

**SERIOUS GAME ASHABUL KAHFI MENGGUNAKAN  
REKOMENDASI TINGKAT KESULITAN  
*KNOWLEDGE-BASED FILTERING*  
BERBASIS MULTIMOORA**

**THESIS**

**Oleh:  
YUNIAR SETYO MARANDY  
NIM. 240605210025**



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

**SERIOUS GAME ASHABUL KAHFI MENGGUNAKAN  
REKOMENDASI TINGKAT KESULITAN  
*KNOWLEDGE-BASED FILTERING*  
BERBASIS MULTIMOORA**

**THESIS**

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

**Oleh:  
YUNIAR SETYO MARANDY  
NIM. 240605210025**

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

**SERIOUS GAME ASHABUL KAHFI MENGGUNAKAN  
REKOMENDASI TINGKAT KESULITAN  
KNOWLEDGE-BASED FILTERING  
BERBASIS MULTIMOORA**

**THESIS**

Oleh:  
**YUNIAR SETYO MARANDY**  
**NIM. 240605210025**

Telah diperiksa dan disetujui untuk di uji:  
Tanggal 4 Desember 2025

Pembimbing I

Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN.Eng  
NIP. 19710722 201101 1 001

Pembimbing II

Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom  
NIP. 19720309 200501 2 002

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



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

**SERIOUS GAME ASHABUL KAHFI MENGGUNAKAN  
REKOMENDASI TINGKAT KESULITAN  
KNOWLEDGE-BASED FILTERING  
BERBASIS MULTIMOORA**

**THESIS**

Oleh:  
**YUNIAR SETYO MARANDY**  
**NIM. 240605210025**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji Thesis  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Magister Komputer (M.Kom)  
Tanggal 4 Desember 2025

**Susunan Dewan Pengaji**

Pengaji I : Dr. Agung Teguh Wibowo Almais, M.T  
NIP. 19860301 202321 1 016

**Tanda Tangan**

Pengaji II : Dr. Zainal Abidin, M.Kom  
NIP. 19760613 200501 1 004

Pembimbing I : Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T., I.P.M., ASEAN.Eng  
NIP. 19710722 201101 1 001

Pembimbing II: Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom  
NIP. 19720309 200501 2 002

Mengetahui  
Ketua Program Studi Magister Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



UIN.IIP Muhammad Faisal, S.Kom, M.T  
NIP. 19740510 200501 1 007

## **PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yuniar Setyo Marandy

NIM : 240605210025

Program Studi : Magister Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

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

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

Malang, 4 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Yuniar Setyo Marandy  
NIM. 240605210025

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillahi rabbil alamin, Thesis ini saya persembahkan untuk :

1. Seluruh Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan semangat.
2. Seluruh Civitas Akademika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan kesempatan untuk menambah ilmu teknologi dan agama.
3. Seluruh Guru dan Murid SDN 1 Pakisaji yang memberikan dukungan data dan kesempatan belajar.
4. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang semua angkatan atas kerjasamanya selama ini.
5. Bapak, Ibu, saudara dan rekan-rekan sekalian yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dalam mendukung Thesis ini hingga bisa diselesaikan.

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb*

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Thesis ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Thesis ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Fresy Nugroho,S.T., M.T., I.P.M., ASEAN.Eng dan Ibu Dr. Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom selaku dosen pembimbing Thesis, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
2. Segenap civitas akademika Program Studi Magister Informatika terutama seluruh Bapak / Ibu Dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
3. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a dan semangat semua rekan-rekan seperjuangan yang ikut mendukung dan membantu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Thesis ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Thesis ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi.

*Wasalamu 'alaikum Wr. Wb*

Malang, 4 Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
مستخلص البحث .....	xv
 BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pernyataan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
 BAB II STUDI PUSTAKA.....	8
2.1 Serious Game .....	8
2.2 Ashabul Kahfi.....	10
2.3 Knowledge-Based Filtering.....	17
2.4 Decision Support Systems (DSS).....	20
2.5 Penelitian Terdahulu.....	24
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27

3.1 Desain Penelitian .....	27
3.2 Tahapan Penelitian .....	29
3.2.1 Analisis Kebutuhan .....	30
3.2.2 Desain Sistem Rekomendasi .....	31
3.2.3 Desain Game .....	38
3.2.4 Integrasi Keagamaan .....	47
3.2.5 Pengembangan .....	49
3.2.6 Implementasi .....	51
3.2.7 Evaluasi .....	53
BAB IV HASIL PENELITIAN .....	57
4.1 Hasil Pengembangan Sistem .....	57
4.2 Hasil Sistem Rekomendasi .....	58
4.2.1 Demografi Pemain dan Pola Kategori Kesulitan .....	58
4.2.2 Hasil Perhitungan KBF dan MULTIMOORA .....	60
4.3 Hasil Validasi .....	66
4.3.1 Validasi Ahli Materi .....	67
4.3.2 Validasi Ahli Media .....	69
4.3.3 Validasi Ahli Teknologi Informatika .....	72
4.3.4 Validasi Praktisi Pembelajar .....	74
4.4 Hasil Uji Coba Produk .....	76
4.4.1 Hasil pretest dan postest kelas kontrol .....	77
4.4.2 Hasil pretest dan postest kelas eksperimen .....	78
4.4.3 Analisis Statistik Menggunakan SPSS (Paired Sampled T-Test) .....	78
4.4.4 Analisis Statistik Efektivitas .....	79
BAB V PEMBAHASAN .....	81

5.1 Pembahasan Pengembangan Sistem.....	81
5.2 Pembahasan Sistem Rekomendasi .....	82
5.3 Pembahasan Validasi Ahli.....	83
5.3.1 Ahli Materi .....	83
5.3.2 Ahli Media Pemelajaran.....	83
5.3.3 Ahli Teknologi Informatika.....	83
5.3.4 Praktisi Pembelajaran .....	84
5.4 Pembahasan Hasil Uji Coba Produk .....	84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	86
6.1 Kesimpulan.....	86
6.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA .....	88

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.2. Daftar Jurnal.....	24
Tabel 3.3. Pemilihan Kuesioner .....	32
Tabel 4.1. Demografi Pemain .....	58
Tabel 4.3. Data Profil Pemain .....	60
Tabel 4.4. Normalisasi Min-Max .....	60
Tabel 4.5. Ratio System .....	61
Tabel 4.6. Reference Point Approach .....	61
Tabel 4.7. Nilai FMF ( $U_i$ ) .....	62
Tabel 4.8. Ranking Akhir Siswa dan Rekomendasi Tingkat Kesulitan.....	62
Tabel 4.9. Kategori Hasil Nilai Validasi (Nieveen, 1999) .....	67
Tabel 4.11. Saran dan Masukan Ahli Materi .....	68
Tabel 4.12. Revisi Ahli Materi.....	69
Tabel 4.14. Saran dan Masukan Ahli Media Pembelajaran .....	71
Tabel 4.15. Revisi Ahli Media .....	71
Tabel 4.17. Saran dan Masukan Ahli Teknologi Informatika.....	74
Tabel 4.18. Revisi Ahli Teknologi Informatika .....	74
Tabel 4.20. Saran dan Masukan Praktisi Pembelajaran .....	76
Tabel 4.23. Hasil Uji T-Test .....	79
Tabel 4.24. Hasil Uji Interpretasi .....	80

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Gambaran Umum Metode MULTIMOORA .....	21
Gambar 3.1. Alur Pengembangan ADDIE.....	27
Gambar 3.2. Tahapan Penelitian .....	29
Gambar 3.4. Gameflow Serious Game Ashabul Kahfi .....	33
Gambar 3.5. Desain Sistem.....	34
Gambar 3.6. Storyboard Serious Game Ashabul Kahfi .....	39
Gambar 3.7. Scene Menu .....	40
Gambar 3.8. Scene Panduan.....	40
Gambar 3.9. Scene Narasi.....	41
Gambar 3.10. Scene Preferensi .....	41
Gambar 3.11. Scene Level .....	42
Gambar 3.12. Scene Gameplay.....	42
Gambar 3.13. Scene Game Over.....	43
Gambar 3.14. Scene Kuis.....	43
Gambar 3.15. Scene Penilaian .....	44
Gambar 4.2. Diagram Tingkat Kesulitan .....	59
Gambar 4.10. Penilaian Validasi Ahli Materi.....	68
Gambar 4.13. Penilaian Validasi Ahli Media .....	70
Gambar 4.16. Penilaian Validasi Ahli Teknologi Informatika .....	73
Gambar 4.19. Penilaian Validasi Praktisi Pembelajaran.....	75
Gambar 4.21. Hasil Pretest dan Posttest Kelas Kontrol.....	77
Gambar 4.22. Hasil Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen .....	78

## ABSTRAK

Marandy, Yuniar Setyo, 2025, *Serious Game* Ashabul Kahfi Menggunakan Rekomendasi Tingkat Kesulitan *Knowledge-Based Filtering* Berbasis Multimoora, Program Magister Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Pembimbing: (1) Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM (2) Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom

Kata kunci: *Serious Game*, Ashabul Kahfi, *Knowledge-Based Filtering*, MULTIMOORA, Sistem Rekomendasi.

Perkembangan teknologi pembelajaran menuntut hadirnya media interaktif yang mampu menyesuaikan kebutuhan belajar siswa secara adaptif. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan media pembelajaran yang interaktif dan mampu beradaptasi dengan kemampuan individual siswa, khususnya dalam mempelajari kisah Ashabul Kahfi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *serious game* dengan sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif berbasis *Knowledge-Based Filtering* dan MULTIMOORA, serta menguji efektivitasnya terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE, dan pengembangan sistem informatika dilakukan melalui pemodelan atribut pengguna, konversi aturan berbasis pengetahuan, normalisasi data menggunakan *Min-Max*, serta perhitungan tiga pendekatan MULTIMOORA yaitu *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form* yang digabungkan melalui teori dominasi untuk menghasilkan keputusan tingkat kesulitan yang stabil dan objektif. Algoritma rekomendasi diintegrasikan langsung ke dalam *game engine* sehingga *game* dapat merekomendasikan tingkat kesulitan secara otomatis sesuai profil pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk dinyatakan layak oleh para ahli pada aspek materi, media, dan teknis, serta memberikan peningkatan signifikan pada hasil belajar siswa dengan N-Gain kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol berada pada kategori rendah. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi metode informatika melalui KBF dan MULTIMOORA mampu menghasilkan sistem adaptif yang akurat dan efektif, sehingga *serious game* Ashabul Kahfi layak digunakan sebagai media pembelajaran digital yang cerdas, personal, dan meningkatkan pemahaman serta motivasi belajar siswa.

## **ABSTRACT**

Marandy, Yuniar Setyo, 2025, Ashabul Kahfi Serious Game Using Knowledge-Based Filtering Difficulty Recommendations Based on Multimoora, Master of Informatics Program, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Supervisors: (1) Dr. Ir. Fresy Nugroho, ST., MT, IPM (2) Ririen Kusumawati, S.Si, M.Kom

**Keywords:** Serious Game, Ashabul Kahfi, Knowledge-Based Filtering, MULTIMOORA, Recommendation System.

The development of learning technology demands the presence of interactive media that can adapt to students' learning needs. This research is motivated by the need for interactive learning media that can adapt to students' individual abilities, particularly in learning the story of Ashabul Kahfi. The purpose of this study is to develop a serious game with an adaptive difficulty recommendation system based on Knowledge-Based Filtering and MULTIMOORA, and to test its effectiveness on student learning outcomes and motivation. The research uses the Research and Development method with the ADDIE model, and the development of the informatics system is carried out through user attribute modeling, knowledge-based rule conversion, data normalization using Min-Max, and the calculation of three MULTIMOORA approaches, namely Ratio System, Reference Point, and Full Multiplicative Form which are combined through dominance theory to produce stable and objective difficulty level decisions. The recommendation algorithm is integrated directly into the game engine so that the game can automatically recommend difficulty levels according to user profiles. The results of the study show that the product is declared feasible by experts in the material, media, and technical aspects, and provides a significant increase in student learning outcomes with a high N-Gain category, while the control class is in the low category. These findings prove that the integration of informatics methods through KBF and MULTIMOORA is able to produce an accurate and effective adaptive system, so that the serious game Ashabul Kahfi is worthy of being used as a smart, personalized digital learning medium, and increases students' understanding and learning motivation.

