

**PEMILIHAN “TINGKAT KESULITAN” PADA GAME “*LIFE’S TROUBLES*”
MENGUNAKAN METODE COPRAS (*COMPLEX PROPORTIONAL
ASSESSMENT*) BERDASARKAN KEMAMPUAN PEMAIN**

SKRIPSI

**Oleh:
FARID ARDIANTO
NIM. 200605110101**



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

**PEMILIHAN “TINGKAT KESULITAN” PADA GAME “*LIFE’S TROUBLES*” MENGGUNAKAN METODE COPRAS
(*COMPLEX PROPORTIONAL ASSESSMENT*)
BERDASARKAN KEMAMPUAN PEMAIN**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:
FARID ARDIANTO
NIM. 200605110101

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

HALAMAN PERSETUJUAN

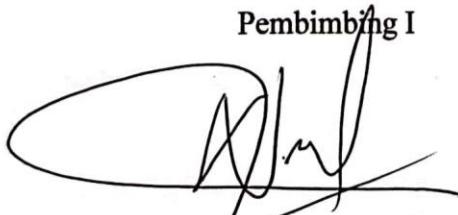
**PEMILIHAN “TINGKAT KESULITAN” PADA GAME “LIFE’S
TROUBLES” MENGGUNAKAN METODE COPRAS
(COMPLEX PROPORTIONAL ASSESSMENT)
BERDASARKAN KEMAMPUAN PEMAIN**

SKRIPSI

Oleh:
FARID ARDIANTO
NIM. 200605110101

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 19 September 2024

Pembimbing I



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

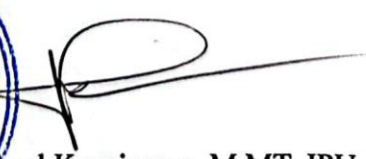
Pembimbing II



Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

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




Dr. H. Rachrul Kurniawan, M.MT, IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PEMILIHAN “TINGKAT KESULITAN” PADA GAME “LIFE’S TROUBLES” MENGGUNAKAN METODE COPRAS (COMPLEX PROPORTIONAL ASSESSMENT) BERDASARKAN KEMAMPUAN PEMAIN

SKRIPSI

Oleh:

FARID ARDIANTO
NIM. 200605110101

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 10 Oktober 2024

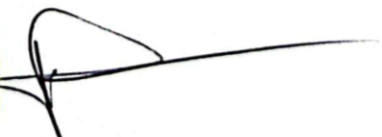
Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU</u> NIP. 19771020 200912 1 001
Anggota Penguji I	: <u>Hani Nurhayati, M.T</u> NIP. 19780625 200801 2 006
Anggota Penguji II	: <u>Dr. Fresy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001
Anggota Penguji III	: <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007

()
()
()
()

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




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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farid Ardianto

NIM : 200605110101

Fakultas / Prodi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Pemilihan "Tingkat Kesulitan" pada *Game "Life's troubles"* Menggunakan Metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*) Berdasarkan Kemampuan Pemain

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihkan 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, 19 September 2024

Yang membuat pernyataan,



Farid Ardianto

NIM. 200605110101

HALAMAN MOTTO

***“Tidak ada batas bagi mereka yang
tidak pernah berhenti berusaha”***

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur saya haturkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya. Dengan penuh rasa syukur, saya persembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua saya. Dengan penuh rasa hormat dan kasih, saya dedikasikan karya ini untuk ayah dan ibu tercinta, yang selalu memberikan cinta, dukungan, dan doa di setiap langkah perjalanan hidup saya.

Teman-teman yang selalu memberikan dukungan selama masa perkuliahan. Setiap semangat, bantuan, dan kebersamaan yang diberikan menjadi kekuatan bagi saya untuk terus melangkah maju.

Seluruh dosen di Program Studi Teknik Informatika. Ilmu yang telah diberikan, serta motivasi untuk terus berkembang, menjadi dasar bagi saya dalam menggapai mimpi dan meraih kesuksesan di masa mendatang.

.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pemilihan Tingkat Kesulitan pada *Game Life's Troubles* Menggunakan Metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*) Berdasarkan Kemampuan Pemain”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena 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. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPU, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika yang senantiasa memberikan fasilitas, program, dan motivasi untuk kelancaran penulisan skripsi.
4. Dr. Fresy Nugroho, M.T., selaku dosen pembimbing I yang bersedia untuk membimbing pengerjaan skripsi.

5. Dr. Muhammad Faisal, M.T., selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan dalam pengerjaan skripsi.
6. Seluruh jajaran dosen dan staf Teknik Informatika yang telah memberi ilmu selama perkuliahan.
7. Teman-teman mahasiswa Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Malang, 19 September 2024



Farid Ardianto

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
البحث مستخلص.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II STUDI PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu	8
2.2 Permainan (<i>Game</i>)	10
2.3 Multiple Criteria Decision Making (MCDM).....	11
2.4 Complex Proportion Assessment (COPRAS).....	13
2.5 <i>System Usability Scale</i> (SUS)	17
2.6 <i>Igroup Presence Questionnaire</i> (IPQ)	17
2.7 Metode ROC untuk Penentuan Bobot.....	19
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	21
3.1 Analisis dan Perancangan	21
3.1.1 Analisis <i>Game</i>	21
3.1.2 Perancangan <i>Game</i>	22
3.1.3 Perancangan Antarmuka	23
3.2 Skenario <i>Game</i>	25
3.3 <i>Storyboard</i>	26
3.4 Desain Sistem.....	28
3.5 Rancangan Perhitungan COPRAS	30
3.5.1 Alternatif	31
3.5.2 Kriteria	34
3.5.3 Membangun Matriks Keputusan.....	37
3.5.4 Normalisasi Matriks Keputusan.....	38
3.5.5 Normalisasi Terbobot Matriks Keputusan	39
3.5.6 Penentuan Total Utilitas Positif Dan Negatif.....	41

3.5.7 Bobot Relatif Tiap Alternatif	42
3.5.8 Urutan Peringkat Berdasarkan Utilitas Relatif	44
3.6 Desain Pengujian Sistem.....	46
3.6.1 Pengujian SUS	46
3.6.2 Pengujian IPQ	48
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Implementasi Sistem	50
4.1.1 Alternatif	54
4.1.2 Kriteria	55
4.1.3 Matriks Keputusan	57
4.1.4 Normalisasi Matriks Keputusan.....	57
4.1.5 Normalisasi Matriks Terbobot	58
4.1.6 Total Utilitas Positif Dan Negatif	59
4.1.7 Bobot Relatif.....	60
4.1.8 Utilitas Relatif dan Penetapan Tingkat Kesulitan.....	61
4.2 Pembahasan.....	62
4.3 Hasil Pengujian	66
4.3.1 Pengujian oleh Anak-anak (6-12 Tahun).....	66
4.3.2 Pengujian oleh Remaja (13-18 Tahun)	68
4.3.3 Pengujian oleh Dewasa (19-35 Tahun).....	69
4.4 Hasil Survei.....	71
4.4.1 Hasil <i>System Usability Scale</i> (SUS).....	72
4.4.2 Hasil <i>Igroup Presence Questionnaire</i> (IPQ).....	75
4.5 Integrasi Islam.....	79
4.5.1 Muamalah Mu'Allah.....	80
4.5.2 Muamalah Mu'Annas	81
4.5.3 Muamalah Ma' Alam	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Visual <i>IPQ</i>	18
Gambar 3.1 Diagram Menu.....	22
Gambar 3.2 Rancangan Menu.....	23
Gambar 3.3 Rancangan Penukaran	23
Gambar 3.4 Rancangan Pengaturan	24
Gambar 3.5 Rancangan Kredit	24
Gambar 3.6 Rancangan Pause Menu	25
Gambar 3.7 Rancangan Penilaian	25
Gambar 3.8 FSM “ <i>Life’s Trouble</i> ”	29
Gambar 3.9 Proses Metode COPRAS.....	31
Gambar 3.10 Serangan NPC dan Obstacle	32
Gambar 3.11 Kemunculan Obstacle Lebih dari Satu.....	33
Gambar 3.12 Aturan Penilaian SUS	47
Gambar 4.1 Menu.....	50
Gambar 4.2 Penetapan Level	51
Gambar 4.3 Tampilan Lintasan Game	51
Gambar 4.4 Pause Menu	52
Gambar 4.5 Penilaian	52
Gambar 4.6 Menu Pengaturan.....	53
Gambar 4.7 Menu Penukaran.....	53
Gambar 4.8 Level Game dari Tingkat Kesulitan Awal.....	63
Gambar 4.9 Data Performa Tingkat Kesulitan Awal	63
Gambar 4.10 Matriks Tingkat Kesulitan Awal	64
Gambar 4.11 Normalisasi Matriks Tingkat Kesulitan Awal.....	64
Gambar 4.12 Utilitas Relatif dan Hasil Tingkat Kesulitan Awal.....	65
Gambar 4.13 Level Game yang Ditetapkan Metode COPRAS	66
Gambar 4.14 Data Sampel Percobaan Anak Kecil	67
Gambar 4.15 Sebaran Perolehan Tingkat Kesulitan Anak Kecil	67
Gambar 4.16 Data Sampel Percobaan Remaja	68
Gambar 4.17 Sebaran Perolehan Tingkat Kesulitan Remaja	69
Gambar 4.18 Data Sampel Percobaan Dewasa	70
Gambar 4.19 Sebaran Perolehan Tingkat Kesulitan Orang Dewasa.....	70
Gambar 4.20 Skala SUS.....	75
Gambar 4.21 Rata-Rata Kategori <i>IPQ</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1 Storyboard game	27
Tabel 3.2 Sub Alternatif Tingkat Kesulitan	33
Tabel 3.3 Kriteria	34
Tabel 3.4 Kriteria C1.....	35
Tabel 3.5 Kriteria C2.....	35
Tabel 3.6 Kriteria C3, C4 dan C8	35
Tabel 3.7 Kriteria C5, C6 dan C9	36
Tabel 3.8 Kriteria C7.....	36
Tabel 3.9 Kriteria C10 dan C11	37
Tabel 3.10 Matriks Keputusan	38
Tabel 3.11 Normalisasi Matriks	39
Tabel 3.12 Pembobotan dengan ROC.....	40
Tabel 3.13 Normalisasi Terbobot.....	40
Tabel 3.14 Jumlah Maksimal dan Minimal	42
Tabel 3.15 Bobot relatif	43
Tabel 3.16 Utilitas Relatif beserta Pemeringkatan.....	45
Tabel 3.17 Daftar Kuesioner Pengujian SUS.....	46
Tabel 3.18 Daftar Kuesioner Pengujian IPQ.....	48
Tabel 4.1 Hasil Kuesioner SUS	72
Tabel 4.2 Hasil skor SUS	73
Tabel 4.3 Hasil akhir skor SUS.....	74
Tabel 4.4 Hasil Kuesioner IPQ	76
Tabel 4.5 Penyamaan Nilai IPQ.....	77
Tabel 4.6 Perhitungan Tiap Kategori IPQ.....	78

ABSTRAK

Ardianto, Farid. 2024. **Pemilihan “Tingkat Kesulitan” Pada Game “Life’s troubles” Menggunakan Metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*) Berdasarkan Kemampuan Pemain**. 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. Muhammad Faisal, M.T.

Kata Kunci: *Tingkat Kesulitan, Endless Runner, COPRAS, Kemampuan Pemain.*

Game edukatif yang tidak dirancang dengan baik sering kali menyebabkan kebosanan atau frustrasi bagi pemain, terutama ketika tingkat kesulitannya tidak sesuai dengan kemampuan mereka. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu menyesuaikan tingkat kesulitan permainan. Penelitian ini mengembangkan *game Life's Troubles*, sebuah *game* genre *endless runner* yang menggunakan metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*) untuk menentukan tingkat kesulitan berdasarkan kemampuan pemain. Sistem ini menganalisis berbagai kriteria seperti jarak yang ditempuh, jumlah item yang dikumpulkan, dan kondisi pemain selama permainan untuk menyesuaikan tingkat kesulitan secara dinamis. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan perbedaan rentang penyebaran tingkat kesulitan di antara tiga kelompok usia. Distribusi data menunjukkan setiap jenjang usia memiliki rentang penyebaran yang semakin tinggi. Pengujian tambahan melalui *System Usability Scale* (SUS) dan *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) memberikan hasil yang mendukung, dengan rata-rata skor SUS 81 (*excellent*) dan IPQ 74 (*good*).

ABSTRACT

Ardianto, Farid. 2024. **Pemilihan “Tingkat Kesulitan” Pada Game “Life’s troubles” Menggunakan Metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*) Berdasarkan Kemampuan Pemain.** Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (I) Dr. Fresy Nugroho, M.T. (II) Dr. Muhammad Faisal, M.T.

Poorly designed educational games often lead to boredom or frustration for players, especially when the difficulty level does not match their abilities. Therefore, a system capable of adjusting the game's difficulty is necessary. This research developed *Life's Troubles*, an endless runner game that uses the *Complex Proportional Assessment* (COPRAS) method to determine difficulty based on player abilities. The system analyzes various criteria such as the distance traveled, the number of items collected, and the player's condition during the game to dynamically adjust the difficulty. The test results show differences in the distribution of difficulty levels across three age groups. The data distribution indicates that each age group has an increasingly higher range of difficulty levels. Additional testing through the *System Usability Scale* (SUS) and *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) provided supportive results, with an average SUS score of 81 (*excellent*) and an IPQ score of 74 (*good*).

Keywords: Difficulty Level, Endless Runner, COPRAS, Player Ability.

البحث مستخلص

أرديانو، فريد. ٢٠٢٤. اختبار "مستوى الصعوبة" التكميلي في لعبة Life's Troubles باستخدام طريقة COPRAS (التقييم النسبي المعقد) بناءً على قدرات اللاعب. مشروع تخرج. برنامج دراسة تقنية المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفون: (١) د. فريسي نوجروهو، ماجستير. (٢) د. محمد فيصل، ماجستير.

الكلمات المفتاحية: مستوى الصعوبة، التكيف، عداء لا نهائي، COPRAS، قدرات اللاعب.

غالبًا ما تؤدي الألعاب التعليمية المصممة بشكل سيء إلى شعور اللاعبين بالملل أو الإحباط، خاصة عندما لا يتناسب مستوى الصعوبة مع قدراتهم. لذلك، هناك حاجة إلى نظام قادر على تعديل مستوى صعوبة اللعبة. طورت هذه الدراسة لعبة "Life's Troubles"، وهي لعبة من نوع "عداء بلا نهاية" تستخدم طريقة COPRAS (التقييم النسبي المعقد) لتحديد مستوى الصعوبة بناءً على قدرات اللاعب. يقوم النظام بتحليل معايير مختلفة مثل المسافة المقطوعة، وعدد العناصر التي تم جمعها، وحالة اللاعب أثناء اللعب لتعديل مستوى الصعوبة ديناميكيًا. أظهرت نتائج الاختبار اختلافات في توزيع مستويات الصعوبة بين ثلاث فئات عمرية. تشير البيانات إلى أن كل فئة عمرية لديها نطاق متزايد من مستويات الصعوبة. قدمت الاختبارات الإضافية باستخدام مقياس سهولة الاستخدام (SUS) واستبيان الحضور الجماعي (IPQ) نتائج داعمة، حيث بلغ متوسط درجة SUS 81 (ممتاز) ودرجة IPQ 74 (جيد).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Game telah menjadi fenomena budaya modern yang tidak dapat terpisahkan dan telah menjadi bagian integral dari hidup kita. Dengan kemajuan teknologi, pengalaman bermain *game* telah berkembang menjadi semakin kompleks dan menarik, mencakup berbagai genre, mulai dari permainan sederhana pengasah otak seperti *Sudoku* hingga *game* menantang seperti genre petualangan dan genre aksi. *Game* adalah media hiburan yang paling ilmiah di mana teknologi dan kreativitas bertemu (Fencott dkk., 2012).

Banyak perdebatan yang menyatakan *game* adalah budaya modern sampai terdapat tiga lembaga yang turun tangan yaitu Pokkt, Decision Lab dan MMA (*Mobile Marketing Association*) menyebutkan saat ini di Indonesia saja terdapat 60 Juta orang pemain *game online* pada *smartphone* atau yang biasa disebut dengan *Mobile Gamers*. Dan diperkirakan akan menembus angka 100 Juta pemain pada tahun 2020. Dari sisi usia, jumlah pemain *game mobile* terbanyak di Indonesia adalah dari rentang usia 16-24 tahun dan 25-34 tahun yaitu mencapai persentase sebanyak 27%, diikuti dengan pemain dari rentang usia 35-44 tahun yaitu dengan persentase sebanyak 24%, dan sisanya adalah pemain dari rentang usia 45-54 tahun (Putro dkk., 2020).

Banyaknya jumlah pemain bukan berarti menunjukkan jika *game* sangat bermanfaat dalam kehidupan manusia. Sebab ada juga pengaruh buruk yang datang bersamaan dengan *game*, karena sering dikaitkan dengan berbagai efek negatif yang

terjadi pada anak-anak. Seperti masalah penglihatan yang terjadi karena terlalu lama dalam menatap layar. Alasan lainnya seperti dapat terjadinya penurunan hasil belajar karena banyak membuang waktu untuk bermain *game* yang mengganggu saat mengerjakan tugas. Ada juga yang disebabkan karena beberapa permainan *game* banyak yang menunjukkan konten kekerasan yang dapat mempengaruhi perilaku dan emosi pemain (Novrialdy, 2019).

Dalam dunia modern *game* tidak hanya menjadi pembawa pengaruh negatif saja, tetapi juga bisa menjadi sarana yang efektif sebagai media pembelajaran, pendidikan, serta pengembangan nilai-nilai moral dan akhlak. Pelajaran yang disampaikan dapat diserap dengan lebih mudah dan menyenangkan bagi para pemain dengan memanfaatkan daya tarik *game*. Ini membuka jalan bagi pengembang untuk menyebarkan pendidikan dan nilai-nilai positif kepada masyarakat (Smiderle dkk., 2020).

Selama ini, *game* yang dikembangkan dengan tema pendidikan selalu menghadirkan kesan yang membosankan saat dimainkan. *Game* konvensional pada umumnya cenderung memiliki sifat mandiri, fleksibel, dan fantasi, sementara *game* yang bertema edukasi selalu membawa sifat fakta, diarahkan dan kaku. *Game* edukasi biasanya dapat menyebabkan beberapa efek seperti zona bosan dan zona frustrasi yang tinggi (System, 2016).

Game edukasi yang tidak dirancang dengan baik, dapat mengakibatkan *game* menjadi membosankan dan tidak efisien. Beberapa faktor dapat menyebabkan kasus seperti ini sering terjadi seperti penggunaan desain yang tidak dapat melakukan pengulangan, interaksi dengan *game* yang kurang menarik, penetapan

tingkat kesulitan yang tidak seimbang, dan jalan permainan yang tidak menarik (Ariff dkk., 2022). Dari sekian tantangan yang harus dihadapi pada penelitian ini akan dicoba menyelesaikan cara menyeimbangkan tingkat kesulitan dalam *game*.

Penetapan tingkat permainan yang kurang sesuai dengan kemampuan bermain anak-anak dapat menyebabkan berbagai masalah. Seperti penetapan tingkat kesulitan yang terlalu mudah dapat menyebabkan pemain mudah bosan dan tidak tertarik dalam pembelajaran moral. Sementara pemberian tingkat kesulitan yang terlalu tinggi dalam *game* dapat menyebabkan orang frustrasi dan tidak puas yang justru menanamkan akhlak yang buruk (Sahrul Bahtiar dkk., 2023). Untuk alasan ini, pilihan "tingkat kesulitan" sangat relevan menjadi permasalahan besar dalam penelitian ini.

Dalam Al-Quran, konsep “kesulitan” sering kali berkaitan dengan Allah Subhanahu wa Ta'ala tidak akan memberikannya di luar batasan kemampuan dari makhluknya. Salah satu ayat yang paling dikenal adalah Surah Al-Insyirah ayat 5-6, yang berbunyi:

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٦﴾

“(5)Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. (6) sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.”(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

Berdasarkan Tafsir Wajiz menjelaskan bahwa pada ayat lima menyatakan jika “Demikianlah nikmat-nikmat-Ku kepadamu. Maka tetaplah optimis dan berharap pada pertolongan Tuhanmu karena sesungguhnya beserta kesulitan apa pun pasti ada kemudahan yang menyertainya. Engkau hadapi kesulitan besar dalam

menyampaikan dakwah kepada kaummu; mereka ingkar dan menentangmu, tetapi Allah memberimu kemudahan untuk menaklukkan mereka”. Sedangkan pada ayat enam hanya menyatakan “Sesungguhnya beserta kesulitan itu pasti ada kemudahan”. Pada ayat ini hanya berguna untuk memperkuat ayat terdahulunya.

Berdasarkan penjelasan dari ayat sebelumnya mengacu pada kemungkinan *game* dalam menyesuaikan tingkat kesulitan atau memberikan level sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan pemain, yang menghasilkan pengalaman pembelajaran yang disesuaikan (Ibda dkk., 2023). Namun, memilih tingkat kesulitan tidak boleh ditumpukan sepenuhnya berdasarkan seberapa baik kinerja pemain dalam *game*, karena masih ada beberapa faktor internal lainnya yang dapat mengganggu standar kemampuan pemain. Salah satu jenis *game* yang tepat dalam menjadi percobaan dalam menentukan tingkat kesulitan adalah *Endless Runner*. Dikarenakan *game Endless Runner* memiliki akhir yang tidak jelas, mempunyai mekanik yang simpel serta menantang, dapat mengubah tingkat kesulitan secara dinamis, dan memberikan pengalaman yang berbeda-beda untuk setiap pemain (Sujamto dkk., 2017).

Setelah ditetapkannya tipe *game* edukasi yang akan dibuat pada penelitian ini, sepertinya tidak akan dapat berjalan lancar jika tidak didukung oleh metode yang tepat. Karena *game* edukasi yang dikembangkan tanpa metode tidak akan bisa menghasilkan keputusan pemilihan yang tepat sesuai kemampuan pemainnya. Untuk mengatasi permasalahan ini diperlukannya sebuah metode yang dapat mendukung *game* dalam menentukan keputusan. Dari sekian banyaknya metode yang ada, peneliti memutuskan penggunaan Metode COPRAS (*Complex*

Proportional Assessment) mengingat jaranganya penelitian yang membahas penggunaan metode ini pada *game*. Peneliti berharap metode ini dapat sangat berguna dalam menyelesaikan permasalahan penentuan tingkat kesulitan dalam pengembangan *game* edukasi.

Keputusan yang dihasilkan melalui metode COPRAS diketahui lebih efektif dan tidak terlalu dipengaruhi oleh faktor lainya jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh melalui metode TOPSIS dan *Simple Additive Weighting* (SAW) (Thakkar, 2021). Metode COPRAS memberikan peluang bagi peneliti dalam menemukan komponen kriteria yang mempengaruhi pengalaman bermain. Selain itu, penggunaan metode COPRAS memungkinkan peneliti untuk menentukan berat atau tingkat signifikansi dari masing-masing kriteria yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan permainan edukasi Islami (Tarigan dkk., 2023).

