

**PENENTUAN STATUS BENCANA BANJIR PADA SERIOUS GAME EARLY
WARNING SYSTEM MENGGUNAKAN METODE TECHNIQUE FOR ORDER
PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL
SOLUTION (TOPSIS)**

SKRIPSI

**Oleh :
SHINTA NURIYATUL LAILIYAH
NIM. 200605110018**



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

**PENENTUAN STATUS BENCANA BANJIR PADA SERIOUS GAME EARLY
WARNING SYSTEM MENGGUNAKAN METODE TECHNIQUE FOR
ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL
SOLUTION (TOPSIS)**

SKRIPSI

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

Oleh:
SHINTA NURIYATUL LAILIYAH
NIM. 200605110018

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PENENTUAN STATUS BENCANA BANJIR PADA SERIOUS GAME EARLY WARNING SYSTEM MENGGUNAKAN METODE TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)

SKRIPSI

Oleh:

SHINTA NURIYATUL LAILIYAH
NIM. 200605110018

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 16 Mei 2024

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



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

HALAMAN PENGESAHAN

PENENTUAN STATUS BENCANA BANJIR PADA SERIOUS GAME EARLY WARNING SYSTEM MENGGUNAKAN METODE TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)

SKRIPSI

Oleh:
SHINTA NURIYATUL LAILIYAH
NIM. 200605110018

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

Susunan Dewan Penguji

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

Anggota Penguji I : Roro Inda Melani, S.Kom., M.Sc
NIP. 19780925 200501 2 008

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

Anggota Penguji III : A'la Syaui, M.Kom
NIP. 19771201 200801 1 007

()
()
()
()

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



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shinta Nuriyatul Lailiyah

NIM : 200605110018

Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Penentuan Status Bencana Banjir Pada

Serious Game Early Warning System Menggunakan Metode Technique

For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)

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

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

Malang, 02 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Shinta Nuriyatul Lailiyah

NIM.200605110018

MOTTO

Iso Raiso, Halsu Isseo (할 수 있어)

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

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

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan Skripsi yang berjudul **Penentuan Status Bencana Banjir Pada *Serious Game Early Warning System Menggunakan Metode Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)*** dengan baik dan tepat waktu.

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

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPM, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak dukungan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Fresy Nugroho, M.T selaku Ketua Penguji yang telah memberikan banyak saran dan juga dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Roro Inda Melani, S.Kom., M.Sc selaku dosen penguji II yang telah menguji serta memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen dan Jajaran Staf Program Studi Teknik Informatika yang telah

memberikan banyak bantuan dalam skripsi ini.

8. Kedua orang tua, Bapak Abdul Mu'thi dan Ibu Masrifah, Ibu Lilis serta Kakak Imarotus, Farikh, Fais dan adek via yang telah memberikan dukungan material dan moral kepada penulis untuk secepatnya menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman peminatan game, Namtan, Khalid, Yiqi, Fadilla, Citra, Jiji, teman-teman Crewmate dan Cest serta teman-teman Angkatan 2020 Teknik Informatika "INTEGER" yang telah memberikan banyak arahan dan bantuan baik material maupun dukungan intelektual, serta motivasi dan menemani dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, termasuk izone dan milklove yang lagu-lagunya menemani proses penulisan serta responden yang telah memberikan kontribusi, saran, dan dukungan dalam perjalanan penulisan skripsi ini.
11. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Malang, 10 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pernyataan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Kajian Teori.....	11
2.2.1 Bencana Banjir	11
2.2.2 <i>Serious Game</i>	12
2.2.3 Multi-Criteria Decision Making.....	13
2.2.4 <i>Game User Experience Satisfaction Scale-18 (GUESS-18)</i>	18
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	21
3.1 Analisis dan Perancangan Game	21
3.1.1 Analisis Game	21
3.1.2 Perancangan Game Menggunakan FSM.....	22
3.1.3 Perancangan Antarmuka Game	25
3.1.4 Desain Sistem.....	28
3.2 Rancangan Perhitungan TOPSIS.....	30
3.2.1 Alternatif	30
3.2.2 Kriteria	30
3.2.3 Matriks Keputusan	33
3.2.4 Normalisasi Matriks Keputusan.....	33
3.2.5 Normalisasi Terbobot.....	34
3.2.6 Solusi Ideal Positif dan Negatif.....	34
3.2.7 Menghitung Nilai Pemisah.....	34
3.2.9 Koefisien Terdekat	35
3.3 Rencana Pengujian Sistem	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Implementasi Sistem	38
4.1.1 Implementasi Perhitungan Metode	38
4.1.2 Implementasi Perhitungan TOPSIS.....	39
4.2 Pengujian Sistem	45
4.1.1 Uji Coba Game.....	45
4.3 Pengujian Usability pada Fitur Rekomendasi dalam Game	51
4.4 Integrasi Sains dalam Islam	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Perancangan game menggunakan FSM	23
Gambar 3. 2 Tampilan main menu.....	25
Gambar 3. 3 Tampilan Slider Kriteria.....	25
Gambar 3. 4 Tampilan Skenario Rekomendasi Aman.....	26
Gambar 3. 5 Tampilan Skenario Rekomendasi Siaga.....	26
Gambar 3. 6 Tampilan Skenario Rekomendasi Waspada.....	27
Gambar 3. 7 Tampilan Skenario Rekomendasi Siaga.....	27
Gambar 3. 8 Blok Diagram System	29
Gambar 4. 1 Aman	45
Gambar 4. 2 Siaga	46
Gambar 4. 3 Waspada	46
Gambar 4. 4 Awas.....	46
Gambar 4. 5 uji coba skenario aman.....	47
Gambar 4. 6 uji coba skenario siaga	47
Gambar 4. 7 uji coba skenario awas.....	48
Gambar 4. 8 uji coba skenario waspada.....	48
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Usability/Playability	52
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Narratives.....	53
Gambar 4. 11 Grafik Nilai Play Engrossment	54
Gambar 4. 12 Grafik Nilai Enjoyment.....	55
Gambar 4. 13 Grafik Nilai Creative Freedom.....	56
Gambar 4. 14 Grafik Nilai Audio Aesthetic	57
Gambar 4. 15 Grafik Nilai Personal Gratification	58
Gambar 4. 16 Grafik Nilai Visual Aesthetic.....	59
Gambar 4. 17 Grafik Nilai Visual Aesthetic.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 penelitian terkait.....	9
Tabel 2. 2 Pertanyaan GUESS-18 (Sumber: Keebler et al., 2020)	18
Tabel 3 1 Kriteria.....	31
Tabel 3 2 Perhitungan Pembobotan	31
Tabel 3 3 Ketentuan Nilai Kriteria.....	32
Tabel 3 4 Matriks Keputusan	33
Tabel 3 5 Normalisasi matriks keputusan metode TOPSIS	33
Tabel 3 6 Normalisasi terbobot metode TOPSIS	34
Tabel 3 7 Normalisasi terbobot metode TOPSIS	34
Tabel 3 8 Nilai Pemisah	35
Tabel 3 9 Nilai Koefisien Terdekat.....	35
Tabel 3 10 Pertanyaan Final GUESS-18 (Diolah dari: Keebler et al., 2020)	37
Tabel 4. 1 Weight List.....	39
Tabel 4. 2 Hasil implementasi perhitungan Normalisasi TOPSIS	40
Tabel 4. 3 Hasil implementasi perhitungan Normalisasi Terbobot TOPSIS	41
Tabel 4. 4 Hasil implementasi perhitungan PIS dan NIS TOPSIS	42
Tabel 4. 5 Hasil implementasi perhitungan Jarak	44
Tabel 4. 6 Hasil implementasi perhitungan Nilai Preferensi	44
Tabel 4. 7 Nilai akhir perhitungan	49
Tabel 4. 8 Skor GUESS-18	60

ABSTRAK

Lailiyah, Shinta Nuriyatul. 2024 **Penentuan Status Bencana Banjir Pada Serious Game Early Warning System Menggunakan Metode Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) A'la Syauqi, M.Kom

Kata kunci: *Serious Game*, Banjir, *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution*

Penelitian ini menggunakan metode *Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)* untuk menentukan skenario dalam serious game banjir “*flood disaster*”. Skenario tersebut ditentukan berdasarkan input dari slider yang mencakup Curah Hujan, Tinggi Muka Air, Debit Air, Suhu, Kecepatan angin, Ketinggian lahan dan Luas wilayah. Metode TOPSIS diimplementasikan pada slider dengan nilai 1-3. Terdapat 2187 percobaan input yang mungkin, dengan setiap input memiliki nilai yang berbeda dan skenario yang berbeda seperti aman, siaga, waspada dan awas. Kemudian, dilakukan pengujian usability dengan 33 responden menggunakan Game User Experience Satisfaction Scale-18 (GUESS-18), yang memberikan skor keseluruhan evaluasi sebesar yaitu 44,08 atau 78,7% dari nilai maksimal 56. Dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar player merasa cukup puas dengan apa yang disajikan game ini pada beberapa aspek.

ABSTRACT

Lailiyah, Shinta Nuriyatul. 2024 **Determination of Flood Disaster Status in Serious Game Early Warning System Using Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS) Method.** Undergraduate Thesis. Study Program of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisors: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) A'la Syauqi, M.Kom

Keywords: Serious Game, Flood, Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution

This research uses the Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS) method to determine scenarios in the flood serious game "flood disaster". The scenarios are determined based on inputs from sliders that include Rainfall, Water Level, Water Discharge, Temperature, Wind Speed, Land Height, and Area. The TOPSIS method is implemented on sliders with values ranging from 1-3. There are 2187 possible input experiments, with each input having a different value and different scenarios such as safe, alert, cautious, and warning. Then, usability testing was conducted with 33 respondents using the Game User Experience Satisfaction Scale-18 (GUESS-18), which gave an overall evaluation score of 44.08 or 78.7% of the maximum score of 56. It can be concluded that most players are quite satisfied with what this game presents in several aspects.

مستخلص البحث

ليلي، شينتا نورياتول 2024. تحديد حالة كارثة الفيضان في نظام الإنذار المبكر للألعاب الجادة باستخدام طريقة التفضيل حسب رسالة بكالوريوس. قسم هندسة المعلومات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة (TOPSIS) التشابه مع الحل المثالي M.T (II)، الدكتوراة يونيفا مفتاح العريف (I): مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفون M.Kom، شاوفي

.الكلمات املفتاحية: لعبة جادة، فيضان، طريقة التفضيل حسب التشابه مع الحل المثالي

لتحديد سيناريوهات في لعبة (TOPSIS) تستخدم هذه الدراسة طريقة التفضيل حسب التشابه مع الحل المثالي الفيضان "فيضان ديزاستر". يتم تحديد السيناريوهات بناءً على الإدخالات من المنزلقات التي تشمل الأمطار، ومستوى المياه، على المنزلقات بقم تتراوح TOPSIS وتصريف المياه، ودرجة الحرارة، وسرعة الرياح، وارتفاع الأرض، والمنطقة. يتم تنفيذ طريقة بين 1-3. هناك 2187 تجربة إدخال ممكنة، حيث يحتوي كل إدخال على قيمة مختلفة وسيناريوهات مختلفة مثل السلامة، والتنبيه، والحذر، والتحذير. ثم تم إجراء اختبار لسهولة الاستخدام مع 33 مشاركًا باستخدام مقياس رضا تجربة المستخدم في الألعاب-18 الذي أعطى درجة تقييم عامة بلغت 44.08 أو 78.7% من الدرجة القصوى الممكنة 56. يمكن (GUESS-18) الاستنتاج من ذلك أن معظم اللاعبين راضون تمامًا عما يقدمه هذه اللعبة في عدة جوانب

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sangat mungkin Indonesia mengalami bencana alam. Hampir semua jenis bencana alam pernah terjadi di Indonesia. Bencana alam tidak dapat diprediksi dan dapat terjadi kapan saja. Dalam hal kematian akibat bencana alam, Indonesia berada di urutan kelima. Bencana alam yang dimaksud meliputi angin topan, banjir, letusan gunung berapi, tsunami, gempa bumi, dan kekeringan...

Di Indonesia dan juga di belahan dunia lainnya, banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi. Indonesia merupakan negara yang paling rentan terhadap banjir antara tahun 2007 dan 2011. Menurut data dari Pusat Penelitian Epidemiologi Bencana, Indonesia menduduki peringkat ketiga dalam hal jumlah banjir yang terjadi dan jumlah korban jiwa akibat banjir.. (bnu nugroho, 2020). Dampak banjir tidak hanya merugikan dari segi kerusakan fisik dan material, tetapi juga dapat berdampak pada kehidupan manusia, termasuk kehilangan nyawa, penyakit, kerusakan lingkungan, dan dampak sosial ekonomi yang serius (Budiharjo et al., 2022). Oleh karena itu perlunya pendidikan kepada masyarakat tentang banjir dan detail tentang peringatan status banjir. Itu konsisten dengan firman Allah dalam QS. Al-Qamar: 12

وَوَجَّزْنَا الْأَرْضَ عُيُونًا فَالْتَقَى الْمَاءُ عَلَى أَمْرٍ قَدْ قُدِرَ

“Dan kami jadikan bumi menyemburkan mata-mata air maka bertemulah (air-air) itu sehingga (meluap menimbulkan) keadaan (bencana) yang telah ditetapkan.”(QS.Al-Qamar : 12)

Tafsir dari ayat di atas, Rencana Allah untuk melepaskan sumber-sumber air di bumi menghasilkan banjir besar. Ayat ini berbicara tentang banjir yang terjadi pada zaman Nuh. Namun frasa pada bait sebelumnya dan beberapa kata pertama dari ayat di atas menunjukkan siklus air, yang menggambarkan bagaimana air hujan meninggalkan tanah dan kembali menjadi mata air.. Selain itu, kami mengubah Bumi menjadi sumber mata air. Karena dahsyatnya peristiwa itu, air turun dari langit dan menyembur dari bumi, menimbulkan keadaan dan bencana yang dimaksudkan untuk menghukum. kaum yang mengingkari rasulnya.

Dengan demikian, banjir termasuk bencana alam yang memang sudah ditetapkan pada alquran oleh karena itu pentingnya edukasi tentang pencegahan banjir kepada masyarakat. Sehingga dari identifikasi permasalahan di atas, penulis mengusulkan solusi sistem game edukatif melalui *serious game* yang memiliki sistem peringatan dini (*early warning system*) dalam menghadapi status banjir. Melalui pengembangan *serious game* ini terdapat elemen pemilihan *early warning system* status bencana banjir.

Serious game sendiri merupakan genre game yang memuat aplikasi teknologi interaktif yang mempunyai fungsi lebih luas dibandingkan game biasa. Didalamnya dapat berisi pelatihan, eksplorasi kebijakan, analitik, visualisasi, simulasi, pendidikan, militer maupun kesehatan (Arif, 2022) Dengan banyaknya komponen peringatan dini status banjir, bentuk permainan ini dimaksudkan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik kepada para pemain tentang edukasi status banjir dan membantu mencegah banjir. Ketika bencana banjir terjadi,

masyarakat dapat secara efektif terlibat dalam proses pengambilan keputusan terkait kesiapsiagaan dan tindakan mitigasi dengan menggunakan sistem peringatan dini banjir dalam permainan serius..Dengan mengembangkan sebuah *serious game* yang mampu memberikan pengalaman interaktif dan mendalam kepada pemain dalam menghadapi situasi bencana banjir. *Serious game* ini akan menggabungkan pemilihan status banjir dengan simulasi banjir dalam suatu lingkungan virtual yang realistis. Permainan tidak hanya menyajikan tantangan dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi banjir tetapi juga mengajarkan pemain untuk membuat keputusan yang rasional dan tepat dalam kondisi darurat (Nurhayati & Arif, 2023). Sebuah sistem dengan pengambilan keputusan otomatis diperlukan untuk pengembangan game yang serius. Untuk memberikan sistem peringatan dini berdasarkan tingkat status banjir yang sesuai, sistem ini sangat penting. Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System, DSS) merupakan salah satu teknik yang dapat diterapkan dalam sistem pengambilan keputusan ini.

Alat berbasis komputer interaktif yang disebut sistem pendukung keputusan (DSS) membantu para pengambil keputusan memecahkan masalah yang tidak terstruktur dengan memanfaatkan data dan model.. (Pratiwi, 2020) Metode TOPSIS sesuai untuk digunakan dalam konteks pengambilan keputusan pada penelitian ini karena konsepnya yang lugas dan mudah dimengerti, serta dapat mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang lugas.. (Kristiana, 2018). Berdasarkan alasan di atas, diharapkan bahwa keputusan yang dibuat menggunakan metode TOPSIS akan lebih objektif,

memberi tahu masyarakat tentang status banjir dan membantu mengurangi masalah. Metode Pengaturan Pilihan Berdasarkan Kemiripan dengan Solusi Ideal (TOPSIS) adalah teknik di mana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya berada di dekat solusi ideal positif tetapi juga di dekat solusi ideal negatif. (Adianto et al., 2017). Sebuah penelitian sebelumnya tentang sistem pendukung keputusan dengan metode topsis telah dilakukan untuk menentukan lokasi grosir pulsa oleh (Kristiana, 2018). Hasil perhitungan yang dilakukan secara manual oleh penulis dapat membantu dalam memecahkan masalah pemilihan lokasi grosir pulsa dengan menggunakan sistem pendukung keputusan menggunakan metode topsis..

