koin yang dimiliki. Jika ya, fungsi menambahkan karakter tersebut ke daftar *affordableCharacters*. Daftar ini kemudian digunakan sebagai matriks keputusan untuk kriteria yang dipilih. Hasil dari implementasi berupa sejumlah data *pseudocode* 4.1 disajikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil matriks keputusan

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1	2	3	1	3	0	3
A2	1.5	1	4	2	1	2
A3	2	3	2	1	1.5	3
A4	2	2	2	1	2	2
A5	1.5	3	1	2	1	3

Hasil tabel 4.1 di atas merupakan alternatif yang berhasil ditambahkan ke *affordableCharacters* karena memenuhi persyaratan harga karakter ≤ 0 .

b. Menentukan tipe preferensi

Pseudocode 4.2 Menentukan tipe preferensi

```

FUNCTION GetPROMETHEEValues
  ..
  cH = {5, 5, 5, 5, 5, 3};
  ..
END FUNCTION

```

```

FUCTION GetIndexPreferensi(x,iType, p, q, sJ)
  H = 0
  IF iType = 1 // Usual
    IF X * sJ > 0
      H = 1
    ELSE
      H = 0
    END IF
  ELSE IF iType = 2 // U-Shape
    IF X * sJ > 0
      IF |X| <= q
        H = 0
      ELSE
        H = 1
      END IF
    END IF
  ELSE IF iType = 3 // V-Shape
    IF X * sJ > 0
      IF |X| <= p
        H = |X| / p
      ELSE
        H = 1
      END IF
    END IF
  ELSE IF iType = 4 // Level
    IF X * sJ > 0
      IF |X| <= q
        H = 0
      ELSE IF |X| < p
        H = 0.5
      ELSE
        H = 1
      END IF
    END IF
  ELSE IF iType = 5 // Linear
    IF X * sJ > 0
      IF |X| <= q
        H = 0
      ELSE IF |X| <= p
        H = |X| - q / p - q
      ELSE
        H = 1
      END IF
    END IF
  ELSE IF iType = 6 // Gauss
    IF X * sJ > 0
      H = 1 - exp(-X * X / (2 * p * p))
    END IF
  END IF
  RETURN H
END FUNCTION

```

Berdasarkan *pseudocode* 4.2, fungsi “GetPROMETHEEValues()” menunjukkan inisiasi parameter cH. Jika cH bernilai 5, 5, 5, 5, 5, 3, maka artinya ada enam kriteria yang digunakan dalam analisis keputusan, dan untuk setiap kriteria, fungsi preferensi H(d) yang digunakan adalah kriteria 1 sampai 5 menggunakan fungsi *Linear* dan kriteria 6 menggunakan fungsi *V-Shape*.

Fungsi “GetIndexPreferensi()” pada *Pseudocode* 4.2 dengan berdasarkan rumus 2.1 sampai dengan 2.6, merupakan fungsi yang digunakan untuk menghitung indeks preferensi H. Fungsi ini memiliki 6 jenis fungsi preferensi bergantung pada para pengambil keputusan dan inputan cH sebelumnya di fungsi “GetPROMETHEEValues()”

c. Hitung Indeks Preferensi

Pseudocode 4.3 Indeks Preferensi

```

FUNCTION PROMETHEE (m, n, D, w, MM, cH)
  FOR i = 0 to m - 1
    FOR j = 0 to m - 1
      IF i != j THEN
        DECLARE V[n]
        FOR k = 0 to n - 1
          V[k] = H_app(D[i, k] - D[j, k], cH[k], p, q,
MM[k]) * w[k]
        END FOR
        Total[i, j] = SUM(V)
      END IF
    END FOR
  END FOR
  ...

  RETURN IndeksPreferensi, LeavingFlow, EnteringFlow, NetFlow
END FUNCTION

```

Berdasarkan rumus 2.9, *Pseudocode* 4.3 tersebut berisi fungsi “PROMETHEE” untuk menghitung indeks preferensi (V). Fungsi ini menerima enam parameter, yaitu: jumlah alternatif (m), jumlah kriteria (n), matriks keputusan (D), bobot

kriteria (w), maksimum atau minimum kriteria (MM), dan jenis fungsi preferensi (cH). Fungsi ini melakukan perulangan untuk setiap kriteria dan alternatif.

Alur dimulai dengan melakukan pengulangan melalui setiap pasangan alternatif (i, j) dari alternatif yang ada dalam dataset. Tahap selanjutnya adalah mendeklarasikan matriks V dengan panjang n (jumlah kriteria). Matriks ini akan menyimpan nilai indeks preferensi yang dihitung menggunakan fungsi H_{app} berdasarkan parameter $cH[k]$, p , q , dan $MM[k]$. Nilai preferensi tersebut kemudian dikalikan dengan bobot ($w[k]$) kriteria yang bersangkutan. Setelah nilai preferensi untuk setiap kriteria dihitung, nilai-nilai tersebut ditambahkan bersama-sama untuk mendapatkan total preferensi untuk pasangan alternatif (i, j). Hasil penjumlahan ini kemudian disimpan di dalam matriks Total pada posisi yang sesuai. Hasil dari implementasi *pseudocode* 4.3 disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Menghitung indeks preferensi

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	0	0.24	0.24	0.24	0.19
A2	0.38	0	0.31	0.31	0.29
A3	0.38	0.14	0	0.09	0.38
A4	0.38	0.14	0.12	0	0.38
A5	0.09	0.05	0.24	0.24	0

Berdasarkan tabel 4.2 hasil perbandingan dari kedua alternatif yang telah disimpan menghasilkan nilai indeks preferensi yang sudah dikalikan dengan bobot.

d. Hitung *Entering Flow*, *Leaving Flow*, dan *Net Flow*

Pseudocode 4.4 Menghitung entering flow, leaving flow, dan net flow

```

FUNCTION PROMETHEE (m, n, D, w, MM, cH)
  ...
  FOR j = 0 to m - 1
    LeavingFlow[j] = Sum(Total, j, false) / (m - 1)
  END FOR

  FOR i = 0 to m - 1

```

```

        EnteringFlow[i] = Sum(Total, i, true) / (m - 1)
    END FOR

    FOR i = 0 to m - 1
        NetFlow[i] = LeavingFlow[i] - EnteringFlow[i]
    END FOR

    ...

RETURN IndeksPreferensi, LeavingFlow, EnteringFlow, NetFlow
END FUNCTION

```

Berdasarkan rumus 2.10, fungsi “PROMETHEE” pada *pseudocode* 4.4 tersebut berfungsi untuk menghitung nilai *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow*. Perulangan j akan memulai perhitungan *leaving flow*. Perulangan i akan memulai perhitungan *entering flow*. Perulangan terakhir untuk mendapatkan nilai *net flow* dari *leaving flow* dikurangi *entering flow*. Hasil dari implementasi *pseudocode* 4.4 disajikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Menghitung *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow*

Alternatif	Leaving flow	Entering flow	Net flow	Peringkat
A1	0.23	0.30	-0.08	4
A2	0.32	0.14	0.18	1
A3	0.25	0.23	0.02	3
A4	0.26	0.22	0.035	2
A5	0.16	0.31	-0.155	5

Uji coba pseudocode menghasilkan kesimpulan sebagai berikut.

- Alternatif dengan *leaving flow* tertinggi adalah A2 yaitu 0,32 dan *leaving flow* terendah adalah A5 dengan 0,16.
- Alternatif dengan *entering flow* tertinggi adalah A5 yaitu 0,31 dan *entering flow* terendah adalah A2 dengan 0,14.
- Alternatif dengan *net flow* tertinggi adalah A2 yaitu 0,18 dan *net flow* terendah adalah A3 dengan nilai -0,155.