Saat ini banyak beredar *game* yang memiliki tingkat kesulitan statis, sehingga bisa saja tidak cocok untuk dimainkan bagi semua pemain (Najuah dkk., 2022). Oleh karena itu, perlu untuk mengembangkan sistem yang dapat menyesuaikan tingkat kesulitan sesuai pada kemampuan setiap pemainnya. Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka pada penelitian ini, akan mengembangkan *game* edukasi bertipe *endless runner* yang akan dinamai "*Life's Troubles*" dengan menggunakan metode COPRAS yang dapat menyesuaikan tingkat kesulitan pada setiap pemainnya. Lingkungan *game* dikembangkan menggunakan *Unity* dengan bahasa pemrograman *C#* (Faisal dkk., 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan apa yang sudah dijelaskan dalam latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimana membuat *game* yang dapat menentukan tingkat kesulitan yang sesuai dengan kemampuan *player* menggunakan metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*)?

1.3 Batasan Masalah

Adapun keterbatasan yang diperlukan supaya penelitian ini tidak menyimpang. Berikut ini adalah batasan penelitian:

1. Permainan ini dikembangkan berbasis *Dekstop*.
2. Permainan ini dimainkan oleh pemain tunggal.
3. Musuh yang digunakan hanya dua karakter saja.
4. *Game* ini bergenre *endless runner* atau *infinite runner game*.
5. Gerakan yang bisa dilakukan hanya ke kanan, ke kiri, dan melompat.
6. Pengambilan data *game* hanya berdurasi dua menit.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui hasil analisa efektivitas metode COPRAS dalam menentukan tingkat kesulitan pada *game "Life's Troubles"* berdasarkan tanggapan pemain.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat menyampaikan pendidikan melalui cara yang menarik minat bagi anak didik.
2. Mendorong pengembangan *game* edukatif.
3. Meneliti penggunaan metode COPRAS dalam pengembangan permainan.
4. Membuat permainan yang bersifat universal.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan pada penelitian metode COPRAS sebelumnya, belum ditemukan yang dapat mengintegrasikan pendekatan ini untuk pengembangan *game*. Namun, prinsip dari metode COPRAS yang menitik beratkan pada penilaian proporsional kompleks dapat disesuaikan dengan kebutuhan guna menetapkan tingkat kesulitan dalam permainan yang mendidik (Ginting dkk., 2020). Oleh sebab itu, penelitian ini akan menambal kekosongan ini dengan menerapkan metode COPRAS untuk menganalisis penetapan tingkat kesulitan dalam *game* “*Life’s Troubles*”.

Dalam penelitian sebelumnya, terdapat kasus serupa yang telah diselesaikan dengan menggunakan pendekatan berbeda, yaitu dengan metode *Box Muller of Gaussian Distribution*. Penelitiannya melakukan riset tentang metode *Box Muller of Gaussian Distribution* dalam menyelesaikan masalah penentuan tingkat kesulitan dalam *game* mitigasi bencana alam 3D berbasis fitur kabut. Metode *Box-Muller* digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan nilai acak yang terdistribusi normal. Serta digunakan dalam mengukur *recall*, presisi, akurasi, dan *F-measure* pada *game* yang menggunakannya. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan waktu yang dihabiskan dalam permainan dengan mengubah tingkat kesulitan sehingga sesuai dengan kemampuan pemain (Ihsan, 2019).

Penelitian lainnya membahas pengembangan sistem level kabut dari *game* adventure Gunung Kelud menggunakan metode *Dynamic Difficulty Adjustment*

(DDA). Tujuan sistem ini adalah untuk meningkatkan kesenangan saat bermain *game* dengan cara menentukan tingkat kesulitan yang sesuai. Pengujian dilakukan dengan *confusion* matriks untuk mengukur akurasi, *recall*, presisi, dan nilai *F-measure* dari sistem level (Jeylani, 2020). Dan hasilnya nanti akan menunjukkan nilai akurasi, *recall*, dan presisi dari beberapa percobaan yang berbeda. Metode DDA dapat menaikkan pengalaman bermain pemain dengan menyesuaikan tingkat kesulitan *game* diacukan pada kemampuan pemain. Untuk penelitian kasus terkait dengan yang diselesaikan menggunakan metode berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Referensi	Acuan Kriteria	Metode	Hasil
1	(Ihsan, 2019)	<i>level, time remain, score target</i> dan <i>NPC life</i>	<i>Box Muller of Gaussian Distribution</i>	Memberikan hasil yang masih terbilang cukup rendah dengan akurasi sebesar 30%, presisi sebesar 34,8%, <i>recall</i> sebesar 40,3%, dan <i>F-measure</i> sebesar 37,3%
2	(Jeylani, 2020)	<i>Level, score target, time remain</i> , dan <i>NPC life</i>	<i>Dynamic Difficulty Adjustment (DDA)</i>	Hasil pengujian memberikan hasil kurang memuaskan. Dengan hasil rata-rata dari seluruh percobaan adalah 0.3 untuk setiap akurasi, presisi, <i>recall</i> , dan <i>F-Measure</i>
3	(Pratama, 2022)	Waktu, Darah pemain, Tipe Musuh, Jumlah Musuh, Nilai Barang, dan Jumlah Barang	<i>Random Forest</i>	<i>Random Forest</i> dapat menyelesaikan permasalahan tingkat kesulitan secara dinamis
4	(Ahmadi dkk., 2018)	<i>hp, score, time resolved</i>	<i>Fuzzy Sugeno</i>	Ini bekerja dengan baik pada map 5x5 pengujian mendapatkan skor 107,22 dan hasil terburuk pada map 50x50 dengan skor 87,65 .
5	(Isbah, 2022)	Waktu, Darah <i>player</i> , Tipe Musuh, Jumlah Musuh, Nilai Barang, dan Jumlah Barang	<i>Markov Chain</i>	Dengan algoritma <i>Markov Chain</i> dalam pengaturan level <i>game</i> mampu menghasilkan 2 macam level, yaitu level 6 dan level 7, sedangkan tanpa menggunakan algoritma <i>Markov Chain</i> menghasilkan level 1 dan level 2.

				perbandingan jumlah macam level yang dihasilkan adalah 2:2.
--	--	--	--	---

2.2 Permainan (*Game*)

Permainan, atau yang sering disebut *game*, adalah sesuatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu sehingga ada yang menang dan ada yang kalah dengan tujuan *refreshing*. Namun, secara lebih mendalam, permainan juga merupakan cara belajar yang digunakan untuk menganalisis interaksi antara sejumlah pemain atau individu. Dalam situasi ini, *game* bukan hanya hiburan semata melainkan juga merupakan alat untuk meningkatkan keterampilan dan kemampuan kerja tim (Beck & Wade, 2006).

Dengan semua keuntungan dan peluang yang ditawarkannya, permainan tidak hanya memberikan hiburan, melainkan dapat memengaruhi cara belajar, berinteraksi, dan mengekspresikan diri dalam budaya kontemporer yang terus berkembang (Kalofolia & Siountri, 2023). *Game* memungkinkan pemain dapat berinteraksi secara aktif dengan jalannya cerita untuk menentukan jalannya permainan sebagai sistem partisipasi dinamis dengan tingkat penceritaan yang berbeda dari film (Naisbitt & Naisbitt, 2016). Karena film yang hanya bisa ditonton tanpa ikut berpartisipasi, *game* memungkinkan pemain untuk membuat keputusan yang memengaruhi alur cerita.

Berdasarkan yang telah dijelaskan oleh Rio Caesar (Caesar, 2016), berikut adalah beberapa genre *game* yang signifikan:

1. Genre Umum seperti: Aksi, Simulasi, Balapan / Mengemudi, Petualangan, Strategi, Peran (RPG), Edukasi, Olahraga.

2. Perspektif dan Sudut Pandang seperti: Orang Pertama (*1st-Person*): Pemain melihat dunia dari mata karakter, Orang Ketiga (*3rd-Person*): Pemain mengendalikan karakter dari sudut pandang luar, Platform, *Side-Scrolling*, Isometrik, *Top-Down*.
3. Olahraga seperti: *Bowling*, *Baseball*, Tinju, Sepeda, Basket, dan lainnya.
4. Non-Olahraga seperti: Anime/Manga, Detektif/Misteri, Helikopter, Kasino, Kartu, *Cyberpunk*, Dewasa, Fiksi Interaktif, Penerbangan, Komik, Pertarungan, Pertempuran *Mecha*, *Game Show*, *Arcade*, Horor, Papan Permainan, Catur, Pertempuran Sejarah, dan lainnya.
5. Kategori Edukasi seperti: Bahasa Asing, Geografi, Grafis/Seni, Kesehatan/Gizi, Ekologi/Alam, dan lainnya.

2.3 Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

MCDM atau bisa disebut juga dengan Pengambilan Keputusan dengan Kriteria Ganda merupakan metode untuk membuat keputusan berdasarkan beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan (Sasri Dwitama, 2019). Konsep dasar MCDM adalah untuk mempertimbangkan beberapa aspek kriteria yang relevan saat membuat keputusan, membantu pengambil keputusan mengevaluasi dan memilih pilihan terbaik dari banyak pilihan yang tersedia.

Meskipun MCDM menawarkan struktur proses yang kuat dalam pengambilan keputusan yang lebih luas, ada beberapa masalah yang mungkin dihadapi saat menggunakannya. Bias dalam menentukan nilai bobot kriteria merupakan sebagian masalah yang harus dihadapi MCDM (Sasri Dwitama, 2019). Pengambil keputusan bisa saja mempunyai kepentingan maupun preferensi pribadi

yang dapat memengaruhi nilai relatif dari setiap kriteria. Hal ini dapat menyebabkan proses penilaian menjadi tidak objektif, yang pada akhirnya mempengaruhi hasil. Selain itu, preferensi antara kriteria yang berbeda dapat berbeda tergantung pada konteks dan tujuan pengambilan keputusan, yang membuat proses pengukuran menjadi lebih kompleks. Data yang digunakan dalam mengevaluasi alternatif MCDM mungkin tidak lengkap atau akurat.

Metode MCDM mencakup sejumlah pendekatan yang dapat digunakan untuk memperhitungkan berbagai kriteria secara bersamaan dalam pengambilan keputusan. Beberapa di antaranya meliputi:

1. *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

AHP adalah metode yang memungkinkan perbandingan alternatif berdasarkan hierarki kriteria dan subkriteria. Proses AHP melibatkan pembentukan struktur hierarki dari kriteria yang akan dievaluasi, penilaian relatif antar kriteria, dan pembobotan relatif kriteria. Akhirnya, AHP menghasilkan nilai preferensi untuk setiap alternatif berdasarkan pada bobot kriteria yang telah ditetapkan.

2. *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*

TOPSIS mengukur jarak antara setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif berdasarkan kriteria yang diberikan. Alternatif yang memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif akan dipilih sebagai alternatif terbaik.

3. *Complex Proportional Assessment (COPRAS)*

COPRAS menghitung skor relatif untuk setiap alternatif berdasarkan bobot kriteria yang telah ditetapkan dan nilai sub-kriteria. Metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menilai konsekuensi dari setiap alternatif dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria yang relevan.

2.4 **Complex Proportion Assessment (COPRAS)**

Metode COPRAS merupakan salah satu metode yang tergolong ke dalam pengambilan keputusan multi-kriteria yang membandingkan preferensi relatif setiap kriteria dengan pilihan-pilihan yang tersedia (Kumari & Mishra, 2020). Metode ini menggabungkan seluruh indikator menjadi satu kesatuan kuantitatif yaitu nilai kriteria metode. Tujuannya adalah untuk membuat peringkat berbagai alternatif berdasarkan kriteria yang berbeda dengan bantuan bobot kriteria terkait dan tingkat kegunaan alternatif. Pemilihan alternatif terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan solusi ideal dan anti ideal (Thakkar, 2021).

Menurut buku "*Multi-Criteria Decision Making*", metode COPRAS mempunyai beberapa kelebihan sebagai berikut:

1. Dalam Pengambilan Keputusan Multi-Kriteria (MCDM) hanya menggunakan pendekatan sederhana, transparan, dan efektif.
2. Memungkinkan terciptanya satu perhitungan kuantitatif dengan mengintegrasikan seluruh indikator.
3. Metode ini dapat digunakan di banyak situasi pengambilan keputusan.

Dalam prosedur metode COPRAS yang sering digunakan memiliki langkah-langkah sebagai berikut (Medianeira Stefano dkk., 2015):

1. Konstruksi dan normalisasi matriks pengambilan keputusan

Langkahnya adalah memilih kumpulan atribut dan alternatifnya yang paling penting serta membangun matriks pengambilan keputusan X:

$$X = \begin{bmatrix} [w_{11}; b_{11}] & [w_{12}; b_{12}] & \cdots & [w_{1m}; b_{1m}] \\ [w_{21}; b_{21}] & [w_{22}; b_{22}] & \cdots & [w_{2m}; b_{2m}] \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ [w_{n1}; b_{n1}] & [w_{n2}; b_{n2}] & \cdots & [w_{nm}; b_{nm}] \end{bmatrix}; j = \overline{1, n}; i = \overline{1, m}, \quad (2.1)$$

Keterangan:

- X merupakan matriks dengan dimensi $n \times m$.
- Setiap blok matriks (X) yang diperlihatkan oleh elemen (X_{ij}), merupakan hasil dari penggabungan dari vektor bobot (w_{ij}) dengan vektor bias (b_{ij}).
- Variabel (j) merupakan indeks baris yang beragam mulai dari 1 hingga (n), yang memperlihatkan blok-blok vertikal atau baris matriks (X).
- Variabel (i) merupakan indeks kolom yang beragam mulai dari 1 hingga (m), yang memperlihatkan kolom matriks (X).

2. Normalisasi matriks pengambilan keputusan X

Proses normalisasi ini dilakukan untuk setiap nilai dalam matriks keputusan. Normalisasi ini memastikan bahwa nilai-nilai dari matriks keputusan memiliki skala yang seragam, memungkinkan perbandingan langsung antar nilai kriteria. Dengan normalisasi ini, perbedaan skala atau unit antar kriteria dapat diatasi, sehingga evaluasi dapat dilakukan dengan lebih akurat dan konsisten berikut rumusnya:

$$X_{ij}^* = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- (X_{ij}^*): Nilai yang telah dinormalisasi dari nilai (X_{ij}).
- (X_{ij}): Nilai pada matriks keputusan awal.

- $(\sum_{i=1}^n X_{ij})$: Total nilai pada kolom ke- (j) dari matriks keputusan.
- (n) : Jumlah baris dalam matriks keputusan, yang mewakili jumlah alternatif.

3. Normalisasi terbobot matriks pengambilan keputusan

Untuk melakukan pembobotan terhadap matriks yang sudah melalui proses normalisasi dapat menggunakan rumus sebagai berikut ini:

$$D'_{m \times n} = [d_{ij}]_{m \times n} = X_{ij}^* \cdot w_j \quad (2.3)$$

Keterangan:

- $(D'_{m \times n})$ adalah matriks terbobot.
- (d_{ij}) adalah elemen matriks terbobot pada baris ke- i dan kolom ke- j .
- (X_{ij}^*) adalah nilai yang dinormalisasi dari matriks keputusan pada baris ke- i dan kolom ke- j .
- (w_j) adalah bobot untuk kriteria ke- j .

4. Kemudian melakukan perhitungan (S_{+i}) dan (S_{-i})

(S_{+i}) menggambarkan jumlah nilai dinormalisasi yang lebih besar dari setiap alternatif, sementara (S_{-i}) menggambarkan jumlah nilai dinormalisasi yang lebih kecil. Proses ini memungkinkan kita untuk mengevaluasi kontribusi positif dan negatif dari setiap kriteria terhadap setiap alternatif yang memiliki rumus:

Rumus untuk (S_{+i}) :

$$S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad (2.4)$$

Komponennya:

- (S_{i+}) adalah jumlah dari nilai-nilai (d_{ij}) pada baris (i) .
- (d_{ij}) adalah elemen matriks terbobot dalam metode COPRAS.
- (k) adalah jumlah kriteria yang dinilai.

Rumus untuk (S_{-i}) :

$$S_{i-} = \sum_{j=1}^k (1 - d_{ij}) \quad (2.5)$$

Komponennya:

- (S_{i-}) adalah jumlah dari nilai $(1 - d_{ij})$ pada baris (i) .
- (d_{ij}) adalah elemen matriks terbobot dalam metode COPRAS.
- (k) adalah jumlah kriteria yang dinilai.

5. Menentukan bobot relatif setiap alternatif

Mengevaluasi alternatif berdasarkan nilai (S_{+i}) dan (S_{-i}) yang menggambarkan penilaian relatif dari alternatif (i) dengan memperhitungkan kontribusi positif (S_{+i}) dan kontribusi negatif (S_{-i}) terhadap solusi yang diinginkan. (Q_i) digunakan untuk membandingkan alternatif satu dengan yang lainnya dalam proses pengambilan keputusan, berikut rumusnya:

$$Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- (Q_i) : Nilai (Q) untuk alternatif (i) .
- (S_{i+}) : Jumlah nilai dinormalisasi yang lebih besar dari setiap alternatif (i) .
- (S_{i-}) : Jumlah nilai dinormalisasi yang lebih kecil dari setiap alternatif (i) .
- (m) : Jumlah total alternatif.
- $(\sum_{i=1}^m S_{i-})$: Total nilai (S_-) dari semua alternatif.
- $(\sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}})$: Total dari kebalikan dari nilai (S_-) dari semua alternatif.

6. Mengklasifikasikan urutan pilihan berdasarkan signifikansi relatifnya

Untuk menilai bobot relatif alternatif (Q_j) dan menentukan peringkat atau prioritas relevansi proyek. Prioritas (peringkat) pilihan dapat meningkat secara proporsional dengan signifikansi Q_j .

2.5 *System Usability Scale (SUS)*

SUS adalah alat pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi kegunaan sistem atau produk. SUS dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan menjadi salah satu alat evaluasi kegunaan yang paling sering digunakan karena sifatnya yang sederhana dan valid untuk berbagai jenis sistem, baik perangkat lunak maupun perangkat keras. SUS menekankan pentingnya interpretasi SUS yang kontekstual, karena meskipun skornya memberikan gambaran umum tentang kegunaan, faktor-faktor lain seperti jenis pengguna dan kompleksitas tugas juga mempengaruhi pengalaman keseluruhan (Lewis, 2018). Oleh karena itu, SUS paling efektif ketika digunakan bersama metode evaluasi lainnya untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif.

SUS terdiri dari 10 item yang dinilai menggunakan skala *Likert* 5 poin, mulai dari “Sangat Tidak Setuju” hingga “Sangat Setuju”. Item-item ini dirancang untuk mencakup berbagai aspek kegunaan, termasuk kemudahan penggunaan, kenyamanan, efisiensi, kepuasan pengguna, dan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

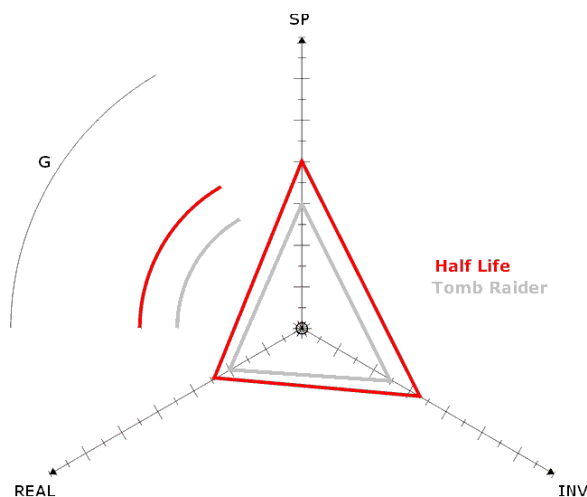
2.6 *Igroup Presence Questionnaire (IPQ)*

IPQ merupakan alat ukur yang digunakan untuk menilai perasaan kehadiran subjektif seseorang dalam lingkungan virtual (*Virtual Environment*, VE) (Karami dkk., 2024). IPQ dikembangkan untuk mengevaluasi sejauh mana seseorang merasa "hadir" atau terlibat dalam lingkungan virtual, yang penting dalam menilai efektivitas dan tingkat *imersi* dari sistem VR.

IPQ terdiri dari tiga sub skala utama dan satu item umum tambahan yang tidak termasuk dalam sub skala mana pun. Ketiga sub skala tersebut adalah

1. *Spatial Presence*: Mengukur perasaan fisik berada di dalam VE.
2. *Involvement*: Mengukur perhatian yang diberikan pada VE dan keterlibatan yang dirasakan.
3. *Experienced Realism*: Mengukur pengalaman subjektif tentang realisme dalam VE.

Item umum tambahan menilai “*sense of being there*” secara keseluruhan dan memiliki korelasi tinggi dengan ketiga faktor tersebut, terutama *Spatial Presence*.



Gambar 2.1 Representasi Visual IPQ

Pada gambar 2.1 *Spatial Presence* (SP): Sumbu yang diberi label “SP” mengukur sejauh mana pengguna merasa hadir secara fisik dalam lingkungan virtual. Dalam gambar, area yang dekat dengan label “*Half Life*” menunjukkan bahwa *game* ini mungkin memberikan tingkat kehadiran spasial yang tinggi, di mana pengguna merasa benar-benar berada di dalam dunia virtual tersebut. *Involvement* (INV): Sumbu yang diberi label “INV” mengukur tingkat perhatian

dan keterlibatan pengguna dalam lingkungan virtual. Area yang dekat dengan label “*Tomb Raider*” menunjukkan bahwa *game* ini mungkin memberikan tingkat keterlibatan yang tinggi, di mana pengguna sangat terfokus dan terlibat dalam aktivitas di dalam *game*. *Experienced Realism (REAL)*: Sumbu yang diberi label “*REAL*” mengukur sejauh mana lingkungan virtual terasa nyata bagi pengguna. Posisi label “*Tomb Raider*” yang lebih dekat ke sumbu ini menunjukkan bahwa *game* ini mungkin memberikan pengalaman yang lebih realistis dibandingkan dengan “*Half Life*”

2.7 Metode ROC untuk Penentuan Bobot

Metode *Receiver Operating Characteristic* (ROC) merupakan teknik yang sering digunakan dalam analisis keputusan untuk menentukan bobot kriteria. Metode ini mengukur efektivitas suatu kriteria dengan membandingkan sensitivitas dan spesifisitasnya dalam konteks pengambilan keputusan. Dalam konteks penentuan bobot, ROC digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik kriteria dapat membedakan antara alternatif yang diinginkan dengan yang tidak (Prawiro dkk., 2021).

ROC adalah kurva probabilitas yang menggambarkan *trade-off* antara *True Positive Rate* (TPR) atau tingkat positif benar (sensitivitas) dan *False Positive Rate* (FPR) atau tingkat positif palsu (1-spesifisitas) pada berbagai ambang batas keputusan. Penentuan bobot dihitung dengan rumus:

$$W_i = \frac{1}{k} \left(\frac{1}{i} + \frac{1}{i+1} + \dots + \frac{1}{n} \right) \quad (2.8)$$

Di mana:

- (W_i) adalah bobot untuk kriteria ke-(i),
- (k) adalah jumlah total kriteria,

- (n) adalah jumlah elemen yang tersisa setelah kriteria ke- (i) , dan
- (i) adalah nomor kriteria saat ini dalam urutan.