Dengan adanya DSS berbasis TOPSIS, sistem dapat secara otomatis menghasilkan tingkat status banjir yang akurat berdasarkan situasi dalam permainan, sementara tetap menjaga perhitungan yang sederhana dan komputasi yang tidak membebani. Hal ini memungkinkan pemain untuk mendapatkan pengalaman bermain yang menarik, informatif, dan tidak terganggu oleh kompleksitas perhitungan. Sebagai hasilnya, permainan *serious game* ini dapat lebih efektif dalam menyampaikan pesan edukatif dan meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap banjir dan bencana sejenisnya.

Dengan menggabungkan konsep *serious game* dan metode TOPSIS sebagai keputusan otomatis dalam pemilihan status banjir, skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem peringatan dini banjir yang memanfaatkan aspek edukatif dan interaktif dari *serious game* serta keakuratan metode TOPSIS dalam menentukan status bencana banjir. Penelitian ini akan memberikan kontribusi berharga dalam pengembangan teknologi informasi yang dapat

meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap risiko banjir dan kesiapsiagaan dalam menghadapinya, sambil memberikan pandangan baru dalam pemanfaatan teknologi dalam konteks mitigasi bencana banjir.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan informasi latar belakang yang diberikan pada bab sebelumnya, masalah penelitian ini dapat dijelaskan dengan dibutuhkanannya sistem yang mampu secara otomatis menentukan skenario status banjir pada *serious game early warning system*.

1.3 Batasan Masalah

Selain itu, masalah penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:.

1. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan keputusan diantaranya Curah Hujan, Tinggi Muka Air, Debit Air, Suhu, Kecepatan angin, Ketinggian lahan dan Luas wilayah
2. Variabel alternatif yang akan diteliti adalah status banjir mengenai aman, waspada, siaga, dan awas.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengembangkan sistem yang dapat secara otomatis mengidentifikasi skenario status bencana banjir dalam sistem peringatan dini serious game adalah tujuan utama dari penelitian ini..

1.5 Manfaat Penelitian

Peneliti ingin penelitian ini dapat mempermudah masyarakat/*player* untuk memilih skenario status bencana banjir yang akan digunakan dalam bermain sehingga mendapatkan edukasi mitigasi bencana banjir.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Menurut studi ((Darwiyanto et al., 2017) menggunakan metode *Weight Product* (WP) yang digunakan untuk memodifikasi perangkat lunak yang ada untuk pemetaan zona banjir di Kabupaten Bandung, sehingga fleksibel untuk memperbarui data kabupaten (kecamatan) terbaru. Metode Produk Tertimbang dipilih untuk mengklasifikasikan zona banjir berdasarkan kriteria seperti tingkat curah hujan, ketinggian, lereng, limpasan sungai, dan permukaan tanah. Studi ini menggunakan data dari 276 desa dan BPBD, BPS, dan Bappeda. menerapkan metode menggunakan QGIS. Hasilnya menunjukkan akurasi 68% di kelas sangat tinggi dan 80,4% di kelas tinggi zona berpotensi banjir.

Penelitian juga pernah dilakukan oleh (Arif et al., 2021) yang membahas tentang *An Automatic Scenario Control in Serious Game to Visualize Tourism Destinations Recommendation*. Permainan serius dalam penelitian ini berfokus pada perjalanan di tujuan wisata tertentu dan mengundang pemain untuk berkeliling tujuan ini sesuai dengan rekomendasi dan keinginan mereka. Skenario permainan dirancang menggunakan Mesin Status Terbatas *Hierarchical* untuk menerjemahkan cerita yang didasarkan pada kesulitan sesuai dengan jenis atraksi yang ada di lokasi wisata. Pada tahap pemilihan skenario, metode *Dynamic Weight Topsis* digunakan untuk memilih skenario yang paling sesuai dengan harapan pemain dan karakteristik tujuan wisata. Tahap implementasi permainan pariwisata yang serius dengan konten destinasi wisata di Mojokerto,

Indonesia. Hasil pilihan skenario dipengaruhi oleh pilihan bulan kunjungan wisatawan, harapan pemain dari tujuan wisata, dan masukan alternatif dari sistem pemberi rekomendasi

Menurut (Adli & Rani, 2020) melakukan penelitian tentang Wasiban: Gim yang dirancang untuk meningkatkan kesadaran dan kesadaran akan banjir adalah jurnal yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan kesiapan mereka untuk menghadapi bencana banjir. di antara penduduk. Permainan ini mencakup berbagai aspek banjir, termasuk tindakan pencegahan, tanda-tanda banjir, persiapan yang diperlukan, penyakit yang mungkin terjadi selama banjir, dan pertolongan pertama bagi korban banjir. Studi serupa telah menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan dapat secara efektif meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang risiko banjir dan langkah-langkah pencegahan.

Pada Penelitian (D'Amico et al., 2023) yang berisi tentang Aplikasi *game serious reality virtual non-immersif* untuk pelatihan keselamatan banjir. Studi ini mengusulkan aplikasi *game serious reality virtual non-immersif* (VR SG) untuk pelatihan keselamatan banjir di lingkungan perkotaan. Aplikasi VR SG terdiri dari beberapa modul yang dapat digabungkan untuk membuat alur cerita dan tujuan pelatihan yang berbeda. Aplikasi ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan keselamatan pengguna jika terjadi banjir. Tes evaluasi menggunakan kuesioner menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam efikasi diri dan pengetahuan keselamatan setelah pengalaman VR. Studi ini menunjukkan potensi VR SG dalam meningkatkan kesadaran dan kesiapan pengguna untuk keadaan darurat

banjir. Aplikasi VR SG juga menunjukkan kesamaan antara perilaku dunia nyata dan pilihan yang dibuat di lingkungan virtual, menunjukkan potensinya untuk mendukung pengembangan dan validasi simulator evakuasi banjir.

Pada Penelitian (Tsai et al., 2020) yang berjudul *Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: the case of Battle of Flooding Protection* menjelaskan ini tentang efek dari paket pembelajaran berbasis permainan yang serius untuk pendidikan pencegahan bencana, yang secara khusus berfokus pada kasus Pertempuran Perlindungan Banjir. Para peneliti mengembangkan permainan serius yang disebut *Battle of Flooding Protection*, yang mengintegrasikan pengetahuan dasar pencegahan banjir dan pengalaman masa lalu. Paket pembelajaran terdiri dari tiga siklus pembelajaran, masing-masing menggabungkan eksperimen aktif, pengalaman konkret, observasi reflektif, dan tahap konseptualisasi abstrak. Penelitian ini menemukan bahwa paket pembelajaran tiga siklus memiliki pengaruh positif pada minat siswa dalam belajar, keterampilan pencegahan bencana, kesadaran diri, dan tanggung jawab kewarganegaraan. Permainan ini efektif dalam memicu minat siswa dalam pencegahan bencana dan meningkatkan kesediaan mereka untuk terlibat dalam kegiatan pencegahan bencana.

Tabel 2. 1 Penelitian terkait

Penulis	Topik	Metode	Subjek
(Darwiyanto et al., 2017)	Aplikasi GIS Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir Wilayah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode <i>Weighted Product</i>	<i>Weighted Product</i>	Pendekatan produk tertimbang digunakan di Kabupaten Bandung untuk menentukan tingkat kerentanan banjir.. Metode yang digunakan digunakan untuk mengklasifikasikan zona banjir di Kabupaten Bandung dan

Penulis	Topik	Metode	Subjek
			menghasilkan akurasi 68% di kelas sangat tinggi dan 80,4% di zona berpotensi banjir kelas tinggi
(Arif et al., 2021)	<i>An Automatic Scenario Control in Serious Game to Visualize Tourism Destinations Recommendation</i>	Dengan menggunakan teknik TOPSIS	Penelitian ini menerapkan metode TOPSIS yang digunakan untuk untuk menentukan skenario dan visual destinasi turis rekomendasi
(Adli & Rani, 2020)	Wasiban: Gim Edukasi untuk Meningkatkan Kewaspadaan dan Kesiagaan Terhadap Banjir	model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, Evaluasi) untuk desain dan pengembangan permainan edukasi Wasiban	Penelitian ini menerapkan metode model ADDIE bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan kesiapan penduduk untuk menghadapi bencana banjir..
(D'Amico et al., 2023)	<i>A non-immersive virtual reality serious game application for flood safety training</i>	menggunakan kombinasi metodologi, termasuk pengembangan aplikasi VR SG non-imersif, uji laboratorium, dan analisis data, untuk menyelidiki efektivitas aplikasi pelatihan keselamatan.	Penelitian tentang kombinasi Virtual Reality (VR) dan Serious Games (SG) untuk membuat aplikasi VR SG non-imersif untuk pelatihan keselamatan banjir
(Tsai et al., 2020)	<i>Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: the case of Battle of Flooding Protection</i>	Experiential Learning Cycle (ELC)	Penelitian tersebut tentang ini tentang efek dari paket pembelajaran berbasis permainan yang serius untuk pendidikan pencegahan bencana, yang secara khusus berfokus pada kasus Pertempuran Perlindungan Banjir
Usulan penelitian	Penentuan Status Bencana Banjir pada Serious Game <i>Early Warning System</i> Menggunakan Metode <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i> (TOPSIS)	TOPSIS	Penelitian tersebut tentang penentuan status banjir seperti waspada, awas dan siga pada implementasi serious game bencana banjir menggunakan metode topsis

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Bencana Banjir

Bencana adalah kondisi yang sangat serius yang muncul dalam waktu singkat, tetapi memiliki konsekuensi yang sangat berbahaya dan permanen pada masyarakat manusia. Bencana alam dan bencana buatan adalah dua kategori utama bencana.. (Dubey & Katarya, 2021)

Pemanasan global menyebabkan perubahan iklim dan cuaca ekstrem yang meningkatkan tingkat bencana alam seperti banjir. Salah satu bencana yang paling sering terjadi, banjir telah menyebabkan banyak kerugian bagi kehidupan, termasuk ekonomi dan sektor pertanian. (Zhu et al., 2019)

Banjir menjadi ancaman serius bagi masyarakat dan perlu segera diatasi, terutama bagi mereka yang tinggal di daerah aliran sungai di mana bencana ini sering terjadi.. Ketika curah hujan tinggi, banjir terjadi, yang menyebabkan peningkatan debit dan muka air yang tinggi serta memperburuk sistem drainase yang buruk. Kapasitas sungai yang menurun karena sedimentasi, kesalahan dalam perencanaan tata ruang, dan sempadan di sekitar sungai adalah faktor lain yang menyebabkan banjir. Saat ini, daerah resapan mengalami pengerasan, dan banyak bangunan liar berdiri di tepi sungai.. (Moosakhaani et al., 2021)

Sejarah DKI Jakarta menunjukkan bahwa banjir telah menjadi masalah yang sering terjadi sejak lama. Wilayah tersebut kembali dilanda banjir besar pada tahun 2013, yang menewaskan 20 orang dan memaksa 33.500 orang mengungsi. Bencana ini terjadi saat Gubernur Joko Widodo menjabat. Pada tahun 2013,

tanggul yang jebol di daerah Kali Cipinang menyebabkan banjir yang merendam pusat kota, termasuk kawasan Sudirman dan Bundaran Hotel Indonesia (HI). Perkiraan kerugian adalah sekitar Rp20 triliun..(Muhammad & Aziz, 2020)

Dengan kekhawatiran terhadap bencana banjir semakin meningkat dari tahun ke tahun, tindakan edukasi mitigasi yang efektif diperlukan untuk mencegah dan mendeteksi banjir sejak dini. Faktor-faktor seperti kondisi banjir siaga, waspada, dan awas harus diperhatikan. Peringatan dini diberikan kepada masyarakat untuk memberi mereka kesempatan untuk mempersiapkan diri untuk menyelamatkan diri dari bencana banjir yang mungkin terjadi. (Ir. Sarwono, CES, 2014). Mitigasi adalah tindakan yang dilakukan untuk mengurangi dampak bencana. Mitigasi struktural berkonsentrasi pada pengurangan dampak bencana secara fisik, sedangkan mitigasi nonstruktural bertujuan untuk mengurangi bencana melalui peraturan, kesadaran, dan kebijakan...(Nurwulandari, 2016)

Peraturan Menteri PU No. 63 Tahun 1993 dan Peraturan RI No. 38 Tahun 2011 (Pasal 9), masing-masing menetapkan bahwa sempadan sungai adalah kawasan lindung yang tidak boleh dihuni oleh struktur besar.. (Wardiningsih & Salam, 2019).

2.2.2 *Serious Game*

Menurut (Udjaja & Ramdhan, 2023) *serious game* adalah *game* yang dirancang dengan tujuan memecahkan masalah dunia nyata, bukan hanya menyediakan hiburan. Permainan ini bertujuan untuk mengatasi masalah atau tantangan tertentu dengan cara yang menyenangkan dan menarik. Game serius dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk pendidikan, pelatihan,

perawatan kesehatan, dan dampak sosial. Mereka menggabungkan elemen *gameplay* dengan konten pendidikan atau informasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif. *Game serious* sering kali menggabungkan kerangka kerja yang mencakup komponen seperti model game, model pemain, model pengetahuan, dan desain game untuk memastikan pembelajaran dan keterlibatan yang efektif. Permainan ini juga dapat memanfaatkan kecerdasan buatan dan teknologi imersif untuk meningkatkan pengalaman belajar dan memberikan bimbingan dan dukungan kepada pemain.

Menurut (Arif et al., 2022) *serious game* merupakan genre *game* yang memuat aplikasi teknologi interaktif yang mempunyai fungsi lebih luas dibandingkan game biasa. Didalamnya dapat berisi pelatihan, eksplorasi kebijakan, analitik, visualisasi, simulasi, pendidikan, militer maupun kesehatan

2.2.3 Multi-Criteria Decision Making

Multi Criteria Decision Making (MCDM) adalah salah satu teknik yang paling banyak digunakan untuk mengambil keputusan. Tujuan MCDM adalah untuk mengidentifikasi pilihan terbaik di antara berbagai pilihan yang menguntungkan dan saling terpisah dengan mengevaluasi kinerja keseluruhan masing-masing dalam kaitannya dengan sejumlah kriteria (atau atribut) yang telah ditetapkan oleh pengambil keputusan... (Tzeng & Huang, 2011)

Dalam MCDM ini proses penentuan keputusan terdiri dari beberapa langkah, yaitu menentukan tujuan utama, membuat sistem kriteria utama yang digunakan untuk menilai alternatif, membuat alternatif yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan, mengevaluasi bagaimana setiap kriteria mempengaruhi

fungsi pengambilan keputusan, dan pembuat keputusan harus menekankan pentingnya setiap kriteria dibandingkan dengan pendekatan lain untuk membuat keputusan. Saat ini, pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) telah banyak dikembangkan untuk membantu memilih alternatif dengan banyak kriteria. Di antara metode MCDM yang paling umum digunakan adalah metode TOPSIS. Seiring berjalannya waktu metode dalam MCDM juga semakin bertambah dan bervariasi (Palilingan, 2020). Ada banyak teknik MCDM yang tersedia untuk mengatasi masalah ini. Simple Additive Weighting (SAW), Weighted Product (WP), Analytical Hierarchy Process (AHP), TOPSIS, Promethee, ELECTRE, Oreste, Entropy, dan metode-metode lainnya adalah beberapa di antaranya.

Dalam penelitian (Dwitama, 2019) telah menemukan bahwa hasil perbandingan dari berbagai metode MCDM dapat berbeda-beda meskipun digunakan untuk menangani masalah yang sama dengan data yang sama. Oleh karena itu, penelitian sebelumnya tidak memberikan jaminan yang kuat bahwa metode yang diuji akan sesuai dengan masalah dan data yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan selanjutnya, terutama dalam kasus di mana masalahnya sama tetapi datanya berbeda. Ini menunjukkan bahwa pengambil keputusan harus di tengah kesulitan memilih metode MCDM, Para peneliti sebelumnya telah melakukan berbagai percobaan untuk mengembangkan metode yang dapat digunakan dalam pemilihan metode MCDM. Dalam metode ini, berbagai metode pengambilan keputusan dianggap sebagai alternatif, dan hasil perbandingan dari metode tersebut dianggap sebagai nilai responsnya. Untuk

ilustrasi, Chakraborty menggunakan pendekatan simulasi untuk membandingkan hasil perangkingan antara model hybrid SAW. Tujuannya adalah untuk menentukan konsistensi peringkat nilai. Selanjutnya, dengan menggunakan pendekatan Rank Similarity berdasarkan Koefisien Korelasi Rank Spearman, Chakraborty dan Yeh melakukan pemilihan metode MADM; Simanaviciene membuat Sistem Pendukung Keputusan melalui penerapan Analisis Sensitivitas; dan Celen menilai dampak proses normalisasi terhadap hasil pemeringkatan model hibrida metode TOPSIS dengan Analisis Konsistensi, dengan menggabungkan.

Salah satu teknik dalam pendekatan Multi-Criteria Decision Making adalah *Technique Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), yang beroperasi dengan prinsip bahwa untuk mengidentifikasi solusi optimal, alternatif yang dipilih haruslah alternatif yang paling dekat dengan solusi ideal positif dan alternatif yang paling jauh dari solusi ideal negatif. (Palilingan, 2020). Pada intinya, metode TOPSIS membandingkan beberapa pilihan sesuai dengan serangkaian kriteria yang telah ditentukan. Tujuannya adalah untuk menemukan pilihan dalam ruang kriteria yang paling jauh dari solusi ideal negatif dan paling dekat dengan solusi ideal positif. (Ibrahim, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan (Safitri et al., 2022) Metode TOPSIS ini mencari alternatif yang sedekat mungkin dengan Solusi Ideal Positif (PIS) dan sejauh mungkin dengan Solusi Ideal Negatif (NIS) ketika mengimplementasikan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Jika NIS merupakan kombinasi dari nilai minimum dari setiap kriteria yang sama, maka PIS merupakan kombinasi dari

nilai maksimum dari setiap kriteria yang akan dimaksimalkan.. *Query* sistem basis data dan penerapan metode TOPSIS ini digunakan sebagai sebagai strategi utama untuk menemukan cara yang lebih efisien dalam menjalankan *query* dan menghasilkan jawaban yang tepat dalam konteks Sistem Pendukung Keputusan (SPK).