Karakter dengan nilai *net flow* terbesar akan diambil sebagai rekomendasi karakter. Apabila terdapat lebih dari satu nilai terbesar, maka alternatif yang ditampilkan adalah karakter pertama dari daftar karakter yang memiliki nilai tersebut.

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan setelah implementasi kode selesai. Tahap ini meliputi uji coba *game* dan pemaparan hasil uji coba. *Game* diuji coba kepada *user* dengan tujuan agar sistem bekerja sesuai dengan fungsinya.

4.2.1 Uji Coba *Game*

Tahap uji coba dimulai dengan *user* masuk sesuai instruksi ke menu *Selection*. User diharuskan memilih salah satu dari tiga *map* dengan berbagai medan. Bobot tiap *map* yang berbeda-beda akan berpengaruh pada hasil rekomendasi karakter karena bobot. Bobot inilah yang nantinya akan dimasukkan pada perhitungan sistem sehingga tiap *map* akan memiliki rekomendasi karakter yang berbeda. Menu *map* dapat dilihat pada gambar 3.4 dengan tiga medan yaitu *map* sawah, *map* jalan, dan *map* gang. Setelah itu, *user* dapat memilih karakter yang ingin dimainkan dengan membelinya seperti gambar 3.3. Menu ini memiliki tombol rekomendasi yang ditunjukkan pada gambar 4.1.



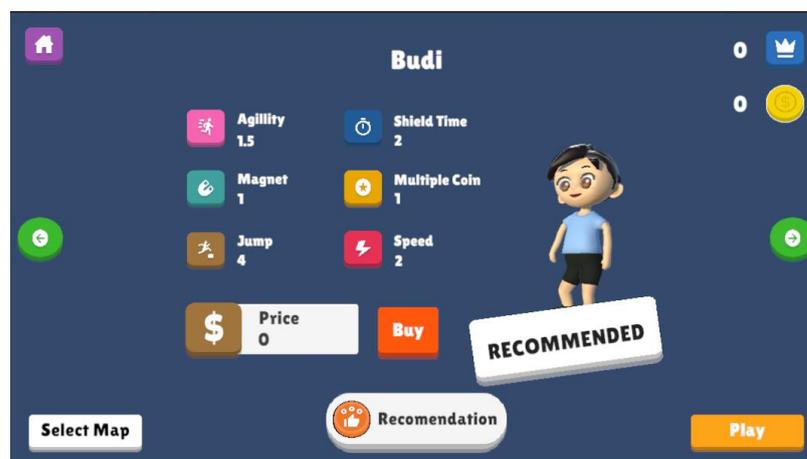
Gambar 4.1 Tombol rekomendasi

Diasumsikan *player* memiliki 0 koin sehingga ada total 5 karakter yang memenuhi syarat. Hasil uji coba dari masing-masing *map* dihitung menggunakan PROMETHEE ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji coba

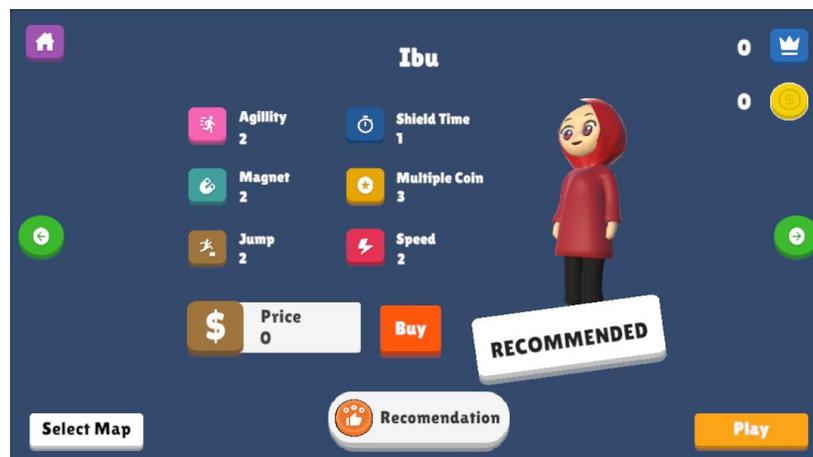
<i>Map</i>	Perhitungan PROMETHEE
Sawah	Karakter Budi
Jalan	Karakter Ibu
Gang	Karakter Martha

1. Uji coba pertama dilakukan pada *Map* Sawah dengan medan *obstacle* serta koin yang muncul juga sedikit. Percobaan ini menghasilkan karakter Budi sebagai pilihan rekomendasi seperti yang terlihat pada gambar 4.2. Terlihat bahwa karakter ini unggul pada tiga kriteria yaitu *jump*, *shield time*, dan *speed*.

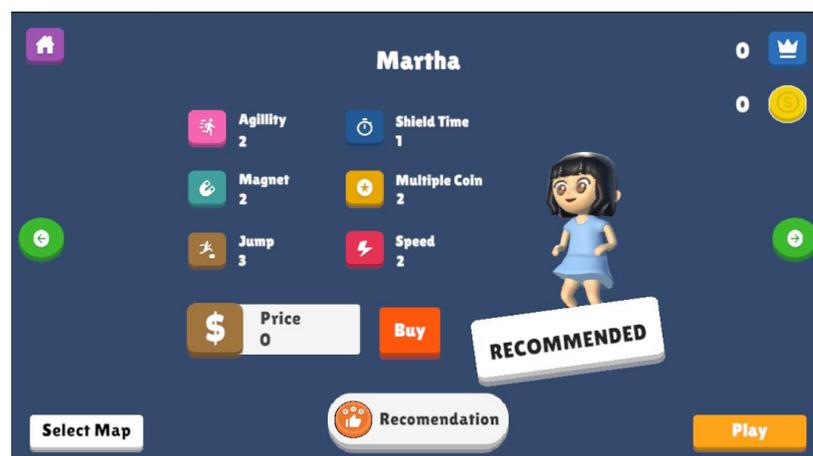


Gambar 4.2 Uji coba *map* sawah

2. Uji coba kedua dilakukan pada *Map* Jalan dengan medan *obstacle* yang lebih sulit dengan koin, najis, dan shield yang muncul cenderung sedikit. Percobaan ini karakter yang direkomendasikan adalah karakter Ibu sebagai pilihan seperti yang terlihat pada gambar 4.3. Dapat dilihat bahwa karakter ini unggul pada hampir semua kriteria kecuali *shield time*.

Gambar 4.3 Uji coba *map* jalan

3. Uji coba ketiga dilakukan pada *Map* Gang yaitu tingkat paling sulit dengan *shield*-nya sedikit namun medan *obstacle* dan koin yang muncul lebih banyak. Percobaan ini menghasilkan karakter Martha sebagai pilihan rekomendasi seperti yang terlihat pada gambar 4.4. Kriteria karakter yang paling unggul adalah *jump*. Hal ini sesuai dengan medan *map* gang yang memiliki *obstacles* berupa lubang yang harus dilompati *player*.