Dalam penentuan bobot, ROC digunakan untuk menghitung skor atau bobot relatif dari setiap kriteria berdasarkan kemampuannya dalam mengklasifikasikan alternatif. Skor ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam pembobotan kriteria dalam model pengambilan keputusan.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Analisis dan Perancangan

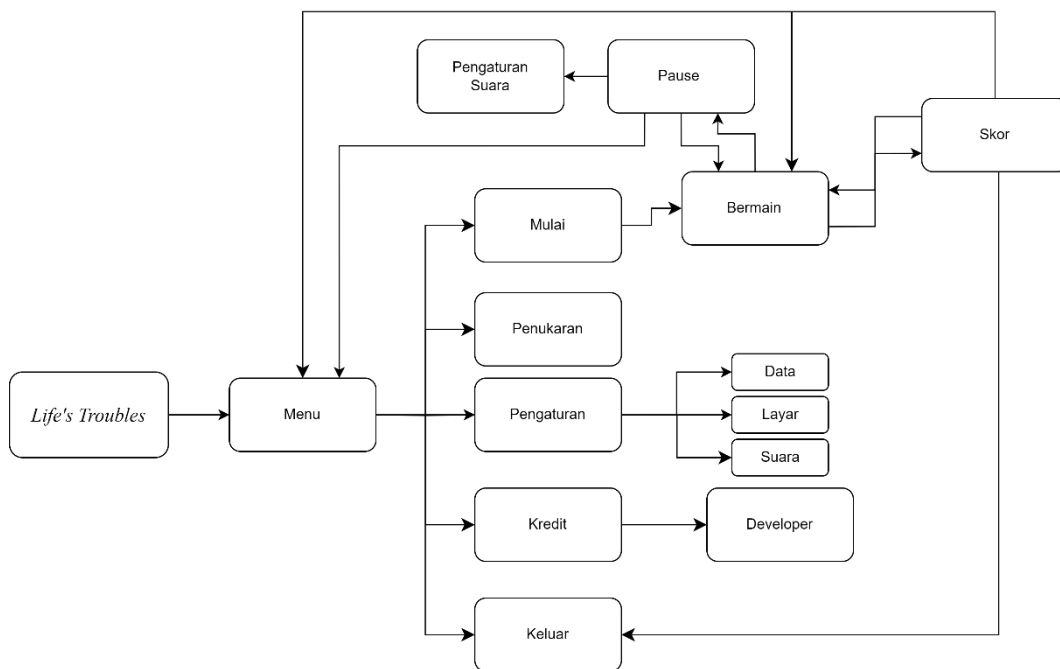
Analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah analisis *game*, sedangkan untuk perancangan yang akan dilakukan meliputi perancangan *game*, dan perancangan antarmuka, perancangan pengujian.

3.1.1 Analisis Game

Game “Life's Troubles” merupakan *game* 3 dimensi yang masuk ke dalam genre *endless runner* yang dirancang untuk dimainkan *single player*. Pada *game* ini, pemain diharuskan berjalan lurus pada tiga jalur yang tersedia dan diharuskan melewati semua rintangan yang tersedia baik *obstacle* (halang rintang) maupun NPC (*Non-Player Character*) selama waktu yang ditentukan. Selama perjalanan pemain dapat mengumpulkan Al Quran dan koin untuk mendapatkan poin tambahan dengan beberapa efek lainnya. Dalam *game* juga terdapat beberapa jenis halang rintang yang tersedia dan juga disertai dengan kemunculan dua karakter NPC yang bertugas untuk menghalangi, pemain diharuskan melompati maupun menghindarinya sesuai dengan halangan yang ada. Untuk menghindari halangan yang tersedia pemain dapat menggerakkan karakternya ke kanan, ke kiri, dan melompat. *Game* dapat berakhir jika pemain berhasil bertahan selama waktu yang telah ditentukan tanpa kehabisan nyawa dan terpenuhinya rasa malas untuk berlari. Nanti data yang dikumpulkan dalam permainan akan digunakan dalam menetapkan tingkat kesulitan permainan selanjutnya.

3.1.2 Perancangan Game

Dalam game “*Life's Troubles*” terdapat beberapa pilihan menu yang tersedia dalam tampilan awal permainan diantaranya tampilan Mulai, Penukaran, Pengaturan, Kredit, dan Keluar. Dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.1 berikut:

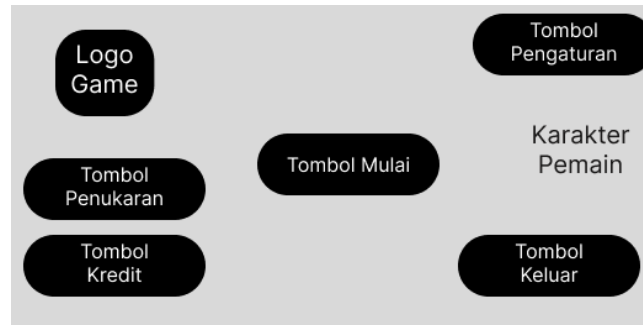


Gambar 3.1 Diagram Menu

Dapat diamati melalui Gambar 3.1 di atas, di mana saat memasuki *game* maka tampilan utamanya akan menampilkan Menu yang isinya terdapat beberapa sub menu. Di antara sub menunya seperti masuk ke tampilan mulai untuk memulai permainan dan mengganti pakaian karakter. Tampilan penukaran untuk melakukan berbagai jenis pertukaran terhadap item yang dikumpulkan. Tampilan pengaturan yang berguna untuk mengatur semua jenis suara dalam *game*.

3.1.3 Perancangan Antarmuka

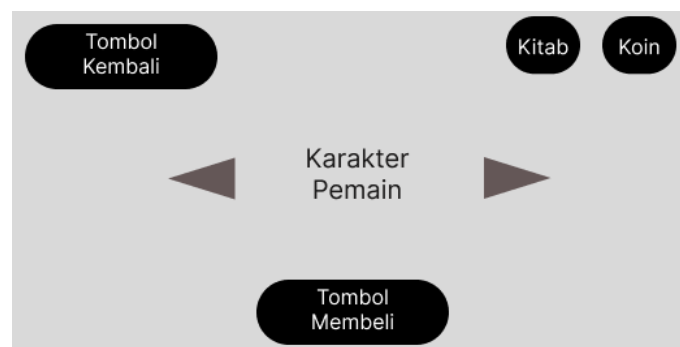
1. Tampilan Menu



Gambar 3.2 Rancangan Menu

Pada tampilan gambar 3.2, *game* akan menampilkan tampilan awal yang terdiri dari tampilan Mulai, Penukaran, Pengaturan, Kredit, dan Keluar.

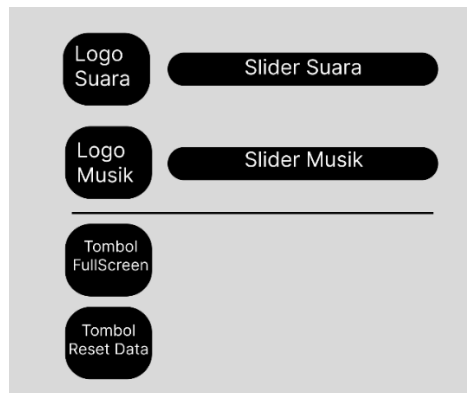
2. Tampilan Penukaran



Gambar 3.3 Rancangan Penukaran

Pada tampilan gambar 3.3, terdapat pilihan untuk melakukan pembelian karakter yang akan digunakan dalam permainan.

3. Tampilan Pengaturan



Gambar 3.4 Rancangan Pengaturan

Pada tampilan gambar 3.4, pemain bisa melakukan pengaturan terhadap suara dan SFX (*Sound Effects*) dalam *game* seperti melakukan penambahan maupun pengurangan suara yang dihasilkan oleh *game* sesuai dengan kebutuhan pemain.

4. Tampilan Kredit



Gambar 3.5 Rancangan Kredit

Pada tampilan gambar 3.5, terdapat logo “*Life's Troubles*”, nama pengembang, dan terima kasih khusus.

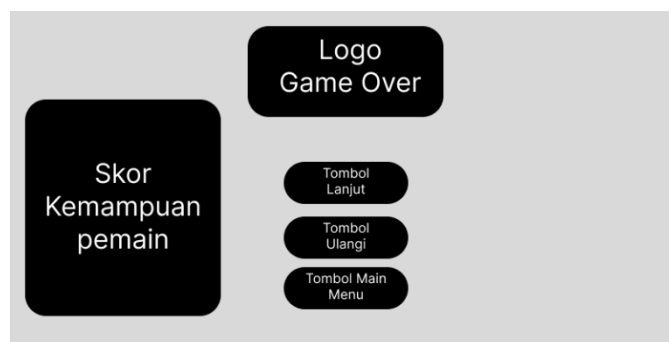
5. Tampilan *Pause Menu*



Gambar 3.6 Rancangan *Pause Menu*

Dalam gambar 3.6, *menu pause* berisikan tombol lanjut, mengulangi *game*, tombol pengaturan dan tombol untuk keluar dari dalam permainan

6. Tampilan Skor



Gambar 3.7 Rancangan Penilaian

Pada tampilan gambar 3.7, rancangan penilaian akan memberitahukan semua perolehan performa permainan selama *game* sebelumnya dimainkan.

3.2 Skenario *Game*

Pemain pada awal permainan akan memulai *game* dengan tingkat kesulitan yang paling kecil. Sebelum permainan benar-benar berjalan, pemain diberi waktu tiga detik untuk bersiap-siap terhadap tantangan tingkat kesulitan yang ditetapkan. Di saat permainan berlangsung, pemain diharuskan melewati berbagai halangan

yang disediakan pada tiap lintasan. Jika pemain mengenai halangan kecil maka nyawanya berkurang 20, sedangkan jika pemain mengenai halangan besar maka nyawanya akan berkurang sebesar 30. Apabila didapati nyawa karakter pemain mencapai nilai nol maka permainan akan berakhir.

Selain pemain harus melewati halangan diam, pemain juga diharuskan dapat bertahan dari serangan NPC yang terus mengawasinya di depan. NPC akan menyerang pemain ketika kondisi terpenuhi, seperti pemain berada pada jalur yang sama dengan NPC dan jeda waktu NPC menembak telah selesai. Jika pemain terkena serangan tembak dari NPC maka semangat pemain akan berkurang 20. Apabila didapati semangat karakter pemain mencapai nilai nol maka permainan akan berakhir.

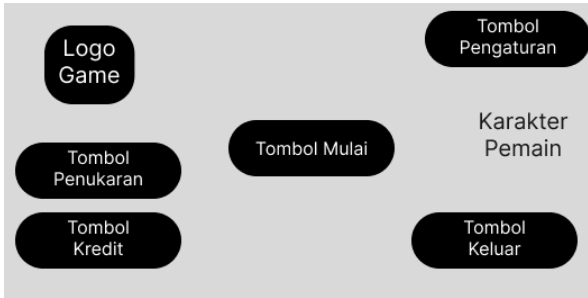
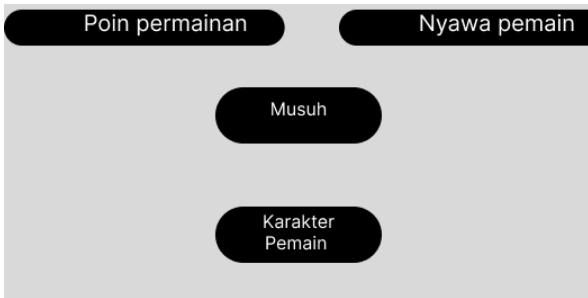
Dalam permainan pemain diharuskan bertahan selama dua menit, jika pemain berhasil bertahan tanpa kehabisan parameter kehidupannya maka *game* diselesaikan dengan menang. Jika tidak dapat bertahan selama dua menit maka permainan selesai dengan kekalahan. Selama waktu yang tersedia masih ada pemain dianjurkan untuk mengumpulkan setiap item yang tersebar selama perjalanan. Setiap item memiliki kegunaannya masing-masing, jika pemain didapati melewatinya maka skor penilaian kemampuan dianggap berkurang.

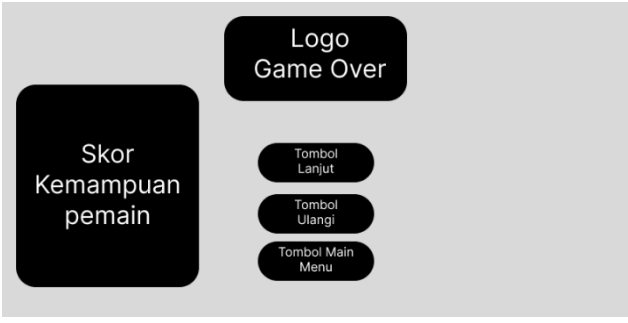
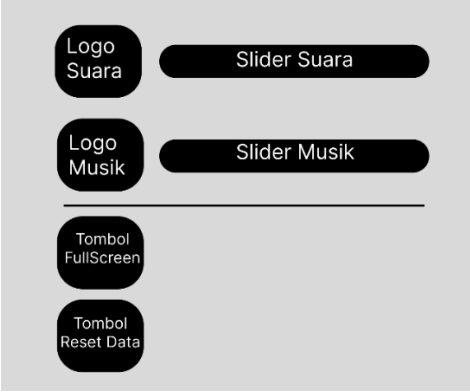
3.3 Storyboard

Pada tabel 3.1 merupakan *storyboard* yang menggambarkan perjalanan atau alur cerita dalam *game "Life's Troubles"*. Ini menjadi panduan visual yang membantu pengembang dalam merancang dan memperbaiki pengalaman bermain,

memastikan bahwa setiap detail dan momen penting dalam permainan direpresentasikan dengan jelas dan efektif.

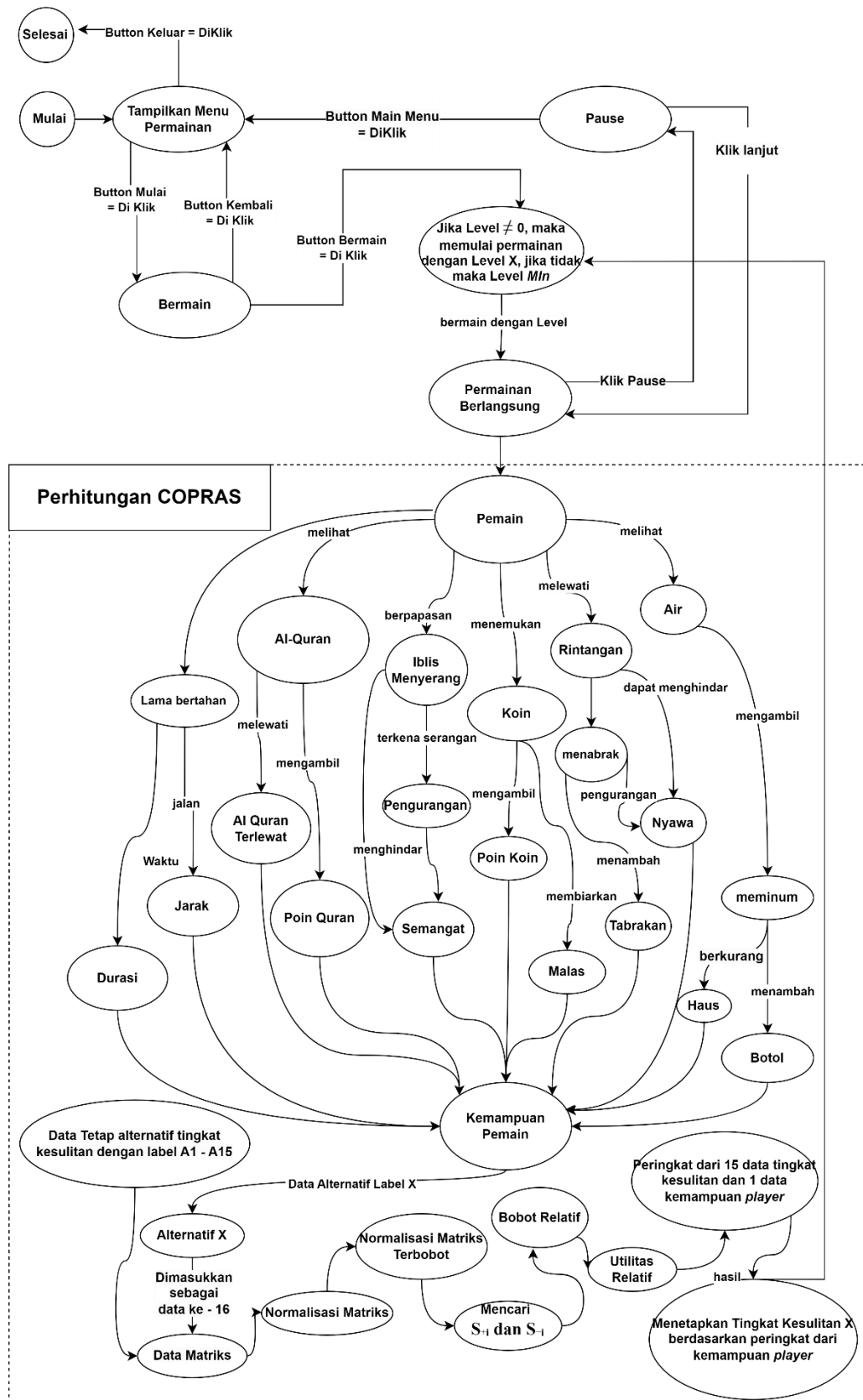
Tabel 3.1 *Storyboard game*

No	Gambar	Keterangan
1		Pada awal permainan akan menampilkan menu utama <i>game</i> yang berisi tombol mulai, penukaran, pengaturan, kredit, dan keluar.
2		Setelah menekan tombol mulai, maka akan masuk ke menu mulai <i>game</i> . Pada saat ini, pemain akan diberikan waktu selama tiga detik untuk bersiap menghadapi level kesulitan yang ditetapkan. Jika pemain belum pernah mencoba memainkan <i>game</i> , maka level yang diterapkan adalah level terkecil.
3		Ketika permainan berlangsung pemain harus mengumpulkan Al-Quran, koin, botol minuman sebanyak – banyaknya, menjaga nyawa, semangat dan dehidrasi, memperoleh jarak yang jauh, bertahan selama waktu yang ditentukan dan melewati rintangan untuk hasil yang maksimal.
4		Apabila pemain ingin menunda permainan di saat permainan sedang berlangsung, pemain dapat opsi untuk pause. Saat opsi pause pemain dapat memilih untuk melanjutkan permainan, mengulanginya atau keluar ke menu utama permainan. Selain itu,

		pemain juga dapat mengatur permainan dengan mengeklik pengaturan.
5		Permainan akan berakhir, ketika kendaraan pemain terbalik dan character menyentuh ground sehingga <i>game over</i> . Dan menampilkan hasil permainan saat <i>game over</i> .
6		Pemain juga dapat mengatur <i>background</i> musik dan <i>SFX</i> . Selain itu, juga terdapat fitur untuk membuat tampilan layar penuh dan mematakannya. Serta ada fitur yang dapat menghapus data permainan jika pemain ingin memulai dari awal.

3.4 Desain Sistem

Proses perancangan sistem atau teknologi yang akan digunakan dalam penelitian sering dikenal sebagai desain sistem. Proses ini mencakup semua aspek pengembangan sistem, mulai dari tahap awal aplikasi berjalan hingga menampilkan alur sistem pemrosesan *game* yang dapat dilihat pada gambar di bawah:



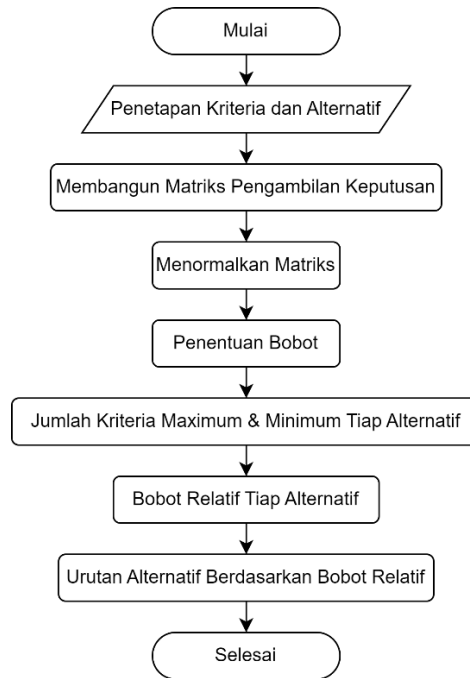
Gambar 3.8 FSM “*Life’s Trouble*”

Dalam Gambar 3.8, menjelaskan pada awal permainan sistem penetapan tingkat kesulitan menggunakan metode COPRAS masih belum dapat berjalan. Saat sistem masih belum bisa menetapkan tingkat kesulitan untuk pemain, maka tingkat *default* yang digunakan adalah tingkat kesulitan yang paling rendah. Hal ini bertujuan agar pemain baru dapat mempelajari cara bermainnya sekaligus juga dapat melakukan pengumpulan data kemampuan pemain paling rendah. Dalam permainan, pemain bisa memberhentikan jalannya permainan yang jika tidak dilanjutkan lagi maka data yang terkumpul akan dihapus. Data permainan yang diambil akan digunakan sebagai kriteria dalam perhitungan metode COPRAS. Kriterianya sendiri terdapat 11 yang meliputi jarak, durasi bertahan, nyawa, rasa malas, Al Quran, koin, menabrak, haus, minuman, melewati Al Quran, dan melewati koin. Setelah permainan selesai maka data terkumpul akan dijadikan sebuah alternatif dengan Index X, sebagai data terbaru yang akan dicari posisi urutannya dalam pemeringkatan. Peringkat dari Indeks X nantilah yang dijadikan acuan dari penetapan tingkat kesulitan yang akan dimainkan oleh pemain. Setiap permainan yang diselesaikan maka tingkat kesulitan permainan selanjutnya akan meningkat maupun menurun secara berkala.

3.5 Rancangan Perhitungan COPRAS

Sebelum memulai perhitungan COPRAS, penting sebelumnya untuk menetapkan kriteria yang bisa dijadikan patokan dalam permainan untuk menentukan tingkat kesulitan serta perlunya menetapkan alternatif dari tingkat kesulitan sebagai hasil akhir dan tujuan dari penetapan metode COPRAS dalam permainan ini. Oleh karena itu, dalam melakukan perhitungan dengan metode

COPRAS maka diperlukan langkah-langkah seperti yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.9 di bawah ini:



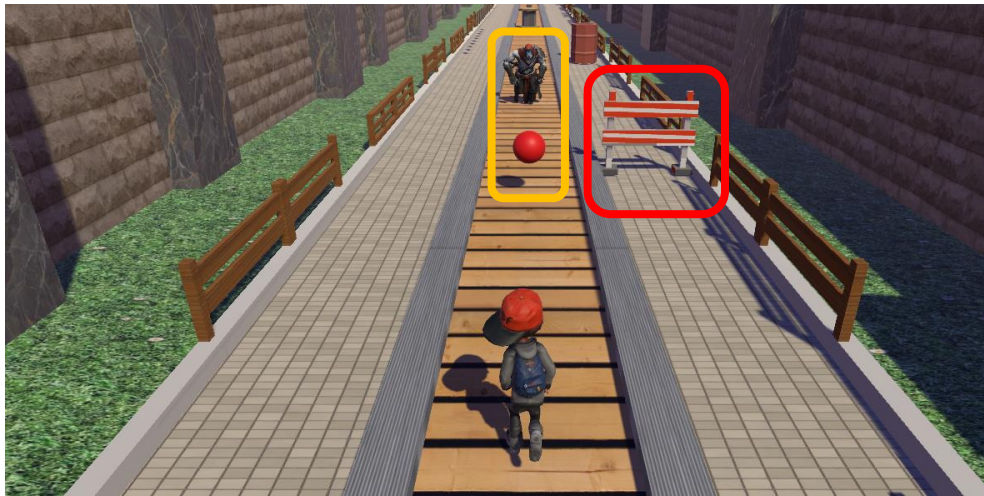
Gambar 3.9 Proses Metode COPRAS

Pada gambar 3.9 menguraikan langkah-langkah seperti penetapan kriteria dan alternatif, membangun matriks keputusan, menormalkan matriks, menentukan bobot, menghitung kriteria maksimum dan minimum untuk setiap alternatif, memberikan bobot relatif untuk setiap alternatif, dan mengurutkan alternatif berdasarkan bobot relatif.