Metode TOPSIS ini biasanya digunakan dalam metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) untuk menentukan alternatif berdasarkan jarak terpanjang dari nilai NIS dan nilai PIS. Metode TOPSIS terdiri dari enam tahapan, yaitu:

Proses pertama adalah membuat matriks keputusan D , yang biasanya disebut sebagai matriks keputusan pada matriks A . Matriks ini menampilkan seluruh informasi, dengan i baris (m —alternatif) dan j kolom (n —kriteria). Tahap pertama menggunakan rumus berikut::

$$D = (x_{ij})_{m \times n} \quad (2.1)$$

Pada tahap kedua, atribut penting—parameter dependen dan parameter independen—diidentifikasi; hal ini dilakukan secara primer. Secara umum, parameter dependen ingin maksimalisasi karena dianggap paling diinginkan, sedangkan parameter independen ingin minimalisasi karena dianggap paling tidak diinginkan. X_{ij} adalah nilai asli matriks keputusan, dan R_{ij} adalah nilai normalisasinya. Tahap pertama menggunakan rumus berikut.:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \left(\frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \right)_{m \times n} \quad (2.2)$$

Membangun matriks keputusan ternormalisasi berbobot—juga dikenal sebagai matriks V —adalah tahap ketiga. Matriks keputusan ternormalisasi berbobot dibuat dengan perkalian silang bobot individu dengan masing-masing kolom matriks keputusan ternormalisasi. Dalam kasus ini, W_j berfungsi sebagai bobot kriteria, dan N_{ij} berfungsi sebagai representasi matriks yang sudah dinormalisasi. Selanjutnya, bobot (W_j) masing-masing kriteria didasarkan pada keahlian. Tahap pertama menggunakan rumus berikut.:

$$V = (v_{ij})_{m \times n} = (w_j * r_{ij})_{m \times n} \quad (2.3)$$

Pada tahap keempat, solusi positif ideal (PIS) dan solusi negatif ideal (NIS) harus ditemukan. Solusi ideal positif dan negatif dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4 dan 2.5. Faktor ini memiliki nilai $J = 1, 2, 3, \dots, n$, dengan J terkait dengan kriteria manfaat dan $J' = 1, 2, 3, \dots, n$. Dalam konteks minimalisasi, solusi ideal positif (V_j^+) dipertimbangkan, sedangkan solusi ideal negatif (V_j^-) dipertimbangkan dalam konteks maksimalisasi. Tahap pertama menggunakan rumus berikut.:

$$v_j^+ = \{(^{\max}_i v_{ij} | j \in J_b), (^{\max}_i v_{ij} | j \in J_c) | i \in [1..m]\} \quad (2.4)$$

$$v_j^- = \{(^{\max}_i v_{ij} | j \in J_b), (^{\max}_i v_{ij} | j \in J_c) | i \in [1..m]\} \quad (2.5)$$

Pada tahap kelima yaitu proses menghitung ukuran pemisahan dari (s_i^+ dan s_i^-). Rumus yang digunakan pada tahap pertama sebagai berikut:

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad \forall i \in [1..m] \quad (2.6)$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad \forall i \in [1..m] \quad (2.7)$$

Proses terakhir adalah menemukan koefisien kedekatan (CCi). Nilai CCi dan jarak dengan solusi akhir akan menentukan alternatif terbaik. Koefisien kedekatan relatif dapat dihitung untuk masing-masing alternatif yang telah ditentukan dengan menggunakan rumus 2.8 yang diberikan di bawah ini.:

$$CCi = \frac{s_i^-}{(s_i^+ + s_i^-)} \forall i \in [1..m] \quad (2.8)$$

2.2.4 Game User Experience Satisfaction Scale-18 (GUESS-18)

GUESS-18 adalah salah satu instrumen penilaian yang dikembangkan untuk mengukur kepuasan bermain player. GUESS-18 sendiri dikembangkan untuk digunakan di berbagai genre permainan, seperti *serious game*, game simulasi, role player, dan sebagainya. Terdapat 9 aspek yang diujikan dengan 2 item pertanyaan untuk setiap aspek yang terdapat pada Tabel 2.2 dan dinilai menggunakan skala likert 7-point (Keebler et al., 2020)

Tabel 2. 2 Pertanyaan GUESS-18 (Sumber: Keebler et al., 2020)

Aspek	Kode	Pertanyaan
Usability/Playability	U1	<i>I find the controls of the game to be straightforward</i>
	U2	<i>I find the game's interface to be easy to navigate</i>
Narratives	N1	<i>I am captivated by the game's story from the beginning</i>
	N2	<i>I enjoy the fantasy or story provided by the game</i>
Play Engrossment	PE1	<i>I feel detached from the outside world while playing the game</i>
	PE2	<i>I do not care to check events that are happening in the real world during the game</i>
Enjoyment	E1	<i>I think the game is fun</i>
	E2	<i>I feel bored while playing the games (REVERSE CODE)</i>
Creative Freedom	CF1	<i>I feel the game allows me to be imaginative</i>
	CF2	<i>I feel creative while playing the game</i>
Audio Aesthetic	AA1	<i>I enjoy the sound effects in the game</i>
	AA2	<i>I feel the game's audio (e.g., sound effects, music) enhances my gaming experience</i>
Personal Gratification	PG1	<i>I am very focused on my own performance while playing the game</i>
	PG2	<i>I want to do as well as possible during the game</i>

Social Connectivity	SC1	<i>I find the game supports social interaction (e.g., chat) between players</i>
	SC2	<i>I like to play this game with other players</i>
Visual Aesthetic	VA1	<i>I enjoy the game's graphics</i>
	VA2	<i>I think the game is visually appealing</i>

Pada Tabel 2.2, terdapat 9 aspek yang dimuat di dalam model GUESS-18 (Phan et al., 2016):

1. *Usability/Playability*, terkait kemudahan dalam bermain game yang kejelasan objektif permainan serta minimnya kesalahan dalam kontrol dan *user interface*.
2. *Narratives*, terkait cerita di dalam game yang mampu menarik perhatian dan membentuk emosi *player*.
3. *Player Engrossment*, terkait kemampuan game menarik perhatian dan minat *player*
4. *Enjoyment*, terkait kesenangan *player* terhadap game.
5. *Creative Freedom*, terkait bagaimana game dapat mendorong kreativitas dan rasa penasaran *player* serta membiarkan mereka untuk bebas berekspresi selama bermain
6. *Audio Aesthetic*, terkait bagaimana audio di dalam game meningkatkan pengalaman bermain.
7. *Personal Gratification*, terkait aspek di dalam game yang mendorong keinginan *player* untuk berhasil dan terus bermain.
8. *Social Connectivity*, terkait fitur yang mendukung *player* untuk bersosialisasi dengan *player* lain
9. *Visual Aesthetic*, terkait seberapa menariknya tampilan grafis di dalam game.

GUESS-18 merupakan pengembangan dari versi sebelumnya yang memiliki 55 pertanyaan sehingga membuatnya menjadi lebih kompleks dan membutuhkan waktu pengisian yang lama (Keebler *et al.*, 2020). Kemudian, GUESS-18 dikembangkan sebagai alternatif yang dapat digunakan untuk mempersingkat waktu pengisian oleh responden. Perhitungan skor akhir dari GUESS-18 merupakan jumlah dari rata-rata subskala. Pada 9 aspek pengujian, nilai minimal dari skor GUESS-18 adalah 9 dan nilai maksimalnya adalah 63. Semakin skor mendekati nilai maksimal maka semakin tinggi tingkat kepuasan *player* terhadap *game*.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Analisis dan Perancangan Game

Pada bab ini, kita akan menjelaskan tahapan penting dalam pengembangan game edukasi berbasis *serious game* dengan integrasi metode *Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* dalam menentukan status banjir. Tahapan ini melibatkan analisis yang mendalam tentang elemen-elemen yang dibutuhkan dalam permainan dan perancangan strategi penggunaan metode TOPSIS.

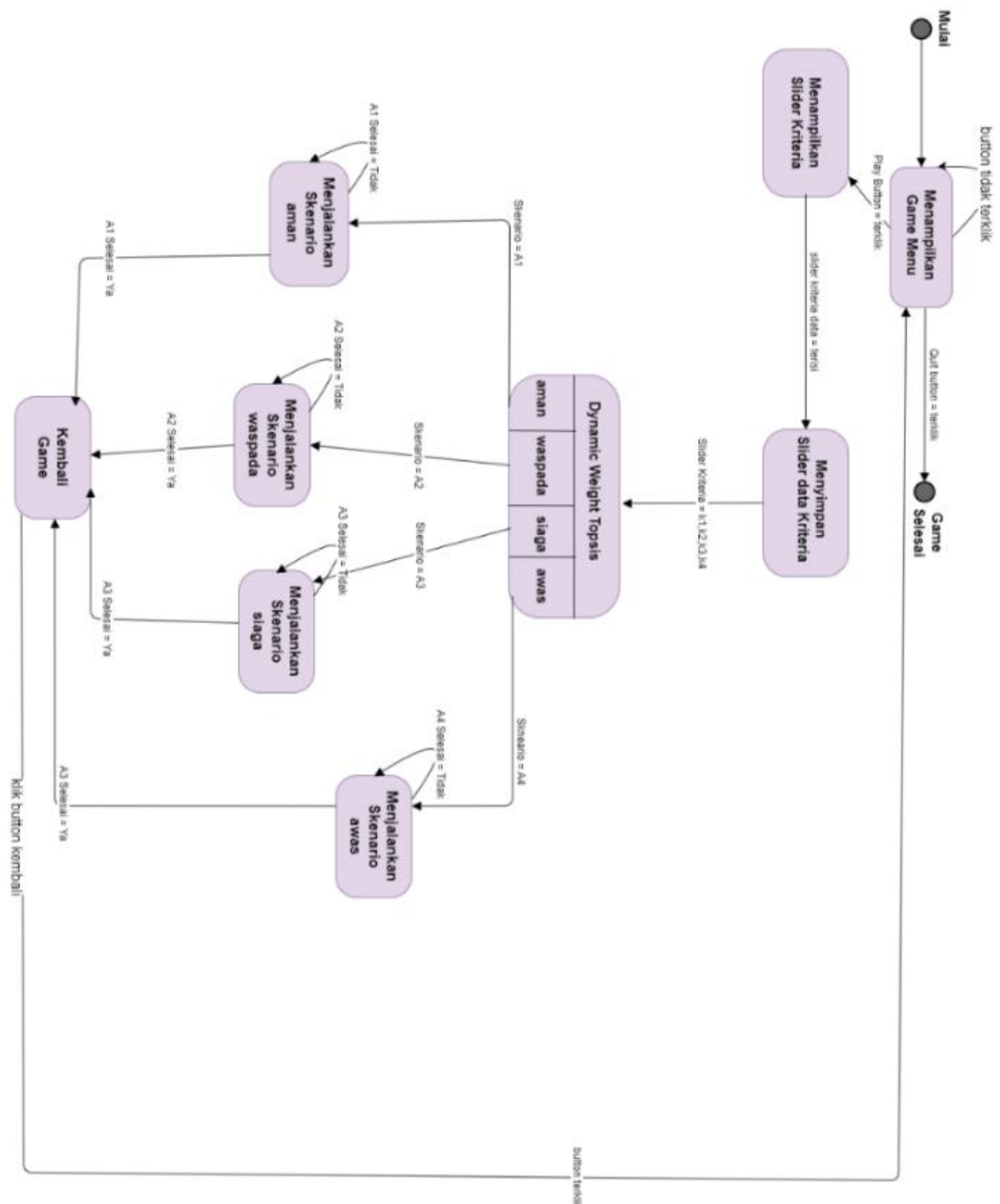
3.1.1 Analisis Game

Game "*Flood Disaster*" merupakan sebuah permainan tiga dimensi dengan genre *serious game* yang dirancang dengan tujuan pendidikan tentang bencana banjir. Dalam permainan ini, pengguna dapat memasukkan parameter-parameter mitigasi, seperti Curah Hujan, Tinggi Muka Air, Debit Air, Suhu, Kecepatan angin, Ketinggian lahan dan Luas wilayah. Sistem dalam permainan akan menghasilkan sistem peringatan dini (*early warning system*) yang akan memberikan informasi mengenai tingkat keamanan situasi yang telah diinput. Sistem peringatan dini ini akan memberikan klasifikasi situasi berdasarkan parameter-parameter yang dimasukkan, sehingga pengguna dapat memahami apakah situasi tersebut aman, perlu waspada, atau bahkan dalam kondisi yang memerlukan perhatian khusus. Dengan demikian, permainan ini bertujuan untuk

memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi bencana banjir dan pentingnya mitigasi dalam menghadapinya.

3.1.2 Perancangan Game Menggunakan FSM

Dalam merancang game "*Flood Disaster*", para peneliti memilih untuk menggunakan Finite State Machine (FSM) karena salah satu keuntungan utamanya adalah kemampuannya untuk mengelola aplikasi yang relatif besar dengan menggunakan sejumlah kecil item keadaan. FSM digunakan untuk menangani implementasi game, sistem menu, serta alur dan aturan game secara umum. FSM memungkinkan peneliti untuk memodelkan perilaku berbagai elemen dalam game, mulai dari karakter hingga objek lingkungan, dengan cara yang terstruktur dan mudah dipahami.. Gambar 3.1 menunjukkan perancangan FSM dalam game "*Flood Disaster*", yang memberikan gambaran visual tentang bagaimana berbagai keadaan dan transisi antara keadaan-keadaan tersebut diimplementasikan dalam game tersebut. Dengan menggunakan FSM, pengembang game dapat mengelola kompleksitas game dengan lebih efisien dan mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi selama pengembangan dan implementasi.FSM secara efisien mampu menjelaskan dengan detail dan mudah dipahami untuk orang lain ,urutan dari setiap trnsisi juga dijelaskan dengan detail dan terarah membuat orang yang melihat tidak kebingungan arah dari game yang ingin dijelaskan ini .Pada gambar 3.1 dijelaskan bagaimana alur dari game "*Flood disaster*" dan detail scene serta apa saja yang bisa dilakukan dalama menjalankan permainan tersebut.



Gambar 3.1 Perancangan game menggunakan FSM

Gambar 3.1 merujuk pada aspek yang menguraikan aturan umum dalam perjalanan permainan, yang dimulai dari awal permainan, pengumpulan data melalui interaksi dengan pemain menggunakan slider, pemilihan skenario

berdasarkan metode TOPSIS, penerapan skenario dan opsi yang dipilih. Desain permainan FSM ditunjukkan pada Gambar 3.1. Desain ini mencakup beberapa state, seperti tampilan menu permainan, tampilan slider, penyimpanan data slider, pemilihan alternatif A1-A4 berdasarkan topsis, dan eksekusi skenario A1-AA4.

Pada *game* nantinya akan muncul tampilan menu game merupakan fase awal saat *player* menjalankan game untuk pertama kali. Selanjutnya sistem menjalankan state yang menampilkan slider kriteria mitigasi adanya banjir untuk mengumpulkan informasi tentang karakteristik keadaan dalam sebuah kota sebagai masukan untuk proses sistem *state recommender*. Sistem rekomendasi menghasilkan empat rekomendasi teratas untuk status banjir dalam bentuk *early warning system* alternatif A1 – A4. Rekomendasi ini adalah empat peringkat tertinggi status banjir. Empat rekomendasi tertinggi juga dianggap sebagai *player* yang paling sesuai berdasarkan hasil perhitungan sistem rekomendasi proses sebelumnya, yang mempertimbangkan kesamaan preferensi pengguna dan penilaian status banjir dengan data pengguna sebelumnya. Pada saat yang sama, peringkat 4 teratas yang direkomendasikan adalah mempersempit pilihan yang paling cocok untuk player.

Sistem juga menjalankan *state* yang menampilkan kriteria mitigasi banjir, mencoba mendapatkan data ekspektasi *player* tentang kondisi banjir. Kemudian, keadaan menyimpan player ekspektasi menghasilkan bobot ekspektasi, di mana curah hujan = k1, debit air = k2, tinggi muka air = k3 , suhu = k4 , kecepatan angin = k5 , ketinggian lahan = k6 , Luas Wilayah = k7 . Data bobot dan alternatif status banjir merupakan inputan untuk *state Dynamic Weight Topsis* yang

menentukan alternatif status banjir sebagai pilihan skenario sesuai ekspektasi pengguna. Setelah memilih salah satu skenario alternatif, sistem menjalankan salah satu skenario yang dipilih. Setelah skenario yang dipilih berjalan dan misi selesai.