Gambar 4.4 Uji coba *map* gang

4.2.2 Hasil Uji Coba

Hasil uji coba yang dilakukan dengan menggunakan metode PROMETHEE diimplementasikan ke *script C# Unity*. Selanjutnya, ditambahkan perhitungan menggunakan metode TOPSIS sebagai pembandingan metode PROMETHEE. Adapun *input* yang diberikan merupakan nilai skill karakter yang sudah ada sejak awal permainan dengan asumsi *player* sudah memainkan *game* selama beberapa kali dan mengumpulkan 70 koin. Nilai koin tersebut disimpan pada penyimpanan skor koin dan dijadikan sebagai acuan untuk menentukan jumlah karakter yang akan dihitung. Berikut data karakter yang disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 *Input* data karakter

Karakter	Harga (Koin)	Harga ≤ 70
Bapak	0	Ya
Budi	0	Ya
Ibu	0	Ya
Martha	0	Ya
Adik	0	Ya
Kakek	50	Ya
Nenek	50	Ya
Paman	70	Ya
Bibi	80	Tidak
Siswa SD	100	Tidak
Siswa SMP	150	Tidak
Siswa SMA	200	Tidak
Santri Pondok	250	Tidak
Wisudawan	300	Tidak
Pak ustadz	350	Tidak

Berdasarkan tabel 4.5 dari 15 karakter yang tersedia, hanya terdapat 8 karakter yang memenuhi syarat harga kurang dari sama dengan 70 koin. Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan pada tiap *map* dengan menggunakan pembobotan yang sudah ditentukan pada tabel 3.3.

a. *Map* Sawah

Tabel 4.6 menampilkan bobot yang diberikan untuk *map* sawah berdasarkan tingkat kepentingan kriteria.

Tabel 4.6 Bobot kriteria *map* Sawah

Kriteria	Bobot
<i>Agility</i>	0.38
<i>Magnet</i>	0.05
<i>Jump</i>	0.12
<i>Shield Time</i>	0.19
<i>Multiple Coin</i>	0.09
<i>Speed</i>	0.17

Seperti penjelasan di awal, *map* ini memiliki karakteristik koin, *obstacle* najis, dan shield-nya yang sedikit. Jadi, bobot yang tertinggi ada pada kriteria *agility* dan *shield time*. Rekomendasi dengan *map* ini menghasilkan nilai akhir yang dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai akhir perhitungan *map* Sawah

Alternatif	PROMETHEE	Peringkat	TOPSIS	Peringkat
Bapak	-0.1164286	7	0.4543828	3
Budi	0.07999998	2	0.4577129	2
Ibu	0.005714267	4	0.4193554	5
Martha	0.03142858	3	0.4282959	4
Adik	-0.1735714	8	0.3275741	8
Kakek	-0.1064286	5	0.4056848	6
Nenek	-0.1064286	5	0.4056848	6
Paman	0.3857143	1	0.6196226	1

Hasil dari tabel 4.7 menunjukkan bahwa kedua metode memiliki kesamaan peringkat pertama untuk rekomendasi karakter pada *map* sawah yaitu adalah karakter Paman.

b. *Map Jalan*

Tabel 4.8 yang menunjukkan bobot untuk *map Jalan* dinilai lebih sulit karena *shield* yang sedikit, namun *obstacle* najis dan koin sedikit lebih banyak.

Tabel 4.8 Bobot kriteria *map Jalan*

Kriteria	Bobot
<i>Agility</i>	0.11
<i>Magnet</i>	0.15
<i>Jump</i>	0.08
<i>Shield Time</i>	0.15
<i>Multiple Coin</i>	0.30
<i>Speed</i>	0.21

Dengan demikian, bobot tertinggi ada pada kriteria *multiple coin* dan *speed*. Rekomendasi dengan *map* ini menghasilkan nilai akhir yang dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai akhir perhitungan *map Jalan*

Alternatif	PROMETHEE	Peringkat	TOPSIS	Peringkat
Bapak	-0.2392857	8	0.2628114	8
Budi	-0.1114286	6	0.3197326	6
Ibu	0.1314286	3	0.5658796	3
Martha	0.08000001	4	0.4248858	4
Adik	-0.1535715	7	0.2911868	7
Kakek	0.1807143	1	0.7152472	1
Nenek	0.1807143	1	0.7152472	1
Paman	-0.06857139	5	0.3369227	5

Hasil dari tabel 4.9 menunjukkan bahwa kedua metode memiliki kesamaan peringkat pertama untuk rekomendasi karakter pada *map jalan* yaitu adalah karakter Kakek dan Nenek. Namun demikian, karakter yang ditampilkan adalah karakter Kakek karena berada sebelum Nenek dalam daftar.

c. *Map Gang*

Tabel 4.10 menyatakan bobot untuk *map* terakhir yaitu *map gang*.

Tabel 4.10 Bobot kriteria *map Gang*

Kriteria	Bobot
<i>Agility</i>	0.08
<i>Magnet</i>	0.22
<i>Jump</i>	0.26
<i>Shield Time</i>	0.09
<i>Multiple Coin</i>	0.18
<i>Speed</i>	0.16

Map ini adalah *map* yang paling sulit karena terdapat rintangan berupa lubang besar yang harus dilompati *player* setiap saat, serta lebih banyak *obstacle* najis yang akan muncul. Jadi, rekomendasi dengan *map* ini menghasilkan nilai akhir yang dapat dilihat pada tabel 4.11

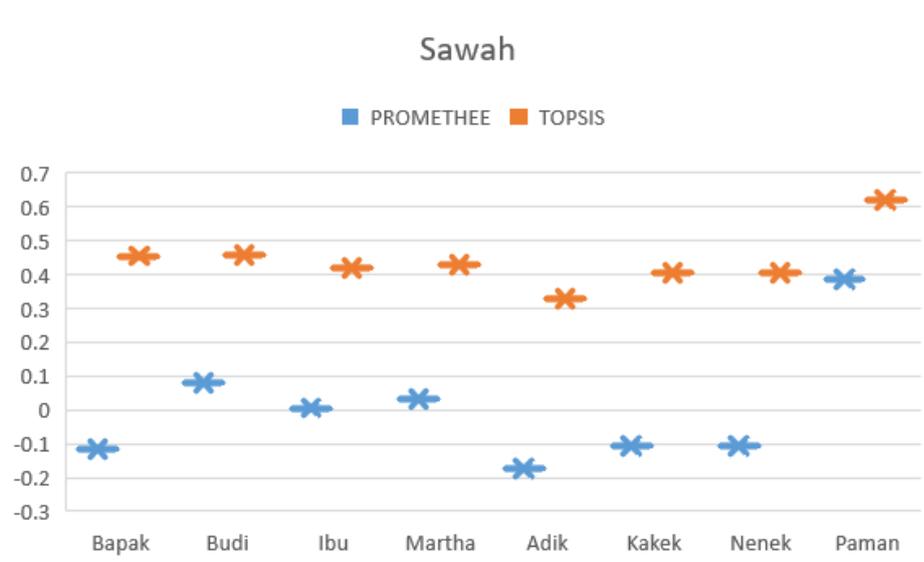
Tabel 4.11 Nilai akhir perhitungan *map Gang*

Alternatif	PROMETHEE	Peringkat	TOPSIS	Peringkat
Bapak	-0.28	8	0.3154593	7
Budi	-0.08000001	4	0.3978884	6
Ibu	0.02571428	3	0.4418468	5
Martha	0.08571428	2	0.4637606	2
Adik	-0.2285715	7	0.2461332	8
Kakek	-0.1142857	5	0.4544093	3
Nenek	-0.1142857	5	0.4544093	3
Paman	0.7057143	1	0.5786515	1

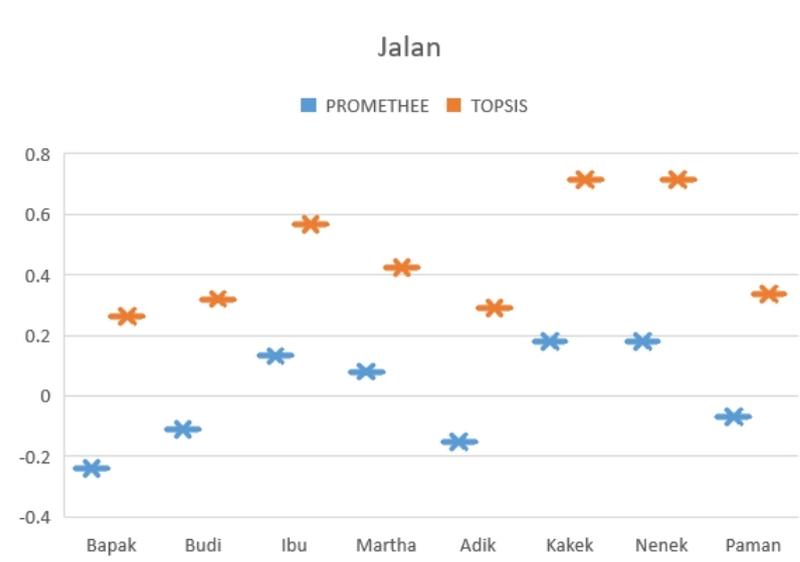
Hasil dari tabel 4.11 menunjukkan bahwa kedua metode memiliki persamaan peringkat pertama untuk rekomendasi karakter pada *map gang* yaitu adalah karakter Paman.