## ملخص

،ماراندي، يونيـار سـيـتيـو، 2025، لـعـبـة سـورـة الـكـهـف الـجـادـة باـسـتـخـدـام التـصـفـيـة القـائـمة عـلـى المـعـرـفـة تـوـصـيـات صـعـوبـة قـائـمة عـلـى نـظـام مـوـلـتـيمـورـا، بـرـنـامـج مـاجـسـتـير المـعـلـومـاتـيـة، جـامـعـة مـولـانا مـالـك إـبرـاهـيم إـلـاسـلامـيـة الحـكـومـيـة، المـشـرـفـون: (1) الدـكتـور إـيرـ فـريـسي نـوـغـرـوـهـو، أـسـتـاذ، مـاجـسـتـير، مدـير مـشـرـوع رـيـرـين كـوـسـومـاـوـاتـيـ، أـسـتـاذ، مدـير مـشـرـوع (2) (3)

الكلمات المفتاحية: لـعـبـة سـورـة الـكـهـف الـجـادـة، التـصـفـيـة القـائـمة عـلـى المـعـرـفـة، مـوـلـتـيمـورـا، نـظـام التـوـصـيـات

يـتـطـلـب تـطـوـير تـقـيـيـات التـعـلـم وـجـود وـسـائـط تـقـاعـلـيـة تـكـيـيف مع اـحـتـيـاجـات تـعـلـم الطـلـاب. وـبـنـعـ هـذـا الـبـحـث من الـحـاجـة إـلـى وـسـائـط تعـلـيمـيـة تـقـاعـلـيـة تـكـيـيف مع قـدرـات الطـلـاب الفـرـديـة، وـخـاصـةً في تـعـلـم قـصـة سـورـة الـكـهـف. تـهـدـي هـذـه الـدـرـاسـة إـلـى تـطـوـير لـعـبـة جـادـة بـنـظـام تـوـصـيـة تـكـيـيفـيـة للـصـعـوبـة قـائـمة عـلـى التـصـفـيـة القـائـمة وـأـخـتـار فـعـالـيـة عـلـى نـتـائـج تـعـلـم الطـلـاب وـتـحـفيـزـهـمـ، MULTIMOORA عـلـى المـعـرـفـة وـنـمـوذـج وـيـتم تـطـوـير نـظـام المـعـلـومـات من خـلـالـ ADDIE يـسـتـخـدـم الـبـحـث أـسـلـوب الـبـحـث وـالتـطـوـير مع نـمـوذـج Min-Max، نـمـذـجـة سـمـاتـيـة المـسـتـخدـمـ، وـتـحـويـلـ القـوـاءـدـ القـائـمة عـلـى المـعـرـفـة، وـتـطـبـيعـ الـبـيـانـاتـ باـسـتـخـدـام وـهـيـ نـظـامـ النـسـبـةـ، وـنـقـطـةـ المـرـجـعـ، وـالـشـكـلـ المـضـاعـفـ، MULTIMOORA وـحـسابـ ثـلـاثـةـ منـاهـجـ الـكـاملـ، وـالـتـيـ يـتـمـ دـمـجـهاـ منـ خـلـالـ نـظـرـيـةـ الـهـيـمـنـةـ لـإـنـتـاجـ قـرـاراتـ مـسـتـقرـةـ وـمـوـضـوـعـيـةـ لـمـسـتـوىـ الـصـعـوبـةـ. تـمـ دـمـجـ خـواـرـزمـيـةـ التـوـصـيـةـ مـيـاـشـرـةـ فـيـ مـحـركـ الـلـعـبـ بـحـيثـ يـمـكـنـ لـلـعـبـةـ تـلـقـائـيـاـ بـمـسـتـوـيـاتـ الصـعـوبـةـ وـفـقـاـ لـمـلـفـاتـ تـعـرـيـفـ الـمـسـتـخدـمـ. تـُـظـهـرـ نـتـائـجـ الـدـرـاسـةـ أـنـ الـمـنـتجـ قدـ تـمـ إـعـلـانـهـ قـابـلاـ لـلـتـنـفـيـذـ مـنـ قـبـلـ خـبـراءـ فـيـ الـجـوـانـبـ الـمـادـيـةـ وـالـإـلـاعـمـيـةـ وـالـقـنـتـيـنةـ، وـيـوـفـرـ زـيـادـةـ كـبـيرـةـ فـيـ نـتـائـجـ تـعـلـمـ الطـلـابـ عـالـيـةـ، بـيـنـماـ تـقـعـ فـتـةـ التـحـكـمـ فـيـ فـتـةـ الـمـنـخـفـضـةـ. وـتـثـبـتـ هـذـهـ النـتـائـجـ أـنـ دـمـجـ أـسـالـيبـ N-Gainـ معـ فـتـةـ KBFـ وـMULTIMOORAـ قـادـرـ عـلـىـ إـنـتـاجـ نـظـامـ تـكـيـيفـ دـقـيقـ وـفـعـالـ، بـحـيثـ A~shabul Kahfiـ تـكـونـ الـلـعـبـةـ الـجـادـةـ جـيـرـةـ بـالـاسـتـخدـامـ كـوـسـيـلـةـ تـعـلـيمـيـةـ رـقـمـيـةـ ذـكـيـةـ وـشـخـصـيـةـ، وـتـزـيدـ A~shabul Kahfiـ مـنـ فـهـمـ الطـلـابـ وـدـافـعـيـةـ التـعـلـمـ

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam dua dekade terakhir telah memberikan dampak signifikan terhadap inovasi pembelajaran digital. Transformasi ini melahirkan berbagai pendekatan baru yang memungkinkan proses belajar berlangsung secara lebih interaktif, fleksibel, dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Salah satu pendekatan yang semakin banyak dikembangkan adalah *serious game* permainan digital yang dirancang bukan semata-mata untuk hiburan melainkan untuk tujuan pembelajaran, pelatihan, atau peningkatan kompetensi. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa *serious game* mampu menciptakan lingkungan belajar yang konstruktif melalui integrasi elemen naratif, tantangan, simulasi, dan umpan balik *real-time* sehingga mendorong partisipasi aktif pemahaman mendalam serta retensi informasi yang lebih lama dibanding metode konvensional (Connolly *et al.*, 2012).

Dalam konteks Pendidikan Agama Islam (PAI), tantangan utama yang dihadapi guru adalah bagaimana menyampaikan nilai-nilai moral dan spiritual dengan cara yang relevan dan menarik bagi generasi digital. Materi kisah Qur'ani termasuk kisah Ashabul Kahfi lebih sering disampaikan melalui metode ceramah atau membaca teks yang bagi sebagian siswa dianggap kurang menarik dan sulit dihayati secara mendalam (Nadhiroh, 2023). Pada kisah Ashabul Kahfi mengandung nilai keimanan, keteguhan prinsip, keberanian moral, dan

ketawakalan yang sangat strategis dalam pembentukan karakter siswa (Kohlberg, 1981; Nuraeni & Suherman, 2023). Dengan kecenderungan anak usia sekolah dasar yang lebih responsif terhadap visualisasi, cerita interaktif, dan aktivitas permainan maka integrasi kisah Qur'ani ke dalam media digital seperti *serious game* berpotensi memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, emosional, dan kontekstual.

Meskipun *serious game* menawarkan berbagai kelebihan salah satu persoalan mendasar dalam pengembangannya adalah memastikan kecocokan tingkat kesulitan permainan dengan kemampuan kognitif dan pengalaman masing-masing pemain. Ketidaksesuaian tingkat kesulitan dapat menyebabkan berkurangnya efektivitas pembelajaran. Apabila tantangan terlalu mudah, peserta didik dapat mengalami kebosanan dan kehilangan motivasi. Sebaliknya, apabila tantangan terlalu sulit siswa dapat mengalami frustrasi dan kehilangan minat, sehingga proses internalisasi nilai moral tidak berjalan optimal. Oleh karena itu, *serious game* yang efektif harus mampu menyediakan mekanisme adaptasi tingkat kesulitan (*adaptive difficulty adjustment*) sehingga pengalaman bermain dapat disesuaikan dengan profil pengguna secara individual.

Untuk mewujudkan adaptivitas tersebut, diperlukan suatu metode yang mampu melakukan pemetaan karakteristik pengguna secara sistematis. *Knowledge-Based Filtering* (KBF) merupakan salah satu metode rekomendasi berbasis pengetahuan yang memanfaatkan aturan-aturan eksplisit (*knowledge rules*) untuk menyesuaikan rekomendasi dengan atribut pengguna. Tidak seperti pendekatan berbasis data yang membutuhkan riwayat interaksi yang besar, KBF

mampu bekerja secara efektif pada domain dengan data pengguna terbatas seperti lingkungan sekolah dasar. Dengan mempertimbangkan atribut seperti usia, tingkat kelas, pengalaman bermain *game*, preferensi tantangan, dan respons awal saat menghadapi kesulitan KBF dapat memberikan dasar rekomendasi awal mengenai tingkat kesulitan yang paling sesuai bagi setiap pengguna.

Dalam menghasilkan keputusan adaptif yang lebih objektif, stabil, dan robust, KBF perlu diperkuat dengan metode pengambilan keputusan multikriteria. Dalam hal ini, MULTIMOORA (*Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis plus Full Multiplicative Form*) dipilih sebagai metode analitis yang mampu mengevaluasi dan mengoptimalkan berbagai kriteria secara simultan. MULTIMOORA menggabungkan tiga pendekatan matematis yaitu *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form* untuk menghasilkan peringkat akhir yang lebih kokoh dan tidak bias terhadap perubahan data (Karsak & Ahmetoglu, 2009). Metode ini telah terbukti efektif pada berbagai penelitian yang membutuhkan penilaian komprehensif terhadap beberapa kriteria yang memiliki bobot dan arah tujuan berbeda. Dalam konteks penentuan tingkat *kesulitan serious game*, penggunaan MULTIMOORA memungkinkan sistem memberikan rekomendasi yang tidak hanya berdasarkan intuisi atau preferensi tunggal tetapi melalui perhitungan yang mempertimbangkan seluruh atribut pengguna secara seimbang.

Meskipun pendekatan adaptif dalam *serious game* telah berkembang pesat pada beberapa domain seperti STEM, *language learning*, dan *tutoring systems*, penerapannya dalam pembelajaran Pendidikan Agama Islam khususnya berbasis

narasi Qur'ani masih sangat terbatas. Tinjauan literatur menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian yang mengangkat tema game Islami umumnya berfokus pada visualisasi cerita, penyajian materi Islami, atau desain *interface*. Belum ditemukan penelitian yang menggabungkan pendekatan KBF dan MULTIMOORA dalam rancangan sistem adaptif tingkat kesulitan pada *serious game* bertema kisah Qur'ani. Ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang penting untuk dijembatani baik dalam ranah pengembangan media pembelajaran PAI maupun dalam penguatan integrasi antara kecerdasan komputasional dan pendidikan moral.

Menjawab kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan *serious game* Ashabul Kahfi yang dilengkapi dengan sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif berbasis *Knowledge-Based Filtering* dan MULTIMOORA. Game ini dirancang tidak hanya sebagai media hiburan edukatif, tetapi juga sebagai instrumen pembelajaran yang mampu menyesuaikan tantangan dengan kemampuan awal siswa. Melalui pendekatan ini, peserta didik dapat mempelajari nilai-nilai moral kisah Ashabul Kahfi secara bertahap melalui pengalaman interaktif yang disesuaikan dengan profil kognitif dan preferensi masing-masing. Dengan demikian proses pembelajaran menjadi lebih personal, efektif, dan relevan dengan perkembangan psikologis siswa sekolah dasar.