3.1.3 Perancangan Antarmuka Game

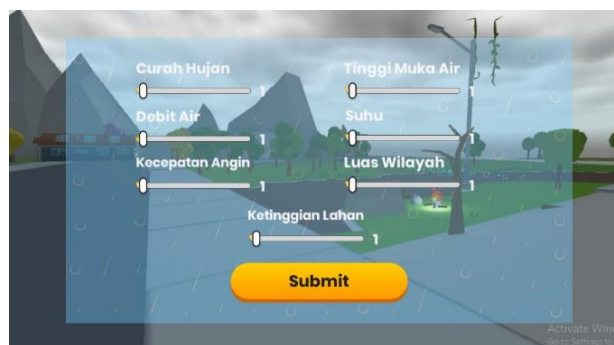
a. Tampilan awal game



Gambar 3. 2 Tampilan main menu

Pada gambar 3.2 menunjukkan saat masuk pertama kali dalam *game*, pemain akan diberikan tampilan main menu yang terdiri dari *play* dan *quit*.

b. Slider Kriteria



Gambar 3. 3 Tampilan Slider Kriteria

Pada gambar 3.3 menunjukkan menu ini akan muncul setelah pemain memulai permainan dengan mengeklik *Play*. Pemain bisa menginputkan keadaan yang diinginkan lalu akan muncul rekomendasi keadaan sesuai dengan

perhitungan sistem rekomendasi keputusan menggunakan metode TOPSIS jika pemain mengeklik submit

c. Tampilan Skenario Rekomendasi



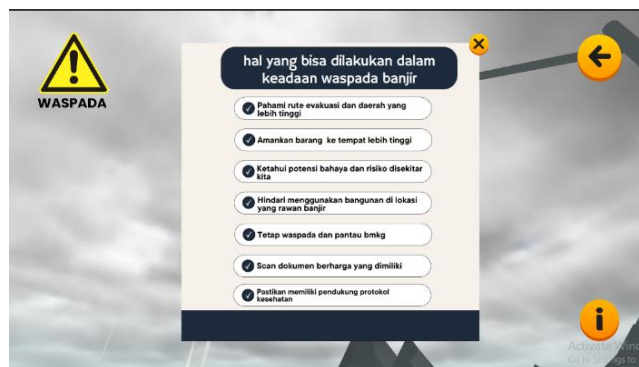
Gambar 3. 4 Tampilan Skenario Rekomendasi Aman

Pada gambar 3.4 menampilkan salah satu skenario yang terpilih Fitur rekomendasi menggunakan TOPSIS yaitu skenario aman. Dimana skenario itu menunjukkan jika keadaan kota ramai dipenuhi dengan orang-orang yang sedang melakukan aktivitasnya masing-masing ada yang berjualan atau sekedar berjalan jalan di luar perkotaan serta terdapat langkah-langkah apa yang bisa dilakukan ketika keadaan aman contohnya termasuk menghindari pembangunan di area rawan banjir dan mengetahui cara-cara untuk melindungi rumah kita dari banjir.



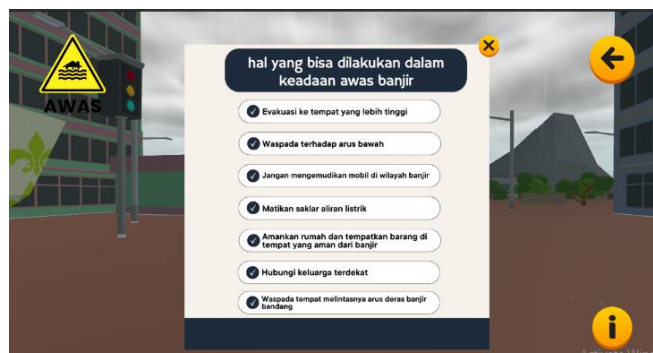
Gambar 3. 5 Tampilan Skenario Rekomendasi Siaga

Pada gambar 3.5 menampilkan salah satu skenario yang terpilih Fitur rekomendasi menggunakan TOPSIS yaitu skenario siaga. Dimana skenario itu menunjukkan jika keadaan kota hujan dan orang-orang mulai pergi ke rumah masing-masing serta terdapat langkah-langkah apa yang harus dilakukan ketika keadaan siaga.



Gambar 3. 6 Tampilan Skenario Rekomendasi Waspada

Pada gambar 3.6 menampilkan salah satu skenario yang terpilih Fitur rekomendasi menggunakan TOPSIS yaitu skenario waspada. Dimana skenario itu menunjukkan jika keadaan kota waspada dan sungai mulai menguap, hujan semakin deras serta terdapat langkah-langkah apa yang harus dilakukan ketika keadaan waspada.

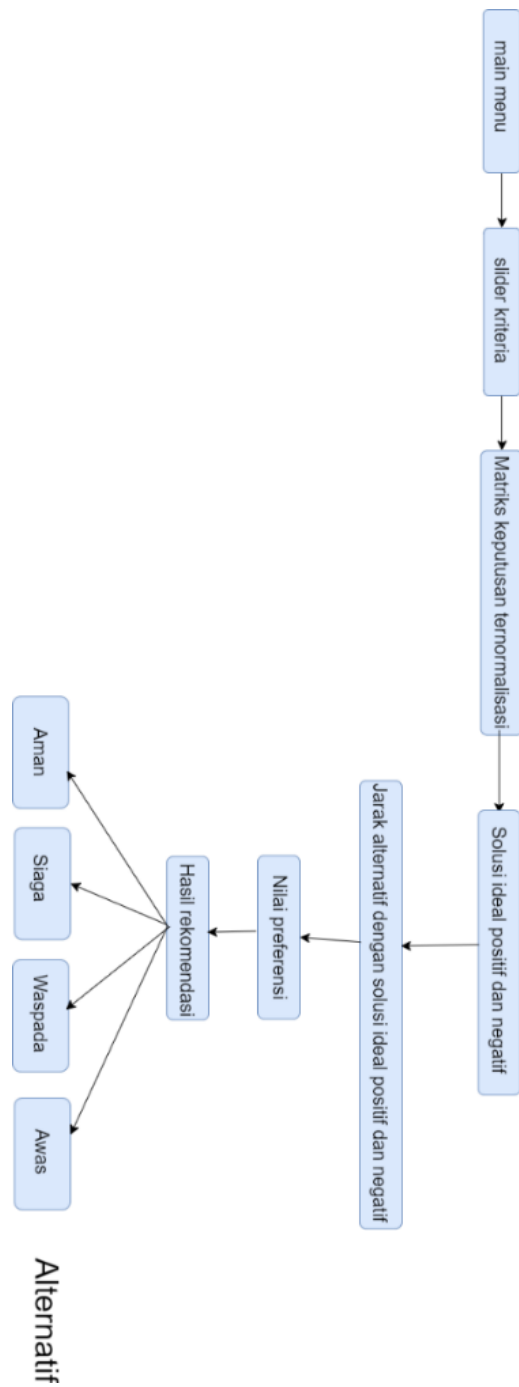


Gambar 3. 7 Tampilan Skenario Rekomendasi Siaga

Pada gambar 3.7 menampilkan salah satu skenario yang terpilih Fitur rekomendasi menggunakan TOPSIS yaitu skenario awas. Dimana skenario itu menunjukkan jika keadaan kota awas dan kota sudah mulai banjir terdapat perahu untuk evakuasi serta terdapat langkah-langkah apa yang harus dilakukan ketika keadaan awas

3.1.4 Desain Sistem

Proses menciptakan teknologi atau sistem untuk digunakan dalam penelitian dikenal sebagai desain sistem. Dari awal sistem hingga menghasilkan hasil yang diteliti, setiap aspek pengembangan sistem tercakup dalam desain ini. Desain sistem bisa berupa diagram alur cara kerja sistem. Berikut blok diagram sistem yang diusulkan oleh peneliti mengenai penerapan sistem rekomendasi pada game Flood Disaster menggunakan metode TOPSIS ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Blok Diagram System

Gambar 3.8 menampilkan diagram blok sistem metode TOPSIS. Mengumpulkan kumpulan data dari setiap pilihan sesuai dengan standar yang

berasal dari slider adalah tahap pertama. Metode TOPSIS kemudian digunakan untuk memproses data tersebut. Langkah awal dalam prosedur ini adalah menghitung matriks keputusan yang telah dinormalisasi. Selanjutnya, matriks keputusan ternormalisasi terbobot dihitung dengan mempertimbangkan bobot dari kriteria masukan pengguna. Mencari solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-) diperlukan untuk langkah ketiga. Langkah selanjutnya adalah menghitung jarak antara setiap pilihan dengan solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-). Menemukan nilai preferensi setiap opsi dan mengurutkannya dari yang terendah hingga tertinggi adalah langkah terakhir. Pilihan terbaik akan ditentukan dengan memberikan nilai tertinggi pada setiap alternatif..

3.2 Rancangan Perhitungan TOPSIS

Pada perhitungan pemilihan alternatif terbaik menggunakan diperlukan data alternatif dan kriteria yang dijadikan acuan dalam pemilihan.

3.2.1 Alternatif

Data alternatif mengacu pada *early warning system* status banjir yang sedang dievaluasi dalam suatu proses pengambilan keputusan. Pada kasus ini adalah status banjir seperti aman, waspada, siaga dan awas.

3.2.2 Kriteria

alam penelitian ini, metode TOPSIS digunakan untuk memutuskan *early warning system* status banjir dengan memperhatikan kriteria pada tabel 3.1 ditunjukkan macam macam kriterianya

Table 3 1 Kriteria

Simbol	Kriteria
C1	Curah Hujan
C2	Tinggi Muka Air
C3	Debit Air
C4	Suhu
C5	Kecepatan angin
C6	Ketinggian lahan
C7	Luas wilayah

Setelah data kriteria dikumpulkan, maka pembobotan dilakukan menggunakan metode ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Perhitungan pembobotan kriteria menggunakan metode ROC dapat dilakukan untuk menentukan bobot relatif dari kriteria dalam sebuah sistem pengambilan keputusan. Sehingga diperoleh data bobot pada tabel 3.2.

Table 3.2 Perhitungan Pembobotan

Simbol	Kriteria	Proses Metode ROC	Hasil
C1	Curah Hujan	$(1+1/2+1/3+1/4+1/5+1/6+1/7)/7$	0.370408163
C2	Debit Air	$(1/2+1/3+1/4+1/5+1/6+1/7)/7$	0.22755102
C3	Tinggi Muka Air	$(1/3+1/4+1/5+1/6+1/7)/7$	0.156122449
C4	Suhu	$(1/4+1/5+1/6+1/7)/7$	0.108503401
C5	kecepatan angin	$(1/5+1/6+1/7)/7$	0.072789116
C6	Ketinggian lahan	$(1/6+1/7)/7$	0.044217687
C7	Luas Wilayah	$(1/7)/7$	0.020408163

Tabel 3.2 menunjukkan kriteria penelitian. Ada empat kriteria yang digunakan, terdiri dari atas Curah Hujan dengan kode kriteria C1, Debit Air dengan kode kriteria C2, Tinggi Muka Air dengan kode kriteria C3, Suhu dengan kode kriteria C4, Kecepatan angin dengan kode kriteria C5, Ketinggian lahan dengan kode kriteria C6, Luas Wilayah dengan kode kriteria C7.

Kepentingan kriteria yang menjadi input bagi user ditunjukkan pada tabel 3.3 tersebut dapat menunjukkan sub kriteria dan skala penilaian dari setiap kriteria yang sudah ditentukan.

Table 3 3 Ketentuan Nilai Kriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Skala Nilai
Curah Hujan	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3
Debit Air	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3
Tinggi Muka Air	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3
Suhu	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3
Kecepatan Angin	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3
Ketinggian Wilayah	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3
Luas wilayah	Rendah	1
	Sedang	2
	Tinggi	3

Pada Tabel 3.3 menunjukkan ketentuan nilai kriteria yang digunakan dalam penentuan status banjir. Kriteria ini melibatkan faktor-faktor penting yang memengaruhi tingkat keparahan banjir, seperti curah hujan, debit air, tinggi muka air, suhu, kecepatan angin, ketinggian lahan, dan luas wilayah. Untuk setiap kriteria, ada subkriteria yang lebih detail, dan setiap subkriteria memiliki skala penilaian yang digunakan untuk mengukur tingkat pengaruhnya dalam menentukan status banjir.

3.2.3 Matriks Keputusan

Berdasarkan skala penilaian tingkat kepentingan tiap kriteria, maka dapat ditentukan matriks keputusan untuk setiap alternatif; matriks ini menilai setiap alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, dan kemudian menilainya dengan skala penilaian tertentu.. Berikut pada tabel 3.4 merupakan matriks keputusan tiap alternatif status banjir dalam game.

Table 3 4 Matriks Keputusan

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	1	1	1	1	1	1	1
A2	1	2	2	1	2	2	2
A3	1	3	1	2	3	2	2
A4	3	1	1	2	1	1	3

3.2.4 Normalisasi Matriks Keputusan

Setelah nilai matriks keputusan diperoleh, rumus (2.1) digunakan untuk menghitung nilai normalisasi matriks keputusan. Nilai normalisasi ditampilkan dalam tabel 3.5..

Table 3 5 Normalisasi matriks keputusan metode TOPSIS

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0.289	0.258	0.378	0.316	0.258	0.316	0.236
A2	0.289	0.516	0.756	0.316	0.516	0.632	0.471
A3	0.289	0.775	0.378	0.632	0.775	0.632	0.471
A4	0.866	0.258	0.378	0.632	0.258	0.316	0.707

3.2.5 Normalisasi Terbobot

Rumus (2.2) menunjukkan cara menghitung peringkat bobot ternormalisasi dengan mengalikan hasil normalisasi dengan bobot yang telah ditetapkan, menghasilkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 3.5. Selain itu, tabel 3.6 dan matriks di bawah ini menampilkan hasil keseluruhan dari perhitungan bobot ternormalisasi sebagai berikut.

Table 3 6 Normalisasi terbobot metode TOPSIS

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0.107	0.059	0.059	0.034	0.019	0.014	0.010
A2	0.107	0.118	0.118	0.034	0.038	0.028	0.021
A3	0.107	0.176	0.059	0.069	0.056	0.028	0.021
A4	0.321	0.059	0.059	0.069	0.019	0.014	0.031

3.2.6 Solusi Ideal Positif dan Negatif

Nilai solusi ideal positif dan negatif untuk setiap kriteria, yang berasal dari nilai normalisasi tertimbang maksimum dan minimum, ditampilkan pada Tabel 3.7..

Table 3 7 Normalisasi terbobot metode TOPSIS

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A ⁺	0.321	0.176	0.118	0.069	0.056	0.014	0.010
A ⁻	0.107	0.059	0.059	0.034	0.019	0.014	0.021

3.2.7 Menghitung Nilai Pemisah

Tingkat alternatif antara solusi negatif dan positif yang ideal berfungsi sebagai pemisah. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.8, nilai pemisah positif dilambangkan dengan S⁺, dan nilai pemisah negatif diwakili oleh S⁻.

Table 3 8 Nilai Pemisah

	S+	S-
A1	0.256	0.010
A2	0.226	0.087
A3	0.222	0.130
A4	0.131	0.217

3.2.9 Koefisien Terdekat

Mencari koefisien kedekatan (CCi). Nilai CCi dan jarak dengan solusi akhir akan menentukan alternatif terbaik. Untuk masing-masing alternatif yang sudah ditentukan, koefisien kedekatan relatif dihitung dengan menggunakan rumus 2.8. Dan hasil dapat dilihat pada tabel 3.9

Table 3 9 Nilai Koefisien Terdekat

Kode Alternatif	Nama Alternatif	Value	Rangking
A1	aman	0.039096759	4
A2	siaga	0.27691492	3
A3	waspada	0.369800676	2
A4	awas	0.622512317	1

3. 3 Rencana Pengujian Sistem

Uji coba ini diterapkan melalui tahapan penerapan metode TOPSIS. melibatkan masyarakat yang memainkan game banjir, dan data dari permainan mereka diambil untuk analisis. menggunakan *Game User Experience Satisfaction Scale-18* (GUESS-18) yang memiliki 18 pertanyaan. Namun, karena pada game tidak terdapat fitur untuk mendukung interaksi antar player, maka terdapat 2 item pertanyaan pada GUESS-18 yang tidak digunakan di dalama penelitian ini yaitu :

1. *Social Connectivity 1*, terkait interaksi sosial antar player yang berada di game.

2. *Social Connectivity* 2, impian player untuk bermain game bersama player lain

Penghapusan dua pertanyaan tersebut menghasilkan 16 daftar pertanyaan dapat ditemukan pada Tabel 3.10.. Pada penelitian ini kemudian mengukur delapan aspek di dalam GUESS-18 yaitu:

1. *Usability/Playability*, untuk mengukur tingkat kemudahan dalam bermain game yang meliputi kejelasan objektif permainan serta minimnya kesalahan dalam kontrol dan user interface.
2. *Narratives*, untuk mengukur tingkat ketertarikan *player* terhadap cerita yang disuguhkan di dalam *game* .
3. *Player Engrossment*, untuk mengukur tingkat ketertarikan dan minat *player* dalam memainkan *game* .
4. *Enjoyment*, untuk mengukur tingkat kesenangan *player* saat bermain *game*
5. *Creative Freedom*, untuk mengukur tingkat kemampuan *game* mendorong kreativitas dan imajinasi *player*
6. *Audio Aesthetic*, untuk mengukur apakah musik dan *sound effect* pada *game* dapat meningkatkan pengalaman bermain *player*.
7. *Personal Gratification*, untuk mengukur tingkat kemampuan aspek di dalam *game* memotivasi *player* untuk menyelesaikan misi permainan.
8. *Visual Aesthetic*, untuk mengukur menariknya tampilan grafis di dalam *game*.