Dengan demikian, perbedaan bobot pada kriteria ketiga *map* ternyata sangat berpengaruh pada keluaran yang direkomendasikan oleh sistem. Oleh karena itu, pengaturan bobot yang tepat pada tiap kriteria sangat penting untuk memastikan

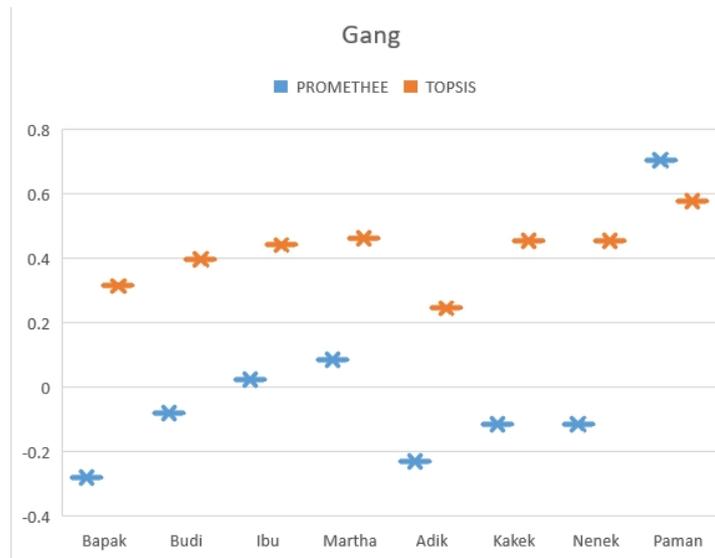
bahwa rekomendasi yang diberikan sesuai dengan karakteristik setiap *map*. Perbedaan dari kedua metode tadi disajikan pada grafik yang memperlihatkan perubahan posisi dan bentuk dari datanya. Berikut pada gambar 4.5, 4.6, dan 4.7 merupakan sajian diagram garis dari hasil perhitungan metode PROMETHEE dan TOPSIS.



Gambar 4.5 Diagram hasil dengan *map* Sawah



Gambar 4.6 Diagram hasil dengan *map* Jalan



Gambar 4.7 Diagram hasil dengan *map* Gang

Berdasarkan ketiga diagram tersebut didapatkan bahwa metode PROMETHEE menghasilkan nilai tiap alternatifnya berbeda secara signifikan. Beberapa alternatif memiliki nilai negatif, sementara yang lain memiliki nilai positif. Hasil menunjukkan variasi besar dalam preferensi. Sedangkan TOPSIS memiliki nilai yang serupa dan berdekatan.

4.2 Pengujian *System Usability Scale* (SUS)

Penelitian oleh Mandita dan Kusumo Jati (2022) mengenai pengujian *usability* dilakukan pengujian *System Usability Scale* (SUS). SUS digunakan untuk mengukur seberapa baik pengalaman *user* dalam berinteraksi dengan sistem yang telah dibuat. Pengujian ini diimplementasikan di *game* pada fitur rekomendasi dalam menu *Selection*. Tujuannya adalah mengidentifikasi potensi masalah yang dapat mempengaruhi kenyamanan, kemudahan, dan kepuasan pemain saat menggunakan fitur tersebut serta meningkatkan pengalaman pemain agar lebih baik. Pengujian SUS memiliki 10 buah pertanyaan sebagai alat pengujian dengan 5

pilihan jawaban. Perhitungan ini memudahkan dan meminimalisir biaya pengujian karena tidak memerlukan jumlah sampel yang banyak. Adapun 10 pertanyaan tersebut ditampilkan pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pertanyaan pengujian *usability* SUS

No.	Pertanyaan
1	Saya berpikir akan menggunakan sistem rekomendasi ini lagi
2	Saya merasa sistem rekomendasi ini rumit untuk digunakan
3	Saya merasa sistem rekomendasi ini mudah digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem rekomendasi ini
5	Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan semestinya
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi pada sistem rekomendasi ini)
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem rekomendasi ini dengan cepat
8	Saya merasa sistem rekomendasi ini membingungkan
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem rekomendasi ini

4.3.1 Analisa *Usability*

Tahap pengujian *usability* pada 57 user dengan menggunakan skala penilaian dari 1 hingga 5, yang mengacu pada tabel 4.13. Skala penilaian ini memungkinkan para pemain memberikan respon berdasarkan tingkat kepuasan atau efektivitas fitur rekomendasi.

Tabel 4.13 Skala penilaian *usability*

Skala	Nilai
Sangat Tidak Setuju (STS)	1
Tidak Setuju (TS)	2
Ragu-ragu (RG)	3
Setuju (S)	4
Sangat Setuju (SS)	5

Setelah melakukan pengumpulan data dari responden, perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aturan di bawah.

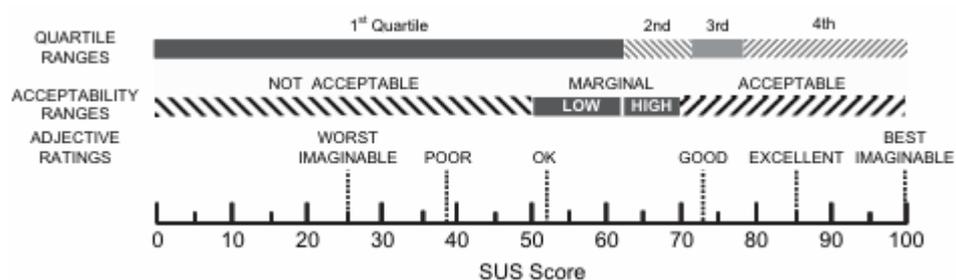
- Pertanyaan dengan nomor ganjil, akan memiliki skor yang didapat dari skor pengguna lalu dikurangi 1.
- Pertanyaan dengan nomor genap, akan memiliki skor akhir berasal dari nilai 5 dikurangi skor pertanyaan yang didapat.
- Skor akhir SUS didapatkan dari hasil penjumlahan skor setiap pertanyaan yang kemudian dikali 2,5.

Aturan perhitungan skor ini berlaku pada setiap satu responden. Kemudian, skor tadi dicari rata-ratanya. Berikut rumus 4.1 untuk menghitung skor SUS.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4.1)$$

Dimana \bar{x} = Skor rata-rata, $\sum x$ = Jumlah skor SUS, n = Jumlah responden

Kesimpulan dari penggunaan metode SUS mendapatkan hasil hitung dari skor rata-rata responden. Hasil penilaian dikatakan memiliki tingkat *usability* yang baik apabila skor rata-rata SUS lebih dari 70. Sedangkan hasil dibawah 60 dianggap tidak dapat diterima dan memerlukan perbaikan lagi. Skala SUS ini dapat dilihat pada gambar 4.8 di bawah (Lewis & Sauro, 2018).