3.5.1 Alternatif

Alternatif opsi pilihan ketetapan yang akan ditentukan dalam metode ini adalah mengenai tingkat kesulitan yang tersedia dalam *game* “*Life’s Troubles*”, mulai dari tingkat rendah sampai tingkat kesulitan tinggi yang dibagi ke dalam 15 kategori. Untuk menjadikannya lebih bervariasi tiap kesulitan memiliki tiga faktor

yang membuat permainannya menjadi sulit seperti pengaturan kecepatan berjalan karakter yang memiliki sifat nilai *benefit*, rentang serangan dari NPC yang memiliki sifat nilai *cost*, dan jumlah maksimal keluaran dari *obstacle* dalam satu yang memiliki sifat nilai *benefit* yang lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut:



Gambar 3.10 Serangan NPC dan *Obstacle*

Jika dilihat dengan jelas pada Gambar 3.10 di atas, yang ditunjukkan oleh kotak kuning  merupakan tipe serangan dari NPC yang menembakkan proyektil ke karakter pemain. Serangan NPC memiliki selang waktu antara 20 detik sekali pada level paling rendah, sedangkan pada level paling tinggi NPC bisa melakukan serangan setiap selang waktu 4 detik sekali. Sedangkan yang ditunjukkan oleh kotak merah  merupakan tingkat kesulitan yang dipengaruhi oleh *obstacle*. Kemunculan *obstacle* sendiri bisa satu buah dalam satu garis horizontal yang bisa dilihat dalam gambar di atas, serta bisa juga lebih dari satu buah sesuai dengan maksimal *obstacle* yang bisa muncul sekali waktu dalam garis horizontal yang sama, dapat dilihat pada Gambar 3.11:

Gambar 3.11 Kemunculan *Obstacle* Lebih dari Satu

Pada Gambar 3.11 merupakan kemunculan dua buah *obstacle* sekaligus dalam satu garis horizontal yang sama. Maksimal *obstacle* yang dapat muncul dalam satu waktu yang sama adalah sebanyak tiga buah. Selanjutnya tingkat kesulitan yang disebabkan oleh kecepatan karakter memiliki rentang mulai dari 12 untuk paling lambat dan kecepatan 40 untuk nilai paling besar. Dari ke tiga buah faktor tingkat kesulitan yang dijelaskan sebelumnya dapat ditetapkan lagi secara terperinci dan merata yang dapat dilihat dengan jelas pada Tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3.2 Sub Alternatif Tingkat Kesulitan

Tingkat Kesulitan	Kecepatan Permainan	Gangguan NPC Setiap (detik)	Jumlah <i>Obstacle</i> Maximal
Level 1	12 - 15	20	2
Level 2	12 - 15	18	3
Level 3	16 - 19	18	2
Level 4	16 - 19	16	3
Level 5	20 - 23	16	2
Level 6	20 - 23	14	3
Level 7	24 - 27	14	2
Level 8	24 - 27	12	3
Level 9	28 - 31	12	2
Level 10	28 - 31	10	3
Level 11	32 - 35	10	2
Level 12	32 - 35	8	3

Level 13	36 - 40	8	2
Level 14	36 - 40	6	3
Level 15	36 - 40	4	3

3.5.2 Kriteria

Dalam setiap alternatif tingkat kesulitan yang ditetapkan dalam *game* ini, memiliki beberapa kriteria yang menjadi dasar penentu layak tidaknya dari kemampuan *player* untuk bermain di tingkat kesulitan tersebut. Dengan menggunakan metode COPRAS dapat mempermudah perbandingan dari nilai evaluasi kemampuan *player* dengan nilai evaluasi dari tiap-tiap alternatif tingkat kesulitan yang telah ditetapkan. Nilai evaluasi tingkat kesulitan yang mendekati nilai evaluasi kemampuan *player*, nantinya akan ditetapkan sebagai tingkat kesulitan dalam *game* “*Life’s Troubles*”. Kriteria penghubung setiap tingkat kesulitan pada *game* ini dengan kemampuan pemain diantaranya sebagai berikut:

Tabel 3.3 Kriteria

Simbol	Kriteria	Tipe Kriteria
C1	Jarak	<i>Benefit</i>
C2	Durasi Bertahan	<i>Benefit</i>
C3	Nyawa	<i>Benefit</i>
C4	Rasa Malas	<i>Cost</i>
C5	Al Quran	<i>Benefit</i>
C6	Koin	<i>Benefit</i>
C7	Menabrak	<i>Cost</i>
C8	Haus	<i>Cost</i>
C9	Minuman	<i>Benefit</i>
C10	Melewati Al Quran	<i>Cost</i>
C11	Melewati Koin	<i>Cost</i>

Jarak yang ditempuh oleh pemain dapat menunjukkan seberapa jauh pemain maju dalam permainan. Ketika pemain berhasil mencapai jarak yang jauh sama saja artinya dengan pemain mencapainya tanpa menabrak, itu menunjukkan bahwa mereka mampu menjaga kecepatan maksimalnya sepanjang waktu. Sebaliknya, jika

jarak yang ditempuh lebih pendek, itu menunjukkan bahwa pemain telah menabrak beberapa rintangan yang menyebabkan kecepatannya menurun.

Tabel 3.4 Kriteria C1

Simbol	Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
C1	Jarak	≤ 720	1
		≥ 721 dan ≤ 820	2
		≥ 821 dan ≤ 920	3
		≥ 921 dan ≤ 1019	4
		≥ 1020	5

Durasi bertahan menunjukkan ketahanan dan keahlian pemain dalam melewati semua rintangan yang ada selama permainan. Semakin lama pemain dapat bertahan dalam permainan maka semakin besar kesempatan untuk mengumpulkan aset dan menyelesaikan *game*.

Tabel 3.5 Kriteria C2

Simbol	Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
C2	Durasi Bertahan	≤ 29	1
		≥ 30 dan ≤ 59	2
		≥ 60 dan ≤ 89	3
		≥ 90 dan ≤ 119	4
		≥ 120	5

Nyawa, Rasa Malas dan Haus merupakan aspek dari parameter kehidupan pada *game "Life's Troubles"*. Penetapannya sebagai parameter kehidupan ini didasarkan jika kriteria ini habis (Nyawa dan Haus) ataupun penuh (Rasa Malas) maka permainan ini akan dianggap selesai karena tidak bisa melanjutkan permainan.

Tabel 3.6 Kriteria C3, C4 dan C8

Simbol	Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
C3	Nyawa	≤ 20	1
		> 20 dan ≤ 40	2
		> 40 dan ≤ 60	3
		> 60 dan ≤ 80	4
		> 80 dan ≤ 100	5
C4	Rasa Malas	≤ 20	5
		> 20 dan ≤ 40	4
		> 40 dan ≤ 60	3
		> 60 dan ≤ 80	2

		$> 80 \text{ dan } \leq 100$	1
C8	Haus	≤ 20	5
		$> 20 \text{ dan } \leq 40$	4
		$> 40 \text{ dan } \leq 60$	3
		$> 60 \text{ dan } \leq 80$	2
		$> 80 \text{ dan } \leq 100$	1

Koin, Al Quran, dan Minuma termasuk ke dalam golongan item yang dapat diambil selama permainan berlangsung. Karena item merupakan komponen penting dalam *game "Life's Troubles"*, yang menunjukkan pencapaian pemain. Selain itu, jumlah barang yang dikumpulkan pemain menunjukkan seberapa terampil mereka mengendalikan karakter dalam menghindari rintangan sembari mengambil item.

Tabel 3.7 Kriteria C5, C6 dan C9

Simbol	Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
C5	Al Quran	$\leq 20\%$	1
		$\geq 21\% \text{ dan } \leq 40\%$	2
		$\geq 41\% \text{ dan } \leq 60\%$	3
		$\geq 61\% \text{ dan } \leq 80\%$	4
		$\geq 81\% \text{ dan } \leq 100\%$	5
C6	Koin	$\leq 20\%$	1
		$\geq 21\% \text{ dan } \leq 40\%$	2
		$\geq 41\% \text{ dan } \leq 60\%$	3
		$\geq 61\% \text{ dan } \leq 80\%$	4
		$\geq 81\% \text{ dan } \leq 100\%$	5
C9	Minuman	0	1
		1	2
		2	3
		3	4
		4	5

Kemampuan pemain untuk bertahan dalam permainan dipengaruhi oleh kemampuan mereka dalam menghindari rintangan. Kemampuan melewati rintangan tanpa menabrak menunjukkan refleks pemain yang baik dalam menghadapi tantangan. Sedangkan, jika pemain sampai menabrak rintangan maka bisa dianggap pemain kurang piawai dalam mengendalikan karakternya.

Tabel 3.8 Kriteria C7

Simbol	Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
C7	Menabrak	0 kali	5
		1 kali	4
		2 kali	3

		3 kali	2
		4 kali	1

Dalam *game "Life's Troubles"* barang yang tersebar di permainan ini terkadang berada dalam satu baris jalur yang sama. Sehingga memudahkan pemain dalam mengambil semua item yang tersebar. Akan tetapi, terkadang pemain bisa saja melewati barang yang tersebar sehingga pemain dianggap meninggalkan rezeki yang seharusnya menjadi miliknya. Sekaligus kemampuan pemain dianggap rendah karena tidak bisa mengambil semuanya tanpa terlewat. Memang terkadang demi melewati rintangan yang ada pemain harus bisa mengambil tindakan untuk mengambil barang yang tersebar atau memprioritaskan kelangsungan hidupnya.

Tabel 3.9 Kriteria C10 dan C11

Simbol	Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
C10	Melewati Al Quran	$\leq 20\%$	5
		$\geq 21\% \text{ dan } \leq 40\%$	4
		$\geq 41\% \text{ dan } \leq 60\%$	3
		$\geq 61\% \text{ dan } \leq 80\%$	2
		$\geq 81\% \text{ dan } \leq 100\%$	1
C11	Melewati Koin	$\leq 20\%$	5
		$\geq 21\% \text{ dan } \leq 40\%$	4
		$\geq 41\% \text{ dan } \leq 60\%$	3
		$\geq 61\% \text{ dan } \leq 80\%$	2
		$\geq 81\% \text{ dan } \leq 100\%$	1

3.5.3 Membangun Matriks Keputusan

Setelah menentukan kriteria dan alternatif dalam proses pengembangan sistem penentuan tingkat kesulitan untuk *game "Life's Troubles"*, langkah selanjutnya adalah membangun matriks keputusan. Dalam proses pengambilan keputusan tingkat kesulitan, matriks keputusan terdiri dari data kriteria milik 15 alternatif tingkat kesulitan yang diberi label L1 – L15 dengan sebuah data kriteria milik kemampuan pemain yang diberi label LX. Berdasarkan penetapan pasangan

alternatif dan kriteria dapat dibuat matriks keputusan seperti pada Tabel 3.10 berikut:

Tabel 3.10 Matriks Keputusan

Label	Kriteria										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
L1	1	1	1	5	1	1	5	5	1	5	5
L2	1	2	2	5	3	2	5	5	1	1	2
L3	1	3	3	2	1	2	5	3	2	1	4
L4	2	3	4	4	3	2	2	4	1	2	1
L5	2	3	2	3	4	4	3	2	3	3	5
L6	3	4	1	4	5	2	2	3	5	4	3
L7	2	5	2	2	3	5	4	2	3	1	4
L8	3	3	4	1	1	1	1	4	4	2	1
L9	3	4	5	3	4	4	2	5	5	3	4
L10	4	5	4	3	5	5	4	4	1	4	3
L11	4	3	5	2	5	3	2	2	5	2	2
L12	5	5	4	2	3	4	4	3	1	2	4
L13	4	3	4	1	4	5	1	3	2	2	2
L14	5	5	5	2	4	5	3	3	2	4	4
L15	5	5	5	1	4	4	2	3	3	3	5
LX	2	3	4	5	2	4	3	1	1	2	4

3.5.4 Normalisasi Matriks Keputusan

Setelah menyusun matriks keputusan untuk mengevaluasi kriteria pemain sebanding dengan tingkat kesulitan mana dalam permainan "*Life's Troubles*", langkah selanjutnya yaitu melakukan normalisasi matriks keputusan. Normalisasi merupakan proses mengubah data mentah menjadi data yang bernilai seragam yang mana bias skala dapat dihilangkan. Langkah-langkahnya sebagai berikut ini:

Dengan menggunakan rumus $X_{ij}^* = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}}$ maka:

$$L_{11} = \frac{C_{11}}{\sum_{i=1}^{16} C_{i1}} = \frac{1}{1+1+1+2+2+3+2+3+3+4+4+5+4+5+5+2} = 0.021$$

$$L_{21} = \frac{C_{21}}{\sum_{i=1}^{16} C_{i1}} = \frac{1}{1+1+1+2+2+3+2+3+3+4+4+5+4+5+5+2} = 0.021$$

...

$$L_{15\ 1} = \frac{C_{15\ 1}}{\sum_{i=1}^{16} C_{i1}} = \frac{15}{1+1+1+2+2+3+2+3+3+4+4+5+4+5+5+2} = 0,106$$

$$L_{16\ 1} = \frac{C_{16\ 1}}{\sum_{i=1}^{16} C_{i1}} = \frac{2}{1+1+1+2+2+3+2+3+3+4+4+5+4+5+5+2} = 0,043$$

Jika diterapkan ke dalam semua sel tabel matriks keputusan dapat menghasilkan nilai normalisasi seperti pada Tabel 3.11 Normalisasi Matriks:

Tabel 3.11 Normalisasi Matriks

Label	Kriteria										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
L1	0,021	0,018	0,018	0,111	0,019	0,019	0,104	0,096	0,025	0,122	0,094
L2	0,021	0,035	0,036	0,111	0,058	0,038	0,104	0,096	0,025	0,024	0,038
L3	0,021	0,053	0,055	0,044	0,019	0,038	0,104	0,058	0,050	0,024	0,075
L4	0,043	0,053	0,073	0,089	0,058	0,038	0,042	0,077	0,025	0,049	0,019
L5	0,043	0,053	0,036	0,067	0,077	0,075	0,063	0,038	0,075	0,073	0,094
L6	0,064	0,070	0,018	0,089	0,096	0,038	0,042	0,058	0,125	0,098	0,057
L7	0,043	0,088	0,036	0,044	0,058	0,094	0,083	0,038	0,075	0,024	0,075
L8	0,064	0,053	0,073	0,022	0,019	0,019	0,021	0,077	0,100	0,049	0,019
L9	0,064	0,070	0,091	0,067	0,077	0,075	0,042	0,096	0,125	0,073	0,075
L10	0,085	0,088	0,073	0,067	0,096	0,094	0,083	0,077	0,025	0,098	0,057
L11	0,085	0,053	0,091	0,044	0,096	0,057	0,042	0,038	0,125	0,049	0,038
L12	0,106	0,088	0,073	0,044	0,058	0,075	0,083	0,058	0,025	0,049	0,075
L13	0,085	0,053	0,073	0,022	0,077	0,094	0,021	0,058	0,050	0,049	0,038
L14	0,106	0,088	0,091	0,044	0,077	0,094	0,063	0,058	0,050	0,098	0,075
L15	0,106	0,088	0,091	0,022	0,077	0,075	0,042	0,058	0,075	0,073	0,094
LX	0,043	0,053	0,073	0,111	0,038	0,075	0,063	0,019	0,025	0,049	0,075

3.5.5 Normalisasi Terbobot Matriks Keputusan

Peneliti akan menggunakan metode yang telah terbukti berhasil dalam penelitian sebelumnya untuk menentukan seberapa penting setiap kriteria dalam mengembangkan sistem yang dapat menyesuaikan tingkat kesulitan untuk *game "Life's Troubles"*. Metode ROC (*Receiver Operating Characteristic*), yang telah digunakan dengan sukses untuk menentukan nilai bobot tiap kriteria berdasarkan

kepentingan prioritas masing-masing kriteria. Berikut ini, adalah pembagian bobot

berdasarkan dari setiap alternatif dengan rumus $W_i = \frac{1}{k} \left(\frac{1}{i} + \frac{1}{i+1} + \dots + \frac{1}{n} \right)$:

Tabel 3.12 Pembobotan dengan ROC

Kriteria	Proses Metode ROC	Hasil
C1	$(1+1/2+1/3+1/4+1/5+1/6+1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.2745
C2	$(1/2+1/3+1/4+1/5+1/6+1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.1836
C3	$(1/3+1/4+1/5+1/6+1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.1382
C4	$(1/4+1/5+1/6+1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.1079
C5	$(1/5+1/6+1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.0852
C6	$(1/6+1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.0670
C7	$(1/7+1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.0518
C8	$(1/8+1/9+1/10+1/11)/11$	0.0388
C9	$(1/9+1/10+1/11)/11$	0.0275
C10	$(1/10+1/11)/11$	0.0174
C11	$(1/11)/11$	0.0083

Normalisasi terbobot dilakukan dengan mengalikan nilai setiap matriks normalisasi dengan bobot yang telah ditetapkan untuk setiap kriteria. Dengan

menggunakan rumus $D'_{m \times n} = [d_{ij}]_{m \times n} = X_{ij}^* \cdot w_j$ maka:

$$L_{11} = C_{11} \cdot w_1 = 0,021 * 0.2745 = 0,0058$$

$$L_{21} = C_{21} \cdot w_1 = 0,021 * 0.2745 = 0,0058$$

...

$$L_{15\ 1} = C_{15\ 1} \cdot w_1 = 0,106 * 0.2745 = 0,0292$$

$$L_{16\ 1} = C_{16\ 1} \cdot w_1 = 0,043 * 0.2745 = 0,0117$$

Untuk nilai lengkapnya dapat seperti Tabel 3.13 di bawah ini:

Tabel 3.13 Normalisasi Terbobot

Label	Kriteria										
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
L1	0,0058	0,0032	0,0025	0,0120	0,0016	0,0013	0,0054	0,0037	0,0007	0,0021	0,0008
L2	0,0058	0,0064	0,0050	0,0120	0,0049	0,0025	0,0054	0,0037	0,0007	0,0004	0,0003
L3	0,0058	0,0097	0,0075	0,0048	0,0016	0,0025	0,0054	0,0022	0,0014	0,0004	0,0006

L4	0,0117	0,0097	0,0101	0,0096	0,0049	0,0025	0,0022	0,0030	0,0007	0,0008	0,0002
L5	0,0117	0,0097	0,0050	0,0072	0,0066	0,0051	0,0032	0,0015	0,0021	0,0013	0,0008
L6	0,0175	0,0129	0,0025	0,0096	0,0082	0,0025	0,0022	0,0022	0,0034	0,0017	0,0005
L7	0,0117	0,0161	0,0050	0,0048	0,0049	0,0063	0,0043	0,0015	0,0021	0,0004	0,0006
L8	0,0175	0,0097	0,0101	0,0024	0,0016	0,0013	0,0011	0,0030	0,0028	0,0008	0,0002
L9	0,0175	0,0129	0,0126	0,0072	0,0066	0,0051	0,0022	0,0037	0,0034	0,0013	0,0006
L10	0,0234	0,0161	0,0101	0,0072	0,0082	0,0063	0,0043	0,0030	0,0007	0,0017	0,0005
L11	0,0234	0,0097	0,0126	0,0048	0,0082	0,0038	0,0022	0,0015	0,0034	0,0008	0,0003
L12	0,0292	0,0161	0,0101	0,0048	0,0049	0,0051	0,0043	0,0022	0,0007	0,0008	0,0006
L13	0,0234	0,0097	0,0101	0,0024	0,0066	0,0063	0,0011	0,0022	0,0014	0,0008	0,0003
L14	0,0292	0,0161	0,0126	0,0048	0,0066	0,0063	0,0032	0,0022	0,0014	0,0017	0,0006
L15	0,0292	0,0161	0,0126	0,0024	0,0066	0,0051	0,0022	0,0022	0,0021	0,0013	0,0008
LX	0,0117	0,0097	0,0101	0,0120	0,0033	0,0051	0,0032	0,0007	0,0007	0,0008	0,0006

3.5.6 Penentuan Total Utilitas Positif Dan Negatif

Penentuan total utilitas positif dan negatif digunakan untuk memisahkan kriteria alternatif menjadi kelompok *benefit* dan *cost*. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui nilainya sejajar atau berbanding terbalik, karena cara menghitungnya nanti akan berbeda. Nantinya nilai maksimal akan dijumlahkan dengan bentuk terbalik dari nilai minimal.