Table 3 10 Pertanyaan Final GUESS-18 (Diolah dari: Keebler et al., 2020)

Aspek	Kode	Pertanyaan
<i>Usability/Playability</i>	U1	Menurut saya, kontrol permainan ini sangat mudah
	U2	Menurut saya, tampilan dari permainan ini sangat mudah dinavigasikan
<i>Narratives</i>	N1	Saya tertarik dengan alur dari permainan ini mulai dari awal
	N2	Saya menikmati cerita yang disuguhkan dalam permainan ini
<i>Play Engrossment</i>	PE1	Saya merasa terputus dari dunia luar saat memainkan permainan ini
	PE2	Saya merasa tidak peduli untuk mengecek kondisi yang terjadi dengan dunia luar saat memainkan permainan ini
<i>Enjoyment</i>	E1	Saya pikir permainan ini menyenangkan
	E2	Saya merasa bosan ketika memainkan permainan ini (REVERSE CODE)
<i>Creative Freedom</i>	CF1	Saya merasa permainan ini membebaskan saya dalam berimajinasi
	CF2	Saya merasa kreatif saat memainkan permainan ini
<i>Audio Aesthetic</i>	AA1	Saya menikmati efek suara dalam permainan ini
	AA2	Saya merasa suara permainan (efek suara, musik, dll) meningkatkan pengalaman bermain saya
<i>Personal Gratification</i>	PG1	Saya sangat fokus dengan performa saya saat memainkan permainan
	PG2	Saya ingin melakukan sebaik mungkin selama bermain
<i>Visual Aesthetic</i>	VA1	Saya menikmati grafik dari permainan
	VA2	Saya merasa permainan ini sangat menarik secara visual

Perhitungan skor untuk mengujian GUESS-18 didapatkan dengan menghitung rata-rata setiap subskala pada setiap aspek. Kemudian menjumlahkan setiap rata-rata pada setiap aspek. Nilai minimal skor GUESS pada penelitian ini adalah 8 dan nilai maksimalnya adalah 54. Semakin skor yang didapatkan mendekati nilai maksimal maka semakin tinggi tingkat kepuasan *player* terhadap *game*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Sistem digunakan dengan menggunakan metode TOPSIS saat memilih skenario melalui menu submit game. Pada tahap ini, perhitungan yang dilakukan pada bab sebelumnya digunakan untuk membangunnya sesuai dengan persyaratan, dan kemudian pemrograman dilakukan sesuai dengan desain yang telah dirancang..

4.1.1 Implementasi Perhitungan Metode

Perhitungan metode TOPSIS menggunakan bahasa pemrograman C# pada Unity. Tahap awal yang dilakukan yaitu memasukkan nilai kriteria (MK) yang masih berupa slider diubah menjadi skala penilaian kemudian diproses sebagai inputan. Kemudian tiap kriteria dihitung bobot menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC) seperti pseudocode 4.1.

Pseudocode 4.1 Bobot Kriteria

```
FUNCTION
  CriteriaWeight(TotalCriteria)
  weightList = empty list of
  floats FOR i = 1 TO
  TotalCriteria
    a = 0
    FOR j = i TO
      TotalCriteria a += (1
        / j)
    END FOR
    b = a / TotalCriteria
    weightList.Add(b)
  END FOR
RETURN weightList END FUNCTION
```

Pseudocode 4.1 merupakan sebuah fungsi yang melakukan pembobotan kriteria menggunakan metode ROC. Hal ini menghasilkan daftar bobot kriteria berdasarkan jumlah total kriteria yang diberikan. Dalam perhitungan bobot, fungsi ini menggunakan nested loop untuk mengakumulasi nilai a, yang merupakan penjumlahan pembalikan dari setiap bilangan bulat dalam range i hingga TotalCriteria., bobot b dihitung dengan membagi nilai a dengan TotalCriteria, dan ditambahkan ke dalam daftar bobot. Fungsi ini mengembalikan daftar bobot sebagai *output*. Tabel 4.1 merupakan hasil implementasi *pseudocode 4.1*.

Tabel 4. 1 Weight List

Weight List	0.37041	0.22755	0.15612	0.10850	0.07279	0.04422	0.02041
--------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

4.1.2 Implementasi Perhitungan TOPSIS

a. Normalisasi Matriks Keputusan

Pseudocode 4.2 Normalisasi matriks keputusan TOPSIS

<pre> FUNCTION SetMK2(index) FOR i = 0 TO length of Criteria[index].alternativeCriteriaValues - 1 Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].MK2 = (Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].MK)^2 END FOR END FUNCTION </pre>
<pre> FUNCTION SetTotal(index) value = 0 FOR i = 0 TO length of Criteria[index].alternativeCriteriaValues - 1 value += Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].MK2 END FOR Criteria[index].TotalMK2 = value END FUNCTION </pre>
<pre> FUNCTION SetNormalisasi(index) FOR i = 0 TO length of Criteria[index].alternativeCriteriaValues - 1 Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].Normalisasi = Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].MK / squareRoot(Criteria[index].TotalMK2) END FOR END FUNCTION </pre>

Pseudocode 4.2 menggambarkan perhitungan menggunakan rumus 2.1 untuk menentukan normalisasi yang dilakukan dengan membagi matriks keputusan dengan akar dari jumlah kuadrat matriks keputusan. Tahap pertama adalah mengkuadratkan nilai MK untuk setiap alternatif dalam fungsi SetMK2. Tahap kedua, dalam fungsi SetTotal, dihitung total nilai MK2 dari seluruh alternatif. Tahap terakhir, dalam fungsi SetNormalisasi, nilai MK setiap alternatif dinormalisasi dengan membaginya dengan akar kuadrat dari total MK2. Hasil normalisasi disimpan dalam atribut Normalisasi. Dengan menjalankan ketiga fungsi ini, matriks keputusan akan dinormalisasi sesuai dengan metode TOPSIS. Hasil dari implementasi *pseudocode 4.2* disajikan dalam tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil implementasi perhitungan Normalisasi TOPSIS

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Aman	0.28867513	0.25819889	0.37796447	0.31622777	0.25819889	0.316227766	0.23570226
Siaga	0.28867513	0.51639778	0.75592895	0.31622777	0.516397779	0.632455532	0.47140452
Waspada	0.28867513	0.77459667	0.37796447	0.63245553	0.774596669	0.632455532	0.47140452
Awas	0.86602540	0.2581989	0.37796447	0.63245553	0.25819889	0.316227766	0.70710678

Tabel 4.2 menunjukkan nilai dari tujuh kolom (C1 hingga C7) untuk empat kategori (Aman, Siaga, Waspada, dan Awas). Setiap nilai dalam tabel tersebut merupakan hasil dari perhitungan atau pengukuran tertentu yang diatur dalam rentang normalisasi atau standar lainnya. Nilai-nilai ini mungkin digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti dalam model prediktif, pengelompokan, atau penilaian risiko. Kategori seperti "Aman" dan "Awas" mengindikasikan tingkat keparahan atau status dari suatu kondisi tertentu, dengan "Awas" menunjukkan kondisi paling kritis berdasarkan nilai yang lebih tinggi di beberapa kolom..

b. Normalisasi Terbobot

Pseudocode 4.3 Normalisasi Terbobot TOPSIS

```

FUNCTION SetNormalisasiTerbobot(index)
  FOR i = 0 TO length of
    Criteria[index].alternativeCriteriaValues - 1
    Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].NormalisasiT
    erbobot =
Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].Normalisasi *
Criteria[index].Weight
  END FOR
END
FUNCTION

```

Pseudocode 4.3 menggambarkan perhitungan menggunakan rumus 2.2 merupakan sebuah fungsi untuk melakukan normalisasi terbobot pada matriks keputusan menggunakan metode TOPSIS. Fungsi ini melakukan perulangan untuk setiap alternatif dalam kriteria yang diberikan. Pada setiap iterasi, normalisasi MK alternatif dikalikan dengan bobot kriteria terkait dan hasilnya disimpan dalam atribut NormalisasiTerbobot pada struktur data. Hasil dari implementasi *pseudocode 4.3* disajikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil implementasi perhitungan Normalisasi Terbobot TOPSIS

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Aman	0.1069276	0.0587534	0.05900874	0.03431179	0.01879407	0.01398286	0.010422
Siaga	0.1069276	0.1175068	0.11801748	0.03431179	0.03758814	0.02796572	0.020844
Waspada	0.1069276	0.1762603	0.05900874	0.06862358	0.05638221	0.02796572	0.020844
Awas	0.3207829	0.0587534	0.05900874	0.06862358	0.01879407	0.01398286	0.031266

Tabel 4.3 menunjukkan nilai dari tujuh kolom (C1 hingga C7) untuk empat alternatif. Kategori-kategori ini menunjukkan tingkat risiko, di mana "Aman" adalah kondisi paling aman dan "Awas" adalah kondisi paling berisiko. Misalnya, nilai tertinggi di C1 dan C4 pada kategori "Awas" menunjukkan kondisi yang lebih kritis dibandingkan kategori lainnya.

c. Solusi Ideal Positif dan Negatif

Pseudocode 4.4 Solusi Ideal Positif dan Negatif TOPSIS

```

FUNCTION SetMaxMinNormalisasiTerbobot(index)
  NormalisasiTerbobotList = empty list of floats
  FOR i = 0 TO length of Criteria[index].alternativeCriteriaValues - 1
    NormalisasiTerbobotList.Add(Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i]
    ].NormalisasiTerbobot)
  END FOR
  IF Criteria[index].Type = benefit THEN
    Criteria[index].PIS = maximum value in NormalisasiTerbobotList
    Criteria[index].NIS = minimum value in NormalisasiTerbobotList
  END IF
  IF Criteria[index].Type = cost THEN
    Criteria[index].PIS = minimum value in NormalisasiTerbobotList
    Criteria[index].NIS = maximum value in NormalisasiTerbobotList
  END IF
END FUNCTION

```

Berdasarkan rumus 2.4 dan 2.5, *pseudocode 4.4* menghitung solusi ideal positif (PIS) dan solusi ideal negatif (NIS) dalam metode TOPSIS. Fungsi tersebut membuat sebuah list untuk menyimpan nilai normalisasi terbobot dari alternatif-alternatif dalam kriteria yang diberikan. Kemudian, terdapat dua kondisi IF yang memeriksa tipe kriteria (benefit atau cost). Jika kriteria adalah benefit, PIS dihitung sebagai nilai maksimum dalam list, sedangkan NIS dihitung sebagai nilai minimum. Jika kriteria adalah cost, PIS dihitung sebagai nilai minimum, dan NIS dihitung sebagai nilai maksimum. Dengan menjalankan *pseudocode 4.4*, PIS dan NIS akan dihitung berdasarkan normalisasi terbobot dari alternatif-alternatif. Hasil dari implementasi *pseudocode 4.4* disajikan dalam tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil implementasi perhitungan PIS dan NIS TOPSIS

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
PIS	0.32078288	0.17626026	0.11801748	0.06862358	0.05638221	0.01398286	0.0104222
NIS	0.10692763	0.05875342	0.05900874	0.03431179	0.01879407	0.01398286	0.0208444

d. Jarak

Pseudocode 4.5 Jarak

```

FUNCTION SetJarakSolusiPositifNegatif(index)
  FOR i = 0 TO length of Criteria[index].alternativeCriteriaValues - 1
    Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].JSP =
square(Criteria[index].PIS -
Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].NormalisasiTerbobot)
    Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].JSN =
square(Criteria[index].alternativeCriteriaValues[i].NormalisasiTerbobot
- Criteria[index].NIS)
  END FOR
END FUNCTION

FUNCTION SetTotalJS(indexAlt)
  _totalJSP = 0
  _totalJSN = 0
  FOR i = 0 TO CriteriaCount - 1
    _totalJSP += Criteria[i].alternativeCriteriaValues[indexAlt].JSP
    _totalJSN += Criteria[i].alternativeCriteriaValues[indexAlt].JSN
  END FOR
  sqrtJsp = squareRoot(_totalJSP)
  sqrtJsn = squareRoot(_totalJSN)
  AlternativesResult[indexAlternatif].TotalJSP = sqrtJsp
  AlternativesResult[indexAlternatif].TotalJSN = sqrtJsn
END FUNCTION

```

Berdasarkan rumus 2.6 dan 2.7, *pseudocode 4.5* menghitung jarak tiap alternatif terhadap solusi ideal positif (PIS) dan solusi ideal negatif (NIS) dalam metode TOPSIS. Fungsi *SetJarakSolusiPositifNegatif* melakukan perulangan untuk menghitung jarak alternatif terhadap PIS dan NIS dengan mengkuadratkan selisih nilai *NormalisasiTerbobot*. Fungsi *SetTotalJS* mengakumulasi total jarak JSP dan JSN dari setiap kriteria untuk suatu alternatif, kemudian melakukan pengakaran kuadrat dari total jarak tersebut dan menyimpan hasilnya. Dengan menjalankan kedua fungsi ini, jarak tiap alternatif terhadap PIS dan NIS akan dihitung dan disimpan. Hasil dari implementasi *pseudocode 4.5* disajikan dalam tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil implementasi perhitungan Jarak

	S+	S-
Aman	0.256152543	0.010422209
Siaga	0.225877605	0.086502793
Waspada	0.22184702	0.13017973
Awes	0.131491023	0.216840933

e. Nilai Preferensi

Pseudocode 4.6 Nilai Preferensi

```

FUNCTION SetPreferensiAlternatif(index)
  AlternativesResult[index].Preferensi =
  AlternativesResult[index].TotalJSN /
  (AlternativesResult[index].TotalJSP +
  AlternativesResult[index].TotalJSN)
END FUNCTION

```

Berdasarkan rumus 2.8, *pseudocode 4.6* menghitung nilai preferensi pada metode TOPSIS. Fungsi SetPreferensiAlternatif menghitung nilai preferensi alternatif dengan membagi total jarak JSN dengan jumlah total jarak JSP dan JSN. Hasil perhitungan nilai preferensi tersebut disimpan dalam atribut Preferensi pada struktur data AlternativesResult. Dengan menjalankan fungsi ini, nilai preferensi untuk setiap alternatif akan dihitung. Hasil dari implementasi *pseudocode 4.6* tersebut disajikan dalam tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil implementasi perhitungan Nilai Preferensi

	Nilai Preferensi
Aman	0.039096759
Siaga	0.27691492
Waspada	0.369800676
Awes	0.622512317

Uji coba pseudocode menghasilkan kesimpulan Alternatif tertinggi adalah A4 yaitu 0.62 dan terendah adalah A1 dengan 0.03 sedangkan A2 mendapatkan nilai prefensi 0.27 dan A3 mendapatkan nilai predensi 0.36.

4.2 Pengujian Sistem

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

4.1.1 Uji Coba Game

Pada tahap uji coba, user diminta untuk memasuki *menu selection* slider sesuai petunjuk. Mereka harus mengatur slider dengan kriteria yang sesuai dengan kondisi saat itu. Hal ini akan memengaruhi hasil rekomendasi untuk skenario pencegahan banjir karena bobot pada setiap slider berbeda-beda. Tampilan *menu selection* slider dapat dilihat pada gambar di bawah. Menu ini terdiri dari tujuh slider yang mewakili Curah Hujan, Tinggi Muka Air, Debit Air, Suhu, Kecepatan angin, Ketinggian lahan dan Luas wilayah

Setelah mengatur slider dan mengklik tombol submit, user akan diarahkan ke skenario yang dituju. Di skenario tersebut, akan muncul simbol yang menunjukkan status, seperti aman, siaga, waspada, atau awas, sesuai dengan hasil dari pengaturan slider yang telah dilakukan sebelumnya. Simbol-simbol tersebut akan memberikan informasi visual tentang tingkat bahaya banjir dalam skenario yang dipresentasikan seperti pada gambar 4.1



Gambar 4. 1 Aman



Gambar 4. 2 Siaga



Gambar 4. 3 Waspada



Gambar 4. 4 Awas

Dengan menggunakan inputan pada tabel 3.4 pada menu slider, menghasilkan skenario aman sesuai dengan perhitungan pada tabel 4.6 seperti yang terlihat pada gambar 3.4. Metode ini berfokus pada memilih alternatif terbaik dari sekelompok alternatif, di mana setiap alternatif dinilai dalam beberapa kriteria. Dalam konteks ini, inputan tabel 3.4 merujuk pada kriteria tertentu yang

dianggap optimal atau mendekati solusi ideal dalam konteks pencegahan banjir. Gambar 4.5 merupakan hasil dari perhitungan TOPSIS berdasarkan bobot yang diberikan pada setiap slider, dan menampilkan skenario pencegahan banjir yang dianggap aman berdasarkan inputan tersebut.



Gambar 4. 5 uji coba skenario aman

Perhitungan pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa dalam kasus input tabel 3.4, hasilnya adalah skenario aman. Dengan bobot yang berbeda-beda yang diberikan pada setiap kriteria dalam perhitungan, Gambar 4.6 merinci skenario pencegahan banjir yang sesuai dengan masukan ini. Skenario aman menggambarkan tindakan pencegahan yang harus dilakukan ketika ada kemungkinan banjir tetapi belum sampai pada titik di mana evakuasi atau tindakan darurat lainnya diperlukan..



Gambar 4. 6 uji coba skenario siaga

Dengan menggunakan inputan 3.4, menghasilkan skenario siaga sesuai dengan perhitungan tabel 4.6. Ini menunjukkan bahwa bobot yang diberikan pada setiap kriteria berbeda-beda, dan hasilnya adalah rekomendasi untuk mengambil

langkah-langkah pencegahan yang lebih serius karena situasi mendekati tingkat bahaya. Skenario siaga mungkin mencakup persiapan yang lebih intensif untuk menghadapi potensi banjir, termasuk langkah-langkah evakuasi dini dan pemberitahuan kepada masyarakat terkait risiko yang lebih tinggi.