Gambar 4.8 Skala penilaian SUS

Penelitian Martono, 2022 tahun menganalisis sebuah *game* edukasi wayang menggunakan platform Android menggunakan metode MDLC. Pengujian

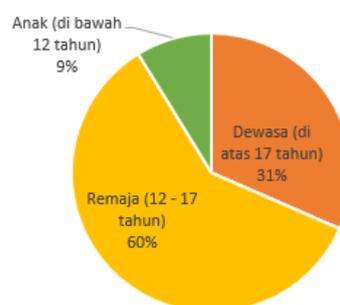
kegunaan *game* ini menggunakan menggunakan SUS mendapatkan skor 78,125 menjadikan *game* ini layak untuk digunakan.

Penelitian Lewis, 2018 yang membahas *System Usability Scale* sebagai kuisisioner standar yang banyak digunakan dalam penelitian dengan penggunaan lebih dari 200 kali selama hampir satu dekade. Analisis ini membuktikan bahwa SUS merupakan alat yang kuat serta serbaguna dalam membantu pengujian penelitian sistem. Semua skor kuisisioner individu yang dihasilkan dikumpulkan dan dihitung dengan rata-rata sekitar 70. Secara umum pengguna memberikan penilaian positif terhadap sistem yang dievaluasi menggunakan SUS.

4.3.2 Analisa Demografis

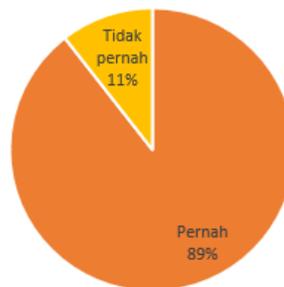
Pengujian dilakukan terhadap 57 responden siswa dan mahasiswa, dengan kisaran umur 10-24 tahun. Data demografis juga mengungkapkan variasi yang signifikan dalam latar belakang pengalaman, tingkat pengetahuan, dan pengalaman memainkan *game* masing-masing responden.

Jumlah total responden yang terlibat dalam evaluasi ini adalah 57 orang, terdiri dari 18 orang dewasa (31%), 34 orang remaja (60%), dan 5 orang anak (9%). Hasil disajikan pada gambar 4.9.



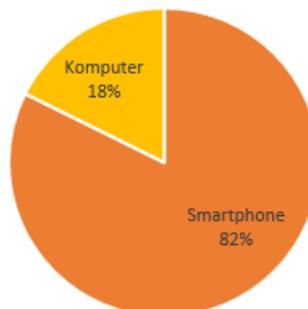
Gambar 4.9 Umur responden

Sebanyak 51 (89%) dari total 57 responden menyatakan bahwa mereka pernah bermain game. Sedangkan 6 responden (11%) menyatakan bahwa mereka tidak pernah bermain game. Hasil disajikan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengalaman bermain responden

Berdasarkan data yang terkumpul, 42 responden (82%) menyatakan bahwa mereka bermain game melalui smartphone. Sementara itu, hanya 9 responden (18%) yang menyatakan bahwa mereka lebih sering bermain game melalui komputer. Hasil disajikan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Platform untuk bermain

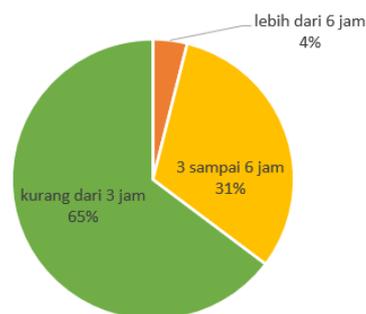
Sebanyak 35 responden (69%) telah bermain game selama lebih dari 3 bulan. Sebanyak 6 responden (12%) menyatakan bahwa mereka telah bermain game

selama 1 sampai 3 bulan, sementara 10 responden (19%) baru mulai bermain game kurang dari 1 bulan. Hasil disajikan pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Waktu sekali bermain

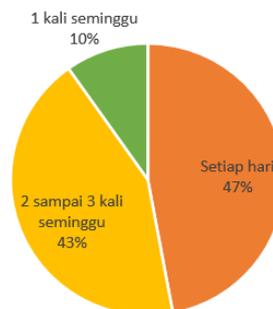
Berdasarkan data yang terkumpul, hanya 2 responden (4%) yang menyatakan bahwa mereka bermain game lebih dari 6 jam dalam satu sesi bermain. Sebanyak 16 responden (31%) menyatakan bahwa mereka bermain game selama 3 sampai 6 jam, sementara mayoritas responden, yaitu 33 orang (65%), menyatakan bahwa mereka bermain game kurang dari 3 jam dalam satu sesi bermain. Hasil disajikan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Lama bermain tiap kali bermain

Sebanyak 24 reponden (47%) menyatakan bahwa mereka bermain game setiap hari. Sebanyak 22 responden (43%) bermain game 2 sampai 3 kali seminggu, sementara

hanya 5 responden (10%) yang bermain game satu kali seminggu. Hasil disajikan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Waktu bermain dalam seminggu

Rincian demografi responden di atas dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.14 Karakteristik demografis dari responden

Karakteristik Demografis	Hal	Jumlah responden (N)	Presentase (%)
Umur	Dewasa (di atas 17 tahun)	18	31
	Remaja (12 - 17 tahun)	34	60
	Anak (di bawah 12 tahun)	5	9
Pengalaman bermain	Pernah	51	89
	Tidak pernah	6	11
Platform	Smartphone	42	82
	Komputer	9	18
Pengalaman bermain	lebih dari 3 bulan	35	69
	1 sampai 3 bulan	6	12
	kurang dari 1 bulan	10	19
Waktu sekali bermain	lebih dari 6 jam	2	4
	3 sampai 6 jam	16	31
	kurang dari 3 jam	33	65
Waktu bermain	Setiap hari	24	47
	2 sampai 3 kali seminggu	22	43
	1 kali seminggu	5	10

4.3.3 Skor *System Usability Scale* (SUS)

Tahap pengujian *usability* pada 57 user dengan menggunakan skala penilaian dari 1 hingga 5, yang mengacu pada tabel 4.13. Skala penilaian ini memungkinkan para pemain memberikan respon berdasarkan tingkat kepuasan atau efektivitas fitur

rekomendasi. Berikut ini merupakan hasil uji coba SUS yang telah direkapilasi pada tabel 4.16 pada 57 responden.

Tabel 4.15 Hasil skor SUS responden (sebelum dikali 2,5)

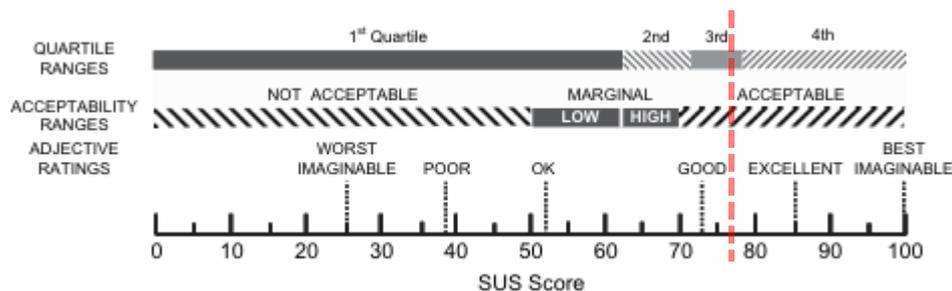
Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
R-1	3	3	3	4	4	2	4	3	3	1
R-2	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3
...
R-56	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3
R-57	4	4	4	1	4	4	4	4	3	0

Tabel 4.16 Skor SUS Responden (setelah total dikali 2,5)

Responden	Jumlah	Skor SUS (jumlah * 2.5)
R-1	30	75
R-2	36	90
...
R-56	37	93
R-57	32	80
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)		78.8