Secara akademik dan praktis, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam beberapa aspek. Pertama, penelitian ini memperkaya pengembangan *serious game* pendidikan berbasis narasi keagamaan yang sebelumnya minim inovasi adaptif. Kedua, integrasi KBF dan MULTIMOORA memberikan kerangka

komputasional yang dapat dijadikan model untuk sistem rekomendasi adaptif pada media pembelajaran lainnya. Ketiga, penelitian ini memperkuat penggunaan teknologi adaptif dalam pembelajaran PAI sebagai langkah konkret menuju digitalisasi pendidikan Islam yang responsif terhadap dinamika zaman. Oleh karena itu, pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi ini bukan hanya relevan untuk konteks pembelajaran di sekolah dasar, melainkan juga memberikan landasan metodologis dan komputasional bagi penelitian serupa di masa depan.

### **1.2 Pernyataan Masalah**

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif menggunakan *Knowledge-Based Filtering* berbasis MULTIMOORA pada *serious game* Ashabul Kahfi sehingga tingkat tantangan dapat disesuaikan dengan karakteristik individu siswa?
2. Bagaimana pengaruh penerapan sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif berbasis KBF-MULTIMOORA terhadap motivasi belajar dan pemahaman nilai moral siswa dalam pembelajaran melalui *serious game* Ashabul Kahfi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan mengembangkan sistem rekomendasi tingkat kesulitan pada *serious game* Ashabul Kahfi menggunakan pendekatan *Knowledge-Based Filtering* berbasis MULTIMOORA sehingga tingkat kesulitan dapat

disesuaikan secara adaptif dengan karakteristik dan kemampuan pengguna.

2. Menganalisis pengaruh penerapan sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif terhadap motivasi belajar dan efektivitas pembelajaran pengguna *serious game* Ashabul Kahfi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, antara lain:

1. Memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan sistem rekomendasi adaptif melalui integrasi metode *Knowledge-Based Filtering* dan MULTIMOORA, serta memperkaya kajian *serious game* berbasis narasi Qur’ani dalam konteks informatika pendidikan.
2. Menyediakan media pembelajaran interaktif yang membantu guru dan siswa memahami kisah Ashabul Kahfi secara lebih menarik. *Game* adaptif ini memungkinkan siswa belajar dengan tingkat kesulitan yang sesuai kemampuan sehingga meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar.
3. Menghasilkan model pengembangan *serious game* adaptif berbasis ADDIE dan kerangka rekomendasi kesulitan yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian atau pengembangan media digital selanjutnya.
4. Mendukung pembentukan karakter dan pemahaman nilai moral siswa melalui media digital yang relevan dengan budaya belajar generasi saat ini.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan difokuskan pada *serious game* Ashabul Kahfi untuk siswa

sekolah dasar kelas 4 di SD Negeri 01 Pakisaji.

2. Sistem rekomendasi tingkat kesulitan hanya menggunakan metode *Knowledge-Based Filtering* (KBF) dan MULTIMOORA.
3. Profil pengguna dibatasi pada lima atribut meliputi usia, kelas, frekuensi bermain *game*, preferensi tantangan, dan respons terhadap kesulitan.
4. Materi pembelajaran hanya mencakup kisah Ashabul Kahfi sesuai kurikulum PAI SD.
5. Evaluasi efektivitas hanya menilai motivasi belajar dan pemahaman nilai moral (Bloom C2).
6. Pengembangan *game* meliputi *gameplay* dasar, narasi, dan kuis akhir.
7. Uji coba dilakukan secara terbatas dalam lingkungan sekolah.

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 *Serious Game***

*Serious game* merupakan bentuk permainan digital yang dirancang untuk tujuan pendidikan, pelatihan, dan pengembangan kompetensi tidak hanya untuk hiburan sebagaimana permainan komersial pada umumnya (De Freitas & Jarvis, 2006; Michael & Chen, 2006). *Serious game* menggabungkan elemen permainan dengan proses pembelajaran interaktif sehingga mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik (Prensky, 2001). Berbeda dengan *game* hiburan biasa, *serious game* memiliki karakteristik khusus seperti tujuan edukatif yang jelas, interaktivitas tinggi, penggunaan narasi sebagai media penyampaian materi serta kemampuan adaptasi tingkat kesulitan sesuai dengan kemampuan pengguna (Gee, 2003).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *serious game* dapat meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan partisipatif serta retensi materi karena mengintegrasikan unsur narasi, tantangan, dan umpan balik langsung yang mendukung pembelajaran berbasis pengalaman (Deterding *et al.*, 2011). Dalam pendidikan formal, *serious game* terbukti efektif dalam mendorong keterlibatan kognitif dan afektif siswa karena permainan memungkinkan proses belajar berlangsung melalui eksplorasi, pemecahan masalah, dan interaksi dengan lingkungan digital yang dinamis (Gee, 2003; Pistono *et al.*, 2024).

Dalam konteks pembelajaran Pendidikan Agama Islam, penggunaan

*serious game* mulai banyak dikaji sebagai alternatif media yang mampu menyesuaikan karakter generasi digital yang lebih menyukai visualisasi cerita dan interaksi langsung dalam proses belajar. *Game* dengan narasi keislaman dapat meningkatkan motivasi siswa, menguatkan pemahaman nilai moral, serta menjadikan pembelajaran agama lebih menarik dan bermakna. Narasi kisah Ashabul Kahfi yang mengandung nilai spiritual dan perjuangan sangat potensial untuk diadaptasi menjadi *serious game* karena struktur ceritanya mudah divisualisasikan dalam bentuk *gameplay*. *Serious game* berbasis narasi religius tidak hanya menyampaikan alur cerita tetapi juga menanamkan nilai melalui mekanisme tantangan, pilihan aksi, dan pengalaman lingkungan virtual yang mendekati situasi nyata.

Meskipun memiliki banyak keunggulan, pengembangan *serious game* bukan tanpa tantangan. Salah satu isu penting dalam perancangan *serious game* adalah keseimbangan tingkat kesulitan (*difficulty balancing*). Tingkat kesulitan yang terlalu mudah dapat menghilangkan rasa penasaran dan membuat siswa cepat bosan, sementara tantangan yang terlalu sulit dapat menimbulkan rasa frustrasi dan menghambat proses internalisasi materi (D'Mello & Graesser, 2012). Oleh karena itu, *serious game* modern membutuhkan mekanisme adaptif yang mampu menyesuaikan tingkat tantangan berdasarkan karakteristik pemain seperti usia, kelas, pengalaman bermain, preferensi tantangan, serta respons belajar. Tantangan ini melahirkan arah penelitian baru dalam pengembangan *serious game* adaptif, yaitu integrasi kecerdasan buatan dan sistem rekomendasi yang dapat mempersonalisasi pengalaman bermain setiap pengguna.

Perkembangan global dalam literatur menunjukkan peningkatan signifikan dalam penelitian mengenai adaptif *serious game*. *Framework* adaptif modern yang menekankan pentingnya personalisasi tantangan melalui pemodelan profil pengguna dan evaluasi performa secara berkelanjutan. Meskipun perkembangan penelitian *adaptive game* berkembang pesat penerapannya dalam pendidikan Islam masih sangat terbatas (Pistono *et al.*, 2024).

Dari hasil sintesis literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa *serious game* memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran yang mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman siswa melalui pendekatan interaktif dan naratif. Untuk mencapai efektivitas optimal, diperlukan mekanisme adaptif yang menyesuaikan tingkat tantangan berdasarkan karakteristik pengguna. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian khususnya dalam pengembangan *serious game* yang tidak hanya menampilkan cerita bernilai pendidikan tetapi juga memiliki kemampuan untuk menyesuaikan kesulitan melalui metode-metode komputasional seperti *Knowledge-Based Filtering* dan *MULTIMOORA*. Penelitian ini diharapkan bisa mengisi celah tersebut dengan mengembangkan *serious game* Ashabul Kahfi yang dilengkapi sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif, sehingga memberikan kontribusi penting pada pengembangan media pembelajaran digital dalam konteks Pendidikan Agama Islam dan bidang Teknik Informatika secara keseluruhan.

## 2.2 Ashabul Kahfi

Kisah Ashabul Kahfi merupakan salah satu narasi penting dalam Al-Qur'an yang terdapat pada Surah Al-Kahfi ayat 9-26 telah lama menjadi bahan kajian

dalam pendidikan Islam karena mengandung nilai keimanan, keteguhan, dan ketawakalan kepada Allah SWT (Cahyadien & Saepudin, 2022). Secara historis Ashabul Kahfi merujuk pada sekelompok pemuda beriman yang hidup pada masa pemerintahan seorang raja zalim dan memilih meninggalkan lingkungan penuh kesyirikan untuk mempertahankan akidah mereka. Mereka kemudian berlindung di sebuah goa, dan atas kuasa Allah SWT ditidurkan selama tiga abad lebih sebelum dibangkitkan kembali. Alur kisah ini tidak hanya menampilkan unsur keteladanan dalam menjaga iman, tetapi juga menggambarkan bagaimana kekuasaan Allah SWT melampaui ruang dan waktu. Dalam tradisi pendidikan Islam, kisah Ashabul Kahfi dipandang sebagai materi yang strategis untuk menanamkan nilai keberanian moral, komitmen spiritual, serta makna perjuangan mempertahankan kebenaran di tengah tekanan lingkungan. Materi ini menjadi lebih relevan bagi peserta didik masa kini yang menghadapi berbagai tantangan moral dan sosial di era digital.

Kisah Ashabul Kahfi diceritakan dalam Al-Qur'an pada Surah Al-Kahfi khususnya pada ayat 9 hingga 26. Berikut adalah terjemahan ayat-ayat tersebut:

Surah Al-Kahfi (18:9-26)

Ayat 9:

أَمْ حَسِبْتُ أَنَّ أَصْحَابَ الْكَهْفِ وَالرَّقِيمَ كَلُوا مِنْ آيَاتِنَا عَجَباً

*"Apakah engkau mengira bahwa orang-orang yang mendiami gua dan (yang mempunyai) raqim itu termasuk tanda-tanda (kebesaran) Kami yang menakjubkan?"*

Ayat 10:

إِذْ أَوَى الْفِتْنَةُ إِلَى الْكَهْفِ فَقَالُوا رَبَّنَا مِنْ لَذِكْرِ رَحْمَةٍ وَهَبْنِي لَنَا مِنْ أَمْرِنَا رَشْدًا

*"Ketika para pemuda itu berlindung ke dalam gua, lalu mereka berdoa, 'Wahai*

*Tuhan kami, berikanlah rahmat kepada kami dari sisi-Mu dan berilah petunjuk yang benar bagi kami dalam urusan kami!“*

Ayat 11

فَضَرَبْنَا عَلَى آذانِهِمْ فِي الْكَهْفِ سِنِينَ عَدَّاً

*“Lalu Kami tidurkan mereka dalam gua itu selama beberapa tahun yang banyak.”*

Ayat 12

لَمْ يَعْلَمُهُمْ لِعَلَمَ أَيُّ الْحَرْبَيْنِ أَحْصَى لِمَا لَيْسُوا أَمَّا

*“Kemudian Kami bangunkan mereka agar Kami mengetahui kelompok manakah di antara mereka yang lebih tepat dalam menghitung berapa lama mereka tinggal (dalam gua itu).”*

Ayat 13

نَحْنُ نَقْصُ عَلَيْكَ نَبَأْهُمْ بِالْحَقِّ إِنَّهُمْ قُنْيَةٌ آمُوا بِرَبِّهِمْ وَرَزَّانَهُمْ هُدَى

*“Kami ceritakan kepadamu (Muhammad) kisah mereka dengan sebenarnya. Sesungguhnya mereka adalah pemuda-pemuda yang beriman kepada Tuhan mereka, dan Kami tambahkan petunjuk kepada mereka.”*

Ayat 14

وَرَبَطْنَا عَلَى قُلُوبِهِمْ إِذْ قَامُوا قَالُوا رَبُّنَا رَبُّ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ لَنْ نَدْخُلُ مِنْ دُونِهِ إِلَّا شَطَطًا