Gambar 4. 7 uji coba skenario awas

Dengan menggunakan inputan 3.4, menghasilkan skenario waspada sesuai dengan perhitungan tabel 4.6. Ini menunjukkan bahwa bobot yang diberikan pada setiap kriteria berbeda-beda, dan hasilnya adalah rekomendasi untuk mengambil langkah-langkah pencegahan yang lebih serius karena situasi mendekati tingkat bahaya. Skenario waspada mungkin mencakup persiapan yang lebih intensif untuk menghadapi potensi banjir.



Gambar 4. 8 uji coba skenario waspada

Dengan menggunakan inputan yang sesuai dengan tabel 3.4, dan mengacu pada perhitungan pada tabel 4.6, menghasilkan skenario awas. Rekomendasi untuk mengambil langkah-langkah darurat karena situasi sudah banjir. Pada gambar 4.8 menunjukkan skenario awas mencakup evakuasi mendesak dan

tindakan darurat lainnya untuk menanggulangi dampak yang lebih lanjut akibat banjir.

4.1.2 Hasil Uji Coba

Dalam game ini, metode TOPSIS diimplementasikan melalui skrip C# dengan perhitungan langsung. Pengguna memasukkan input melalui slider, dan tabel 4.7 di bawah menunjukkan nilai akhir dari setiap perhitungan berdasarkan inputan user.

Tabel 4. 7 Nilai akhir perhitungan

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Value
Aman	1	1	1	1	1	1	1	0.05889541
	1	1	1	1	1	1	2	0.07656367
	1	1	1	1	1	2	2	0.06532817
	1	1	1	1	2	2	2	0.09262431
	1	1	1	2	2	2	2	0.2066451
	1	1	1	1	1	2	3	0.1047011
	1	1	1	1	3	1	2	0.145416
	1	1	1	1	3	1	1	0.1388522
	1	1	1	2	1	2	3	0.2089583
	1	1	2	1	2	2	2	0.1457961
	1	1	2	1	3	1	1	0.1752555
	1	2	1	1	2	3	2	0.2141775
Siaga	1	1	2	2	2	2	2	0.2769149
	1	2	2	2	2	2	2	0.2959251
	1	1	2	3	1	1	3	0.3321841
	1	2	1	2	1	3	4	0.2775188
	1	1	3	1	3	1	2	0.2421068
	1	1	2	3	1	2	3	0.3313326
	1	1	2	3	2	1	2	0.3334047
	1	1	2	3	3	1	3	0.3440199

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Value
	1	2	1	1	2	2	2	0.2159548
	1	2	1	1	3	1	2	0.2387282
	1	2	1	1	3	3	1	0.2318345
	1	2	3	1	2	2	3	0.2806797
	1	1	3	3	3	1	2	0.3628713
Waspada	2	2	2	2	2	2	2	0.3698007
	2	2	2	2	2	2	3	0.5326185
	2	2	2	2	2	3	3	0.5319901
	2	2	2	2	3	3	3	0.5409643
	2	2	2	3	3	3	3	0.5645974
	2	2	3	3	3	3	3	0.5700443
	1	2	3	3	2	2	2	0.3928033
	2	1	2	1	1	1	2	0.4142227
	2	2	3	1	1	1	1	0.4931023
	2	1	2	3	2	1	3	0.4915281
	2	1	1	2	3	3	3	0.4425373
	1	3	1	2	1	1	1	0.3759319
	1	3	2	2	2	1	2	0.3921289
Awes	2	3	3	3	3	3	3	0.6225123
	3	3	3	3	3	3	3	0.7933288
	2	3	3	3	3	3	3	0.6265227
	3	2	1	3	2	3	3	0.7607987
	3	2	2	3	3	1	2	0.7524439
	3	3	1	3	2	3	3	0.7818587
	3	3	3	2	3	2	2	0.8767236
	3	3	3	3	3	2	2	0.8022501
	3	3	3	3	1	2	1	0.7818676
	3	2	3	3	2	2	1	0.73962
	3	2	3	1	2	2	1	0.7170688

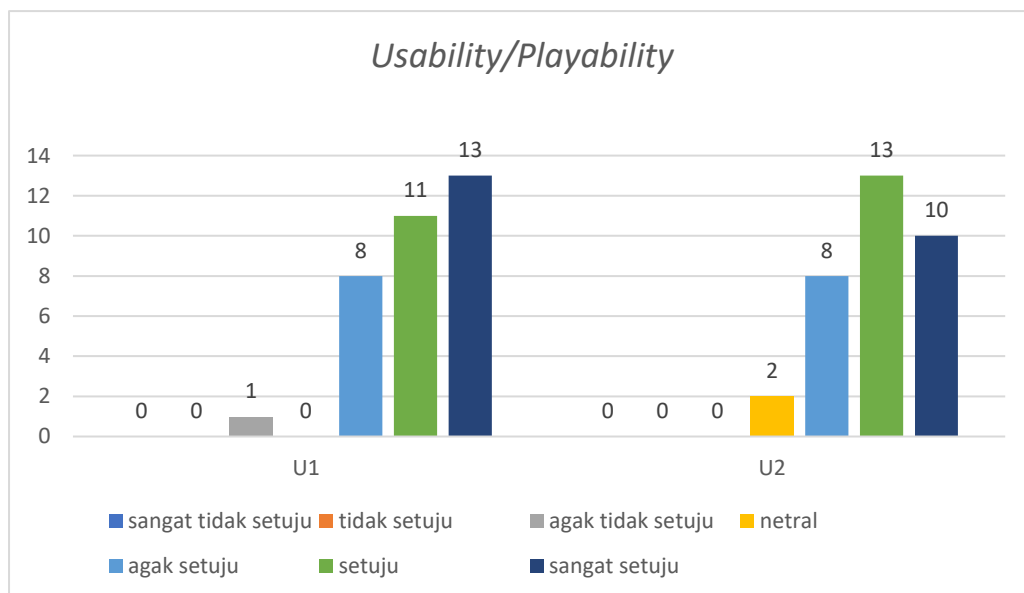
Untuk game ini, TOPSIS digunakan melalui skrip C#, yang memberikan slider untuk input pengguna. Nilai akhir dari setiap alternatif dihitung dengan menggunakan input ini berdasarkan sejumlah standar. Tabel 4.7 menunjukkan hasil perhitungan dengan berbagai nilai kriteria (C1 hingga C7) dan nilai akhir yang diperoleh. Selain itu, pilihan dikategorikan ke dalam empat kelompok: "Aman", "Siaga", "Waspada", dan "Awas", dengan nilai akhir yang lebih rendah menunjukkan pilihan yang lebih diinginkan atau aman (kategori "Aman"), sementara nilai akhir yang lebih tinggi Normalisasi matriks keputusan, pemberian bobot kriteria, perhitungan solusi ideal positif dan negatif, dan penghitungan jarak dari solusi ideal untuk menghasilkan nilai akhir adalah semua bagian dari proses ini..Dengan demikian, pengguna dapat menggunakan input melalui slider untuk menentukan nilai kriteria, dan sistem akan melakukan perhitungan menggunakan metode TOPSIS untuk memberikan nilai akhir. Nilai akhir ini kemudian digunakan untuk mengkategorikan alternatif ke dalam salah satu dari empat kategori, membantu pengguna dalam membuat keputusan yang lebih informasional dan objektif. Nilai rendah dalam kategori "Aman" menunjukkan alternatif yang lebih baik atau lebih disarankan, sedangkan nilai tinggi dalam kategori "Awas" menunjukkan alternatif yang harus dihindari karena risiko yang lebih tinggi.

4.3 Pengujian Usability pada Fitur Rekomendasi dalam Game

Pada bagian ini menunjukkan hasil evaluasi kepuasan player terhadap game yang telah dimainkan. Evaluasi di dalam game ini bertujuan untuk mengukur tingkat kepuasan player terhadap game dan menemukan hal-hal yang

perlu diperbaiki atau ditingkatkan dari game ini. Evaluasi game pada penelitian ini menggunakan metode *Game User Experience Satisfaction Scale-18* (GUESS-18) dengan 16 pertanyaan yang terdapat pada Tabel 3.10. Pengujian dilakukan kepada 33 masyarakat dari berbagai umur sesuai dengan rancangan pengujian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, kemudian ditunjukkan pada Gambar 4.9 hingga Gambar 4.27 untuk mengetahui pandangan player terhadap game “*flood disaster*” untuk setiap aspek di GUESS-18.

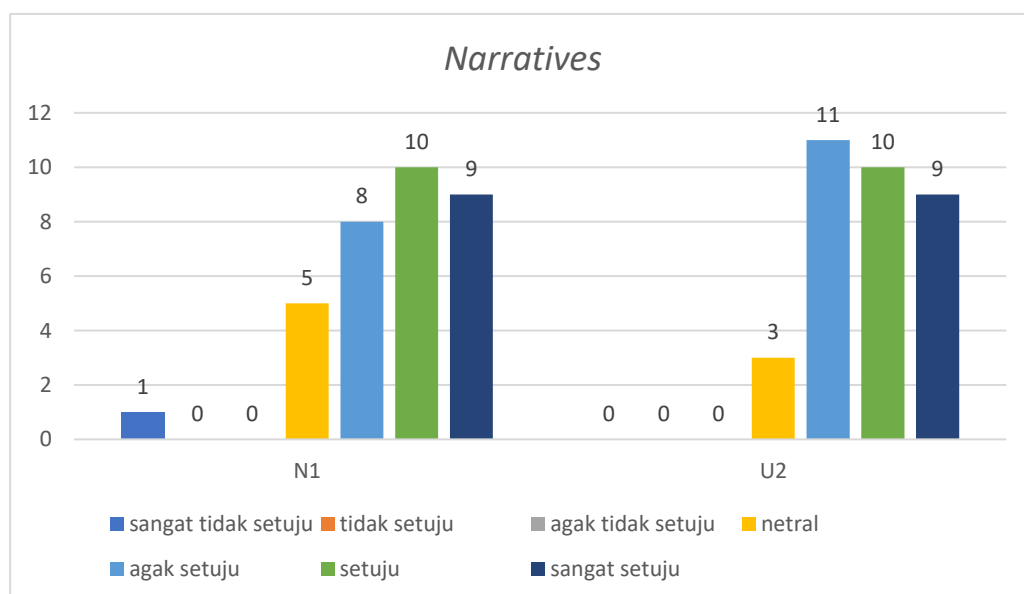
Gambar 4. 9 Grafik Nilai *Usability/Playability*



Berdasarkan hasil survei terhadap aspek *usability/playability* yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 pada kode soal U1 terkait kemudahan penggunaan kontrol pada *game*, sebanyak 13 responden merasa sangat setuju, 11 responden yang merasa setuju, dan 8 responden merasa agak setuju. Kemudian terkait apakah kontrol *game* ini mudah digunakan dan sebanyak 1 responden merasa agak tidak

setuju dan menganggap bahwa kontrol pada *game* ini tidak terlalu mudah untuk digunakan.

Pada kode soal U2 terkait kemudahan navigasi pada tampilan, sebanyak 10 responden merasa sangat setuju, 13 responden merasa setuju, dan 8 responden merasa agak setuju bahwa tampilan pada *game* ini mudah untuk dinavigasikan. Kemudian 2 di antaranya merasa netral sedangkan tidak ada merasa tidak setuju bahwa tampilan pada *game* ini mudah untuk dinavigasikan. Secara keseluruhan, untuk kedua kode soal pada aspek ini, mayoritas responden merasa setuju bahwa *game* ini memiliki kontrol yang mudah digunakan dan tampilan yang mudah dinavigasi.

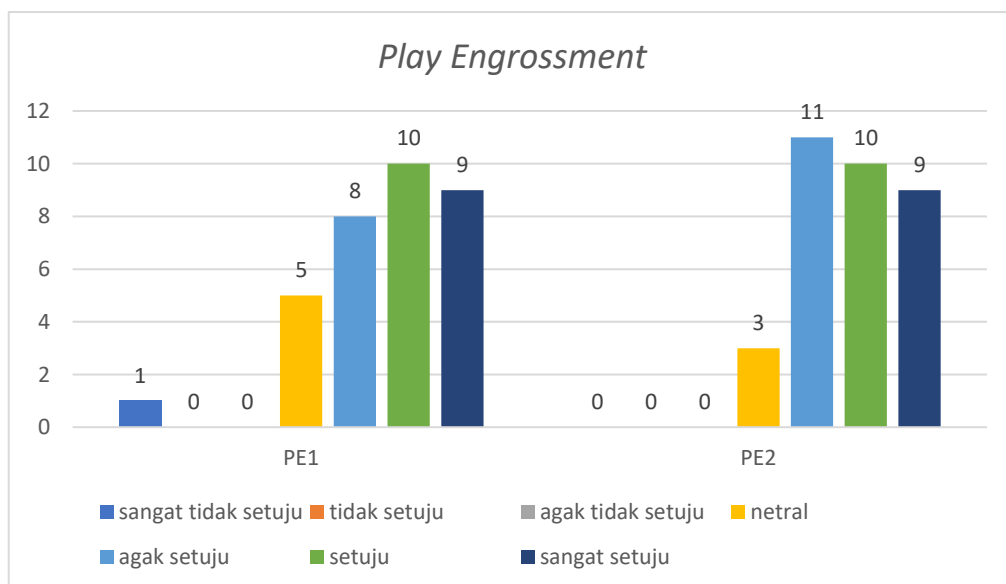


Gambar 4. 10 Grafik Nilai *Narratives*

Berdasarkan hasil survei terhadap aspek *narratives* yang ditunjukkan pada Gambar 4.10, pada kode soal N1 terkait ketertarikan pada cerita dan fantasi di dalam *game* ini, sebanyak 9 responden merasa sangat setuju, 10 responden yang merasa setuju, dan 8 responden merasa agak setuju bahwa cerita yang disajikan

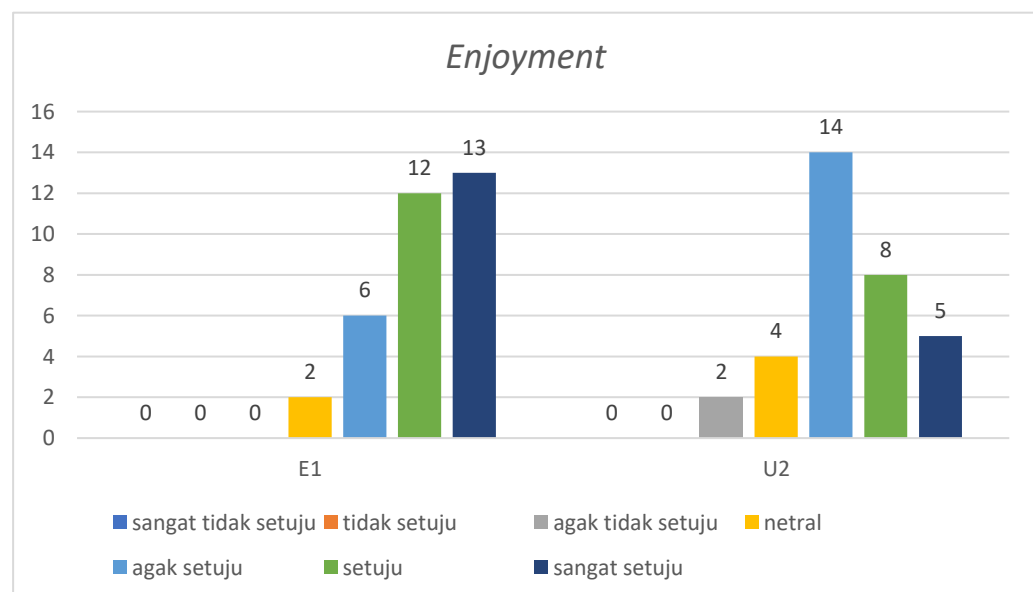
pada *game* ini menarik. Kemudian sebanyak 5 responden merasa netral. Kemudian terkait apakah cerita yang disajikan di dalam *game* ini menarik mulai dari awal sebanyak 1 responden merasa sangat tidak setuju dan menganggap bahwa cerita pada *game* ini tidak terlalu menarik.

Selanjutnya, pada kode soal N2 terkait apakah *player* menikmati cerita atau fantasi yang disajikan di dalam *game* ini, sebanyak 9 responden merasa sangat setuju, 10 responden merasa setuju, dan 11 responden merasa agak setuju. Selain itu, 3 responden merasa netral terkait apakah fantasi atau cerita yang disajikan di dalam *game* dapat dinikmati. Secara keseluruhan, mayoritas responden menjawab dalam rentang agak setuju hingga sangat setuju untuk kedua kode soal. Hal ini menunjukkan bahwa *player* merasa tertarik dan menikmati alur cerita game dari awal permainan..