Berdasarkan tabel 4.17, hasil perhitungan skor SUS dari masing–masing responden, skor tertinggi yang diperoleh adalah 98, skor terendah adalah 58, dan skor rata-ratanya adalah 78,8. Tabel hasil perhitungan SUS lebih lengkap dapat dilihat pada bagian lampiran. Setelah perhitungan skor rata-rata dilakukan, didapatkan hasil penerimaan aplikasi menurut gambar 4.8 sebagai berikut:

- a. Hasil akhir skor yang didapatkan berdasarkan skala penerimaan, aplikasi yang dibuat termasuk ke dalam kategori *Acceptable*,
- b. Hasil akhir skor berdasarkan skala peringkat, game yang dibuat termasuk dalam kategori *Good*. Hasil akhri dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Skala akhir penilaian SUS terhadap *game*

Berdasarkan pengalaman bermain pengguna, terdapat skor yang kurang memuaskan terlihat dari skor terendah yang diperoleh sebesar 58. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengguna yang mungkin mengalami kesulitan atau ketidakpuasan terhadap fitur *game* yang telah dibuat. Oleh karena itu, salah satu langkah yang dapat diambil adalah dengan melakukan analisis lebih lanjut guna mengidentifikasi masalah yang perlu diperbaiki, sehingga nantinya dapat meningkatkan kualitas *game* yang telah dibuat.

4.3 Integrasi dalam Islam

Integrasi sains dan islam merupakan proses yang tidak sebatas menggaungkan dalil-dalil agama dalam sains. Tidak pula bertujuan untuk mengislamkan sains, melainkan untuk membuat penggunanya lebih beragama melalui sains. Dengan demikian, kemajuan teknologi dan sains nantinya dapat dijadikan sebagai jalan bagi manusia agar sesuai dengan tujuan penciptaannya yaitu yaitu sebagai hamba Allah (*'abdullah*) dan sebagai wakil Allah di muka bumi (*khalifatullah fil ardl*). Sebab *'abdullah*, tugasnya hanya menyembah kepada-Nya dan berpasrah diri kepada-Nya. Sedangkan *khalifatullah* memiliki tugas untuk memanfaatkan bumi (*intifa'*), memelihara bumi (*ishlah*), dan mengambil pelajaran dari di dalamnya (*i'tibar*). Ada

berbagai cara yang dapat dilaksanakan untuk mewujudkan tanggung jawab sebagai hamba Allah beberapa hal tersebut melalui *Muamalah Ma'a Allah*, *Muamalah Ma'a Nas*, dan *Muamalah Ma'a Alam*.

a. *Muamalah Ma'a Allah*

Pendidikan Islam menjadi salah satu misi utama dalam Al-Quran untuk mengenalkan tugas dan fungsi manusia sebagai hamba Allah ('*abdullah*) dan sebagai wakil Allah di muka bumi (*khalifatullah fil ardl*). Pengenalan tujuan ini dapat terlaksana melalui pendidikan karakter berdasarkan Al-Quran yang berhubungan dengan Allah (*Muamalah Ma'a Allah*).

Muamalah Ma'a Allah ini melibatkan hubungan antara manusia dengan Allah seperti hubungan ibadah dan ketaatan. Hal ini sejalan dengan firman Allah pada Q.S Luqman 1-5.

اَلَمْ ۙ تَلِكْ اٰيَةُ الْكِتٰبِ الْحَكِيْمِ ﴿١﴾ هٰدٰى وَّرَحْمَةً لِّلْمُحْسِنِيْنَ ﴿٢﴾ الَّذِيْنَ يُتِمُّوْنَ الصَّلٰوةَ وَيُوْتُوْنَ الزَّكٰوةَ وَهُمْ بِالْآخِرَةِ هُمْ يُوقِنُوْنَ ﴿٣﴾ اُولٰٓئِكَ عَلٰى هٰدٰى مِّنْ رَّبِّهِمْ وَاُولٰٓئِكَ هُمُ الْمُفْلِحُوْنَ ﴿٤﴾

- (1) *Alif Lam Mim*
- (2) *Inilah ayat-ayat Al-Qur'an yang mengandung hikmah,*
- (3) *Sebagai petunjuk dan rahmat bagi orang-orang yang berbuat kebaikan,*
- (4) *(Yaitu) orang-orang yang melaksanakan shalat, menunaikan zakat dan mereka meyakini adanya akhirat,*
- (5) *Mereka adalah orang-orang yang tetap mendapat petunjuk dari Tuhannya dan mereka itulah orang-orang yang beruntung. (Q.S. Luqman:1-5)*

Tafsir oleh Ibnu Katsir, dalam kitabnya Tafsir Al-Quranul 'Adhim menjelaskan bahwa Allah telah menjadikan al-Qur-an ini sebagai petunjuk, obat penawar dan rahmat bagi orang-orang yang berbuat baik. Petunjuk ini diberikan kepada orang-orang yang memperbaiki amalannya dengan mengikuti syari'at,

mendirikan shalat, menunaikan zakat, menyambung tali silaturahmi dengan teman dan saudara. Karena itu, mereka amat berharap agar Allah memberikan pahala-Nya, tidak berbuat riya, serta tidak menghendaki balasan dan ucapan terima kasih dari manusia manapun. Barang siapa yang melakukan hal tersebut, maka orang itu termasuk orang-orang yang difirmankan oleh Allah, "Mereka itulah orang-orang yang tetap mendapat petunjuk dari Rabb-nya, dan mereka itulah orang-orang yang beruntung" di dunia dan di akhirat.

b. *Muamalah Ma'a An-Nas*

Perintah selanjutnya adalah *Muamalah Ma'a An-Nas* (hubungan antar manusia). Salah satu caranya adalah dengan menyeru dan berbuat kebaikan dan dengan menjauhi kemaksiatan yang akan mendatangkan kemungkaran. Hal ini sejalan dengan firman Allah pada Q.S Ali Imran ayat 104 yang berbunyi,

وَلْتَكُنْ مِنْكُمْ أُمَّةٌ يَدْعُونَ إِلَى الْخَيْرِ وَيَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَيَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَأُولَئِكَ هُمُ الْمُفْلِحُونَ

"Dan hendaklah ada di antara kamu segolongan orang yang menyeru kepada kebajikan, menyuruh untuk berbuat yang makruf dan mencegah dari yang mungkar. Dan mereka itulah orang-orang yang beruntung." (Q.S. Ali Imran: 104)

Menurut Rasyid Ridhoda dalam tafsir al-Manar, maksud dari ayat tersebut adalah menjelaskan segolongan umat yang hendaknya siap memegang peran untuk berbuat kebaikan dan mencegah kemungkaran. Peran tersebut merupakan kewajiban bagi seluruh individu satu dengan yang lain. Peran selanjutnya yaitu dengan mencegah kemungkaran yang bersifat fardu kifayah.