*“Dan Kami teguhkan hati mereka ketika mereka berdiri lalu berkata, ‘Tuhan kami adalah Tuhan langit dan bumi; kami tidak menyeru tuhan selain Dia. Sungguh, kalau kami berbuat demikian, tentu kami telah mengucapkan perkataan yang sangat jauh dari kebenaran.’”*

Ayat 15

هُؤُلَاءِ قَوْمًا اتَّخَذُوا مِنْ دُونِهِ إِلَهَةٍ كَثِيرَةٌ لَا يَلْتَوَنَ عَلَيْهِمْ سُلْطَانٌ بَيْنِ قَمْنُ أَظْلَمُ مَمَّنْ أَفْزَى عَلَى اللَّهِ كَذِبًا

*“Kaum kami ini telah menjadikan tuhan-tuhan selain Dia. Mengapa mereka tidak mengemukakan alasan yang jelas (tentang kepercayaan mereka)? Siapakah yang lebih zalim daripada orang-orang yang mengada-adakan kebohongan terhadap Allah?”*

Ayat 16

وَإِذْ اغْتَرَّنَّهُمْ وَمَا يَعْلَمُونَ إِلَّا اللَّهُ فَلَوْا إِلَى الْكَهْفِ يَنْشَرُ لَكُنْ رَبُّكُمْ مَنْ رَحْمَتِهِ وَيُبَيِّنِي لَكُمْ مَمْ أَمْرَكُمْ مَرْفَقًا

*“Dan apabila kamu telah menjauhkan diri dari mereka dan dari apa yang mereka sembah selain Allah, maka pergilah kamu ke gua itu, niscaya Tuhanmu akan*

*melimpahkan sebagian rahmat-Nya kepadamu dan menyediakan sesuatu yang berguna bagimu dalam urusan kamu.”*

#### Ayat 17

وَتَرَى الشَّمْسَ إِذَا طَلَعَتْ تَرَأَزُرْ عَنْ كَفَهِهِمْ دَأَتِ الْيَمِينِ وَإِذَا غَرَبَتْ تَقْرِصُهُمْ دَأَتِ الشِّمَاءِ وَهُمْ فِي فَجْوَةٍ مَّنْهُ ذَلِكَ مِنْ آيَاتِ اللَّهِ مَنْ يَهْدِي اللَّهُ فَهُوَ الْمُهَدَّدُ وَمَنْ يُضْلِلْ فَلَنْ تَجِدَ لَهُ وَلِيًّا مُرْشِدًا

*“Dan engkau akan melihat matahari ketika terbit condong dari gua mereka ke sebelah kanan, dan apabila terbenam, menjauhi mereka ke sebelah kiri, sedang mereka berada dalam tempat yang luas di dalam (gua) itu. Itulah sebagian dari tanda-tanda (kebesaran) Allah. Barangsiapa diberi petunjuk oleh Allah, maka dia adalah yang mendapat petunjuk; dan barangsiapa disesatkan, maka engkau tidak akan mendapatkan seorang penolong yang dapat memberi petunjuk kepadanya.”*

#### Ayat 18

وَتَحْسِبُهُمْ أَيْقَاظًا وَهُمْ رُثُودٌ وَتَقْلِبُهُمْ دَأَتِ الْيَمِينِ وَدَأَتِ الشِّمَاءِ وَكُلُّهُمْ بَاسِطٌ ذِرَاعِيهِ بِالْوَصِيدِ لَوْ اطَّلَعْتَ عَلَيْهِمْ لَوْلَيْتَ مِنْهُمْ قِرَازًا وَلَمْلَأْتَ مِنْهُمْ رُعَبًا

*“Dan engkau mengira mereka itu tidak tidur, padahal mereka tidur; dan Kami bolak-balikkan mereka ke kanan dan ke kiri, sedang anjing mereka membentangkan kedua lengannya di depan pintu gua. Jika engkau melihat mereka, tentu engkau akan berpaling melarikan diri dari mereka dan pasti engkau akan dipenuhi rasa takut terhadap mereka.”*

#### Ayat 19

وَكَذِلِكَ بَعَثَنَاهُمْ لِيَسْأَلُوا بَيْنَهُمْ قَالَ قَائِلٌ مِّنْهُمْ كَمْ أَلِتُّمْ كَمْ أَلِتُّمْ قَالُوا لَيْتَنَا يَوْمًا أُو بَعْضَ يَوْمٍ قَالُوا رَبُّكُمْ أَعْلَمُ بِمَا أَلِتُّمْ فَبَعْثَنَاكُمْ بِرَقْمَ هَذِهِ إِلَى الْمَدِينَةِ قَلِينِظُرْ أَيْهَا أَرْكَ طَعَامًا فَلَيْلُكُمْ بِرْزَقٌ مَّنْهُ وَلَيْتَكَطَّفَ وَلَا يُسْعَرَنَ بِكُمْ أَخْدًا

*“Dan demikianlah Kami bangunkan mereka agar mereka saling bertanya di antara mereka sendiri. Berkatalah salah seorang di antara mereka, ‘Sudah berapa lamakah kamu berada (di sini)?’ Mereka menjawab, ‘Kita berada (di sini) sehari atau setengah hari.’ Berkata (yang lain lagi), ‘Tuhan kamu lebih mengetahui berapa lamanya kamu berada (di sini). Maka suruhlah salah seorang di antara kamu pergi ke kota dengan membawa uang perak ini, dan hendaklah dia melihat manakah makanan yang lebih baik, lalu hendaklah dia membawa makanan itu untuk kamu, dan hendaklah dia berlaku lemah lembut dan jangan sekali-kali menceritakan halmu kepada seorang pun.’”*

#### Ayat 20

إِنَّمَا إِنْ يَظْهِرُوا عَلَيْكُمْ يَرْ جُمُوكُمْ أَوْ يُعِدُوكُمْ فِي مَلَّتُهُمْ وَلَنْ تُفْلِحُوا إِذَا أَبْدَأُ

*“Sesungguhnya jika mereka dapat mengetahui tempatmu, niscaya mereka akan melempari kamu dengan batu, atau memaksamu kembali kepada agama mereka, dan jika demikian, niscaya kamu tidak akan beruntung selama-lamanya.”*

#### Ayat 21

وَكَذِلِكَ أَعْرَّنَا عَلَيْهِمْ لِيَعْلَمُوا أَنَّ وَعْدَ اللَّهِ حَقٌّ وَأَنَّ السَّاعَةَ لَا رَيْبَ فِيهَا إِذْ يَتَنَازَّ عُونَ بَيْنَهُمْ أَمْرٌ هُمْ فَقَالُوا إِنَّا  
عَلَيْهِمْ بُنِيَّا طَرَبُهُمْ أَعْلَمُ بِهِمْ قَالَ الْدِينَ غَلَبُوا عَلَىٰ أَمْرِهِمْ لَنَنْخَذَنَّ عَلَيْهِمْ مَسْجِدًا

*“Dan demikianlah Kami mempertemukan (manusia) dengan mereka, agar manusia tahu bahwa janji Allah itu benar, dan bahwa kedatangan hari Kiamat tidak ada keraguan padanya. Ketika orang-orang itu berselisih pendapat tentang urusan mereka, orang-orang itu berkata, ‘Dirikanlah sebuah bangunan di atas (gua) mereka, Tuhan mereka lebih mengetahui tentang mereka.’ Orang-orang yang berkuasa atas urusan mereka berkata, ‘Sesungguhnya kami akan mendirikan sebuah rumah ibadah di atasnya.’”*

#### Ayat 22

سَيُفُولُونَ تَلَاثَةٌ رَبِيعُهُمْ كَلْبُهُمْ وَيُفُولُونَ خَمْسَةٌ سَادِسُهُمْ كَلْبُهُمْ رَجْمًا بِالْغَيْبِ وَيُفُولُونَ سَبْعَةٌ وَتَامِسُهُمْ كَلْبُهُمْ قُلْنَ  
رَبِيعٌ أَعْلَمُ بِعِدَّهُمْ مَا يَعْلَمُهُمْ إِلَّا قَلِيلٌ فَلَا ثُمَارٌ فِيهِمْ إِلَّا مَرَاءٌ ظَاهِرًا وَلَا شَنْقَتٌ فِيهِمْ مِنْهُمْ أَحَدًا

*“Nanti akan ada orang yang berkata, ‘(Jumlah mereka) tiga orang, yang keempat adalah anjing mereka,’ dan (yang lain) berkata, ‘(Jumlah mereka) lima orang, yang keenam adalah anjing mereka,’ sebagai terkaan terhadap yang gaib; dan (yang lain lagi) berkata, ‘(Jumlah mereka) tujuh orang, yang kedelapan adalah anjing mereka.’ Katakanlah (Muhammad), ‘Tuhanku lebih mengetahui jumlah mereka; tidak ada orang yang mengetahui (bilangan) mereka kecuali sedikit.’ Karena itu janganlah engkau (Muhammad) berdebat tentang hal mereka, kecuali diskusi yang bersifat lahiriah dan jangan engkau menanyakan tentang mereka kepada seorang pun di antara mereka.”*

#### Ayat 23

وَلَا تَقُولَنَّ لِشَيْءٍ إِنَّمَا فَاعِلٌ ذَلِكَ عَدَا

*“Dan jangan sekali-kali engkau mengatakan tentang sesuatu, ‘Sesungguhnya aku akan mengerjakan itu besok pagi,’”*

#### Ayat 24

إِلَّا أَنْ يَشَاءَ اللَّهُ وَإِذْكُرْ رَبَّكَ إِذَا نَسِيَتْ وَقُلْ عَسَىٰ أَنْ يَهْدِيَنَّ رَبِيعَ لِأَقْرَبَ مِنْ هُدًى رَشَدًا

*“Kecuali (dengan menyebut), ‘Insya Allah.’ Dan ingatlah kepada Tuhanmu jika engkau lupa dan katakanlah, ‘Mudah-mudahan Tuhanmu akan memberiku petunjuk kepada yang lebih dekat kebenarannya daripada ini.’”*

Ayat 25

وَلِبْثُوا فِي كَهْفِهِمْ تَلَاثَ مَائَةٍ سِنِينَ وَأَرْدَادُوا تِسْعًا

*“Dan mereka tinggal dalam gua mereka selama tiga ratus tahun dan ditambah sembilan tahun (lagi).”*

Ayat 26

قُلِّ اللَّهُ أَعْلَمُ بِمَا لَبِثُوا فِي الْغَيْبِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مُنْبَصِرٌ بِهِ وَأَسْمِعْ مَا لَهُمْ مِنْ دُونِهِ مِنْ وَلِيٍّ وَلَا يُشْرِكُ فِي حُكْمِهِ أَحَدًا

*“Katakanlah (Muhammad), ‘Allah lebih mengetahui berapa lamanya mereka tinggal (di gua itu). Milik-Nyalah semua yang tersembunyi di langit dan di bumi. Alangkah terang penglihatan-Nya dan alangkah tajam pendengaran-Nya. Tidak ada bagi mereka pelindung selain Dia, dan Dia tidak mengambil seorang pun sebagai sekutu dalam menetapkan keputusan.’”*

Dari sudut pandang pedagogik kisah Ashabul Kahfi sering diajarkan melalui metode ceramah, penjelasan teks, atau tafsir ringkas di kelas sekolah dasar. Dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa penyampaian materi berbasis narasi seperti ini berpotensi lebih efektif apabila diberikan melalui media visual dan interaktif, termasuk teknologi digital, karena siswa dapat membangun imajinasi dan keterlibatan emosional yang lebih kuat. Anak-anak sekolah dasar sangat responsif terhadap media pembelajaran yang berbasis cerita visual karena selaras dengan tahap perkembangan kognitif mereka yang masih berada pada fase operasional konkret (Chall, 1983). Narasi yang kuat seperti kisah Ashabul Kahfi dapat dikemas dalam visualisasi karakter, lingkungan, dan alur cerita yang menarik sehingga lebih mudah dipahami dan diingat oleh siswa. Sejumlah penelitian kontemporer dalam pendidikan Islam juga menegaskan bahwa penyampaian nilai moral melalui media digital dapat meningkatkan minat belajar dan memudahkan internalisasi konsep keagamaan karena interaktivitasnya menciptakan pengalaman

belajar yang lebih bermakna.