Rumus penghitungan kriteria alternatif tipe *Benefit* $S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij}$ (maksimal):

$$L_{1+} = \sum_{j=1}^{16} C_{1j} \Rightarrow C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{15} + C_{16} + C_{19}$$

$$\Rightarrow 0,0058+0,0032+0,0025+0,0016+0,0013+0,0007 = 0.0152$$

$$L_{2+} = \sum_{j=1}^{16} C_{2j} \Rightarrow C_{21} + C_{22} + C_{23} + C_{25} + C_{26} + C_{29}$$

$$\Rightarrow 0,0058+0,0064+0,0050+0,0049+0,0025+0,0007 = 0.0254$$

...

$$L_{16+} = \sum_{j=1}^{16} C_{16j} \Rightarrow C_{161} + C_{162} + C_{163} + C_{165} + C_{166} + C_{169}$$

$$\Rightarrow 0,0117+0,0097+0,0101+0,0033+0,0051+0,0007 = 0,0404$$

Rumus penghitungan kriteria alternatif tipe $Cost S_{i-} = \sum_{j=1}^k (1 - d_{ij})$ (minimal):

$$L_{1-} = \sum_{j=1}^{16} (1 - C_{1j}) \Rightarrow C_{14} + C_{17} + C_{18} + C_{110} + C_{111} \\ \Rightarrow 0,0120 + 0,0054 + 0,0037 + 0,0021 + 0,0008 = 0,0240$$

$$L_{2-} = \sum_{j=1}^{16} (1 - C_{2j}) \Rightarrow C_{24} + C_{27} + C_{28} + C_{210} + C_{211} \\ \Rightarrow 0,0120 + 0,0054 + 0,0037 + 0,0004 + 0,0003 = 0,0219$$

...

$$L_{16-} = \sum_{j=1}^{16} (1 - C_{16j}) \Rightarrow C_{164} + C_{167} + C_{168} + C_{1610} + C_{1611} \\ \Rightarrow 0,0120 + 0,0032 + 0,0007 + 0,0008 + 0,0006 = 0,0174$$

Jika semua proses dilakukan dengan benar maka bisa menampilkan hasil seperti Tabel 3.14 berikut ini:

Tabel 3.14 Jumlah Maksimal dan Minimal

Label	Total Utilitas Positif	Total Utilitas Negatif
L1	0,0152	0,0240
L2	0,0254	0,0219
L3	0,0286	0,0135
L4	0,0395	0,0157
L5	0,0400	0,0140
L6	0,0471	0,0162
L7	0,0461	0,0117
L8	0,0429	0,0075
L9	0,0580	0,0150
L10	0,0647	0,0167
L11	0,0610	0,0096
L12	0,0660	0,0128
L13	0,0573	0,0069
L14	0,0721	0,0126
L15	0,0715	0,0089
LX	0,0404	0,0174
$\sum_{i=1}^{16} L_{-i} \Rightarrow (L_{1-} + L_{2-} + \dots + L_{16-})$		0,2242

3.5.7 Bobot Relatif Tiap Alternatif

Dengan memanfaatkan bobot relatif setiap alternatif tingkat kesulitan dan nilai bobot relatif perhitungan kemampuan pemain nantinya akan diketahui mana

tingkat kesulitan yang cocok dimainkan oleh pemain. Level yang memiliki bobot relatif paling mendekati bobot relatif kemampuan pemain dianggap cocok untuk menjadi level permainan selanjutnya. Untuk menghitung bobot relatif dapat menggunakan rumus berikut $Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} - \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}}$ dalam prosesnya perlu

mengetahui nilai dari rumus $\sum_{i=1}^m S_{i-}$ dan $\sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}$:

$$\sum_{i=1}^{16} L_{-i} \Rightarrow (L_{1-} + L_{2-} + \dots + L_{16-}) \Rightarrow 0,2242$$

$$\sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}} \Rightarrow \left(\frac{1}{L_{1-}} + \frac{1}{L_{2-}} + \dots + \frac{1}{L_{16-}} \right) \Rightarrow 1282,166$$

Jika semua nilai telah didapatkan maka selanjutnya bisa langsung menghitung nilai bobot relatifnya:

$$Q_1 = L_{1+} + \frac{\sum_{i=1}^{16} L_{i-}}{L_{1-} - \sum_{i=1}^{16} \frac{1}{L_{i-}}} \Rightarrow 0,0152 + \frac{0,2242}{0,0240(1282,166)} \Rightarrow 0,0152 + 0,0072$$

$$\Rightarrow 0,0224$$

$$Q_2 = L_{2+} + \frac{\sum_{i=1}^{16} L_{i-}}{L_{2-} - \sum_{i=1}^{16} \frac{1}{L_{i-}}} \Rightarrow 0,0254 + \frac{0,2242}{0,0219(1282,166)} \Rightarrow 0,0254 + 0,0080$$

$$\Rightarrow 0,0334$$

...

$$Q_{16} = L_{16+} + \frac{\sum_{i=1}^{16} L_{i-}}{L_{16-} - \sum_{i=1}^{16} \frac{1}{L_{i-}}} \Rightarrow 0,0404 + \frac{0,2242}{0,0174(1282,166)} \Rightarrow 0,0404 + 0,0100$$

$$\Rightarrow 0,0504$$

Tabel 3.15 Bobot relatif

Label	Bobot Relatif (Q)
L1	0,0224
L2	0,0334
L3	0,0416
L4	0,0506
L5	0,0526
L6	0,0579

L7	0,0611
L8	0,0663
L9	0,0697
L10	0,0752
L11	0,0792
L12	0,0797
L13	0,0828
L14	0,0860
L15	0,0913
LX	0,0504

Jika dilihat pada Tabel 3.15 di atas, kemampuan pemain yang diberi label LX memiliki nilai bobot relatif sebesar 0,0504.

3.5.8 Urutan Peringkat Berdasarkan Utilitas Relatif

Utilitas Relatif merupakan hasil dari bobot relatif tiap alternatif yang dibagi dengan bobot relatif terbesar dengan rumus sebagai berikut $U_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \times 100\%$.

Dengan rumus tersebut jika diaplikasikan maka:

$$U_1 = \frac{Q_1}{Q_{max}} \times 100\% \Rightarrow U_1 = \frac{0,0224}{0,0913} \times 100\%$$

$$\Rightarrow U_1 = \mathbf{0,245825139}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{Q_{max}} \times 100\% \Rightarrow U_1 = \frac{0,0334}{0,0913} \times 100\%$$

$$\Rightarrow U_1 = \mathbf{0,366271817}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{Q_{max}} \times 100\% \Rightarrow U_1 = \frac{0,0416}{0,0913} \times 100\%$$

$$\Rightarrow U_1 = \mathbf{0,455142427}$$

...

$$U_{16} = \frac{Q_{16}}{Q_{max}} \times 100\% \Rightarrow U_1 = \frac{0,0504}{0,0913} \times 100\%$$

$$\Rightarrow U_1 = \mathbf{0,552438269}$$

Kegunaan utilitas relatif dapat membantu dalam proses pemeringkatan dengan mengurutkannya dari terkecil sampai terbesar. Di mana peringkat terkecil adalah peringkat 16 sedangkan peringkat tertinggi dipegang oleh Q_{max} dengan berperingkat satu. Hasil semua U_1 sampai U_{16} telah ditampilkan pada tabel 3.16 di bawah:

Tabel 3.16 Utilitas Relatif beserta Pemeringkatan

Label	UI	Peringkat
L1	0,245825139	16
L2	0,366271817	15
L3	0,455142427	14
L4	0,554605845	12
L5	0,575581753	11
L6	0,634170108	10
L7	0,669358931	9
L8	0,726237854	8
L9	0,763286212	7
L10	0,823796115	6
L11	0,867573067	5
L12	0,872406854	4
L13	0,906355867	3
L14	0,941981608	2
L15	1	1
LX	0,552438269	13

Pada tabel 3.16 kita dapat melihat LX memiliki peringkat ke- 13, jika dibandingkan dengan semua bobot relatif dari tingkat kesulitan yang ada. Maka akan didapatkan kesimpulan jika kemampuan pemain berada di antara level 3 dan level 4. Dari sini perlu dilakukan lagi perhitungan untuk mengukur nilai terdekat dengan kemampuan pemain. Dan didapatkan jarak antara kemampuan pemain ke level 3 sebesar 0.097295842. Sedangkan jarak antara kemampuan pemain ke level 4 sebesar 0.002167576. maka dapat disimpulkan jika tingkat kesulitan L4 atau level 4 mendekati kemampuan pemain. Maka tingkat kesulitan yang akan ditetapkan oleh

sistem berdasarkan perhitungan di atas menggunakan metode COPRAS adalah level 4.

3.6 Desain Pengujian Sistem

Terdapat banyak metode desain pengujian yang bisa digunakan untuk melakukan pengukuran kegunaan sistem *game* “*Life’s Troubles*” diantaranya seperti *System Usability Scale* (SUS) dan *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ).

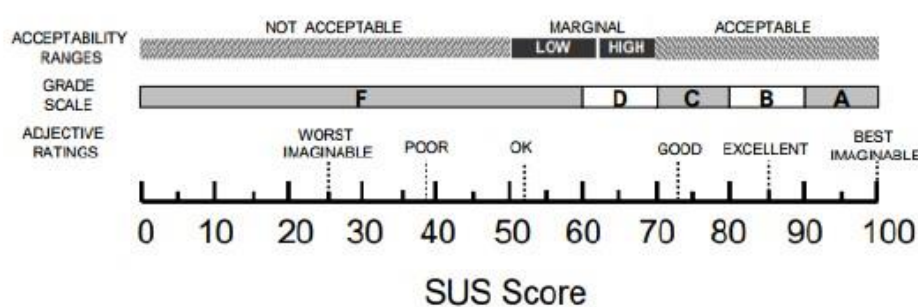
3.6.1 Pengujian SUS

SUS merupakan alat pengukuran untuk mengevaluasi kegunaan sistem dengan melibatkan responden dalam memberikan penilaian terhadap *game*. Melalui sistem SUS, kita dapat mengetahui tingkat kepuasan pengguna dan efektivitas sistem *game* “*Life’s Troubles*” yang telah dikembangkan apakah berhasil (Yogananti dkk., 2022). Pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam menguji *game* ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.17 Daftar Kuesioner Pengujian SUS

No.	Pertanyaan	Keterangan
Q1	Saya rasa saya akan sering memainkan <i>game</i> ini.	<i>Benefit</i>
Q2	Saya menemukan bagian dari <i>game</i> yang kompleks dan tidak diperlukan.	<i>Cost</i>
Q3	Saya merasa <i>game</i> ini mudah untuk dimainkan.	<i>Benefit</i>
Q4	Saya berpikir saya membutuhkan bantuan dari orang teknis untuk dapat memainkan <i>game</i> ini.	<i>Cost</i>
Q5	Saya menemukan bahwa terdapat berbagai macam fungsi yang terintegrasi dengan baik dalam <i>game</i> .	<i>Benefit</i>
Q6	Saya rasa terlalu banyak hal tidak konsisten di dalam <i>game</i> ini.	<i>Cost</i>
Q7	Saya dapat membayangkan banyak orang akan mempelajari <i>game</i> ini dengan cepat.	<i>Benefit</i>
Q8	Saya menemukan <i>game</i> ini sangat rumit dan tidak praktis untuk digunakan.	<i>Cost</i>
Q9	Saya merasa puas dengan pengalaman bermain <i>game</i> ini.	<i>Benefit</i>
Q10	Saya perlu belajar banyak hal sebelum saya dapat menggunakan <i>game</i> ini.	<i>Cost</i>

Untuk mengukur tingkat kegunaan *game* yang sedang dikembangkan pertanyaan-pertanyaan dalam tabel 3.18 akan menjadi alat evaluasi penting untuk menganalisis respons pengguna terhadap *game* “*Life’s Troubles*”. Setiap pertanyaan mewakili komponen penting dari pengalaman bermain, hingga tingkat kenikmatan secara keseluruhan. Diyakini bahwa dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan ini, dapat memperoleh informasi penting tentang bagaimana konsumen merespons *game* ini. Selain itu, penggunaan skala *Likert* lima derajat seperti 1 sangat tidak setuju, 2 tidak setuju, 3 cukup, 4 setuju, 5 sangat setuju menawarkan kerangka penilaian yang jelas, memungkinkan kami menganalisis reaksi pengguna dengan lebih tepat dan ilmiah. Pertanyaan 1, 3, 5, 7, dan 9 memiliki perhitungan yang melibatkan penambahan skor yang diberikan oleh responden dengan nilai mulai dari angka 1. Sebaliknya, pertanyaan 2, 4, 6, 8, dan 10 mengharuskan pengurangan skor dengan nilai mulai dari angka 5. Skala SUS ini dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Aturan Penilaian SUS

Gambar 3.12 Aturan Penilaian SUS menunjukkan skala *System Usability Scale* (SUS), nilai yang berkisar dari 0 hingga 100. Skala ini dibagi menjadi beberapa bagian yang mewakili tingkat keberterimaan yang berbeda dan ditandai

dengan penilaian berupa kata sifat serta rentang keberterimaan. Dari kiri ke kanan, penilaian tersebut berkembang dari “*Worst Imaginable*” (Terburuk yang Dapat Dibayangkan), “*Poor*” (Buruk), “*OK*” (Cukup), “*Good*” (Baik), “*Excellent*” (Sangat Baik), hingga “*Best Imaginable*” (Terbaik yang Dapat Dibayangkan). Rentang keberterimaan ditunjukkan sebagai ‘*Not Acceptable*’ (Tidak Dapat Diterima), yang mencakup dari awal skala hingga sebelum angka 50, ‘*Marginal Low*’ (Batas Bawah) sekitar angka 50, ‘*Marginal High*’ (Batas Atas) sedikit di atas 50, dan ‘*Acceptable*’ (Dapat Diterima), yang mencakup kisaran kira-kira dari 70 hingga 100.

3.6.2 Pengujian IPQ

IPQ merupakan alat pengukuran untuk mengevaluasi tingkat kehadiran pengguna dalam lingkungan virtual dengan melibatkan responden dalam memberikan penilaian terhadap *game*. Melalui sistem IPQ, kita dapat mengetahui sejauh mana pengguna merasa "hadir" dalam *game* “*Life’s Troubles*” yang telah dikembangkan, serta efektivitas lingkungan virtual yang dihadirkan dalam memberikan pengalaman yang *imersif* (Schubert dkk., 2001).

Pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam menguji *game* ini berdasarkan aspek-aspek seperti kehadiran spasial, keterlibatan, realisme yang dirasakan, serta kehadiran secara umum (Karami dkk., 2024):

Tabel 3.18 Daftar Kuesioner Pengujian IPQ

No.	Pertanyaan	Kategori IPQ	Keterangan
Q11	Dalam dunia yang dihasilkan <i>game</i> “ <i>Life’s Troubles</i> ”, saya merasa “berada di sana”.	G1	<i>Benefit</i>
Q12	Entah kenapa, aku merasa dunia <i>game</i> mengelilingiku.	SP1	<i>Benefit</i>
Q13	Saya merasa seperti hanya melihat gambar saja.	SP2	<i>Cost</i>

Q14	Saya tidak merasa hadir di dalam <i>game</i> ini.	SP3	<i>Cost</i>
Q15	Saya merasa seolah-olah bertindak sebagai karakter di dalam <i>game</i> , bukan mengoperasikannya dari luar.	SP4	<i>Benefit</i>
Q16	Saya merasa hadir di dalam <i>game</i> ini.	SP5	<i>Benefit</i>
Q17	Seberapa sadarkah Anda terhadap dunia nyata di sekitar Anda saat bermain <i>game</i> ? (misalnya suara, suhu ruangan, orang lain, dll.)?	INV1	<i>Cost</i>
Q18	Saya tidak menyadari lingkungan saya yang sebenarnya.	INV2	<i>Benefit</i>
Q19	Saya masih memperhatikan lingkungan nyata.	INV3	<i>Cost</i>
Q20	Saya benar-benar terpikat oleh dunia <i>game</i> .	INV4	<i>Benefit</i>
Q21	Seberapa nyatakah dunia <i>game</i> ini menurut Anda?	REAL1	<i>Benefit</i>
Q22	Seberapa konsisten pengalaman Anda di lingkungan <i>game</i> dengan pengalaman Anda di dunia nyata?	REAL2	<i>Benefit</i>
Q23	Saya merasa dunia <i>game</i> “ <i>Life’s Troubles</i> ” sangat nyata.	REAL3	<i>Benefit</i>
Q24	Dunia <i>game</i> “ <i>Life’s Troubles</i> ” tampak lebih realistis dari pada dunia nyata.	REAL4	<i>Benefit</i>

Pertanyaan dari kuesioner IPQ di atas juga memiliki kesamaan penilaian dengan kuesioner SUS yang sama-sama akan menggunakan penilaian dengan skala *Likert* lima derajat seperti 1 sangat tidak setuju, 2 tidak setuju, 3 cukup, 4 setuju, 5 sangat setuju.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Pengembangan *game Life's Troubles* berfokus pada penerapan algoritma COPRAS untuk menyesuaikan tingkat kesulitan. Akan tetapi juga tidak boleh dilewatkan dalam pengembangan *game Life's Troubles* adalah merancang antarmuka pengguna (UI) dan tampilan visual yang mendukung pengalaman bermain. Desain tampilan akan berfokus pada kesederhanaan dan kemudahan navigasi, sehingga pemain dapat dengan mudah memahami status permainan dan berinteraksi dengan elemen-elemen yang ada. Penggunaan palet warna yang konsisten dan ikon yang intuitif juga menjadi prioritas untuk memastikan tampilan yang menarik sekaligus fungsional. Selain itu, tata letak elemen UI akan dirancang sedemikian rupa agar tidak mengganggu pandangan pemain terhadap lingkungan permainan, namun tetap informatif dan mudah diakses.

1. Tampilan Menu



Gambar 4.1 Menu

Pada gambar 4.1, *game* menampilkan tampilan awal yang terdiri dari tampilan Mulai, Penukaran, Pengaturan, Kredit, dan Keluar.

2. Tampilan Level



Gambar 4.2 Penetapan Level

Dalam gambar 4.2, tampilan *game* setelah menekan tombol mulai, maka akan masuk ke menu mulai *game*. Pada saat ini, pemain akan diberikan waktu selama tiga detik untuk bersiap menghadapi level kesulitan yang ditetapkan. Jika pemain belum pernah mencoba memainkan *game*, maka level yang diterapkan adalah level terkecil.

3. Tampilan *In Game*



Gambar 4.3 Tampilan Lintasan *Game*

Dalam gambar 4.3, menampilkan ketika permainan berlangsung pemain harus mengumpulkan Al-Quran, koin, botol minuman sebanyak – banyaknya, menjaga nyawa, semangat dan dehidrasi, memperoleh jarak yang jauh, bertahan selama waktu yang ditentukan dan melewati rintangan untuk hasil yang maksimal.

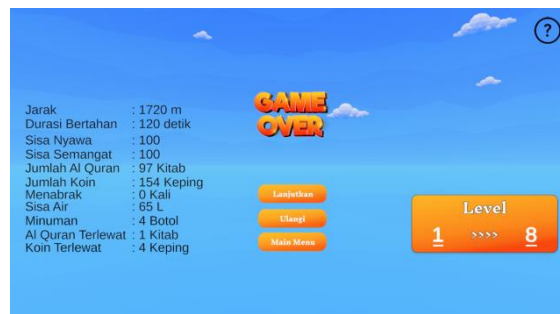
4. *Pause Menu*



Gambar 4.4 *Pause Menu*

Pada gambar 4.4 yang merupakan tampilan *pause* apabila pemain ingin menunda permainan di saat permainan sedang berlangsung, pemain dapat opsi untuk pause. Saat opsi pause pemain dapat memilih untuk melanjutkan permainan, mengulanginya atau keluar ke menu utama permainan. Selain itu, pemain juga dapat mengatur permainan dengan mengeklik pengaturan yang berlogo 

5. *Tampilan Penilaian*



Gambar 4.5 *Penilaian*

Dalam gambar 4.5 menunjukkan saat pemain telah menyelesaikan permainan, baik dengan hasil menang maupun kalah. Maka akan muncul tampilan *Penilaian* yang menampilkan semua hasil performa pemain saat permainan berlangsung.

6. Tampilan Pengaturan



Gambar 4.6 Menu Pengaturan

Dalam gambar 4.6, merupakan tampilan di mana pemain dapat mengatur *background* musik dan SFX. Selain itu, juga terdapat fitur untuk membuat tampilan layar penuh dan mematikannya. Serta ada fitur yang dapat menghapus data permainan jika pemain ingin memulai dari awal.

7. Tampilan Menu Penukaran



Gambar 4.7 Menu Penukaran

Dalam gambar 4.7, *game* ini akan menampilkan perolehan Al-Quran dan koin yang nantinya dapat digunakan untuk membuka karakter lainnya. Pada menu ini juga berfungsi untuk mengganti karakter yang akan digunakan saat bermain.

4.1.1 Alternatif

Pada tahap awal pengembangan, algoritma COPRAS diimplementasikan dalam bentuk skrip yang bertugas memetakan sekaligus menjabarkan peringkat setiap alternatif tingkat kesulitan. Algoritma ini bekerja dengan memproses data masukan dari pemain, yang nantinya dapat digunakan dalam menentukan tingkat kesulitan untuk sesi permainan berikutnya.

Pseudocode 4.1 mengatur variabel-variabel seperti jumlah NPC, jumlah maksimal rintangan (*maxObstacle*), serta kecepatan maksimum dan minimum (*Vmax* dan *Vmin*) sesuai dengan tingkat kesulitan. Saat permainan dimulai, nilai-nilai ini diinisialisasi menjadi 0 sebagai tingkat kesulitan yang paling kecil. Berdasarkan nilai kesulitan, berbagai parameter permainan akan disesuaikan.

Pseudocode 4.1 Alternatif

```

Program Alternatif -> {Judul Algoritma}
Deklarasi
Kesulitan : Integer
Npc : Integer
maxObstacle: Integer
Vmax : Double
Vmin : Double
Algoritma
If difficulty level ("Kesulitan") equals 0:
    Set alternatif to 1
Else If difficulty level equals 1:
    Set alternatif to 2
Else If difficulty level equals 2:
    Set alternatif to 3
Else If difficulty level equals 3:
    Set alternatif to 4
Else If difficulty level equals 4:
    Set alternatif to 5
    ...
Else If difficulty level equals 11:
    Set alternatif to 12
Else If difficulty level equals 12:
    Set alternatif to 13
Else If difficulty level equals 13:
    Set alternatif to 14
Else If difficulty level equals 14:
    Set alternatif to 15
Output Npc, maxObstacle, Vmin, Vmax

```

4.1.2 Kriteria

Pada Pseudocode 4.2 bertugas untuk mengonversi nilai dari berbagai kriteria dalam permainan menjadi nilai yang seragam, sehingga dapat digunakan untuk proses normalisasi matriks dalam konteks penilaian. Setiap kriteria (C1 hingga C11) memiliki rentang nilai yang berbeda-beda, misalnya jarak, durasi, nyawa, semangat, koin, dan lainnya. Untuk mempermudah normalisasi, setiap kriteria dikonversi ke dalam skala tertentu, yang seragam, dengan rentang nilai 1 hingga 5.