Kemudian, penting untuk mencari teman dan bergaul dengan orang yang memiliki sifat saleh. Menurut hadist pada kitab penyembelihan dan pemburuan bab minyak kesturi yang diriwayatkan oleh Al-Bukhari, Rasulullah SAW. bersabda,

مَثَلُ الْجَلِيسِ الصَّالِحِ وَالسَّوِّءِ كَحَامِلِ الْمَسْكِ وَنَافِخِ الْكَبِيرِ فَحَامِلُ الْمَسْكِ إِمَّا أَنْ يُخْذِيكَ وَإِمَّا أَنْ تَبْتَاعَ مِنْهُ
وَإِمَّا أَنْ تَجِدَ مِنْهُ رِيحًا طَيِّبَةً وَنَافِخُ الْكَبِيرِ إِمَّا أَنْ يُحْرِقَ ثِيَابَكَ وَإِمَّا أَنْ تَجِدَ رِيحًا حَسِيئَةً

"Perumpamaan teman yang shalih dengan teman yang buruk bagaikan penjual minyak wangi dengan pandai besi, bisa jadi penjual minyak wangi itu akan menghadiahkan kepadamu atau kamu membeli darinya atau kamu akan mendapatkan bau wanginya sedangkan pandai besi hanya akan membakar bajumu atau kamu akan mendapatkan bau tidak sedapnya." (HR. Al-Bukhari No. 5018)

Dalam hadits ini berdasarkan penelitian Nida, (2021) berusaha bergaul dengan orang yang soleh dan ulama sangat dianjurkan oleh Rasulullah. Hal ini diumpamakan seperti berteman dengan penjual minyak wangi. Mereka setidaknya akan memberi minyak wangi, membeli darinya, atau mendapatkan aroma yang wangi. Sebaliknya, Rasulullah melarang untuk bergaul dengan orang yang tidak soleh dengan perumpamaan seperti pandai besi. Mereka akan membakar baju atau mendapatkan bau tidak sedap.

c. *Muamalah Ma'a Alam*

Muamalah Ma'a Alam memiliki arti berhubungan dengan interaksi manusia dengan alam sekitarnya, termasuk lingkungan dan sumber daya alam. Penelitian ini menggunakan *environment* latar alam seperti sawah, pedesaan, dan perkotaan yang dibuat menggunakan aplikasi Blender pada tiap *map*. Bentuk hubungan ini berkaitan erat dengan konsep *tadabbur alam*, yaitu praktik yang mengajak pemain untuk merenungkan dan memahami tanda-tanda kebesaran Allah, khususnya

melalui lingkungan yang ada pada permainan. Hal ini sejalan dengan firman Allah dalam QS. Al-Ghasyiyah ayat 17-20.

أَفَلَا يَنْظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ ﴿١٧﴾ وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ ﴿١٨﴾ وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ ﴿١٩﴾
وَإِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ ﴿٢٠﴾

- (17) *Maka apakah mereka tidak memperhatikan unta bagaimana ia diciptakan?*
- (18) *Dan kepada langit, bagaimana ia ditinggikan?*
- (19) *Dan kepada gunung-gunung bagaimana ia ditegakkan?*
- (20) *Dan kepada bumi bagaimana ia dihamparkan?*

Menurut tafsir Ibnu Katsir Allah SWT. memerintahkan kepada hamba-hamba-Nya untuk melihat kepada makhluk ciptaan-Nya yang menunjukkan kekuasaan dan keagungan-Nya melalui peristiwa penciptaan hewan seperti unta, bagaimana Allah SWT. meninggikan langit, dan menegakkan bumi. Serta dihamparkan, digelar, dan dijadikan sebagai tempat yang layak untuk dihuni untuk manusia. Hal ini dimaksudkan agar manusia lebih merenungkan akan kebesaran-Nya sehingga manusia dapat menambahkan interaksi yang baik dengan keadaan alam sekitar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan dalam perhitungan pemilihan karakter dalam bermain game *endless runner* menggunakan metode PROMETHEE. Pemilihan rekomendasi karakter berdasarkan bobot dan kesulitan pada *map* sawah, *map* jalan, dan *map* gang. Tiap *map* memiliki kesulitan yang berbeda-beda dan dihitung berdasarkan banyaknya rintangan dan koin menggunakan metode AHP.

Implementasi dilakukan dengan memberikan metode pada bagian tombol rekomendasi. Ketika player telah memilih salah satu dari 3 *map*, pemain akan dapat menekan tombol rekomendasi sehingga karakter akan dihitung menggunakan metode tadi. Metode akan menghitung nilai *skill* sebagai kriteria lalu dikalikan dengan bobot pada tiap *map* dan dihasilkan peringkat karakter terbaik dengan nilai tertinggi, sehingga rekomendasi karakter terbaik akan muncul pada layar. Selanjutnya metode PROMETHEE dibandingkan dengan metode TOPSIS untuk mendapatkan kesesuaian peringkat alternatif. Ketika dilihat hasilnya, metode PROMETHEE yang dibandingkan dengan metode TOPSIS untuk mendapatkan kesesuaian peringkat alternatif Kedua metode memiliki performa yang cukup baik. Hasil perhitungan PROMETHEE memiliki perbedaan nilai yang signifikan dibandingkan dengan TOPSIS. Hasil ditunjukkan dengan beberapa alternatif memiliki nilai negatif, sementara yang lain memiliki nilai positif. Meskipun demikian, hasil ini telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan dengan mendapatkan peringkat alternatif terbaik yang sama antara PROMETHEE dan

TOPSIS. Selanjutnya, dilakukan pengujian *usability* pada 57 responden dengan rincian 18 orang dewasa, 34 orang remaja, dan 5 orang anak menggunakan *System Usability Scale* (SUS). Data demografis mengungkapkan variasi yang signifikan dalam latar belakang pengalaman, tingkat pengetahuan, dan pengalaman memainkan game masing-masing responden. Sehingga skor keseluruhan evaluasi SUS menghasilkan nilai rata-rata keseluruhan 78,8. Hasil akhir skor yang didapatkan berdasarkan skala penerimaan, termasuk ke dalam kategori *Acceptable* dan berdasarkan skala peringkat, game yang dibuat termasuk dalam kategori *Good*. Sehingga hasil analisa *usability* termasuk ke dalam kategori layak untuk digunakan.

5.2 Saran

Setelah melakukan uji coba, peneliti menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada penelitian ini. Adapun saran yang diberikan untuk mengembangkan aplikasi yang telah dibuat adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan kualitas game dengan menambahkan ragam jenis kontrol dan rintangan sehingga permainan akan lebih menarik.
2. Melakukan analisis lebih lanjut pada penilaian SUS guna mengidentifikasi masalah yang perlu diperbaiki pada *game*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alinezhad, A., & Khalili, J. (2019). International Series in Operations Research & Management Science New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM). *Cham: Springer*, 277, 103–108. <http://www.springer.com/series/6161>
- Arif, Y. M., Harini, S., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2021). An Automatic Scenario Control in Serious Game to Visualize Tourism Destinations Recommendation. *IEEE Access*, 9, 89941–89957. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3091425>
- Brans, J. P., & De Smet, Y. (2016). PROMETHEE methods. Dalam *Multiple Criteria Decision Analysis* (Vol. 233, hlm. 187–219). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_6
- Brans, J. P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. Dalam *European Journal of Operational Research* (Vol. 24).
- Cao, D. (2016). *Game design patterns in endless mobile minigames*. Malmö högskola/Teknik och samhälle.
- Chatterjee, P., & Chakraborty, S. (2014). Engineering Science and Technology Review Investigating the Effect of Normalization Norms in Flexible Manufacturing System Selection Using Multi-Criteria Decision-Making Methods. Dalam *Journal of Engineering Science and Technology Review* (Vol. 7, Nomor 3). www.jestr.org
- Daghouri, A., Mansouri, K., & Qbadou, M. (2018). Assessing information system performance in banks based on multi-criteria decision making techniques. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 101–104.
- Juul, J. (2011). *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. MIT press.
- Katsir, I. (t.t.). *Tafsir Al-Quranul 'Adhim 1 c*.
- Kočur, J. (2021). *MASTER THESIS Endless runner game with dynamic difficulty adjustment*.
- Lewis, J. R. (2018). The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(7), 577–590. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>
- Lewis, J. R., & Sauro, J. (2018). Item benchmarks for the system usability scale. *Journal of Usability Studies*, 13(3).
- Mandita, F., & Kusumo Jati, B. (2022). Application of Finite State Machine in the 3D Game “Virus Hunter.” *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, 7(2).
- Martono, K. T. (t.t.). *Analysis of Usability Game Educational Learning of Wayang Characters Using Usability Scale System*.