Selain nilai keimanan dan keteguhan pada prinsip, kisah Ashabul Kahfi juga mengandung nilai-nilai pendidikan karakter seperti kesabaran, kerja sama, solidaritas, keberanian mengambil keputusan, dan kepercayaan terhadap pertolongan Allah SWT. Nilai-nilai ini sangat relevan dengan pendidikan karakter modern yang menekankan pada pembentukan sikap, perilaku, serta kemampuan sosial emosional peserta didik. Dengan menghadirkan kisah Ashabul Kahfi dalam bentuk media digital seperti *serious game* nilai-nilai tersebut dapat dipelajari tidak hanya melalui penjelasan tekstual tetapi juga melalui pengalaman bermain yang menuntut pengambilan keputusan, pemecahan masalah, serta interaksi dengan tantangan dalam lingkungan virtual. Ketika siswa ditempatkan sebagai pemain yang harus menghadapi rintangan seperti pengawasan tentara Romawi atau keterbatasan sumber daya, mereka secara tidak langsung mengalami alur perjuangan para pemuda dalam kisah tersebut sehingga proses internalisasi nilai menjadi lebih kuat dan alami.

Dalam konteks penelitian modern kisah Ashabul Kahfi telah menjadi perhatian dalam studi pendidikan Islam karena relevansinya dengan kehidupan kontemporer terutama dalam isu keteguhan prinsip dan identitas keagamaan di tengah perubahan sosial budaya. Beberapa literatur menunjukkan bahwa penggunaan kisah Ashabul Kahfi dalam media digital dan *game* edukasi masih sangat minim. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya membahas aspek teologis, historis, atau interpretasi nilai moralnya dalam ranah pembelajaran konvensional, belum mengintegrasikannya dalam sistem pembelajaran berbasis

teknologi seperti *interactive digital storytelling*, multimedia pembelajaran interaktif, atau *serious game* adaptif. Pendekatan digital dipandang efektif untuk menyampaikan kisah bernilai pendidikan karena dapat menghadirkan unsur visual, auditori, dan kinestetik secara bersamaan sehingga sesuai untuk siswa dengan gaya belajar beragam.

Oleh karena itu, pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi dalam penelitian ini menjadi upaya inovatif untuk menggabungkan keunggulan narasi Qur'ani dengan teknologi pembelajaran modern. Melalui visualisasi cerita, mekanisme permainan, dan tantangan adaptif, *game* tidak hanya menyampaikan nilai keimanan dan moral, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, relevan, dan sesuai dengan perkembangan psikologis peserta didik. Di sisi lain, integrasi kisah Ashabul Kahfi ke dalam *serious game* juga memberikan kontribusi baru dalam digitalisasi pendidikan Islam, terutama pada pengembangan media pembelajaran berbasis cerita Qur'ani yang belum banyak dikembangkan oleh penelitian sebelumnya. Dengan demikian, kisah Ashabul Kahfi memiliki peran strategis sebagai fondasi naratif dan nilai dalam pengembangan media pembelajaran adaptif yang dirancang untuk meningkatkan motivasi, pemahaman moral, serta keterlibatan siswa secara keseluruhan.

### **2.3 Knowledge-Based Filtering**

*Knowledge-Based Filtering* (KBF) merupakan salah satu pendekatan utama dalam sistem rekomendasi yang bekerja dengan memanfaatkan pengetahuan eksplisit tentang domain aplikasi, karakteristik pengguna, serta relasi logis antara kebutuhan pengguna dan alternatif rekomendasi (Adomavicius & Tuzhilin, 2005;

Burke, 2000). Tidak seperti metode kolaboratif atau berbasis konten yang memerlukan data historis yang besar atau pola preferensi antar pengguna, KBF mengandalkan seperangkat aturan pengetahuan (*knowledge rules*) dan model konseptual yang telah dirumuskan berdasarkan analisis pakar ataupun struktur logika tertentu. Pada pendekatan ini, pengguna digambarkan melalui seperangkat atribut yang menggambarkan kebutuhan, preferensi, atau karakteristik personal kemudian sistem menggunakan basis pengetahuan tersebut untuk menghasilkan rekomendasi yang paling sesuai. Pendekatan ini banyak digunakan dalam bidang-bidang yang memerlukan rekomendasi presisi tinggi atau personalisasi mendalam seperti pemilihan produk kompleks, diagnosis medis, pembelajaran adaptif, dan sistem pengambilan keputusan pendidikan.

Secara komputasional KBF memodelkan pengguna dalam bentuk vektor karakteristik yang merepresentasikan atribut-atribut penting terkait tujuan rekomendasi. Vektor tersebut kemudian dibandingkan dengan aturan ideal atau profil target melalui mekanisme kecocokan berbasis logika atau perhitungan kedekatan matematis, seperti perhitungan *weighted Euclidean distance*, fungsi kesamaan (*similarity*), atau aturan keputusan berbasis ambang batas tertentu. Pendekatan berbasis pengetahuan memungkinkan sistem untuk meniru cara kerja pakar manusia dalam memberikan rekomendasi, yaitu mempertimbangkan hubungan sebab akibat antara karakteristik pengguna dan alternatif keputusan. Dalam penelitian adaptif pada *game* edukasi, pendekatan ini memberikan kemampuan bagi sistem untuk menentukan tingkat kesulitan berdasarkan penilaian konseptual tentang kesiapan kognitif pengguna tanpa harus menunggu data

performa *gameplay* jangka panjang.

Dalam perspektif implementasi dalam *serious game* Ashabul Kahfi, penggunaan KBF menjadi strategis karena pemain yang berasal dari jenjang sekolah dasar memiliki tingkat kemampuan kognitif dan pengalaman bermain yang sangat beragam. Dengan memanfaatkan atribut seperti usia, kelas, pengalaman bermain, preferensi tingkat kesulitan, dan respons awal terhadap aktivitas dalam game, sistem dapat melakukan pemetaan karakteristik pengguna ke dalam kategori tingkat kesulitan seperti mudah, sedang, atau sulit. Pendekatan ini dapat memberikan *baseline* rekomendasi yang kuat, yang kemudian dapat ditingkatkan akurasinya melalui integrasi metode pengambilan keputusan multikriteria seperti MULTIMOORA. Hal ini menjadikan KBF tidak hanya sebagai mekanisme penyaringan awal tetapi juga sebagai komponen fundamental dalam sistem adaptif yang mempersonalisasi pengalaman bermain pengguna.

Secara keseluruhan, *Knowledge-Based Filtering* merupakan pendekatan sistem rekomendasi yang sangat sesuai untuk lingkungan pembelajaran adaptif dan aplikasi *game* edukasi karena kemampuannya menangani pengguna baru, fleksibilitas dalam memodelkan preferensi melalui aturan eksplisit serta kecocokannya dengan konteks pendidikan dasar yang memerlukan rekomendasi intuitif dan dapat dijelaskan secara logis. Dengan perannya dalam memetakan profil pengguna terhadap tingkat kesulitan *game*, KBF menjadi pilar utama dalam pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi yang adaptif dan personal serta berkontribusi pada peningkatan efektivitas pengalaman belajar siswa.

## 2.4 *Decision Support Systems (DSS)*

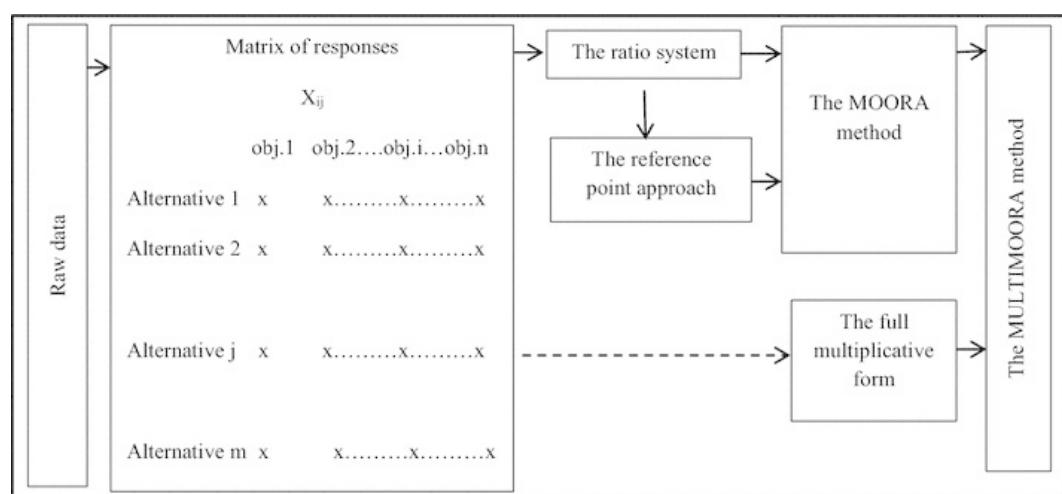
*Decision Support System* (DSS) atau sistem pendukung keputusan merupakan suatu sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam memecahkan masalah semi terstruktur maupun tidak terstruktur dengan menggabungkan data, model analitis dan intuisi pengguna (Turban *et al.*, 2011). DSS mengintegrasikan model analisis data, basis pengetahuan serta antarmuka pengguna untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat, tepat dan terinformasi. Sistem ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan pengambil keputusan, melainkan untuk meningkatkan efektivitas proses pengambilan keputusan dengan menyediakan informasi yang relevan dan alternatif solusi secara interaktif (Power, 2002).

Secara umum, DSS terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *database management system* (DBMS) yang menyimpan dan mengelola data internal maupun eksternal, *model-based management system* (MBMS) yang berfungsi menyediakan alat analitik dan simulasi, serta *user interface* yang memungkinkan interaksi antara pengguna dan system (Shim *et al.*, 2002). Perkembangan DSS mencakup integrasi dengan sistem cerdas seperti *fuzzy logic*, *machine learning*, dan *recommender systems* yang memungkinkan penyesuaian berdasarkan preferensi dan kebutuhan pengguna.

Dalam konteks pendidikan dan teknologi adaptif, DSS banyak digunakan untuk menyusun rekomendasi belajar dan evaluasi berbasis kriteria serta personalisasi konten. Salah satu pendekatan yang relevan adalah integrasi antara DSS dan *multi-criteria decision making* (MCDM) seperti metode MULTIMOORA

untuk menangani kompleksitas pengambilan keputusan dengan banyak variabel dan alternatif (Brauers & Zavadskas, 2010). DSS menjadi kerangka kerja yang fleksibel dan dapat diperluas untuk berbagai domain termasuk perencanaan bisnis, pendidikan digital, evaluasi kebijakan hingga sistem rekomendasi berbasis pengetahuan.

Secara keseluruhan literatur menunjukkan bahwa DSS tidak hanya berperan dalam dunia bisnis dan industri tetapi juga menjadi elemen penting dalam pendidikan *modern*, termasuk dalam pengembangan media pembelajaran berbasis *game*. Melalui kemampuannya mengolah data dan model keputusan secara sistematis DSS memberikan dasar komputasional yang kuat dalam perancangan sistem adaptif yang mendukung personalisasi pembelajaran. Penelitian ini mengadopsi keunggulan DSS sebagai inti dari sistem rekomendasi tingkat kesulitan pada *serious game* Ashabul Kahfi, sehingga mampu memberikan solusi inovatif bagi tantangan pengembangan *game* edukasi adaptif dalam konteks Pendidikan Agama Islam dan teknologi pembelajaran kontemporer.