Pseudocode 4.2 Kriteria

```
Program Kriteria -> {Judul Algoritma}
Deklarasi
C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11 AS INTEGER

Algoritma
IF (Jarak <= 720)
    SET C1 TO 1
ELSE IF (721 <= Jarak <= 820)
    SET C1 TO 2
ELSE IF (821 <= Jarak <= 920)
    SET C1 TO 3
ELSE IF (921 <= Jarak <= 1019)
    SET C1 TO 4
ELSE IF (Jarak >= 1020)
    SET C1 TO 5
END IF
IF (Durasi <= 29)
    SET C2 TO 1
ELSE IF (30 <= Durasi <= 59)
    SET C2 TO 2
ELSE IF (60 <= Durasi <= 89)
    SET C2 TO 3
ELSE IF (90 <= Durasi <= 119)
    SET C2 TO 4
ELSE IF (Durasi >= 120)
    SET C2 TO 5
END IF
IF (Nyawa <= 20)
    SET C3 TO 1
ELSE IF (21 <= Nyawa <= 40)
    SET C3 TO 2
ELSE IF (41 <= Nyawa <= 60)
    SET C3 TO 3
ELSE IF (61 <= Nyawa <= 80)
    SET C3 TO 4
ELSE IF (81 <= Nyawa <= 100)
    SET C3 TO 5
END IF
```

```

IF (Semangat <= 20)
    SET C4 TO 1
ELSE IF (21 <= Semangat <= 40)
    SET C4 TO 2
ELSE IF (41 <= Semangat <= 60)
    SET C4 TO 3
ELSE IF (61 <= Semangat <= 80)
    SET C4 TO 4
ELSE IF (81 <= Semangat <= 100)
    SET C4 TO 5
END IF
IF (Quran / totalQuran * 100 <= 20)
    SET C5 TO 1
ELSE IF (Quran / totalQuran * 100 <= 40)
    SET C5 TO 2
ELSE IF (Quran / totalQuran * 100 <= 60)
    SET C5 TO 3
ELSE IF (Quran / totalQuran * 100 <= 80)
    SET C5 TO 4
ELSE IF (Quran / totalQuran * 100 <= 100)
    SET C5 TO 5
END IF
IF (Koin / totalKoin * 100 <= 20)
    SET C6 TO 1
ELSE IF (Koin / totalKoin * 100 <= 40)
    SET C6 TO 2
ELSE IF (Koin / totalKoin * 100 <= 60)
    SET C6 TO 3
ELSE IF (Koin / totalKoin * 100 <= 80)
    SET C6 TO 4
ELSE IF (Koin / totalKoin * 100 <= 100)
    SET C6 TO 5
END IF
//
...
IF (Quran_Lewat / totalQuran * 100 <= 20)
    SET C10 TO 1
ELSE IF (Quran_Lewat / totalQuran * 100 <= 40)
    SET C10 TO 2
ELSE IF (Quran_Lewat / totalQuran * 100 <= 60)
    SET C10 TO 3
ELSE IF (Quran_Lewat / totalQuran * 100 <= 80)
    SET C10 TO 4
ELSE IF (Quran_Lewat / totalQuran * 100 <= 100)
    SET C10 TO 5
END IF
IF (Koin_lewat / totalKoin * 100 <= 20)
    SET C11 TO 1
ELSE IF (Koin_lewat / totalKoin * 100 <= 40)
    SET C11 TO 2
ELSE IF (Koin_lewat / totalKoin * 100 <= 60)
    SET C11 TO 3
ELSE IF (Koin_lewat / totalKoin * 100 <= 80)
    SET C11 TO 4
ELSE IF (Koin_lewat / totalKoin * 100 <= 100)
    SET C11 TO 5
END IF
END FUNCTION

```

4.1.3 Matriks Keputusan

Pseudocode 4.3 ini digunakan untuk memeriksa apakah suatu kondisi tertentu telah terpenuhi, yaitu semua nilai pada variabel P.C1 hingga P.C11 tidak lagi bernilai 0. Setelah kondisi ini terpenuhi, *pseudocode* kemudian melakukan inisialisasi data dan mengatur parameter yang akan digunakan untuk proses perhitungan atau evaluasi lebih lanjut.

Pseudocode 4.3 Normalisasi Matriks Keputusan

```

Loop while all conditions P.C1, P.C2, ..., P.C11 are equal to 0:
    Wait for one frame

Initialize a 2D array 'data' with 16 rows and 11 columns:
    Each row contains a sequence of integers representing
    different data sets
    The last row is initialized with values P.C1, P.C2, ...,
    P.C11

Initialize an array 'tipe' to store the type of each attribute:
    The array contains strings "Benefit" or "Cost" corresponding
    to each attribute

Initialize an array 'bobot' to store the weight of each
attribute:
    The array contains a sequence of double values representing
    the weights for each attribute
  
```

4.1.4 Normalisasi Matriks Keputusan

Kodingan pada *Pseudocode 4.4* berfungsi untuk melakukan normalisasi data pada matriks dua dimensi yang merepresentasikan nilai-nilai dari alternatif dan kriteria. Fungsi ini menerima *input* berupa matriks integer dua dimensi, di mana setiap baris merepresentasikan jumlah variabel alternatif dan setiap kolom merepresentasikan jumlah variabel kriteria.

Langkah pertama dari fungsi ini adalah menghitung total nilai untuk setiap kriteria di seluruh alternatif. Hal ini dilakukan dengan menjumlahkan nilai-nilai pada setiap kolom (kriteria) dan menyimpan hasilnya dalam *array* “sumKriteria”.

Setelah itu, fungsi melanjutkan ke tahap normalisasi, di mana setiap nilai dalam matriks *input* dibagi dengan jumlah total nilai untuk kriteria yang bersangkutan. Proses ini menghasilkan matriks normalisasi yang menyimpan hasil perhitungan berupa proporsi atau rasio setiap nilai alternatif terhadap total nilai kriteria yang bersangkutan. Matriks hasil normalisasi tersebut kemudian dikembalikan sebagai *output* fungsi dalam bentuk matriks dua dimensi dengan tipe data *double*.

Pseudocode 4.4 Normalisasi Matriks Keputusan

```
Program Normalisasi_Matriks -> {Algoritma Normalisasi}
Deklarasi
    alternatif : int
    kriteria : int
    normalisasi : float
    sumKriteria : float
    data : int

Algoritma
    alternatif = jumlah baris dari data
    kriteria = jumlah kolom dari data
    sumKriteria = 0 untuk setiap kriteria

    for i = 0 hingga alternatif - 1
        for j = 0 hingga kriteria - 1
            sumKriteria[j] += data[i, j]

    for i = 0 hingga alternatif - 1
        for j = 0 hingga kriteria - 1
            normalisasi[i, j] = data[i, j] / sumKriteria[j]

Output normalisasi
```

4.1.5 Normalisasi Matriks Terbobot

Pada *Pseudocode 4.5* bertujuan untuk menghitung matriks terbobot berdasarkan nilai normalisasi dari matriks yang dikalikan dengan bobot dari setiap

kriteria. Kodingan ini mengembalikan matriks dua dimensi yang berisi nilai terbobot dari setiap alternatif berdasarkan bobot kriteria yang diberikan. Dengan menghitung nilai terbobot, hasil evaluasi alternatif menjadi lebih relevan terhadap kriteria yang dianggap lebih penting dalam penilaian.

Pseudocode 4.5 Normalisasi Matriks Terbobot

```
Program Normalisasi_Terbobot -> {Algoritma Normalisasi Terbobot}
Deklarasi
    alternatif : int
    kriteria : int
    terbobot : float
    normalisasi : float
    bobot : float

Algoritma
    alternatif = jumlah baris dari normalisasi
    kriteria = jumlah kolom dari normalisasi
    terbobot = 0 untuk setiap alternatif dan kriteria

    for i = 0 hingga alternatif - 1
        for j = 0 hingga kriteria - 1
            terbobot[i, j] = normalisasi[i, j] * bobot[j]

Output terbobot
```

4.1.6 Total Utilitas Positif Dan Negatif

Kodingan pada *Pseudocode 4.6* berfungsi untuk menjumlahkan nilai dari setiap alternatif yang telah dibobotkan ke dalam dua kelompok. Pertama “sumBenefit” bertanggung jawab untuk menampung dan mengakumulasi nilai-nilai dari kriteria yang termasuk dalam kategori *Benefit*. Kriteria ini adalah aspek yang memberikan keuntungan atau nilai positif bagi alternatif, sehingga semakin tinggi nilainya, semakin baik hasilnya untuk alternatif tersebut.

Satunya lagi “sumCost” berfungsi untuk menampung dan mengakumulasi nilai-nilai dari kriteria yang termasuk dalam kategori *Cost*. Kriteria ini adalah aspek

yang memberikan nilai negatif bagi alternatif, sehingga semakin rendah nilainya, semakin baik hasilnya untuk alternatif tersebut.

Pseudocode 4.6 Total Utilitas Positif Dan Negatif

```

Program Total_Utilitas_NegatifPositif -> {Judul Algoritma}
Deklarasi
sumBenefit: Double
sumCost : Double

Algoritma
sumBenefit = 0 untuk setiap alternatif
sumCost = 0 untuk setiap alternatif
totalSumCost = 0

for i = 0 to alternatif - 1
  for j = 0 to kriteria - 1
    if tipe[j] == "Benefit"
      sumBenefit[i] += terbobot[i, j]
    else
      sumCost[i] += terbobot[i, j]
      totalSumCost += terbobot[i, j]

Output
sumBenefit, sumCost, totalSumCost

```

4.1.7 Bobot Relatif

Pseudocode 4.7 di bawah memiliki peran penting dalam menghitung skor akhir (Q_i) untuk setiap alternatif dalam metode COPRAS, yang didasarkan pada perbandingan antara kriteria *Benefit* dan *Cost*. Prosesnya dibagi ke dalam beberapa tahap, yang masing-masing berperan dalam menghitung bobot relatif dari setiap alternatif. Q_i adalah penjumlahan antara nilai “sumBenefit” (total nilai *Benefit* dari setiap alternatif) dan nilai yang merepresentasikan komponen *Cost*. Alternatif dengan nilai *Benefit* yang lebih tinggi dan *Cost* yang lebih rendah akan memiliki Q_i yang lebih besar.

Skor tertinggi (**$Q_{\max}$**) digunakan untuk mengetahui alternatif yang paling besar sesuai dengan metode COPRAS.

*Pseudocode 4.7 Bobot Relatif***Program** Bobot_Relatif**Deklarasi**

```

alternatif : int
rumus1 : float
rumus2 : float
rumus3 : float
Qi : float
sumCost : float
sumBenefit : float
totalSumCost : float
totalRumus1 : float
Qmax : float

```

Algoritma

```

totalRumus1 = 0
for i = 0 to alternatif - 1
    rumus1[i] = 1 / sumCost[i]
    totalRumus1 += 1 / sumCost[i]

for i = 0 to alternatif - 1
    rumus2[i] = totalRumus1 * sumCost[i]

for i = 0 to alternatif - 1
    rumus3[i] = totalSumCost / rumus2[i]

Qmax = minimum float
for i = 0 to alternatif - 1
    Qi[i] = sumBenefit[i] + rumus3[i]
    if Qi[i] > Qmax
        Qmax = Qi[i]

```

Output

Qi, Qmax

4.1.8 Utilitas Relatif dan Penetapan Tingkat Kesulitan

Pada *Pseudocode 4.8* berperan dalam menghitung utilitas relatif setiap alternatif dan menentukan tingkat kesulitan pemain berdasarkan nilai Q_{16} dibandingkan dengan alternatif lainnya untuk menempatkan pemain pada level yang paling sesuai. Fungsi menentukan di mana level kemampuan pemain seharusnya berada dengan membandingkan selisih jarak nilai lebih besar dan lebih kecil dengan ‘nilaiKemampuan’. Jika selisih jarak antara nilai yang lebih besar dengan ‘nilaiKemampuan’ ternyata lebih jauh dari pada selisih jarak antara

‘nilaiKemampuan’ dengan nilai yang lebih kecil, maka ‘Kemampuan’ pemain ditetapkan pada ‘kurangDari’. Jika tidak, ‘Kemampuan’ ditetapkan pada ‘lebihDari’.

Pseudocode 4.8 Utilitas Relatif dan Penetapan Tingkat Kesulitan

Program Hitung_Kemampuan

Deklarasi

```
utilitasRelatif : array[alternatif] of double
nilaiKemampuan : double
lebihDari : int
kurangDari : int
Kemampuan : int
```

Algoritma

```
utilitasRelatif = 0 untuk setiap alternatif
for i = 0 to alternatif - 1
    utilitasRelatif[i] = Qi[i] / Qmax

nilaiKemampuan = utilitasRelatif[15]
lebihDari = 0
kurangDari = 0
Kemampuan = 0

if hasil[0] == nilaiKemampuan
    Kemampuan = 0
else
    for i = 0 to hasil.Length - 1
        if hasil[i] > nilaiKemampuan
            lebihDari = i
            kurangDari = i - 1
            break

    if (hasil[lebihDari] - nilaiKemampuan) > (nilaiKemampuan -
        hasil[kurangDari])
        Kemampuan = kurangDari
    else
        Kemampuan = lebihDari
```

Output Kemampuan

Hasil akhir menunjukkan level di mana kemampuan pemain ditempatkan, berdasarkan perbandingan dengan nilai-nilai yang ada.

4.2 Pembahasan

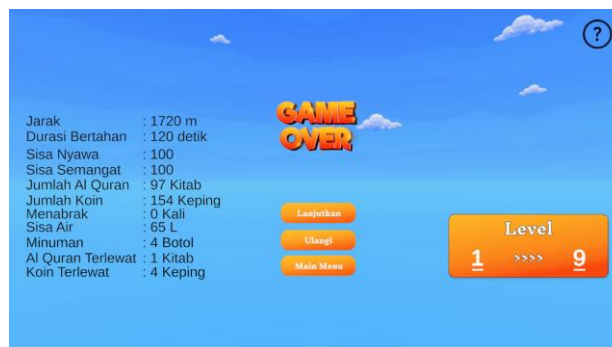
Pada penelitian ini, *game "Life's Troubles"* dikembangkan untuk menguji implementasi metode COPRAS sebagai penentu tingkat kesulitan berdasarkan

kemampuan pemain dalam permainan. *Game* ini diuji dengan memastikan algoritma metode COPRAS apakah sudah berjalan dengan baik. Fitur penentuan tingkat kesulitan akan berfungsi ketika pemain sudah menyelesaikan satu permainan, baik dengan hasil menang ataupun kalah. Hasil penentuan tingkat kesulitan akan berbeda-beda bergantung pada hasil performa pemain dalam permainan sebelumnya.



Gambar 4.8 Level *Game* dari Tingkat Kesulitan Awal

Pada saat bermain *game* pertama kali di mana pemain belum pernah memainkan *game*-nya atau datanya masih kosong, maka akan diterapkan level paling kecil seperti yang di tandai  pada gambar 4.8 yang mendapat level satu. Tujuannya adalah memperoleh data permainan yang paling sesuai serta masih bisa memberikan hasil jika terjadi kondisi di mana pemain memiliki tingkat kemampuan yang minimum.



Gambar 4.9 Data Performa Tingkat Kesulitan Awal

Pada percobaan pertama tingkat kesulitan yang digunakan adalah level satu yang masih belum melakukan perhitungan menggunakan metode COPRAS. Pada tingkat kesulitan ini mendapatkan *input* jarak 1.720 m, durasi 120 detik, sisa nyawa 100, semangat 100, Al-Quran 97 kitab, 154 koin, menabrak 0 kali, 65 air, 4 botol, Al-Quran terlewat 1 kitab, dan koin terlewat 4 seperti yang ditampilkan pada gambar 4.9.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Data alternatif 1:	1	1	1	5	1	1	5	5	1	5	5
Data alternatif 2:	1	2	2	5	3	2	5	5	1	1	2
Data alternatif 3:	1	3	3	2	1	2	5	3	2	1	4
Data alternatif 4:	2	3	4	4	3	2	2	4	1	2	1
Data alternatif 5:	2	3	2	3	4	4	3	2	3	3	5
Data alternatif 6:	3	4	1	4	5	2	2	3	5	4	3
Data alternatif 7:	2	5	2	2	3	5	4	2	3	1	4
Data alternatif 8:	3	3	4	1	1	1	1	4	4	2	1
Data alternatif 9:	3	4	5	3	4	4	2	5	5	3	4
Data alternatif 10:	4	5	4	3	5	5	4	4	1	4	3
Data alternatif 11:	4	3	5	2	5	3	2	2	5	2	2
Data alternatif 12:	5	5	4	2	3	4	4	3	1	2	4
Data alternatif 13:	4	3	4	1	4	5	1	3	2	2	2
Data alternatif 14:	5	5	5	2	4	5	3	3	2	4	4
Data alternatif 15:	5	5	5	1	4	4	2	3	3	3	5
Data alternatif 16:	1	5	5	1	1	1	1	2	5	1	1

Gambar 4.10 Matriks Tingkat Kesulitan Awal

Setelah mendapatkan data maka selanjutnya bisa melakukan konversi nilai menjadi nilai yang seragam dengan data alternatif. Data yang telah dikonversi menjadi 1, 5, 5, 1, 1, 1, 1, 2, 5, 1, dan 1 yang selanjutnya bisa dibuat menjadi matriks sebagai alternatif ke 16 dengan data alternatif lainnya seperti pada gambar 4.10.

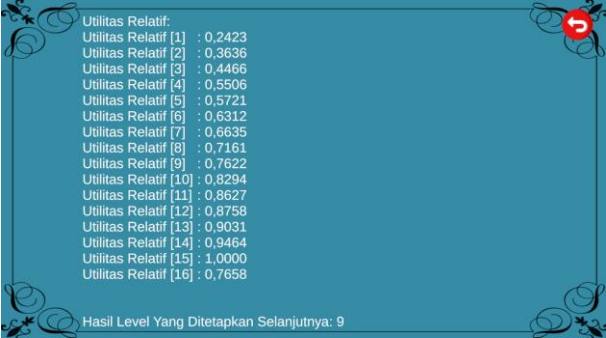
Data yang telah disusun ke dalam matriks sudah bisa dilanjutkan ke proses normalisasi.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
L1:	0.0217	0.0169	0.0179	0.1220	0.0196	0.0200	0.1087	0.0943	0.0227	0.1250	0.1000
L2:	0.0217	0.0339	0.0357	0.1220	0.0588	0.0400	0.1087	0.0943	0.0227	0.0250	0.0400
L3:	0.0217	0.0508	0.0536	0.0488	0.0196	0.0400	0.1087	0.0566	0.0455	0.0250	0.0800
L4:	0.0435	0.0508	0.0714	0.0976	0.0588	0.0400	0.0435	0.0755	0.0227	0.0500	0.0200
L5:	0.0435	0.0508	0.0357	0.0732	0.0784	0.0800	0.0652	0.0377	0.0682	0.0750	0.1000
L6:	0.0652	0.0678	0.0179	0.0976	0.0980	0.0400	0.0435	0.0566	0.1136	0.1000	0.0600
L7:	0.0435	0.0847	0.0357	0.0488	0.0588	0.1000	0.0870	0.0377	0.0682	0.0250	0.0800
L8:	0.0652	0.0508	0.0714	0.0244	0.0196	0.0200	0.0217	0.0755	0.0909	0.0500	0.0200
L9:	0.0652	0.0678	0.0893	0.0732	0.0784	0.0800	0.0435	0.0943	0.1136	0.0750	0.0800
L10:	0.0870	0.0847	0.0714	0.0732	0.0980	0.1000	0.0870	0.0755	0.0227	0.1000	0.0600
L11:	0.0870	0.0508	0.0893	0.0488	0.0980	0.0600	0.0435	0.0377	0.1136	0.0500	0.0400
L12:	0.1087	0.0847	0.0714	0.0488	0.0588	0.0800	0.0870	0.0566	0.0227	0.0500	0.0800
L13:	0.0870	0.0508	0.0714	0.0244	0.0784	0.1000	0.0217	0.0566	0.0455	0.0500	0.0400
L14:	0.1087	0.0847	0.0893	0.0488	0.0784	0.1000	0.0652	0.0566	0.0455	0.1000	0.0800
L15:	0.1087	0.0847	0.0893	0.0244	0.0784	0.0800	0.0435	0.0566	0.0682	0.0750	0.1000
L16:	0.0217	0.0847	0.0893	0.0244	0.0196	0.0200	0.0217	0.0377	0.1136	0.0250	0.0200

Gambar 4.11 Normalisasi Matriks Tingkat Kesulitan Awal

Setelah mendapatkan hasil normalisasi seperti gambar 4.11 maka bisa dilanjutkan lagi ke tahap pembobotan. Yang kemudian dicari total utilitas positif dan negatifnya. Setelah pemrosesan data lengkap maka baru bisa dimulai menghitung bobot relatifnya dengan rumus $Q_i = S_{i+} + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} - \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}}$.

Dengan didapatkannya Q_i dari setiap alternatif barulah bisa melanjutkan ke tahapan paling akhir, yaitu menghitung utilitas relatifnya dan didapatkanlah utilitas relatif seperti pada gambar 4.12.



Alternatif	Utilitas Relatif
1	0.2423
2	0.3636
3	0.4466
4	0.5506
5	0.5721
6	0.6312
7	0.6635
8	0.7161
9	0.7622
10	0.8294
11	0.8627
12	0.8758
13	0.9031
14	0.9464
15	1.0000
16	0.7658

Hasil Level Yang Ditetapkan Selanjutnya: 9

Gambar 4.12 Utilitas Relatif dan Hasil Tingkat Kesulitan Awal

Pada gambar 4.12 juga memperlihatkan hasil dari pengolahan data menggunakan metode COPRAS yang telah menetapkan level tiga sebagai permainan selanjutnya. Penetapan level ini diperoleh melalui utilitas relatif 16 dengan nilai 0,7658 di mana memiliki peringkat di antara utilitas relatif ke sembilan dan sepuluh. Untuk mendapatkan level permainan selanjutnya maka harus dicari jarak terdekat antara utilitas 16 ke utilitas sembilan atau sepuluh. Dari perhitungan jarak diketahui bahwa utilitas 16 ke utilitas sembilan sebesar 0,0036 sedangkan utilitas 16 ke utilitas sepuluh sebesar 0,0636. Maka dari itu penetapan level selanjutnya disesuaikan dengan alternatif ke sembilan sebagai tingkat kesulitan yang paling dekat dengan perhitungan kemampuan pemain.



Gambar 4.13 Level Game yang Ditetapkan Metode COPRAS

Setelah data diproses oleh metode COPRAS maka hasil penentuan tingkat kesulitan akan ditetapkan pada permainan selanjutnya. Contoh hasil permainan dengan performa yang baik mampu mendapatkan level sembilan pada percobaan pertama seperti yang di tandai pada gambar 4.13.

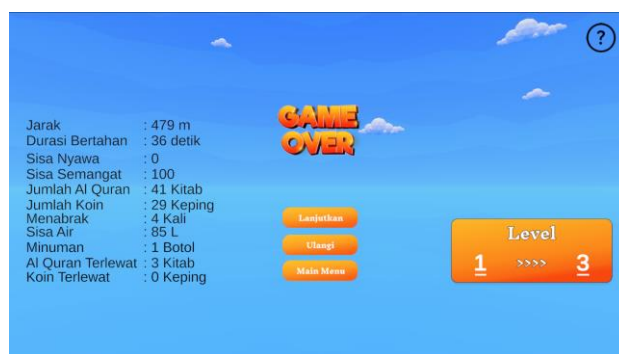
4.3 Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini, *game "Life's Troubles"* diuji oleh tiga kelompok pengguna berdasarkan rentang usia yang berbeda: anak kecil (6-12 tahun), remaja (13-18 tahun), dan dewasa (19-35 tahun). Masing-masing kelompok diberi kesempatan untuk bermain *game* dan dievaluasi berdasarkan kinerja mereka, dengan tujuan untuk menilai efektivitas metode COPRAS dalam menyesuaikan tingkat kesulitan *game* sesuai kemampuan pemain dari berbagai usia.