Gambar 4. 11 Grafik Nilai *Play Engrossment*

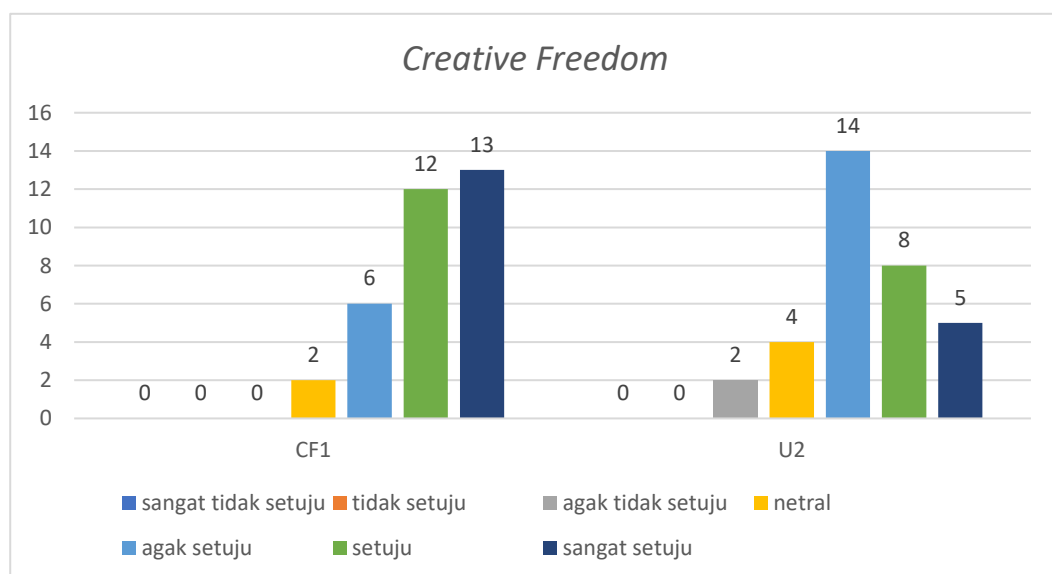
Berdasarkan hasil survei terhadap aspek *play engrossment* yang ditunjukkan pada Gambar 4.11, pada kode soal PE1 terkait apakah *game* ini mampu membuat mereka merasa terputus dari dunia luar ketika sedang bermain, sebagian besar responden merasa agak tidak setuju hingga sangat tidak setuju dengan total 33 responden. Dari total 33 responden tersebut, di antaranya sebanyak 1 responden sangat tidak setuju. Sedangkan 5 responden lainnya memilih netral pada kode soal PE1. Pada kode soal PE2 terkait apakah *game* ini membuat mereka tidakpeduli terhadap dunia luar saat sedang bermain, sebagian besar responden merasa agak setuju hingga sangat setuju dengan total 22 responden. Dari 22 responden tersebut, dan 11 responden merasa setuju bahwa *game* ini mampu membuat mereka tidak peduli terhadap dunia luar selama bermain. Sedangkan 5 responden lainnya memilih netral pada kode soal PE2. Secara keseluruhan, *player* merasa bahwa *game* ini tidak dapat merarik minat dan fokus mereka ke dalam *game* sepenuhnya.



Gambar 4. 12 Grafik Nilai *Enjoyment*

Gambar 4.12 menunjukkan hasil survei terhadap aspek *enjoyment*. Pada kode pertanyaan E1 terkait apakah game ini menyenangkan, sebanyak 13 responden merasa sangat setuju, 12 responden merasa setuju, dan 6 responden merasa agak setuju. Kemudian sebanyak 2 responden memilih netral terkait apakah *game* ini menyenangkan.

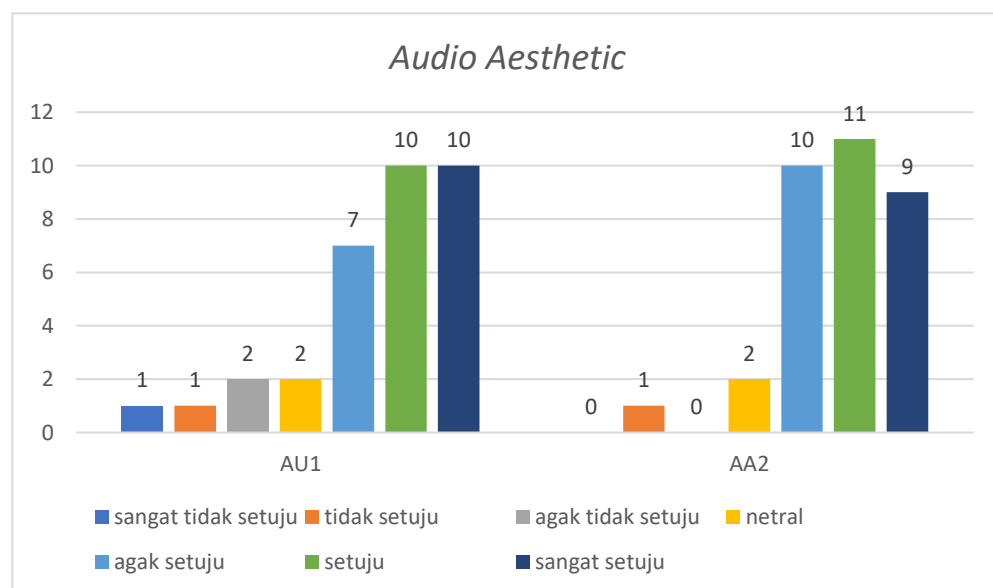
Pada kode pertanyaan E2 terkait apakah mereka tidak bosan memainkan *game* ini sebanyak 5 responden merasa sangat setuju, 8 responden setuju, dan 14 responden merasa agak setuju. Kemudian sebanyak 2 responden merasa agak tidak setuju. Sementara itu, 4 responden lainnya memilih netral terhadap kode soal E2. Pada aspek ini, sebagian besar *player* setuju dan merasa bahwa *game* ini menyenangkan. Kemudian untuk pertanyaan dengan *reverse code* pada E2, hampir setengah dari *player* menjawab pada rentang agak tidak setuju hingga sangat tidak setuju yang menunjukkan bahwa *game* ini tidak membosankan untuk dimainkan..



Gambar 4. 13 Grafik Nilai Creative Freedom

Gambar 4.13 menunjukkan hasil survei terhadap aspek *creative freedom*. Pada kode pertanyaan CF1 terkait apakah *game* ini mendukung kebebasan mereka dalam berimajinasi, sebanyak 13 responden merasa sangat setuju, 12 responden merasa setuju, dan 6 responden merasa agak setuju. 2 responden lainnya memilih netral terkait apakah *game* ini membebaskan *player* dalam berimajinasi.

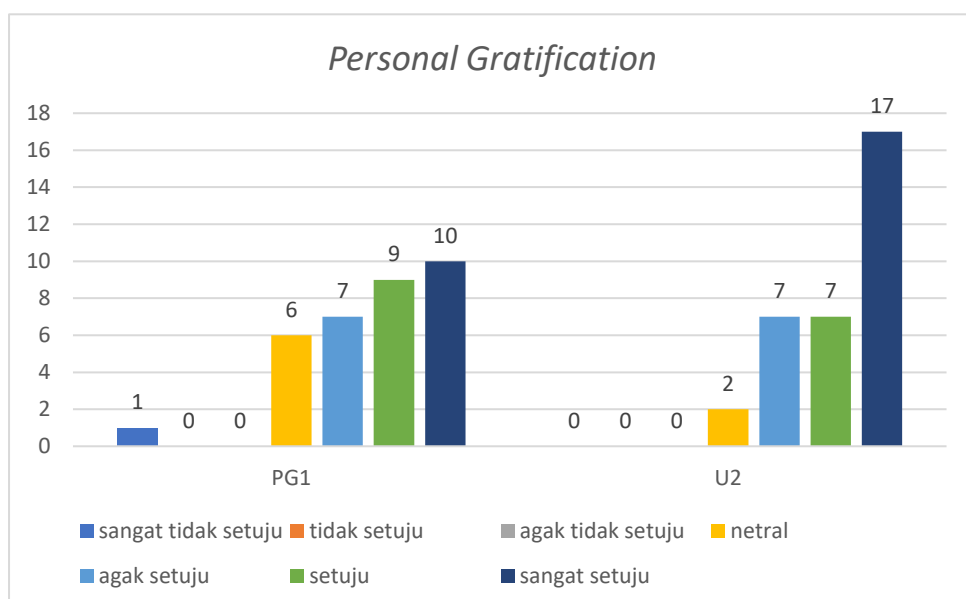
Pada kode pertanyaan CF2 terkait apakah *game* ini mendorong mereka untuk kreatif saat bermain, sebanyak 5 responden merasa sangat setuju, 8 responden merasa setuju, dan 12 responden merasa agak setuju. Kemudian sebanyak 2 responden merasa agak tidak setuju. Sementara itu, 4 responden lainnya memilih netral terkait apakah responden merasa kreatif saat bermain. Pada aspek ini, mayoritas *player* menjawab dalam rentang agak setuju hingga setuju. Hal ini menunjukkan bahwa *game* ini mampu memberikan kebebasan berimajinasi kepada *player* dan mendorong kreativitas mereka saat bermain.



Gambar 4. 14 Grafik Nilai *Audio Aesthetic*

Pada kode pertanyaan AA1 terkait apakah mereka dapat menikmati efek suara yang ada di dalam *game* ini, sebanyak 10 responden merasa sangat setuju, 10 responden merasa setuju, dan 7 responden merasa agak setuju. Sementara itu, sebanyak 2 responden merasa agak tidak setuju sementara 1 responden merasa tidak setuju dan 1 responden merasa sangat tidak setuju dan sebanyak 5 responden lainnya memilih netral terkait apakah mereka menikmati efek suara yang diberikan *game* ini atau tidak.

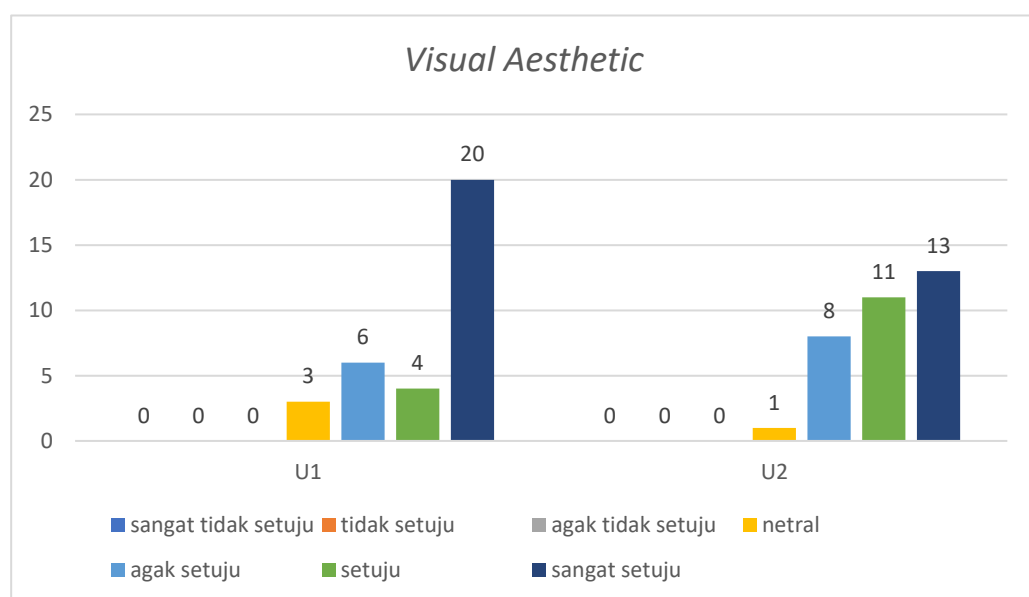
Pada kode pertanyaan AA2 terkait apakah audio seperti efek suara dan musik yang ada di dalam *game* ini dapat meningkatkan pengalaman bermain mereka, sebanyak 9 responden merasa sangat setuju, 11 responden merasa setuju, dan 10 responden merasa agak setuju. Kemudian sebanyak masing-masing 1 responden memilih tidak setuju, sedangkan 2 responden lainnya memilih netral terkait apakah audio di dalam *game* dapat meningkatkan pengalaman bermain. Secara keseluruhan pada aspek ini, mayoritas *player* setuju. bahwa mereka menikmati efek suara dan musik yang ada di dalam *game* sehingga dapat meningkatkan pengalaman bermain mereka.



Gambar 4. 15 Grafik Nilai *Personal Gratification*

Gambar 4.15 menunjukkan hasil survei terhadap aspek *personal gratification*. Pada kode pertanyaan PG1 terkait apakah mereka sangat fokus pada performa masing-masing selama bermain, sebanyak 10 responden merasa sangat setuju, 9 responden merasa setuju, dan 7 responden merasa agak setuju. Kemudian sebanyak 1 responden merasa sangat tidak setuju terkait hal ini, yang berarti responden tidak terlalu memperhatikan performanya di dalam *game* ini. Sementara itu, 6 responden lainnya memilih netral terkait apakah selama bermain responden fokus pada performanya.

Pada kode pertanyaan PG2 terkait apakah mereka ingin melakukan yang terbaik selama bermain, sebanyak 17 responden merasa sangat setuju, 7 responden merasa setuju, dan 7 responden merasa agak setuju. Kemudian sebanyak 2 responden memilih netral yang berarti mereka tidak terdorong untuk melakukan yang terbaik selama bermain. Secara keseluruhan pada aspek ini, mayoritas player merasa setuju bahwa *game* ini mampu mendorong dan memotivasi mereka untuk melakukan yang terbaik dan menyelesaikan permainan.



Gambar 4. 16 Grafik Nilai *Visual Aesthetic*

Gambar 4.16 menunjukkan hasil survei terhadap aspek *visual aesthetic*. Pada kode pertanyaan VA1 terkait apakah mereka menikmati grafik yang disajikan pada *game* ini, sebanyak 20 responden merasa sangat setuju, 4 responden merasa setuju, dan 6 responden merasa agak setuju. Sedangkan 3 responden lainnya memilih netral terkait apakah grafik di dalam *game* ini dapat dinikmati.

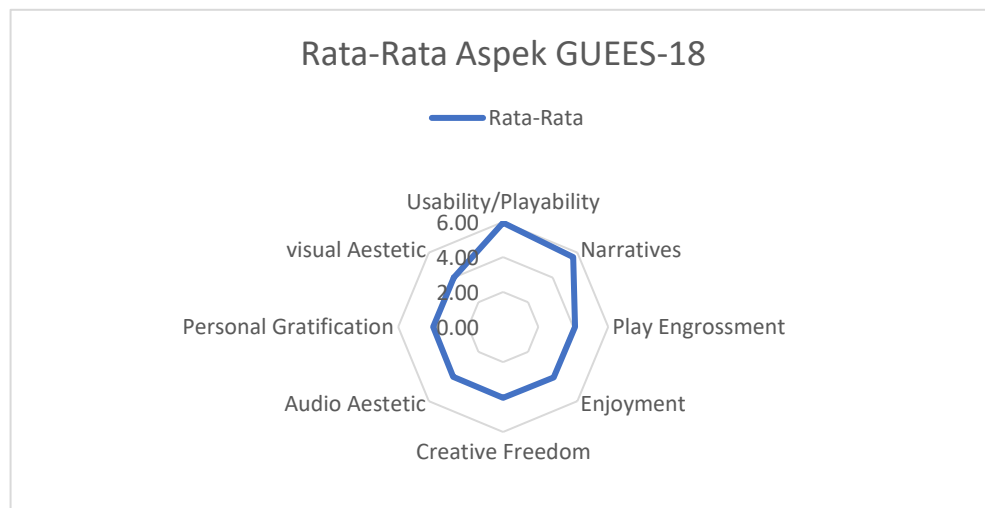
Pada kode pertanyaan VA2 terkait apakah *game* ini memiliki visual yang menarik, sebanyak 13 responden merasa sangat setuju, 11 responden merasa setuju, dan 8 responden merasa agak setuju. Sementara 1 responden lainnya memilih netral terkait apakah *game* ini menarik secara visual. Secara keseluruhan pada aspek ini, mayoritas player merasa bahwa grafis dan visual dari *game* ini sudah menarik dan dapat dinikmati. Namun, pada setiap kode soal, mayoritas player tidak dapat menentukan apakah grafis dan visual pada *game* ini menarik.

Pada GUESS-18, skor gabungan dari survei dapat dihitung dengan menjumlahkan rata-rata pada setiap aspek (subskala). Rata-rata pada setiap aspek memiliki nilai minimal yaitu satu, dan nilai maksimal yaitu tujuh. Sementara untuk skor gabungan dengan 8 aspek pengujian memiliki nilai minimal yaitu delapan, dan nilai maksimal yaitu 56.

Tabel 4. 8 Skor GUESS-18

No.	Atribut	Rata-Rata	Standar Deviasi
1.	<i>Usability/Playability</i>	5.95	0.79
2.	<i>Narratives</i>	5.65	1.02
3.	<i>Play Engrossment</i>	4.11	1.03
4.	<i>Enjoyment</i>	4.08	1.02
5.	<i>Creative Freedom</i>	4.05	1.04
6.	<i>Audio Aesthetic</i>	4.03	1.06
7.	<i>Personal Gratification</i>	4.00	1.08
8.	<i>Visual Aesthetic</i>	4.00	1.10
Skor Total		44.08	
Standar Deviasi Rata-Rata			5.54

Tabel 4.8 menunjukkan rata-rata setiap aspek yang kemudian disajikan dalam bentuk diagram radar pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 17 Grafik Nilai *Visual Aesthetic*

Aspek dengan rata-rata tertinggi adalah kepuasan pribadi (nilai rata-rata: 4.00, standar deviasi: 1.08) dan narasi (nilai rata-rata: 5.65, standar deviasi: 1.02), sesuai dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan Gambar 4.16. Hal ini menunjukkan bahwa elemen-elemen permainan memiliki kekuatan untuk menginspirasi pemain untuk melakukan upaya terbaik mereka dan menyelesaikan permainan sebaik mungkin. Game ini menawarkan cerita dan fantasi yang menarik, yang dibuktikan dengan rata-rata yang tinggi pada aspek narasi.. Selanjutnya, aspek *enjoyment* memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,08 dengan nilai standar deviasi sebesar 1,02. Aspek *audio aesthetic* memperoleh rata-rata penilaian sebesar 4,03 dengan nilai standar deviasi sebesar 1,06. Aspek *usability/playability* memperoleh nilai rata-rata sebesar 5,95 dengan nilai standar deviasi sebesar 0,79. Aspek *creative freedom* memperoleh nilai rata-rata sebesar

4,05 dengan nilai standar deviasi sebesar 1,04. Aspek visual aesthetic memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,00 dengan nilai standar deviasi sebesar 1,10. Aspek yang memiliki rata-rata paling rendah adalah aspek play engrossment yang memperoleh nilai rata-rata terbesar yaitu 4,11 dengan nilai standar deviasi sebesar 1,03. Hasil ini dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, misalnya player merasa bahwa game ini belum bisa menarik penuh minat dan perhatiannya untuk fokus dalam bermain. Secara keseluruhan skor GUESS-18 yaitu 44,08 atau 78,7% dari nilai maksimal 56. Dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar player merasa cukup puas dengan apa yang disajikan game ini pada beberapa aspek.