Gambar 2.1. Gambaran Umum Metode MULTIMOORA  
(Sumber: Brauers & Zavadskas, 2012)

Metode MULTIMOORA (*Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis plus the Full Multiplicative Form*) merupakan salah satu teknik pengambilan keputusan multi-kriteria yang telah banyak digunakan untuk memecahkan berbagai masalah kompleks yang melibatkan beberapa kriteria secara bersamaan. Metode ini menawarkan pendekatan yang unik dengan menggabungkan tiga teknik analisis sekaligus, yaitu sistem rasio (*ratio system*), pendekatan titik referensi (*reference point approach*) dan bentuk perkalian penuh (*full multiplicative form*). Pendekatan ini memungkinkan evaluasi alternatif yang lebih komprehensif dan stabil sehingga mampu memberikan hasil keputusan yang lebih akurat dan dapat diandalkan dibandingkan dengan metode pengambilan keputusan multi-kriteria tradisional seperti TOPSIS atau AHP.

Pada pendekatan *Ratio System*, setiap alternatif dievaluasi dengan cara menormalkan nilai setiap kriteria dan menggabungkannya berdasarkan bobot yang diberikan. Hasil dari pendekatan ini menunjukkan nilai utilitas relatif yang dapat dibandingkan antar alternatif. Selanjutnya *Reference Point Approach* menggunakan prinsip optimasi berbasis titik acuan (*ideal point*), dimana setiap nilai alternatif diukur berdasarkan jaraknya terhadap nilai optimum dari setiap kriteria. Pendekatan ini berfokus pada meminimalkan deviasi dari kondisi ideal sehingga menghasilkan perspektif berbeda dari *Ratio System*. *Full Multiplicative Form* menggunakan operasi perkalian dan pembagian untuk menghitung rasio antara kriteria *benefit* dan *cost* dalam menentukan kinerja alternatif. Pendekatan ini memberikan keseimbangan proporsional antar kriteria sehingga menghasilkan gambaran performa alternatif secara holistik. Ketiga pendekatan tersebut kemudian

digabungkan melalui mekanisme mayoritas dominasi (*dominance theory*) untuk memperoleh ranking akhir yang paling representatif.

Dalam konteks *serious game* dan pembelajaran interaktif, MULTIMOORA memiliki relevansi karena dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesulitan berdasarkan berbagai atribut siswa yang memiliki bobot berbeda. Misalnya usia mungkin memiliki pengaruh lebih besar daripada pengalaman bermain sedangkan preferensi tingkat tantangan dapat berperan sebagai faktor penyesuaian. Dengan menggabungkan atribut tersebut melalui tiga pendekatan analitis, MULTIMOORA memberikan rekomendasi yang lebih akurat dan stabil untuk menentukan apakah seorang pemain harus diarahkan ke tingkat mudah, sedang, atau sulit. Pendekatan multikriteria ini sangat penting karena penentuan tingkat kesulitan yang tidak tepat dapat memengaruhi motivasi, retensi, dan efektivitas belajar dalam *game* edukasi. Oleh karena itu, integrasi MULTIMOORA dalam sistem rekomendasi kesulitan pada *serious game* Ashabul Kahfi memberikan fondasi matematis yang kuat untuk menghasilkan keputusan adaptif yang tidak hanya akurat tetapi juga dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Secara keseluruhan MULTIMOORA merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang unggul dalam stabilitas, objektivitas, dan ketahanan model terhadap variasi data. Keunggulan ini menjadikannya pilihan ideal untuk digunakan dalam sistem rekomendasi adaptif yang membutuhkan integrasi berbagai indikator pengguna. Dalam konteks penelitian ini, MULTIMOORA berperan sebagai komponen penting dalam pemodelan rekomendasi tingkat kesulitan *game* melalui proses penilaian yang menyeluruh berdasarkan berbagai

karakteristik pemain. MULTIMOORA memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi pembelajaran adaptif khususnya dalam mendukung pengalaman belajar yang personal, interaktif, dan efektif pada *serious game* Ashabul Kahfi.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian yang relevan dengan topik *serious game* Ashabul Kahfi menggunakan pendekatan *knowledge-based filtering* (KBF) berbasis MULTIMOORA untuk rekomendasi kesulitan. Penelitian-penelitian ini mencakup berbagai aspek, termasuk desain *game*, adaptasi kesulitan, dan penerapan KBF dalam konteks edukasi dan *game* berbasis cerita.

Adapun beberapa penelitian atau jurnal yang menjadi acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.2:

Tabel 2.2. Daftar Jurnal

No.	Judul	Topik	Metode	Objek
1	(Segal & others, 2018). <i>Combining Difficulty Ranking with Multi-Armed Bandits to Sequence Educational Content</i>	Peringkat kesulitan & adaptasi konten	<i>Multi-armed bandit + difficulty modeling</i>	<i>Platform e-learning</i> , kuis matematika
2	(Segal & others, 2019). <i>A Difficulty Ranking Approach to Personalization in E-learning</i>	Rekomendasi adaptif berdasarkan kesulitan	<i>Collaborative filtering hybrid + ranking</i>	Sistem belajar online
3	(Silva & others, 2017). <i>Dynamic Difficulty Adjustment on MOBA Games</i>	Adaptasi tingkat kesulitan <i>game</i>	Pengukuran performa + switching AI	<i>Game MOBA</i>
4	(Sicilia & others, 2019). <i>Adaptive Serious Game for School-children Based on Knowledge and Preferences</i>	<i>Game</i> edukatif adaptif konten	<i>Knowledge-based filtering + user profiling</i>	<i>Serious game</i> pendidikan SD
5	(Bosch & D'Mello, 2018). <i>An Affective-Cognitive Tutor with Knowledge-</i>	Penyesuaian kesulitan berdasarkan kognisi & afeksi	<i>Knowledge-based reasoning + affective loops</i>	<i>Platform tutoring</i> matematika

	<i>based Difficulty Adaptation</i>			
6	(Chen & Lee, 2020). <i>Ontology-based Game Recommendation for Personalized Learning</i>	Rekomendasi game edukasi	<i>Ontology KBF + rule-based filtering</i>	Siswa SD dengan preferensi belajar
7	(Hu & others, 2021). <i>Hybrid Recommender System for Educational Games Using Knowledge-based and Collaborative Filtering</i>	Sistem rekomendasi game edukatif	<i>Hybrid KBF + collaborative filtering</i>	<i>Platform game</i> edukasi siswa SD
8	(Lee & others, 2022). <i>Multi-criteria Decision Aid for Adaptive Learning Path in Serious Games</i>	Rangkaian kesulitan adaptif berbasis MCDM	Fuzzy-AHP + MULTIMOORA	<i>Game ilmiah</i> SD
9	(Troussas <i>et al.</i> , 2023). <i>Enhancing Personalized Educational Content Recommendation through Cosine Similarity-Based Knowledge Graphs and Contextual Signals</i>	Rekomendasi materi edukatif adaptif menggunakan knowledge graph	<i>Cosine similarity + knowledge graphs + contextual signals</i>	<i>Platform e-learning</i> untuk personalisasi materi pembelajaran
10	(Zhang & Shi, 2023). <i>An Adaptive Game Difficulty System Using Multi-Criteria Decision Making</i>	Sistem adaptasi kesulitan game	Fuzzy MCDM + MULTIMOORA	<i>Game</i> edukasi bahasa Inggris SD
11	(Laseno & Hendradjaya, 2019). <i>Knowledge-Based Filtering Recommender System to Propose Design Elements of Serious Game</i> .	Rekomendasi elemen desain game edukatif	Knowledge-Based Filtering	<i>Serious game</i> pendidikan
12	(Amangeldieva & Kharmyssov, 2024). <i>A Hybrid Approach for a Movie Recommender System Using Content-Based, Collaborative and Knowledge-Based Filtering Methods</i> .	Rekomendasi film dengan metode hybrid	<i>Content-Based + Collaborative + Knowledge-Based Filtering</i>	Sistem rekomendasi film
13	(Sun, 2024). <i>A Knowledge-Based Filtering Recommendation System for Personalized Teaching Resources in Ideological and Political Theories</i> .	Rekomendasi materi ajar personalisasi	<i>Knowledge-Based Filtering</i>	Pembelajaran politik dan bahasa Inggris
14	(Isa <i>et al.</i> , 2019). <i>Serious Game Design for Terengganu Brassware Craft Heritage</i> .	Desain game edukasi budaya	<i>Serious game design framework</i>	Kerajinan tradisional Terengganu
15	(Ali & Baizal, 2023). <i>Video Game Recommender System Using Deep Reinforcement Learning</i> .	Rekomendasi video game otomatis	<i>Deep Reinforcement Learning</i>	Video game berbasis preferensi pengguna

Berdasarkan Tabel 2.2 pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa belum ada penelitian yang mengembangkan sistem rekomendasi tingkat kesulitan menggunakan *knowledge-based filtering* berbasis MULTIMOORA khusus untuk *serious game* dengan narasi religius seperti kisah Ashabul Kahfi. Penerapan *knowledge-based filtering* berbasis MULTIMOORA dalam konteks *serious game* edukatif dengan tema religius masih minim dan belum menyentuh aspek personalisasi berdasarkan preferensi pemain.

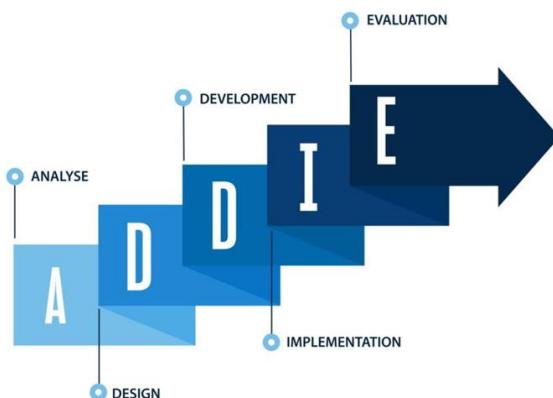
Kurangnya penelitian yang menggabungkan narasi edukatif, teknologi rekomendasi adaptif, dan desain *serious game* dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi moral. Selain itu terbatasnya studi dalam menguji efektivitas *serious game* dengan rekomendasi kesulitan *knowledge-based filtering* berbasis MULTIMOORA dalam konteks pendidikan karakter di tingkat sekolah dasar.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini disusun untuk mengembangkan dan mengevaluasi *serious game* Ashabul Kahfi dengan sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif berbasis *Knowledge-Based Filtering* (KBF) dan MULTIMOORA. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE karena model ini memungkinkan proses pengembangan yang sistematis, terukur, dan dapat dievaluasi pada setiap tahapnya (Branch, 2009).



Gambar 3.1. Alur Pengembangan ADDIE

Pada tahap perancangan (*design*), struktur permainan dirumuskan secara komprehensif, mencakup perancangan alur cerita berdasarkan kisah Ashabul Kahfi, mekanisme tantangan, sistem *level*, serta tampilan antarmuka yang ramah bagi siswa sekolah dasar. Desain penelitian turut memasukkan pembaruan yang dilakukan pada media termasuk penambahan menu panduan sebagai fitur orientasi awal yang membantu pengguna memahami aturan dan mekanisme permainan

sebelum memulai. Pembaruan lainnya berupa penambahan *background* narasi kisah Ashabul Kahfi selama permainan yang bertujuan memperkuat pengalaman naratif serta mendukung internalisasi nilai moral melalui pendekatan audio visual.

Pada akhir permainan disediakan kuis evaluatif berisi 10 soal pilihan ganda HOTS yang berkaitan dengan materi kisah Ashabul Kahfi. Kuis ini dirancang sebagai bagian dari alur permainan untuk memperkuat pemahaman siswa melalui evaluasi langsung setelah proses bermain sekaligus memberikan nilai akhir atau skor sebagai umpan balik tentang tingkat penguasaan siswa terhadap materi. Walaupun kuis ini merupakan bagian dari mekanisme pembelajaran internal *game*, penelitian tetap menggunakan *pretest* dan *posttest* terpisah sebagai instrumen resmi evaluasi efektivitas sehingga fitur kuis dalam *game* berfungsi sebagai *reinforcement assessment*.

Pada tahap desain sistem rekomendasi atribut pengguna seperti usia, kelas, pengalaman bermain, preferensi tantangan, dan respons awal dianalisis untuk membangun aturan dalam KBF. Hasil pemetaan awal kemudian diproses oleh metode MULTIMOORA menggunakan tiga pendekatan *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form* untuk menghasilkan rekomendasi tingkat kesulitan akhir yang lebih akurat, stabil, dan sesuai karakteristik pengguna.