4.3.1 Pengujian oleh Anak-anak (6-12 Tahun)

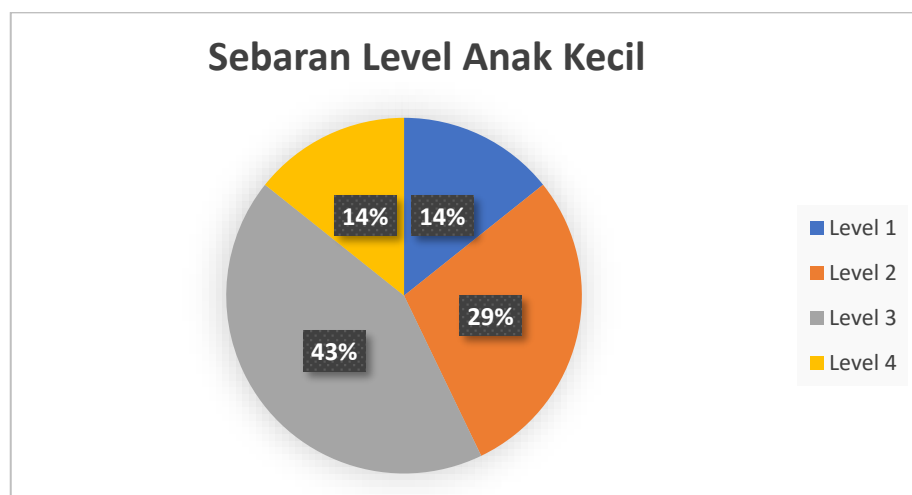
Kelompok anak-anak memainkan *game Life's Troubles* untuk mengukur seberapa baik algoritma COPRAS menyesuaikan tingkat kesulitan sesuai dengan kemampuan mereka. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar pemain anak-anak cenderung menghadapi kesulitan pada level awal, terutama dalam mengumpulkan

item dan menjaga nyawa. COPRAS menyesuaikan tingkat kesulitan pada level yang lebih rendah untuk pemain ini, yang menunjukkan algoritma berfungsi dengan baik dalam memberikan tantangan yang sesuai dengan usia ini.



Gambar 4.14 Data Sampel Percobaan Anak Kecil

Pada gambar 4.14 merupakan salah satu sampel skor yang didapatkan oleh mayoritas anak kecil, yang mana *game* dengan metode COPRAS menetapkan level 3 sebagai tingkat kesulitan pada permainan berikutnya.



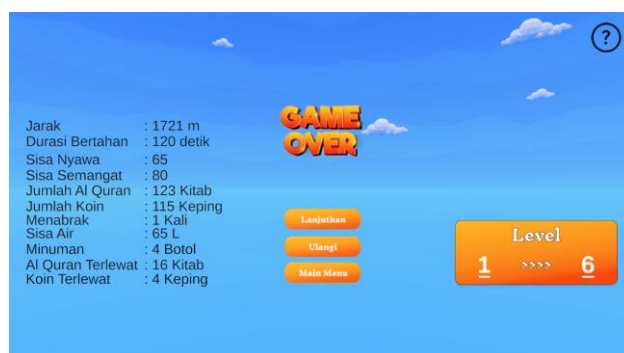
Gambar 4.15 Sebaran Perolehan Tingkat Kesulitan Anak Kecil

Berdasarkan hasil pengujian pada kelompok anak kecil yang diperlihatkan gambar 4.15, dapat dilihat bahwa terdapat variasi dalam pencapaian level oleh pemain. Sebaran level yang dicapai menunjukkan bahwa sebagian besar anak-anak

mampu mencapai level 2 hingga level 4. Dari hasil ini, dapat diinterpretasikan bahwa mayoritas anak-anak mencapai level 3, yang menunjukkan bahwa kemampuan mereka cukup seimbang dengan tingkat kesulitan pada level ini. Satu anak berhasil melaju hingga level 4, yang menunjukkan bahwa mereka mampu menghadapi tantangan yang lebih sulit, tetapi tidak ada yang melampaui level ini.

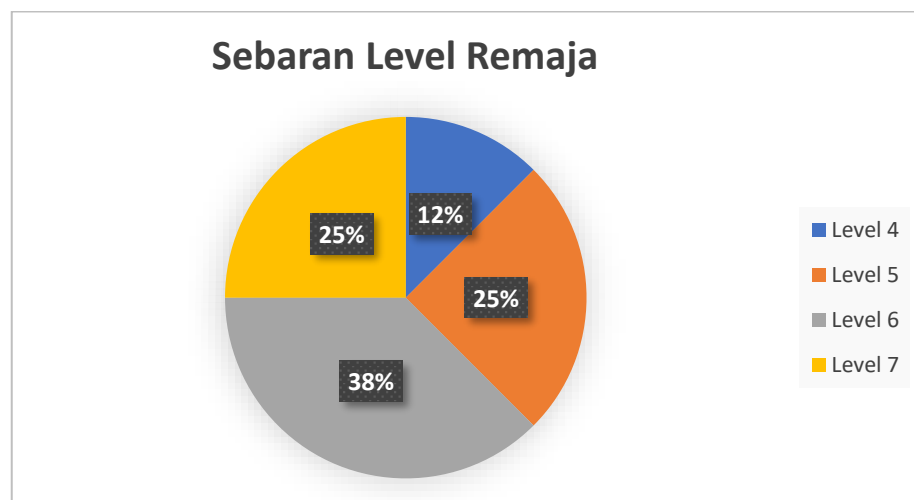
4.3.2 Pengujian oleh Remaja (13-18 Tahun)

Kelompok remaja menunjukkan performa yang lebih stabil dalam mengatasi rintangan dan mengumpulkan item. Mereka secara konsisten memperoleh tingkat kesulitan yang lebih tinggi setelah beberapa kali bermain, karena COPRAS mengenali peningkatan kemampuan mereka. Pengujian ini menunjukkan bahwa metode COPRAS efektif dalam menyesuaikan tantangan sesuai dengan kemampuan kelompok remaja yang memiliki respons waktu dan kemampuan *problem-solving* yang lebih cepat dibandingkan anak-anak.



Gambar 4.16 Data Sampel Percobaan Remaja

Pada gambar 4.16 merupakan salah satu sampel skor yang didapatkan oleh mayoritas anak remaja, yang mana *game* dengan metode COPRAS menetapkan level 6 sebagai tingkat kesulitan pada permainan berikutnya.



Gambar 4.17 Sebaran Perolehan Tingkat Kesulitan Remaja

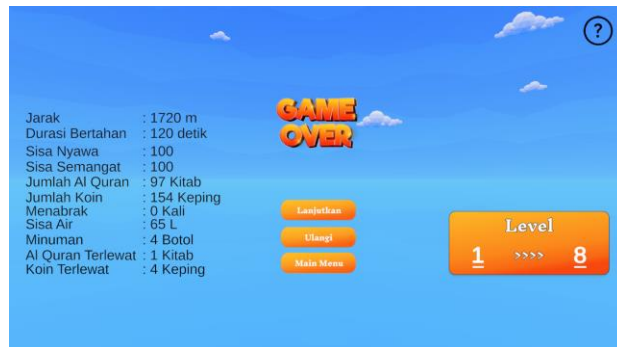
Pada gambar 4.17 menampilkan hasil pengujian pada kelompok remaja menunjukkan distribusi pencapaian level yang lebih merata pada level menengah. Sebanyak 12% pemain mencapai level 4, sementara 25% berhasil melanjutkan ke level 5. Sebagian besar pemain, yaitu 38%, berhasil mencapai level 6, yang menunjukkan bahwa tantangan pada level ini masih sesuai dengan kemampuan mereka. Selain itu, 25% pemain mampu melanjutkan hingga level 7.

Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa remaja mampu melewati level yang lebih mudah dengan cepat, dan mereka berhak untuk naik ke level yang lebih menantang. Sebagian besar pemain berhasil mencapai level 6 dan 7, yang menunjukkan bahwa sistem yang diterapkan dalam *game Life's Troubles* telah bekerja dengan baik dalam menyesuaikan tingkat kesulitan berdasarkan kemampuan pemain.

4.3.3 Pengujian oleh Dewasa (19-35 Tahun)

Kelompok dewasa cenderung lebih mahir dalam bermain *game* ini. Metode COPRAS meningkatkan kesulitan hingga level tertinggi setelah beberapa kali

permainan. Kelompok ini mampu menjaga nyawa dan mengumpulkan item dengan lebih baik dibandingkan dua kelompok sebelumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa metode COPRAS dapat menghadirkan tantangan yang sesuai bahkan bagi pemain dewasa dengan tingkat kemampuan yang lebih tinggi.



Gambar 4.18 Data Sampel Percobaan Dewasa

Pada gambar 4.18 merupakan salah satu sampel skor yang didapatkan oleh mayoritas orang dewasa, yang mana *game* dengan metode COPRAS menetapkan level 8 sebagai tingkat kesulitan pada permainan berikutnya.



Gambar 4.19 Sebaran Perolehan Tingkat Kesulitan Orang Dewasa

Pada gambar 4.19 menampilkan hasil pengujian pada kelompok orang dewasa menunjukkan bahwa sebagian besar pemain mampu mencapai level-level yang lebih tinggi dalam *game*. Sebanyak 14% pemain berada di level 5, dan jumlah

ini meningkat tajam di level 6 dengan 29% pemain yang berhasil mencapainya. Sebagian besar pemain dewasa berhasil mencapai level 8, dengan persentase tertinggi sebesar 43%. Ini menunjukkan bahwa *game* mampu menantang mereka pada level yang lebih tinggi, namun masih dalam batas kemampuan mereka. Selain itu, 14% pemain berhasil mencapai level 9, yang merupakan perolehan level paling tinggi dalam permainan pertamanya.

Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kesulitan yang dihasilkan oleh metode COPRAS berhasil memberikan tantangan yang progresif bagi orang dewasa. Peningkatan signifikan di level 8 menunjukkan bahwa *game* ini memberikan tantangan yang lebih berat pada pemain dewasa dikarenakan lebih mudah melanjutkan ke level yang lebih tinggi, namun tetap sejalan dengan kemampuan mereka.

4.4 Hasil Survei

Dalam survei kali ini, peneliti berhasil mendapatkan banyak masukan dari para responden yang diberikan kuesioner. Dari sejumlah masukan tersebut, sebanyak 21 tanggapan dipilih untuk dianalisis lebih lanjut. Penelitian ini menggunakan 24 pertanyaan yang disebarkan kepada individu yang memiliki komputer atau perangkat serupa. Dari total 24 pertanyaan, 10 di antaranya merupakan pertanyaan yang berkaitan dengan *System Usability Scale* (SUS), sementara sisanya terdiri dari pertanyaan *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) untuk mengevaluasi tingkat kehadiran dan keterlibatan pengguna dalam lingkungan virtual.

4.4.1 Hasil *System Usability Scale* (SUS)

Bagian ini menyajikan hasil dari pengujian *System Usability Scale* (SUS) yang dilakukan terhadap game “*Life's Troubles*”. SUS digunakan untuk mengukur tingkat kegunaan sistem dari sudut pandang pengguna, khususnya terkait dengan penerapan metode COPRAS dalam menyesuaikan tingkat kesulitan game. Kuesioner ini terdiri dari 10 pertanyaan yang menilai pengalaman pengguna terkait kemudahan penggunaan, kenyamanan, serta efektivitas penyesuaian tantangan berdasarkan kemampuan pemain. Setiap responden diminta untuk menjawab menggunakan skala *Likert* 5 poin, yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan skor SUS keseluruhan. Hasil tersebut digunakan untuk mengevaluasi apakah metode COPRAS berhasil dalam menciptakan tantangan yang proporsional bagi setiap pemain, serta apakah sistem secara keseluruhan telah memenuhi ekspektasi pengguna dalam hal kegunaan.

Setelah meminta responden untuk memainkan game “*Life's Troubles*”, responden diminta mengisi kuesioner *usability* dan didapatkan hasil pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Kuesioner SUS

Responden	Pertanyaan									
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}
R_1	4	2	5	2	5	3	4	3	4	5
R_2	4	2	4	2	5	2	4	2	3	3
R_3	5	1	4	1	5	1	5	2	5	1
R_4	4	3	5	2	4	3	4	4	4	5
R_5	4	3	5	2	5	2	5	2	4	3
R_6	4	4	5	1	4	4	4	2	4	4
R_7	5	2	5	1	5	1	5	3	5	1
R_8	5	2	5	1	4	1	5	2	4	3
R_9	4	2	5	2	5	1	4	2	5	1
R_{10}	5	2	5	3	4	1	5	1	4	3
R_{11}	5	2	5	2	5	1	5	1	3	1
R_{12}	5	3	4	1	5	1	4	2	5	1

R_{13}	3	2	1	1	2	4	1	1	3	3
R_{14}	5	1	4	1	4	1	5	1	5	3
R_{15}	5	3	5	1	4	1	5	2	5	1
R_{16}	5	2	4	1	5	1	4	1	5	2
R_{17}	5	2	5	1	4	1	4	2	5	1
R_{18}	5	2	5	1	4	1	5	3	5	1
R_{19}	4	1	5	2	4	1	5	1	4	2
R_{20}	5	1	4	2	5	1	4	2	3	1
R_{21}	4	2	4	1	4	3	4	2	4	4

Tabel 4.1 merupakan jawaban yang dikumpulkan dari responden. Kriteria perhitungan skor SUS harus diikuti dalam pengolahan data yang dikumpulkan dari kuesioner yang telah diisi. Ada beberapa aturan untuk menentukan penilaian kuesioner, berikut:

1. Skor jawaban responden akan dikurangi 1 untuk setiap pertanyaan *Benefit*.
2. Skor jawaban responden akan dikurangi 5 untuk setiap pertanyaan *Cost*.
3. Setelah jawaban seluruh soal dijumlahkan, skor akhir SUS akan ditentukan dengan mengalikan hasilnya dengan 2.5.

Aturan perhitungan nomor 1 dan 2 akan digunakan pada tahap ini. Selanjutnya akan ditentukan skor keseluruhan masing-masing responden dan ditampilkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil skor SUS

Responden	Pertanyaan										Total
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}	
R_1	3	3	4	3	4	2	3	2	3	0	27
R_2	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	29
R_3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	38
R_4	3	2	4	3	3	2	3	1	3	0	24
R_5	3	2	4	3	4	3	4	3	3	2	31
R_6	3	1	4	4	3	1	3	3	3	1	26
R_7	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	37
R_8	4	3	4	4	3	4	4	3	3	2	34
R_9	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	35

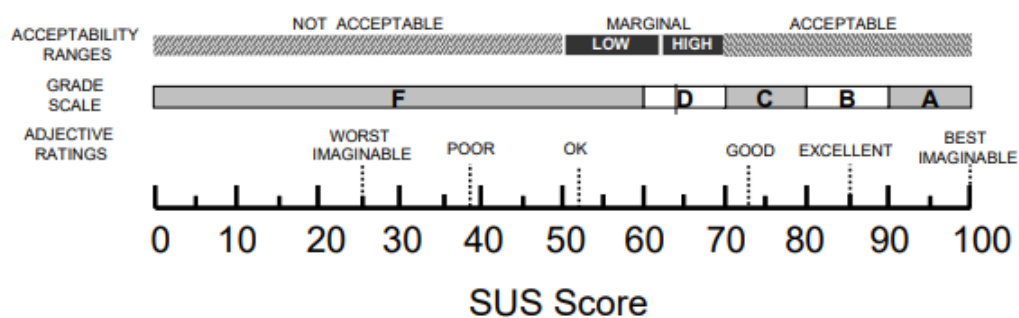
R_{10}	4	3	4	2	3	4	4	4	3	2	33
R_{11}	4	3	4	3	4	4	4	4	2	4	36
R_{12}	4	2	3	4	4	4	3	3	4	4	35
R_{13}	2	3	0	4	1	1	0	4	2	2	19
R_{14}	4	4	3	4	3	4	4	4	4	2	36
R_{15}	4	2	4	4	3	4	4	3	4	4	36
R_{16}	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	36
R_{17}	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	36
R_{18}	4	3	4	4	3	4	4	2	4	4	36
R_{19}	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	35
R_{20}	4	4	3	3	4	4	3	3	2	4	34
R_{21}	3	3	3	4	3	2	3	3	3	1	28

Setelah dilakukan perhitungan total nilai untuk tiap responden, akan dilakukan perhitungan skor SUS dan Skor rata-rata SUS seperti pada ketentuan sebelumnya.

Tabel 4.3 Hasil akhir skor SUS

Responden	Skor Sus (Total x 2.5)
R_1	67,5
R_2	72,5
R_3	95
R_4	60
R_5	77,5
R_6	65
R_7	92,5
R_8	85
R_9	87,5
R_{10}	82,5
R_{11}	90
R_{12}	87,5
R_{13}	47,5
R_{14}	90
R_{15}	90
R_{16}	90
R_{17}	90
R_{18}	90
R_{19}	87,5
R_{20}	85
R_{21}	70
Total Skor SUS	1702,5
Skor Rata-Rata SUS	81,07

Tabel 4.3 merupakan hasil akhir dari perhitungan skor SUS berdasarkan survei responden mendapatkan skor tertinggi sebesar 95, di mana responden menyatakan sangat menyukai konsep baru yang dibawa oleh *game* ini. Sedangkan nilai terendah sebesar 60 yang diberikan responden karena merasa permainannya memiliki banyak sekali tampilan yang membuat bingung. Hal serupa juga diutarakan oleh beberapa responden lainnya walaupun yang tampilan yang dimaksud berbeda. Selanjutnya akan dibandingkan skor rata-rata SUS dengan penilaian SUS. Termasuk kategori mana dari hasil pengujian dengan skor rata-rata yang sudah didapatkan.



Gambar 4.20 Skala SUS

Gambar 4.20 merupakan skala penilaian untuk menunjukkan secara keseluruhan skor rata-rata SUS yang didapatkan pada pengujian *usability* 81,07 termasuk ke dalam kategori *Excellent*. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa responden menilai *game* cukup mudah digunakan dan masih ada ruang untuk peningkatan.

4.4.2 Hasil *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ)

Bagian ini menyajikan hasil dari pengujian IPQ yang digunakan untuk mengukur tingkat kehadiran (*presence*) pengguna dalam *game "Life's Troubles"*.

IPQ menilai sejauh mana pemain merasa "hadir" dalam dunia virtual *game*, mencakup aspek kehadiran spasial, keterlibatan, realisme yang dirasakan, dan kehadiran secara umum. Setiap responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap berbagai aspek *imersif game* menggunakan skala *Likert* 5 poin. Hasil dari kuesioner ini digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana *game* berhasil menciptakan pengalaman virtual yang mendalam dan realistis bagi para pemain. Analisis lebih lanjut terhadap hasil IPQ akan didapatkan hasil seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Kuesioner IPQ

Responden	Pertanyaan													
	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24
R1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	3
R2	4	3	3	2	4	4	4	2	5	1	3	1	3	2
R3	5	5	1	2	4	3	1	5	2	5	4	5	5	4
R4	3	4	2	2	4	4	3	2	5	3	3	4	3	2
R5	4	4	3	3	4	4	2	2	4	3	3	3	4	4
R6	4	4	2	4	3	3	4	2	4	3	3	3	3	2
R7	5	5	1	2	5	4	2	5	1	5	5	4	5	4
R8	3	5	1	2	4	5	2	4	3	5	4	4	5	5
R9	4	5	1	1	4	4	1	5	1	4	4	5	5	5
R10	4	5	2	2	4	5	1	4	1	5	4	5	4	4
R11	4	4	1	1	5	4	2	4	2	5	4	3	5	5
R12	4	4	2	1	5	5	1	4	1	5	4	5	4	4
R13	4	1	2	1	3	2	4	2	3	2	3	2	3	2
R14	4	5	3	1	4	5	1	4	2	5	3	4	5	5
R15	5	4	2	1	4	5	1	3	1	5	3	5	5	4
R16	5	5	2	2	5	4	2	5	2	5	4	5	4	5
R17	4	5	2	1	5	5	1	5	1	5	4	4	5	5
R18	5	5	2	1	5	5	2	5	2	4	4	5	5	5
R19	4	5	1	2	4	5	1	4	2	5	4	3	5	4
R20	4	5	2	1	4	5	2	5	2	4	5	5	4	4
R21	3	2	2	4	4	4	5	1	5	3	3	4	3	1

Tabel 4.4 merupakan jawaban yang dikumpulkan dari responden. Kriteria perhitungan skor IPQ harus diikuti dalam pengolahan data yang dikumpulkan dari kuesioner yang telah diisi. Ada beberapa aturan untuk menentukan penilaian kuesioner, berikut:

1. Skor jawaban responden akan dikurangi 1 untuk setiap pertanyaan *Benefit*.
2. Skor jawaban responden akan dikurangi 5 untuk setiap pertanyaan *Cost*.
3. Setelah jawaban seluruh soal dijumlahkan, skor dari pertanyaan yang memiliki kategori yang sama akan di jumlahkan dan dibagi dengan banyaknya jumlah kategori.

Aturan perhitungan nomor 1 dan 2 akan digunakan pada tahap ini.

Selanjutnya akan ditentukan skor keseluruhan masing-masing responden dan ditampilkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Penyamaan Nilai IPQ

Responden	Pertanyaan													
	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆	Q ₁₇	Q ₁₈	Q ₁₉	Q ₂₀	Q ₂₁	Q ₂₂	Q ₂₃	Q ₂₄
R1	4	0	0	4	4	0	0	0	0	0	4	0	4	2
R2	3	2	2	3	3	3	1	1	0	0	2	0	2	1
R3	4	4	4	3	3	2	4	4	3	4	3	4	4	3
R4	2	3	3	3	3	3	2	1	0	2	2	3	2	1
R5	3	3	2	2	3	3	3	1	1	2	2	2	3	3
R6	3	3	3	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1
R7	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3
R8	2	4	4	3	3	4	3	3	2	4	3	3	4	4
R9	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4
R10	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3
R11	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	2	4	4
R12	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3
R13	3	0	3	4	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1
R14	3	4	2	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	4
R15	4	3	3	4	3	4	4	2	4	4	2	4	4	3
R16	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4
R17	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4
R18	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4
R19	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	4	3
R20	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3
R21	2	1	3	1	3	3	0	0	0	2	2	3	2	0
Total	66	65	63	68	68	65	58	53	51	62	58	59	69	58

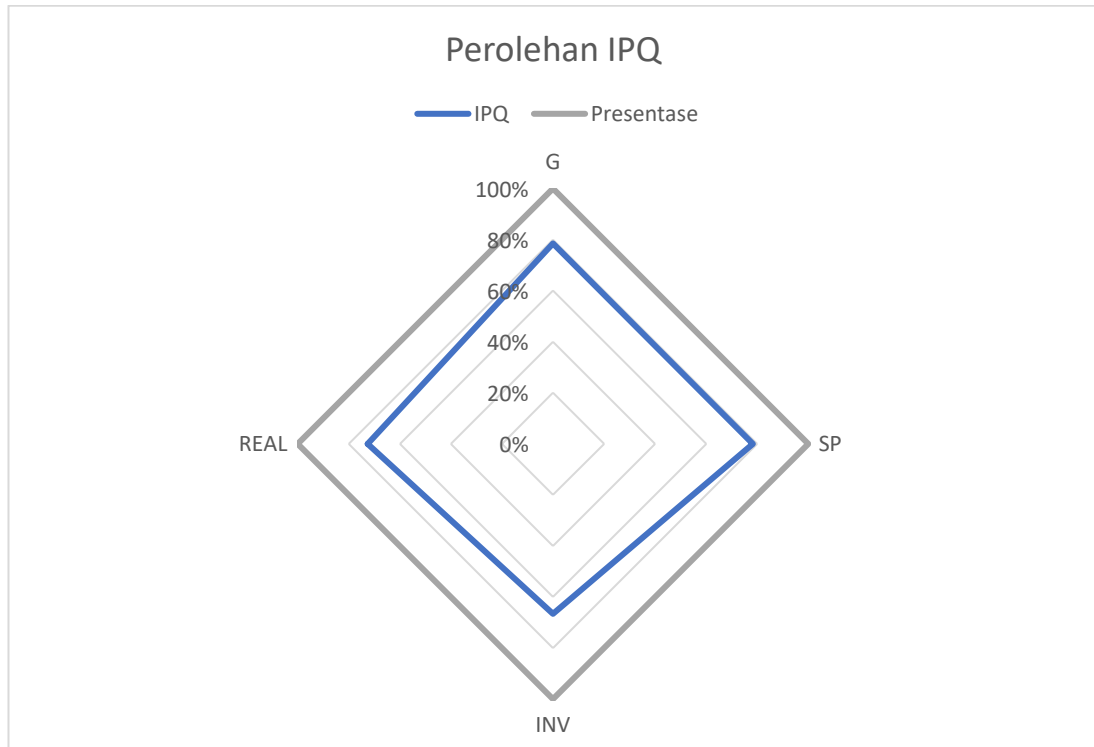
Sekarang menjumlahkan pertanyaan yang memiliki kategori yang sama dan dibagi dengan banyaknya jumlah kategori seperti pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Tiap Kategori IPQ

Kategori	Pertanyaan	Total Skor	Total Kategori	Persentase Tiap Kategori
<i>General</i>	Q1	66	66	78,5
<i>Spatial Presence</i>	Q2	65	329	78,3
	Q3	63		
	Q4	68		
	Q5	68		
	Q6	65		
<i>Involvement</i>	Q7	58	224	66,6
	Q8	53		
	Q9	51		
	Q10	62		
<i>Real</i>	Q11	58	244	72,6
	Q12	59		
	Q13	69		
	Q14	58		

Berdasarkan hasil kuesioner IPQ yang telah diolah, dapat dilihat pada tabel 4.6 bahwa secara keseluruhan, responden merasakan tingkat kehadiran yang tinggi dalam lingkungan virtual, dengan kategori *General Presence* mencapai persentase sebesar 78,5%. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden merasa bahwa mereka secara umum "hadir" atau terlibat dalam pengalaman virtual yang diberikan. Selanjutnya, kategori *Spatial Presence* menunjukkan persentase sebesar 78,3%, yang mencerminkan kemampuan responden untuk merasakan kehadiran fisik dalam ruang virtual, seolah-olah mereka benar-benar berada di dalamnya. Kategori *Involvement* memiliki persentase sebesar 66,6%, yang menandakan bahwa meskipun responden cukup terlibat dalam aktivitas virtual, tingkat keterlibatan atau perhatian penuh mereka terhadap pengalaman tersebut sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kategori lainnya. Terakhir, kategori *Experienced Realism* mencapai persentase sebesar 72,6%, menunjukkan bahwa responden merasa

lingkungan virtual tersebut cukup realistis dan mendekati kondisi nyata, meskipun ada beberapa aspek yang mungkin masih dirasa kurang nyata.