4.4 Integrasi Sains dalam Islam

Teknologi adalah salah satu bentuk kemajuan ilmu pengetahuan. Jika merujuk pada ayat-ayat Al-Qur'an sebagai sumber pokok islam, ada banyak ayat yang mengisyaratkan terkait sains dan ilmu pengetahuan. Maka tidak dapat dipungkiri bahwa teknologi adalah hasil dari kreativitas pola pikir manusia sebagaimana diperintahkan di dalam agama untuk mengoptimalkan daya nalar dan pikir sehingga dapat menciptakan kreativitas yang dapat bermanfaat dalam kehidupan mereka. termasuk dalam bidang penanggulangan bencana menggunakan sebuah teknologi. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor manusia, alam, maupun non-alam. Bencana juga menyebabkan kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, dampak psikologis, dan korban jiwa. Ada yang beranggapan bahwa Tuhan adalah penyebab terjadinya bencana. Namun pada kenyataannya, sunnatullah terjadi ketika manusia gagal

memenuhi kewajibannya sebagai khalifah di muka bumi. Bencana alam, seperti tanah longsor, gempa bumi, dan letusan gunung berapi, merupakan hasil dari perpaduan antara aktivitas manusia dan alam. QS. ar-Rum: 41 menjelaskan bahwa:

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

“telah terjadi berbagai bencana di daratan dan di lautan yang terjadi karena ulah manusia “

Berdasarkan ayat tersebut, Allah berusaha mengingatkan manusia bahwa kesalahan yang dilakukan oleh manusia menyebabkan bencana baik di darat maupun di laut. Hal ini menunjukkan bahwa Allah tidak bermaksud menjadikan bencana sebagai ujian, hukuman, atau pelajaran bagi manusia.. Penebangan hutan yang berlebihan dan pembuangan sampah sembarangan adalah salah satu penyebab utama bencana yang terjadi, menurut banyak bukti. Ini tidak disertai dengan upaya untuk menyeimbangkan alam sehingga ekosistem saat ini tidak bergerak dengan cepat.. Dengan membiarkan manusia merasakan dampak kerusakan alam, Allah, dengan kasih sayang dan belas kasihan-Nya, berharap manusia kembali ke jalan yang benar dan hidup selaras dengan alam. Menurut tafsir ayat ini, Al-fasad, yang berarti “perusakan”, adalah segala bentuk pelanggaran terhadap aturan atau hukum yang telah diciptakan Allah. Perusakan (Al-Fasad) ini dapat berupa pencemaran lingkungan hingga tidak layak untuk dihuni manusia atau bahkan menghancurkan lingkungan hingga tidak berguna lagi. Sebagai contoh, aktivitas manusia di darat dapat merusak kehidupan laut, flora, dan fauna hingga tidak dapat digunakan lagi. Allah menunjukkan kasih

sayang-Nya kepada umat manusia dengan menyediakan sistem alam yang dapat menangkal atau memulihkan efek negatif ini. Umat manusia akan membayar harga penuh untuk perbuatan jahat mereka jika Dia tidak menunjukkan belas kasihan kepada mereka dan tidak menciptakan mekanisme di alam untuk membatalkan kerusakan. Umat manusia tidak akan dapat hidup di atau menggunakan alam ini karena alam ini telah rusak total.

وَلَوْ يُؤَاخِذُ اللَّهُ النَّاسَ بِمَا كَسَبُوا مَا تَرَكَ عَلَى ظَهْرِهَا مِنْ دَابَّةٍ وَلَكِنْ يُؤَخِّرُهُمْ إِلَىٰ أَجَلٍ مُّسَمًّى ۖ فَإِذَا جَاءَ أَجْلُهُمْ
فَإِنَّ اللَّهَ كَانَ بِعِبَادِهِ بَصِيرًا

“Dan kalau sekiranya Allah menyiksa manusia disebabkan usahanya, niscaya Dia tidak akan meninggalkan di atas permukaan bumi suatu makhluk yang melata pun akan tetapi Allah menangguhkan (penyiksaan) mereka, sampai waktu yang tertentu; maka apabila datang ajal mereka, maka sesungguhnya Allah adalah Maha Melihat (keadaan) hamba-hamba-Nya. (QS Fatir Ayat 45)”.

Dengan memberi manusia kesempatan untuk merasakan beberapa dampak kerusakan alam yang mereka lakukan, Allah berharap manusia akan menjadi sadar. Diharapkan bahwa manusia tidak lagi merusak alam, tetapi memeliharanya. Mereka harus mematuhi ekosistem yang telah diciptakan oleh Tuhan daripada melanggarnya. Selain itu, mereka diharapkan untuk mengimani Allah daripada mengingkari dan menyekutukan-Nya. Oleh karena itu, penting bagi manusia untuk mendapatkan pengetahuan tentang cara mencegah bencana tersebut sehingga mereka dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang dunia ini. Setelah itu, pengetahuan ini dapat diterapkan untuk menciptakan solusi untuk masalah saat ini.. Sebagai contoh, Penulis dari penelitian ini membuat sebuah game simulasi untuk pencegahan banjir sebagai alat pengajaran alternatif yang menyenangkan dan efektif yang masih relevan hingga saat ini. Penelitian ini

menggunakan game simulasi pencegahan banjir sebagai platform untuk membuat skenario sistem peringatan dini yang dibuat dengan menggunakan pendekatan TOPSIS..

Metode TOPSIS adalah sebuah metode yang dapat digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari banyaknya alternatif pilihan. Metode TOPSIS akan menghasilkan perankingan alternatif yang diurutkan berdasarkan nilai preferensinya. Urutan ini menandakan adanya keteraturan dalam kriteria yang ada sesuai dengan hasil perankingannya, yaitu mulai dari urutan pertama, dilanjutkan dengan urutan kedua, dan seterusnya. Pola urutan ini akan sangat bermanfaat bagi para player untuk mengetahui mereka berada di kondisi yang benar. Jika kita kembali merujuk kepada al-Quran, pola-pola keteraturan ini juga sudah dinyatakan di dalamnya, misalnya di dalam QS. al-Mu'minun ayat 12-14 yang membahas tentang proses terciptanya manusia.

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِنْ طِينٍ . ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَكِينٍ . ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ .

“Dan sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah. Kemudian Kami jadikan saripati itu air mani (yang disimpan) dalam tempat yang kokoh (rahim). Kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. Kemudian Kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta Yang Paling Baik” (Q.S Al-Mu'minun(23):12-14)

Di dalam tafsir Al-Mishbah, Quraish Shihab mengatakan bahwa ayat ini menjelaskan proses pembentukan manusia yang terdiri dari tujuh tahap. Untuk memulai, Allah menciptakan manusia dari saripati, yang berasal dari tanah.

Kemudian Dia membuat nuthfah, yang disimpan di dalam rahim ibu, dan membuat alaqah, yang merupakan segumpal darah. Dari alaqah kemudian dibuat mudhghah, yang merupakan segerombolan kecil daging, dan kemudian tulang belulang, yang dibungkus dengan daging.. Kemudian, setelah terbentuk tulang belulang yang terbungkus daging, ditiupkan ruh kepadanya yang menjadikannya berbeda dari makhluk lainnya. Ayat ini menceritakan tentang urutan penciptaan manusia. Manusia diciptakan dari sesuatu yang sangat kecil (saripati) kemudian secara bertahap berkembang menjadi sempurna hingga ditiupkan ruh kepadanya untuk menjadikan manusia makhluk yang paling sempurna dan beda dari makhluk lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penciptaan manusia pasti melalui urutan yang tepat sehingga dari hal yang sederhana dapat menjadi manusia utuh yang bahkan dijadikan berbeda dari makhluk lainnya. Dengan demikian hal tersebut menjadi landasan konsep sistem penentuan yang menghasilkan urutan skenario pencegahan bencana banjir yang sesuai dan efektif untuk masyarakat. Urutan skenario ini bertujuan agar masyarakat dapat mempelajari cara pencegahan bencana banjir dengan urutan yang tepat sesuai dengan kemampuannya sehingga masyarakat dapat mengetahui skenario apa yang menjadi kekurangannya dan dapat mengalokasikan usaha yang lebih pada skenario tersebut

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa metode TOPSIS berhasil digunakan untuk sistem penentuan skenario Flood Disaster Game. Input metode terdiri dari 3 yaitu slider dengan value dari 1-3. Output dari sistem ini terdiri dari 4 alternatif yaitu Aman, Siaga, Waspada, Awas. Implementasi TOPSIS pada sistem dilakukan dalam beberapa langkah yaitu, mengambil data dari slider, mengonversi data sesuai dengan skala penilaian, membuat matriks keputusan, Menghitung nilai solusi ideal positif dan negatif, menghitung jarak nilai alternatif dari setiap solusi ideal, mengurutkan nilai preferensi, dan normalisasi matriks keputusan. Langkah-langkah tersebut menghasilkan urutan materi belajar, dimulai dari materi yang paling tidak dikuasai oleh pemain.. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap 33 masyarakat dari berbagai umur menunjukkan tingkat akurasi sistem pada game ini secara keseluruhan mencapai 44,08 atau 78,7% dari nilai maksimal 56. Dapat ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar player merasa cukup puas dengan apa yang disajikan game ini pada beberapa aspek dan beberapa memerlukan perbaikan, maka dari itu sistem penentuan skenario pada game flood disaster dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran untuk masyarakat

5.2 Saran

Setelah uji coba, peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki kekurangan. Rekomendasi berikut diberikan untuk pengembangan aplikasi yang telah dibuat::

1. Meningkatkan kualitas permainan permainan dengan memperluas variasi pengendalian untuk meningkatkan daya tarik permainan..
2. Menggunakan metode lainnya untuk menentukan skenario sebagai pembanding dengan metode yang digunakan di dalam game ini sehingga dapat meningkatkan sistem sehingga hasil yang diperoleh juga semakin baik.
3. Menambahkan environment yang lebih real terhadap skenario pada real life dan bisa menambah aspek visual aesthetic

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, T. R., Arifin, Z., & Khairina, D. M. (2017, March 17). *SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN RUMAH TINGGAL DI PERUMAHAN MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW) (STUDI KASUS: KOTA SAMARINDA)*. <https://www.semanticscholar.org/paper/SISTEM-PENDUKUNG-KEPUTUSAN-PEMILIHAN-RUMAH-TINGGAL-Adianto-Arifin/b60b0d241b6fe41abd095543e8b6d696b6ad2cd9>
- Adli, A. S., & Rani, S. (2020). Wasiban: Game Edukasi untuk Meningkatkan Kewaspadaan dan Kesiagaan Terhadap Banjir. *AUTOMATA*, 1(2), Article 2. <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/15400>
- Arif, Y. M. (2022). *Ambient Intelligence Serious Game Pemilihan Destinasi Wisata Menggunakan Recommendation Engine Decentralized MCRC* [Doctoral, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya]. <https://repository.its.ac.id/93958/>
- Arif, Y. M., Harini, S., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2021). An Automatic Scenario Control in Serious Game to Visualize Tourism Destinations Recommendation. *IEEE Access*, 9, 89941–89957. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3091425>
- Arif, Y. M., Karami, A. F., Wardani, D., Rifitasari, D., Nugroho, S. M. S., & Hariadi, M. (2022). *Pengembangan teknologi ambient intelligence dalam tourism serious game*. Cerdas Ulet Kreatif. <http://repository.uin-malang.ac.id/12223/>
- bnu nugroho. (2020). *APLIKASI PEMBERITAHUAN AWAL BENCANA BANJIR (FLOOD ERLY WARNING APLICATIONS) BERBASIS ANDROID -*. <https://docplayer.info/31279040-Proposal-aplikasi-pemberitahuan-awal-bencana-banjir-flood-erly-warning-aplications-berbasis-android.html>
- Budiharjo, A., Purnamasari, A. I., & Dana, R. D. (2022). GAME EDUKASI MITIGASI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN METODE AGILE DEVELOPMENT. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5741>
- D'Amico, A., Bernardini, G., Lovreglio, R., & Quagliarini, E. (2023). A non-immersive virtual reality serious game application for flood safety training. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 96, 103940. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103940>
- Darwiyanto, E., Binawan, B. P., & Junaedi, D. (2017). Aplikasi GIS Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir Wilayah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode Weighted Product. *Indonesia Journal on Computing (Indo-JC)*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.21108/INDOJC.2017.2.1.141>
- Dubey & Katarya. (2021). *An Analysis of Machine Learning Techniques for Flood Mitigation* | SpringerLink. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5148-2_27

- Dwitama, R. S. (2019). Pemilihan Metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) Menggunakan Pendekatan Rank Similarity Simulation (RSS). *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya*, 1(0), Article 0.
- Eko Darwiyanto, 2017. *Aplikasi GIS Klasifikasi Tingkat Kerawanan Banjir Wilayah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode Weighted Product | Indonesia Journal on Computing (Indo-JC)*. Retrieved September 25, 2023, from <https://socj.telkomuniversity.ac.id/ojs/index.php/indojc/article/view/141>
- Ibrahim, I. (2017). *PEMILIHAN PEMASOK KOMPONEN OTOMOTIF YANG TEPAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE AHP DAN TOPSIS DI PT AISIN INDONESIA* [Program Studi Teknik Industri Universitas Widyatama]. <http://repository.widyatama.ac.id/xmlui/handle/123456789/14841>
- Keebler, J. R., Shelstad, W. J., Smith, D. C., Chaparro, B. S., & Phan, M. H. (2020). *Validation of the GUESS-18: A Short Version of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)*. 16(1).
- Kristiana, T. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Dengan Menggunakan Metode TOPSIS Untuk Pemilihan Lokasi Pendirian Grosir Pulsa. *Paradigma*, 20(1), Article 1. <https://doi.org/10.31294/p.v20i1.2908>
- Ir. Sarwono, CES. (2014). *PEDOMAN PENGELOLAAN BENCANA BANJIR OUTPUT KEGIATAN PENGEMBANGAN RANCANGAN NSPM (K) BIDANG SUNGAI* (1st ed.). pupr. <https://simantu.pu.go.id/personal/img-post/autocover/8d83e91453b03194f15062c4406d26ee.pdf>
- Moosakhaani, M., Salimi, L., Sadatipour, M. T., Niksokhan, M. H., & Rabbani, M. (2021). Game theoretic approach for flood risk management considering a financial model. *Environmental Engineering Research*, 27(6), 210368–0. <https://doi.org/10.4491/eer.2021.368>
- Muhammad, F. I., & Aziz, Y. M. A. (2020). IMPLEMENTASI KEBIJAKAN DALAM MITIGASI BENCANA BANJIR DI DESA DAYEUKOLOKOT. *Kebijakan : Jurnal Ilmu Administrasi*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.23969/kebijakan.v11i1.2235>
- Nurhayati, H., & Arif, Y. M. (2023). Math-VR: Mathematics Serious Game for Madrasah Students using Combination of Virtual Reality and Ambient Intelligence. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(5). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140524>
- Nurwulandari, F. S. (2016). KAJIAN MITIGASI BENCANA KEBAKARAN DI PERMUKIMAN PADAT: (STUDI KASUS: KELURAHAN TAMAN SARI, KOTA BANDUNG). *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen Dan Teknologi*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v18i1.506>
- Palilingan, K. (2020). Multi Criteria Decision Making Using TOPSIS Method For Choosing Mate. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(4), Article 4. <https://doi.org/10.35793/jti.15.4.2020.32603>
- Phan, M. H., Keebler, J. R., & Chaparro, B. S. (2016). The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS).

- Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 58(8), 1217–1247. <https://doi.org/10.1177/0018720816669646>
- Pratiwi, H. (2020). *TUJUAN dan KARAKTERISTIK SPK oleh Heny Pratiwi*.
- Safitri, A. H., Wibowo Almais, A. T., Syauqi, A., & Melani, R. I. (2022). Pengujian Optimization dan Non-Optimization Query Metode Topsis untuk Menentukan Tingkat Kerusakan Sektor Bencana Alam. *Jurnal ELTIKOM*, 6(1), 89–99. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v6i1.532>
- Tsai, M.-H., Chang, Y.-L., Shiau, J.-S., & Wang, S.-M. (2020). Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: The case of Battle of Flooding Protection. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43, 101393. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101393>
- Tzeng, G.-H., & Huang, J.-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications* (1st Edition). Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1201/b11032>
- Udjaja, Y., & Ramdhan, D. (2023). Experiential game learning design framework: Mechanical content of serious game. *Procedia Computer Science*, 216, 415–423. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.153>
- Wardiningsih, S., & Salam, B. F. (2019). PERENCANAAN RTH SEMPADAN SUNGAI CILIWUNG D I KAWASAN KAMPUNG PULO DAN BUKIT DURI JAKARTA. *NALARs*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.24853/nalars.18.1.65-74>
- Zhu, H., Yu, M., Zhu, J., Lu, H., & Cao, R. (2019). Simulation study on effect of permeable pavement on reducing flood risk of urban runoff. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8(4), 373–382. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2018.12.001>