Desain penelitian ini juga mencakup perancangan arsitektur sistem diagram alur pemrosesan rekomendasi serta struktur basis data yang menyimpan profil pemain dan hasil perhitungan rekomendasi. Rancangan evaluasi penelitian melibatkan desain eksperimen dengan membandingkan kelompok eksperimen yang menggunakan *game* adaptif dan kelompok kontrol yang mendapat

pembelajaran konvensional. Pemahaman nilai moral diukur menggunakan *pretest* dan *posttest*, sementara motivasi belajar diukur menggunakan kuesioner skala Likert. Observasi langsung dilakukan untuk melihat keterlibatan siswa selama bermain *game*. Dengan desain penelitian yang sudah memasukkan komponen panduan *game*, narasi audio, serta kuis akhir permainan, pengembangan *serious game* tidak hanya memprioritaskan aspek teknis dan adaptivitas tetapi juga kekayaan pengalaman belajar yang mendukung internalisasi nilai-nilai moral kisah Ashabul Kahfi secara lebih efektif.

### 3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan digunakan seperti pada gambar 3.2:



Gambar 3.2. Tahapan Penelitian

### 3.2.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dalam penelitian ini dilakukan untuk merumuskan komponen-komponen utama yang diperlukan dalam pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi sebagai media pembelajaran adaptif bagi siswa sekolah dasar. Berdasarkan kurikulum Pendidikan Agama Islam (PAI) jenjang SD materi kisah Ashabul Kahfi memuat nilai keteguhan iman, keberanian moral, dan sikap tawakal yang menuntut proses pemahaman tidak hanya sekadar hafalan. Oleh karena itu, media pembelajaran yang dibutuhkan siswa adalah media yang mampu menyajikan pengalaman belajar secara visual, naratif, dan interaktif. Hal ini sejalan dengan karakteristik perkembangan kognitif siswa pada tahap operasional konkret, yang lebih responsif terhadap rangsangan visual audio dan aktivitas eksploratif.

Analisis terhadap pengguna dilakukan melalui observasi dan diskusi dengan guru kelas 4 SDN 01 Pakisaji. Ditemukan bahwa kemampuan siswa dalam memahami materi PAI serta pengalaman mereka dalam bermain *game* sangat bervariasi. Kondisi ini menuntut adanya mekanisme adaptif dalam *game* agar tingkat kesulitan dapat disesuaikan dengan karakteristik masing-masing siswa. Oleh sebab itu atribut seperti usia, kelas, pengalaman bermain game, preferensi tantangan, dan respons saat menghadapi kesulitan digunakan sebagai dasar bagi sistem rekomendasi berbasis KBF dan MULTIMOORA untuk menentukan tingkat kesulitan permainan secara personal.

Dari sisi fungsional, *game* harus menyediakan alur permainan yang terstruktur, antarmuka yang sederhana dan ramah anak, serta mekanisme level yang berbeda sesuai hasil rekomendasi sistem. Fitur-fitur seperti menu panduan,

narasi audio kisah Ashabul Kahfi, dan kuis evaluatif 10 soal diperlukan untuk mendukung pemahaman siswa dan memastikan nilai moral tersampaikan secara konsisten. Dari sisi teknis, *game* harus mampu memproses data profil pengguna secara cepat serta menyediakan basis data sederhana untuk menyimpan informasi pengguna yang dapat berjalan dengan stabil pada perangkat laptop standar sekolah dasar. Kebutuhan non-fungsional seperti kemudahan penggunaan, waktu respons cepat, desain yang menarik, dan keamanan data siswa turut menjadi perhatian.

Tingkat kemampuan kognitif siswa menjadi pertimbangan penting dalam penyusunan instrumen evaluasi. Mengacu pada Taksonomi Bloom, penelitian ini menempatkan ranah C2 (pemahaman) sebagai fokus, sehingga instrumen *pretest*, *posttest*, dan kuis di dalam *game* dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam menjelaskan kembali dan menafsirkan makna kisah Ashabul Kahfi (Anderson & Krathwohl, 2001). Dengan terpenuhinya kebutuhan pedagogis, fungsional, teknis, dan kognitif tersebut, analisis kebutuhan ini menjadi dasar yang kuat dalam merancang, membangun, dan mengevaluasi *serious game* Ashabul Kahfi sebagai media pembelajaran adaptif.

### **3.2.2 Desain Sistem Rekomendasi**

Desain sistem rekomendasi dalam penelitian ini disusun untuk mengintegrasikan dua pendekatan utama, yaitu *Knowledge-Based Filtering* (KBF) dan MULTIMOORA agar mampu memberikan rekomendasi tingkat kesulitan permainan yang adaptif, presisi, dan sesuai dengan karakteristik individual siswa. Sistem rekomendasi dirancang berdasarkan alur kerja yang dimulai dari pengumpulan profil pengguna, pemrosesan atribut melalui aturan berbasis

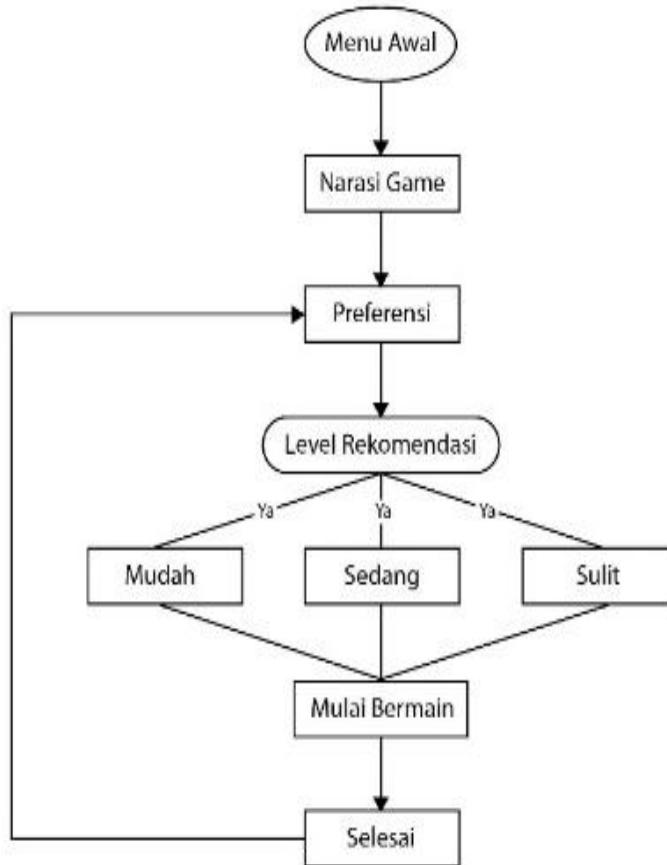
pengetahuan, normalisasi data, hingga pengambilan keputusan multikriteria menggunakan tiga pendekatan dalam MULTIMOORA. Desain ini mengikuti kerangka konseptual yang dijelaskan dalam artikel penelitian, dimana KBF berfungsi sebagai komponen penyaringan awal (*initial mapping*) yang memetakan profil siswa terhadap kecenderungan tingkat kesulitan tertentu berdasarkan aturan yang telah ditetapkan, sedangkan MULTIMOORA menjadi komponen pengambil keputusan objektif yang memperhalus dan memvalidasi rekomendasi akhir melalui analisis multikriteria.

Tabel 3.3. Pemilihan Kuesioner

Pertanyaan Kuesioner	Dimensi Teoritis	Referensi
Usia	Perkembangan kognitif	(Piaget, 1952)
Kelas	Kurikulum & Profil Pengguna	(Brusilovsky & Millán, 2007)
Frekuensi main <i>game</i> edukasi	Familiaritas & Self-Efficacy	(Davis, 1989)
Preferensi tipe <i>game</i>	Tipe pemain & minat belajar	(Bartle, 1996)
Respon terhadap kesulitan <i>game</i>	Flow & Self-Regulation	(Csikszentmihalyi, 1990; Zimmerman, 2002)

Proses rekomendasi dimulai dengan mengumpulkan atribut pengguna yang menjadi variabel dasar dalam KBF yaitu usia, tingkat kelas, pengalaman bermain *game*, preferensi tingkat tantangan, dan respons belajar awal. Setiap atribut dikonversi ke dalam nilai numerik atau kategori tertentu menggunakan struktur aturan yang dihasilkan dari hasil studi literatur dan validasi ahli. KBF kemudian menggunakan aturan tersebut untuk menghasilkan *initial difficulty score*, yaitu skor awal yang menempatkan siswa pada kategori mudah, sedang, atau sulit berdasarkan indikator pengetahuan domain. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sistem tidak memberikan rekomendasi secara arbitrer, melainkan berdasarkan hubungan logis antara karakteristik pengguna dan tingkat tantangan

yang dianggap optimal bagi perkembangan mereka.

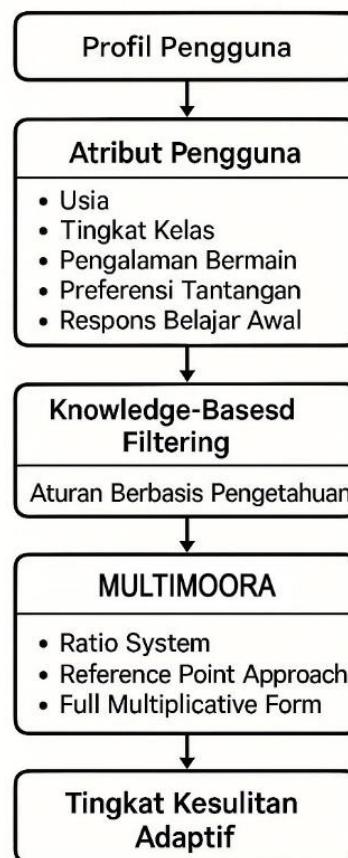


Gambar 3.4. *Gameflow* serious game Ashabul Kahfi

Setelah memperoleh nilai awal dari KBF, proses berlanjut ke tahap normalisasi menggunakan *Min-Max Normalization*. Normalisasi diperlukan untuk menyeragamkan skala antar kriteria sehingga dapat diproses oleh algoritma MULTIMOORA tanpa menyebabkan distorsi nilai akibat perbedaan rentang data. Pada tahap berikutnya, MULTIMOORA mengimplementasikan tiga pendekatan yaitu *Ratio System*, *Reference Point Approach*, dan *Full Multiplicative Form*.

*Ratio System* menghitung nilai performa awal berdasarkan bobot yang telah ditentukan untuk masing-masing kriteria sedangkan *Reference Point Approach* mengukur deviasi nilai alternatif terhadap titik ideal sebagai acuan untuk

menentukan tingkat preferensi. *Full Multiplicative Form* kemudian memberikan perspektif evaluasi proporsional antara kriteria *benefit* dan *cost*, sehingga sistem dapat mempertimbangkan bobot kepentingan kriteria secara lebih holistik. Ketiga hasil tersebut kemudian digabungkan menggunakan teori dominasi untuk menentukan peringkat akhir alternatif tingkat kesulitan.



Gambar 3.5. Desain Sistem

Desain sistem rekomendasi ini juga mempertimbangkan konteks implementasi dalam *game*, dimana hasil rekomendasi tingkat kesulitan akan menentukan parameter *gameplay* seperti pola musuh, jumlah rintangan, jumlah musuh, banyaknya bantuan, dan dinamika tantangan dalam permainan. Dengan demikian, rekomendasi tidak hanya bersifat matematis tetapi juga berdampak

langsung pada pengalaman belajar dan tingkat keterlibatan siswa. Sistem rekomendasi diposisikan sebagai modul terpisah yang berinteraksi dengan *game engine Unity* memproses input profil siswa pada awal permainan, kemudian mengirimkan nilai rekomendasi ke modul *gameplay* untuk mengatur perilaku permainan secara adaptif.