Gambar 4.21 Rata-Rata Kategori IPQ

Seperti yang diterangkan pada gambar 4.21, secara keseluruhan, rata-rata dari keempat kategori yang ada adalah 74%, yang menunjukkan bahwa secara umum, lingkungan virtual yang dievaluasi memiliki tingkat kehadiran dan keterlibatan yang cukup baik. Namun, masih ada ruang untuk meningkatkan aspek keterlibatan dan realisme yang dirasakan oleh para responden.

4.5 Integrasi Islam

Penelitian ini berkaitan dengan tiga konsep muamalah, yaitu hubungan manusia dengan Allah (Muamalah Mu'Allah), hubungan manusia dengan sesama (Muamalah Mu'Annas), dan hubungan manusia dengan alam (Muamalah

Ma'Alam). Ketiga konsep ini menjadi dasar untuk memahami bagaimana menghadapi kesulitan dan keyakinan bahwa setelah kesulitan, pasti ada kemudahan, sebagaimana dijanjikan dalam ajaran Islam.

4.5.1 Muamalah Mu'Allah

Muamalah Mu'Allah adalah hubungan manusia dengan Allah. Islam mengajarkan bahwa setiap kesulitan yang dihadapi manusia adalah bagian dari ujian hidup yang Allah tetapkan, dan selalu ada kemudahan setelahnya. Dalam Al-Quran Surah Al-Insyirah ayat 5-6, Allah Subhanahu wa ta'ala berfirman:

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٦﴾

“(5)Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. (6) sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan.” (Q.S Al-Insyirah : 5-6)

Ayat ini mengajarkan bahwa dalam setiap kesulitan yang dihadapi, selalu ada kemudahan yang Allah Subhanahu wa ta'ala sediakan. Hal ini tercermin dalam *gameplay Life Trouble*, di mana setelah melalui berbagai rintangan, pemain diberikan kesempatan untuk menemukan solusi atau kemudahan yang dapat mengatasi masalah yang dihadapi. Konsep ini tidak hanya mendorong pemain untuk tetap berusaha dalam permainan, tetapi juga mencerminkan filosofi Islam bahwa kesulitan tidak akan berlangsung selamanya.

Selain itu, dalam sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Imam Ahmad yang merupakan sahabat dari Ibnu Abbas radhiyallahu 'anhuma, Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam bersabda:

"قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : وَعَلِمَ أَنَّ فِي الصَّبْرِ عَلَى مَا تَكْرَهُ خَيْرًا كَثِيرًا وَ أَنَّ النَّصْرَ مَعَ الصَّبْرِ وَأَنَّ الْفَرْجَ مَعَ الْكَرْبِ وَأَنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا . (أخرجه أحمد)

"Ketahuilah, sesungguhnya pada kesabaran terhadap apa yang engkau benci mempunyai kebaikan yang sangat banyak. Dan sesungguhnya pertolongan itu bersama dengan kesabaran, kelapangan bersama kesusahan, dan bersama kesulitan itu ada kemudahan." (HR. Ahmad 5/19. No. 2803)

Hadis ini menekankan bahwa kesabaran, terutama dalam menghadapi hal-hal yang tidak disukai, membawa banyak kebaikan. Di samping itu, pertolongan Allah selalu menyertai mereka yang sabar, dan di tengah kesulitan selalu ada kemudahan yang Allah berikan (Amin bin Abdullah asy-Syaqawi, 2014). Dalam *game Life Trouble*, pemain diajarkan untuk terus bersabar dan mencari solusi meskipun menghadapi tantangan yang tampaknya sulit diatasi. Setiap level dalam *game* ini dirancang untuk menggambarkan berbagai aspek kehidupan nyata, di mana kesabaran dan ketekunan adalah kunci untuk menemukan kemudahan dan solusi dari setiap masalah.

4.5.2 Muamalah Mu'Annas

Muamalah Mu'Annas mengacu pada interaksi dan hubungan manusia dengan sesamanya. Islam mendorong setiap individu untuk membantu dan memberikan manfaat kepada orang lain, terutama dalam menghadapi kesulitan. Hal ini tercermin dalam Surah Al-Baqarah ayat 177:

لَيْسَ الْبِرَّ أَنْ تُوَلُّوا وُجُوهَكُمْ قِبَلَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنْ آمَنَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ وَالْمَلَائِكَةِ وَالْكِتَابِ وَالنَّبِيِّينَ وَآتَى الْمَالَ عَلَى حُبِّهِ ذَوِي الْقُرْبَى وَالْيَتَامَى وَالْمَسْكِينِ وَابْنَ السَّبِيلِ وَالسَّائِلِينَ وَفِي الرِّقَابِ وَأَقَامَ الصَّلَاةَ وَآتَى الزَّكَاةَ وَالْمُوفُونَ بِعَهْدِهِمْ إِذَا عَاهَدُوا وَالصَّابِرِينَ فِي الْبَأْسَاءِ وَالضَّرَّاءِ وَحِينَ الْبَأْسِ أُولَئِكَ الَّذِينَ صَدَقُوا وَأُولَئِكَ هُمُ الْمُتَّقُونَ ﴿١٧٧﴾

"Kebajikan itu bukanlah menghadapkan wajahmu ke arah timur dan barat, tetapi kebajikan adalah (kebajikan) orang yang beriman kepada Allah, hari kemudian,

malaikat-malaikat, kitab-kitab, dan nabi-nabi serta memberikan harta yang dicintainya kepada kerabatnya, anak-anak yatim, orang-orang miskin, musafir (yang memerlukan pertolongan), dan orang-orang yang meminta-minta; dan (memerdekakan) hamba sahaya, mendirikan salat, dan menunaikan zakat; orang-orang yang menepati janjinya apabila ia berjanji, dan orang-orang yang sabar dalam kesempitan, penderitaan, dan dalam peperangan. Mereka itulah orang-orang yang benar (imannya); dan mereka itulah orang-orang yang bertakwa." (QS. Al-Baqarah: 177)

Ayat ini menjelaskan bahwa kebajikan tidak hanya terletak pada ibadah, tetapi juga pada tindakan nyata yang memberikan manfaat kepada orang lain, seperti memberikan bantuan dalam berbagai bentuk (Yusuf, 2021). Dalam konteks ini, pembuatan *game* edukatif oleh pengembang dapat dianggap sebagai bentuk kontribusi yang membantu memudahkan proses belajar, terutama bagi siswa yang mungkin mengalami kesulitan memahami materi pelajaran melalui metode konvensional.

Pengembang yang menciptakan *game* edukatif berperan dalam memberikan solusi inovatif tanpa harus berkolaborasi langsung dengan pendidik. Karya tersebut menjadi wujud nyata dari semangat *muamalah mu'annas*, di mana teknologi yang dikembangkan memudahkan akses pembelajaran dan mempercepat pemahaman siswa. Dalam hal ini, pengembang memfasilitasi kemudahan setelah kesulitan, melalui media yang interaktif dan menarik.

4.5.3 Muamalah Ma'Alam

Muamalah Ma'Alam mengacu pada hubungan manusia dengan alam. Islam mengajarkan bahwa menjaga lingkungan adalah bagian dari tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi. Allah berfirman dalam Surah Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)." (QS. Ar-Rum: 41)

Dalam Tafsir Al-Misbah, Prof. Dr. AG. K.H Muhammad Quraish Shihab, Lc., M.A. menegaskan bahwa kerusakan alam sering kali disebabkan oleh ulah manusia, dan hal ini merupakan peringatan agar kita menjaga alam. Alasan sederhananya adalah bahwa menjaga alam merupakan bagian dari ibadah kita. Islam mengajarkan untuk tidak berlebihan dalam memanfaatkan sumber daya alam (Yayah dkk., 2024). Jika kita merusak lingkungan dengan mengabaikan dampak dari teknologi yang kita kembangkan, kita telah melanggar amanah sebagai penjaga bumi.

Pengembang dapat ikut menjaga alam dengan mengurangi penggunaan sumber daya yang berlebihan, seperti listrik, dan memastikan bahwa produk digital yang dihasilkan, seperti *game* edukatif, tidak memperburuk kondisi lingkungan. Dengan tindakan sederhana ini, kita dapat memastikan bahwa setelah menghadapi tantangan dalam menjaga alam, Allah akan memberikan kemudahan berupa lingkungan yang tetap lestari dan bermanfaat untuk generasi mendatang.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini sukses mengembangkan *game "Life's Troubles"* dengan sistem yang mampu menyesuaikan tingkat kesulitan permainan menggunakan metode COPRAS (*Complex Proportional Assessment*). Metode ini memungkinkan penentuan tingkat kesulitan secara dinamis sesuai dengan kemampuan pemain, yang dievaluasi berdasarkan beberapa hasil pengujian. Terdapat perbedaan rentang penyebaran tingkat kesulitan di antara tiga kelompok usia yang diuji, yaitu anak-anak, remaja, dan dewasa. Distribusi data menunjukkan setiap jenjang usia memiliki rentang penyebaran yang semakin tinggi.

Perbedaan penyebaran tingkat kesulitan di antara ketiga kelompok usia ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dengan metode COPRAS berhasil memberikan pengalaman bermain yang sesuai dengan kemampuan masing-masing kelompok. Data yang dikumpulkan dari tanggapan pemain serta pengujian menggunakan *System Usability Scale* (SUS) dan *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ) mendukung efektivitas metode ini, di mana pengukuran rata-rata SUS menunjukkan nilai 81,07 yang masuk dalam kategori *Excellent*, sementara pengukuran *sense of presence* rata-rata mencapai 74, yang berada dalam kategori *Good*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Penyempurnaan Sensitivitas Metode COPRAS

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menyempurnakan sensitivitas metode COPRAS, agar penyesuaian tingkat kesulitan tidak terlalu fluktuatif, sehingga lebih optimal sesuai dengan kemampuan pemain.

2. *Buffering* untuk Penurunan Level

Hal ini penting untuk menghindari penurunan level yang terlalu drastis ketika pemain awalnya menunjukkan performa tinggi, namun performa berikutnya menurun signifikan.

3. Uji Coba pada Target *Audiens* yang Lebih Luas

Untuk memperkuat validitas hasil penelitian, uji coba permainan perlu dilakukan pada *audiens* yang lebih luas dan beragam.

Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan *game* edukasi yang disesuaikan dengan kemampuan pemain dapat tetap menarik dan tidak membosankan, serta memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan memuaskan bagi pemainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, I. A., Muhammad, E., Jonemaro, A., & Akbar, M. A. (2018). Penerapan Algoritme Logika Fuzzy Untuk Dynamic Difficulty Scaling Pada Game Labirin. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(10), 3609–36117. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/2685>
- Amin bin Abdullah asy-Syaqawi, S. (2014). Tafsir Surat al-Insyirah.
- Ariff, M. I. M., Khalil, F. M., Rahman, R. A., Masrom, S., & Arshad, N. I. (2022). Developing mobile game application for introduction to financial accounting. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 27(3), 1721–1728. <https://doi.org/10.11591/IJEECS.V27.I3.PP1721-1728>
- Beck, J., & Wade, M. (2006). The kids are alright: How the gamer generation is changing the workplace. https://www.google.com/books?hl=id&lr=&id=WFqdNEfJP8MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=The+Kids+are+Alright:+How+the+Gamer+Generation+is+Changing+the+Workplace&ots=l_GprL7JZL&sig=rl0hVDsGqhkgX5jIYcVmTGn5VOK
- Caesar, R. (2016). Kajian Pustaka Perkembangan Genre Games Dari Masa Ke Masa. *Journal of Animation and Games Studies*, 1(2), 113–1134. <https://doi.org/10.24821/jags.v1i2.1301>
- Faisal, M., Nurhayati, H., Arif, Y. M., Kurniawan, F., & Nugroho, F. (2015). Immersive bicycle game for health virtual tour of uin maulana malik ibrahim Malang. *journals.utm.my* Faisal, H Nurhayati, YM Arif, F Kurniawan, F Nugroho *Jurnal Teknologi*, 2016•*journals.utm.my*, 78(5), 2180–3722. <https://journals.utm.my/jurnalteknologi/article/view/8330>
- Fencott, C., Clay, J., Lockyer, M., & Massey, P. (2012). Game invaders: The theory and understanding of computer games. https://www.google.com/books?hl=id&lr=&id=Sf_YiX9EtO4C&oi=fnd&pg=PR9&dq=Game+invaders:+The+theory+and+understanding+of+computer+games&ots=KOSEyt7bkl&sig=Zq2BfxswZ87pa3k2Cnl0zYCTtyc
- Ginting, G., Alvita, S., Karim, A., Syahrizal, M., & Khairani Daulay, N. (2020). Penerapan Complex Proportional Assessment (COPRAS) Dalam Penentuan Kepolisian Sektor Terbaik. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 616–631. <https://doi.org/10.30645/J-SAKTI.V4I2.254>
- Ibda, H., Muntakhib, A., Fadhilah, T., & Rakhmawati, N. (2023). Media Game Digital SD/MI berbasis Karakter P5 dan PPRA. <https://www.google.com/books?hl=id&lr=&id=6dzqEAAQBAJ&oi=fnd&>

pg=PA1&dq=Media+Game+Digital+SD/MI+berbasis+Karakter+P5+dan+P
PRA&ots=YSbyNU14ju&sig=oHh0VwJXsJHqYPeRvUCSulhLACI

Ihsan, A. N. (2019). Penerapan metode Box Muller of Gaussian Distribution untuk menentukan tingkat kesulitan pada Game pembelajaran mitigasi bencana gunung api.

Isbah, M. (2022). Pengaturan level kesulitan pada game edukasi bencana gunung meletus menggunakan metode Markov Chain. <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/42391>

Jeylani, U. (2020). Sistem level kabut pada game adventure gunung Kelud menggunakan dynamic difficulty adjustment. <http://etheses.uin-malang.ac.id/19655/>

Kalofolia, K., & Siountri, K. (2023). INCLUSION OF THE MINECRAFT DIGITAL GAME IN THE THEATRE EDUCATION COURSE: THEORETICAL APPROACHES AND AN INTERACTIVE EXPERIMENT. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-M-2–2023(M-2–2023), 805–813. <https://doi.org/10.5194/ISPRS-ARCHIVES-XLVIII-M-2-2023-805-2023>

Karami, A., Nurhayati, H., of, Y. A.-I. J., & 2024, undefined. (2024). Design and Evaluation of Maliki V-Lab: A Metaverse-Based Virtual Laboratory for Computer Assembly Learning in Higher Education. *researchgate.netAF Karami, H Nurhayati, YM ArifInternational Journal of Information and Education Technology*, 2024•researchgate.net. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106>

Kumari, R., & Mishra, A. R. (2020). Multi-criteria COPRAS Method Based on Parametric Measures for Intuitionistic Fuzzy Sets: Application of Green Supplier Selection. *Iranian Journal of Science and Technology - Transactions of Electrical Engineering*, 44(4), 1645–1662. <https://doi.org/10.1007/S40998-020-00312-W/METRICS>

Lewis, J. R. (2018). The system usability scale: past, present, and future. *Taylor & FrancisJR LewisInternational Journal of Human–Computer Interaction*, 2018•Taylor & Francis, 34(7), 577–590. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>

Medianeira Stefano, N., Casarotto Filho, N., Garcia Lupi Vergara, L., & Ulisses Garbin Rocha, R. (2015). COPRAS (Complex Proportional Assessment): state of the art research and its applications. *ieeexplore.ieee.orgNM Stefano, N Casarotto Filho, LGL Vergara, RUG da RochaIEEE Latin America Transactions*, 2015•ieeexplore.ieee.org. <https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7404925>

- Naisbitt, J., & Naisbitt, D. (2016). Global game change : how the global Southern belt will reshape our world. Heart Space Publications, 215. https://books.google.com/books/about/Global_Game_Change.html?hl=id&id=TUMmjwEACAAJ
- Najuah, Sidiq, R., & Simamora, R. S. (2022). Game Edukasi: Strategi dan Evaluasi Belajar Sesuai Abad 21. Yayasan Kita Menulis.
- Novrialdy, E. (2019). Kecanduan Game Online pada Remaja: Dampak dan Pencegahannya. *Buletin Psikologi*, 27(2), 148–158. <https://doi.org/10.22146/BULETINPSIKOLOGI.47402>
- Pratama, K. (2022). Pengaturan level kesulitan pada game edukasi bencana gunung meletus menggunakan metode random forest. <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/43471>
- Prawiro, C., Setyawan, M., & Pane, S. (2021). Studi komparasi metode entropy dan roc dalam menentukan bobot kriteria. *jurnal.lldikti4.id*CE Prawiro, MYH Setyawan, SF Pane*Jurnal Tekno Insentif*, 2021•*jurnal.lldikti4.id*. <http://jurnal.lldikti4.id/index.php/jurnaltekno/article/view/353>
- Putro, B. E., Mahadian, A. B., Sos, S., & Ikom, M. (2020). Motivasi Pemain Game Dalam Melakukan Pembelian Virtual Pada Game Playerunknown’s Battlegrounds (pubg) Mobile Di Indonesia. *telkomuniversity.ac.id*. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/management/article/view/11810>
- Sahrul Bahtiar, F., Buditjahjanto, A., Nugroho, F., Miladin, P., Safitri, N., Basid, A., & Asto Buditjahjanto, I. G. P. (2023). Dynamic Difficulty Adjustment of Serious-Game Based on Synthetic Fog using Activity Theory Model. *researchgate.net*F Nugroho, PMNSA Basid, FS Bahtiar, IGPA Buditjahjanto*International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2023•*researchgate.net*, 14(6), 2023. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140660>
- Sasri Dwitama, R. (2019). Pemilihan Metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) Menggunakan Pendekatan Rank Similarity Simulation (RSS). *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya*, 1(0), 27–37. <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/PSND/article/view/1696>
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *direct.mit.edu*T Schubert, F Friedmann, H Regenbrecht*Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 2001•*direct.mit.edu*, 10(3), 266–281. <https://direct.mit.edu/pvar/article-abstract/10/3/266/18310>

- Smiderle, R., Rigo, S. J., Marques, L. B., Peçanha de Miranda Coelho, J. A., & Jaques, P. A. (2020). The impact of gamification on students' learning, engagement and behavior based on their personality traits. *Smart Learning Environments*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/S40561-019-0098-X>
- Sujamto, V., ... E. A.-J. K., & 2017, undefined. (2017). Pengaruh Bermain Video Game Tipe Endless Running Terhadap Atensi. *ejournal3.undip.ac.id* VO Sujamto, E Ambarwati, F Saktini *JURNAL KEDOKTERAN DIPONEGORO (DIPONEGORO MEDICAL JOURNAL)*, 2017•*ejournal3.undip.ac.id*, 6(2), 1331–1340.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico/article/view/18646>
- System, H. H.-J. of A. I. (2016). Reward Dinamis dalam Skenario Adaptif Menggunakan Metode Finite State Machine pada Game Edukasi. *publikasi.dinus.ac.id* H Haryanto *Journal of Applied Intelligent System*, *publikasi.dinus.ac.id*, 1(2), 144–153.
<http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/jais/article/view/1191>
- Tarigan, J. P., Hutagalung, J., & Setiawan, D. (2023). Implementasi Metode COPRAS (Complex Proportional Assessment) Dalam Pemilihan Security. *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, 2(5), 870–881.
<https://doi.org/10.53513/JURSI.V2I5.5332>
- Thakkar, J. J. (2021). Multi-Criteria Decision Making. 336.
<https://doi.org/10.1007/978-981-33-4745-8>
- Yayah, Y., Ghianovan, J., & Ash, A. (2024). Environmental Ethics in Tafsir of the Qur'an (Study of Surah Ar-Rum Verse 41 Quraish Shihab's perspective). *Riwayat: Educational Journal of History and Humanities*, 7(3), 1223–1231.
<https://doi.org/10.24815/JR.V7I3.40090>
- Yogananti, A., Yogananti, A. F., Pratama, B. C., & Akrom, A. (2022). Kolaborasi Teori Nielsen dan System Usability Scale (SUS) Usability Game Lokapala. *Journal of Animation and Games Studies*, 8(1), 49–66.
<https://doi.org/10.24821/jags.v8i1.6074>
- Yusuf, M. I. (2021). NILAI-NILAI PENDIDIKAN DALAM AL-QUR'AN (KAJIAN SURAT AL-BAQARAH AYAT 177). *Intelektualita*, 10(01), 2021.
<https://doi.org/10.22373/JI.V10I01.10638>