- Meisenzahl, M. (2019). *Subway surfers was the most downloaded mobile game of the decade.* [www.businessinsider.com. https://www.businessinsider.com/most-downloaded-games-of-decade-subway-surfers-to-fruit-ninja-2019-12](http://www.businessinsider.com/most-downloaded-games-of-decade-subway-surfers-to-fruit-ninja-2019-12)
- Misra, M., árquez Segura, E., & Arif, A. S. (2019). Exploring the Pace of an Endless Runner Game in Stationary and Mobile Settings. *Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, 543–550.
- Nida, H. A. (2021). Konsep memilih teman yang baik menurut hadits. *Jurnal Riset Agama*, 1(2), 338–353.
- Nie, T., & Yu, H. (2020). Research on Green Suppliers Selection Based on Hesitant Fuzzy Linguistic PROMETHEE Method. *2020 IEEE 3rd International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering, AUTEEE 2020*, 77–81. <https://doi.org/10.1109/AUTEEE50969.2020.9315537>
- Porokhnenko, I., Polezhaev, P., & Shukhman, A. (2019). *Machine Learning Approaches to Choose Heroes in Dota 2.*
- Pramana, H. J., Mufizar, T., Anwar, D. S., & Septianingrum, I. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Guru Dengan Metode AHP dan PROMETHEE. *IT (INFORMATIC TECHNIQUE) JOURNAL*, 10(1), 87. <https://doi.org/10.22303/it.10.1.2022.87-99>
- Rafi, S., Yu, W., Akbar, M. A., Alsanad, A., & Gumaei, A. (2020). Prioritization Based Taxonomy of DevOps Security Challenges Using PROMETHEE. *IEEE Access*, 8, 105426–105446. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998819>
- Rasyid, S. M. (t.t.). *Tafsir Al-Manar.*
- Shen, Y., Zhou, J., Lin, W., & Feng, Z. (2022). A Deep Learning Supported Sequential Recommendation Mechanism for Ban-Pick in MOBA Games. *2022 IEEE 2nd International Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence (SEAI).*
- Shim, J. P., Warkentin, M., Courtney, J. F., Power, D. J., Sharda, R., & Carlsson, C. (2002). Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems*, 33(2), 111–126. www.elsevier.com/locate/dsw
- Sofwan Yazir, M., Tosida, T., & Karlitasari, L. (2022). Endless Run Based Medicinal Plant Educational Game Development. *International Journal of Global Operations Research*, 3(2), 64–73. <http://www.iorajournal.org/index.php/ijgor/index>
- Statista Market Forecast. (2023). *Video Games - Indonesia | Statista Market Forecast.* <https://www.statista.com/outlook/dmo/digital-media/video-games/indonesia>
- Sudrajat, M. A. (2022). Media Karya Mahasiswa Komunikasi dan Desain Journal Of Digital Communication And Design (JDCODE) Perancangan Video Game Action Rpg Fantasy Aious Untuk Perangkat Komputer. *Journal of Digital Communication and Design (JDCODE)*, 22–29.

- Video game Definition & Meaning.* (2023). <https://www.merriam-webster.com/dictionary/video%20game>
- Whetyningtyas, A. (2011). Peranan Decision Support System (DSS) Bagi Manajemen Selaku Decision Maker. Dalam *Analisis Manajemen* (Vol. 5, Nomor 1).
- Zhang, L., Xu, C., Gao, Y., Han, Y., Du, X., & Tian, Z. (2020a). *Improved Dota2 Lineup Recommendation Model Based on a Bidirectional LSTM* (Vol. 25, Nomor 6).

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Tabel Hasil skor SUS responden (sebelum dikali 2,5)

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
R-1	3	3	3	4	4	2	4	3	3	1
R-2	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3
R-3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4
R-4	3	2	3	3	4	3	4	4	3	4
R-5	4	4	3	4	4	2	4	3	4	4
R-6	3	4	3	2	2	3	4	3	2	2
R-7	4	2	4	3	4	3	4	4	4	4
R-8	1	4	3	4	2	3	4	3	2	4
R-9	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
R-10	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2
R-11	4	4	4	4	2	3	4	4	4	2
R-12	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
R-13	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3
R-14	4	0	3	2	3	3	4	3	2	2
R-15	3	3	4	4	4	3	4	4	1	1
R-16	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
R-17	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
R-18	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
R-19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
R-20	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3
R-21	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1
R-22	4	2	3	2	4	2	4	4	4	2
R-23	4	2	4	4	4	4	4	4	0	2
R-24	4	2	3	4	4	4	4	4	3	4
R-25	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4
R-26	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3
R-27	1	3	3	4	3	3	3	4	1	1
R-28	4	4	4	4	4	3	4	4	0	4
R-29	2	3	3	0	4	4	4	2	4	0
R-30	2	3	4	4	2	3	3	3	3	3
R-31	3	4	4	4	4	1	4	4	0	2
R-32	3	4	3	3	3	3	3	4	4	1
R-33	0	3	3	1	3	3	4	2	3	2
R-34	1	3	3	2	3	4	4	4	1	4
R-35	4	0	4	1	3	1	4	4	3	1
R-36	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2
R-37	4	2	4	2	3	2	4	3	3	1
R-38	1	3	3	1	4	1	3	3	4	0
R-39	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2
R-40	0	4	4	2	4	4	4	4	4	2

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
R-41	3	3	4	1	3	4	4	3	3	2
R-42	2	4	4	3	2	2	3	4	4	2
R-43	4	2	3	3	3	4	4	4	3	0
R-44	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3
R-45	2	1	3	1	4	3	4	2	4	2
R-46	3	3	3	2	3	3	3	3	0	2
R-47	4	3	3	1	4	4	4	4	3	1
R-48	3	4	4	2	4	3	4	4	4	4
R-49	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2
R-50	4	1	3	4	3	1	3	4	3	2
R-51	4	4	4	2	4	3	4	4	3	0
R-52	4	4	4	4	4	3	4	4	0	4
R-53	4	2	4	4	4	0	3	2	1	4
R-54	4	4	4	2	4	3	3	3	4	3
R-55	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2
R-56	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3
R-57	4	4	4	1	4	4	4	4	3	0

Tabel Skor SUS Responden (setelah total dikali 2,5)

Responden	Jumlah	Skor SUS
R-1	30	75
R-2	36	90
R-3	37	93
R-4	33	83
R-5	36	90
R-6	28	70
R-7	36	90
R-8	30	75
R-9	28	70
R-10	27	68
R-11	35	88
R-12	38	95
R-13	38	95
R-14	26	65
R-15	31	78
R-16	39	98
R-17	28	70
R-18	29	73
R-19	36	90
R-20	37	93
R-21	36	90
R-22	31	78
R-23	32	80
R-24	36	90
R-25	36	90
R-26	36	90
R-27	26	65
R-28	35	88
R-29	26	65
R-30	30	75
R-31	30	75
R-32	31	78
R-33	24	60
R-34	29	73
R-35	25	63
R-36	34	85
R-37	28	70
R-38	23	58
R-39	34	85
R-40	32	80

Responden	Jumlah	Skor SUS
R-41	30	75
R-42	30	75
R-43	30	75
R-44	36	90
R-45	26	65
R-46	25	63
R-47	31	78
R-48	36	90
R-49	27	68
R-50	28	70
R-51	32	80
R-52	35	88
R-53	28	70
R-54	34	85
R-55	28	70
R-56	37	93
R-57	32	80
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)		78.8