Secara keseluruhan, desain sistem rekomendasi berbasis KBF-MULTIMOORA ini dirancang untuk menghasilkan keputusan adaptif yang stabil, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan secara metodologis. Integrasi kedua metode ini mencerminkan kebutuhan akan pendekatan adaptif dalam media pembelajaran digital, terutama bagi siswa sekolah dasar yang memiliki kemampuan belajar yang beragam. Dengan landasan teoretis dan algoritmik yang kuat dari artikel penelitian sebelumnya, sistem rekomendasi ini berfungsi sebagai inti dari mekanisme adaptasi tingkat kesulitan dalam *serious game* Ashabul Kahfi dan menjadi inovasi utama yang membedakan penelitian ini dari penelitian terdahulu.

Desain algoritma MULTIMOORA dalam penelitian ini dirancang untuk memperkuat proses pengambilan keputusan multikriteria dalam penentuan tingkat kesulitan permainan setelah proses penyaringan awal dilakukan oleh *Knowledge-Based Filtering* (KBF) (García *et al.*, 2021). MULTIMOORA dipilih karena memiliki kemampuan menghasilkan keputusan yang stabil melalui integrasi tiga pendekatan analitis yaitu *Ratio System*, *Reference Point Approach*, dan *Full Multiplicative Form* sehingga keputusan yang dihasilkan tidak bergantung pada satu sudut pandang matematis.

Algoritma berfungsi sebagai komponen inti dalam tahap penilaian objektif terhadap berbagai atribut pengguna yang telah dikonversi menjadi data terstruktur melalui KBF. Dengan menerapkan MULTIMOORA, sistem dapat menilai setiap alternatif tingkat kesulitan secara menyeluruh berdasarkan bobot atribut pengguna yang relevan, sehingga rekomendasi akhir yang diberikan lebih akurat dan konsisten dengan karakteristik belajar siswa.

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3.1)$$

Tahap pertama dalam algoritma MULTIMOORA adalah normalisasi data menggunakan *Min-Max Normalization*. Normalisasi dilakukan untuk memastikan setiap kriteria berada pada skala yang seragam sehingga dapat digunakan secara proporsional dalam perhitungan tahap berikutnya. Setelah normalisasi, pendekatan *Ratio System* diterapkan untuk menghitung nilai utilitas setiap alternatif berdasarkan formula:

$$y_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot x_{ij} \quad (3.2)$$

Pendekatan ini menghasilkan skor agregat yang mencerminkan performa awal masing-masing alternatif tingkat kesulitan berdasarkan bobot kepentingan setiap atribut pengguna. *Ratio System* memberikan pandangan umum tentang seberapa baik alternatif tersebut memenuhi setiap kriteria secara keseluruhan.

Tahap kedua adalah implementasi *Reference Point Approach*, yang berfungsi menilai kedekatan setiap alternatif terhadap titik optimum atau ideal point. Titik acuan ini ditentukan berdasarkan nilai terbaik dari masing-masing kriteria, sehingga setiap alternatif dievaluasi berdasarkan jaraknya terhadap kondisi ideal. Formula yang digunakan adalah:

$$d_i = \max_j |r_j - x_{ij}| \quad (3.3)$$

Pendekatan ini memberikan cara pandang berbeda dari *Ratio System* karena menekankan penyimpangan dari standar ideal, bukan hanya akumulasi nilai positif dari setiap kriteria. Dengan adanya *Reference Point*, sistem dapat mengidentifikasi alternatif yang paling seimbang dalam memenuhi semua kriteria.

Tahap ketiga adalah *Full Multiplicative Form*, yaitu pendekatan operasional yang menilai alternatif berdasarkan perbandingan faktor kriteria keuntungan (*benefit criteria*) dan faktor kriteria biaya (*cost criteria*). Pendekatan ini menggunakan formula:

$$U_i = \frac{\prod_{j=1}^n (x_{ij})^{w_j}}{\prod_{k=1}^m (x_{ik})^{w_k}} \quad (3.4)$$

Pendekatan ini memberikan perspektif evaluasi yang bersifat proporsional dan sangat berguna dalam situasi dimana beberapa kriteria bersifat positif (semakin tinggi semakin baik) dan beberapa kriteria bersifat negatif (semakin rendah semakin baik). Dalam konteks penelitian ini, sebagian besar kriteria bersifat benefit sehingga *Full Multiplicative Form* memperkuat stabilitas proses pengambilan keputusan.

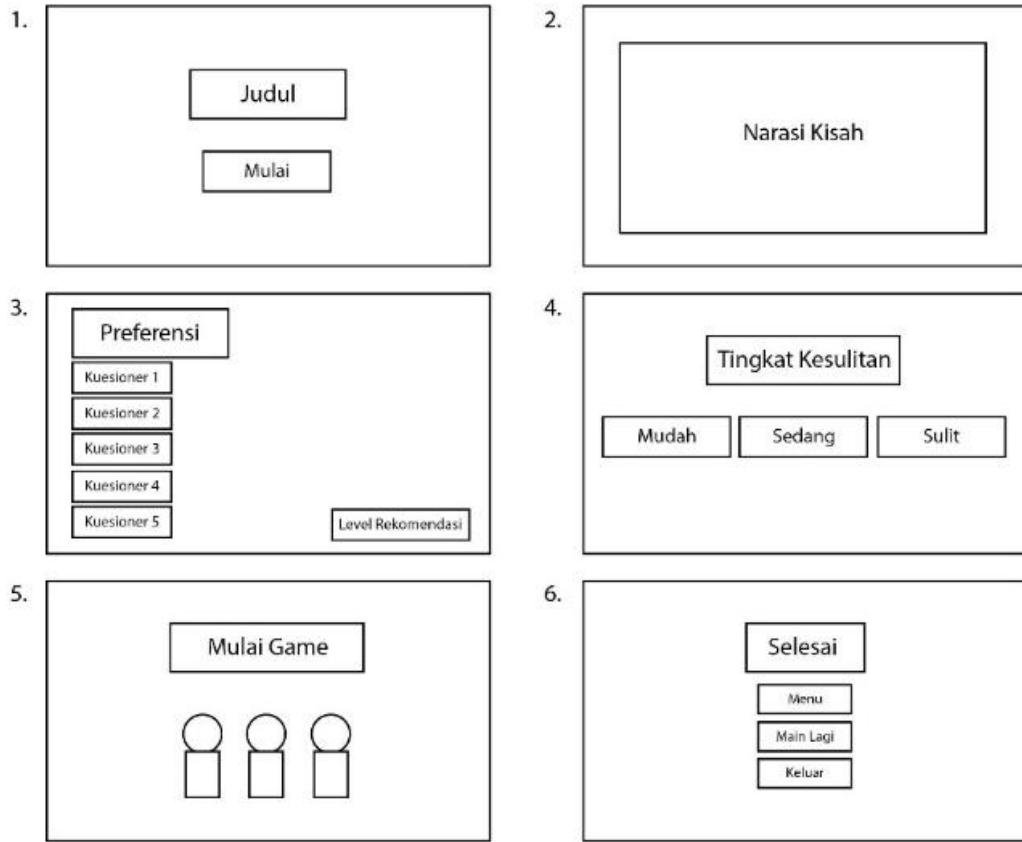
Setelah ketiga pendekatan menghasilkan tiga nilai performa berbeda, langkah selanjutnya adalah melakukan penggabungan hasil menggunakan *dominance theory*. *Dominance theory* bekerja dengan membandingkan peringkat masing-masing alternatif pada setiap metode dan menentukan alternatif yang paling mendominasi berdasarkan jumlah kemenangan antar metode. Alternatif yang menempati posisi terbaik pada mayoritas pendekatan dianggap sebagai

rekomendasi tingkat kesulitan akhir yang paling optimal. Dengan penggabungan tiga pendekatan tersebut, MULTIMOORA memberikan hasil yang lebih stabil dan minim bias karena tidak bergantung pada satu model evaluasi saja.

Secara keseluruhan, desain algoritma MULTIMOORA dalam penelitian ini memberikan kerangka evaluasi multikriteria yang kuat dan kredibel untuk menentukan tingkat kesulitan yang paling sesuai bagi pengguna. Dengan memproses atribut yang telah diklasifikasikan oleh KBF, MULTIMOORA menghasilkan rekomendasi dengan mempertimbangkan bobot atribut, jarak dari nilai ideal, serta proporsi antar kriteria. Algoritma ini mendukung tujuan penelitian dalam menciptakan *serious game* yang adaptif dan personal, dimana tingkat tantangan permainan dapat disesuaikan dengan kemampuan dan kebutuhan setiap siswa. Desain algoritma ini sekaligus memastikan bahwa rekomendasi sistem dapat dipertanggungjawabkan secara matematis, pedagogis, dan komputasional sesuai dengan standar penelitian akademik.

### **3.2.3 Desain Game**

Desain *game* dalam penelitian ini disusun untuk menghasilkan *serious game* Ashabul Kahfi yang edukatif, adaptif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar. Desain ini mencakup alur permainan, struktur antarmuka, mekanisme interaksi, integrasi sistem rekomendasi tingkat kesulitan, serta elemen naratif yang mendukung pemahaman kisah Ashabul Kahfi. Seluruh komponen dirancang berdasarkan hasil analisis kebutuhan pedagogis, pengguna, fungsional, dan teknis yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

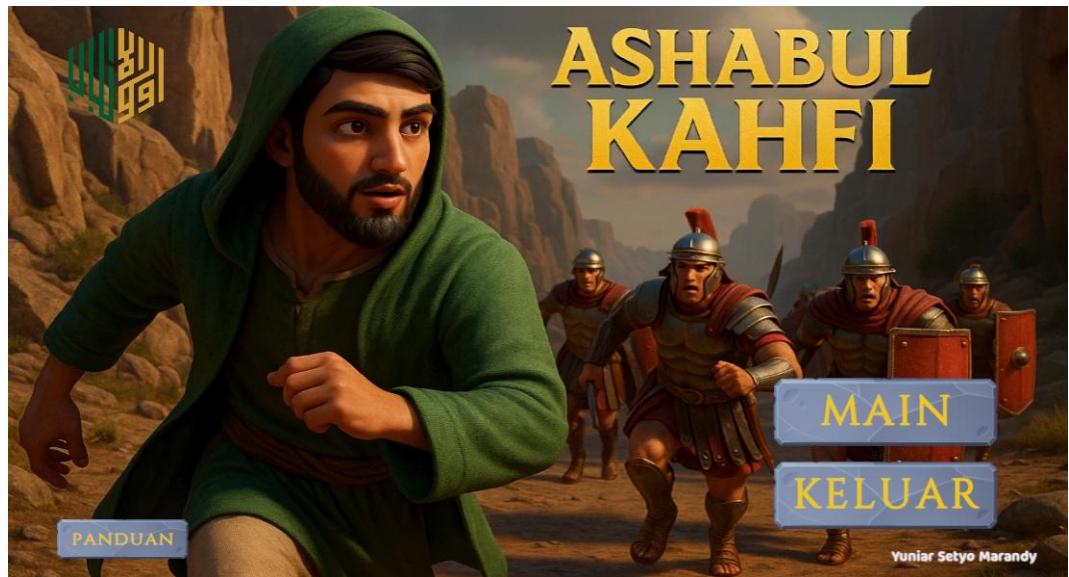


Gambar 3.6. *Storyboard serious game Ashabul Kahfi*

Secara umum, desain *game* dibangun dengan pendekatan *user-centered design*, yang menempatkan siswa sebagai pengguna utama. *Game* dirancang agar mudah dioperasikan memiliki visual yang ramah anak serta menggunakan mekanisme kontrol sederhana berbasis klik. Desain ini bertujuan memastikan bahwa siswa dengan tingkat literasi digital beragam tetap dapat memainkan *game* dengan nyaman tanpa hambatan teknis.

#### 1. Struktur Alur Permainan (*Game Flow*)

Alur permainan disusun secara bertahap melalui beberapa *scene* utama, yaitu:



Gambar 3.7. Scene Menu

- Menu Utama, berisi tombol Panduan, Main, dan Keluar. Menu ini menjadi pusat navigasi bagi semua aktivitas pengguna.

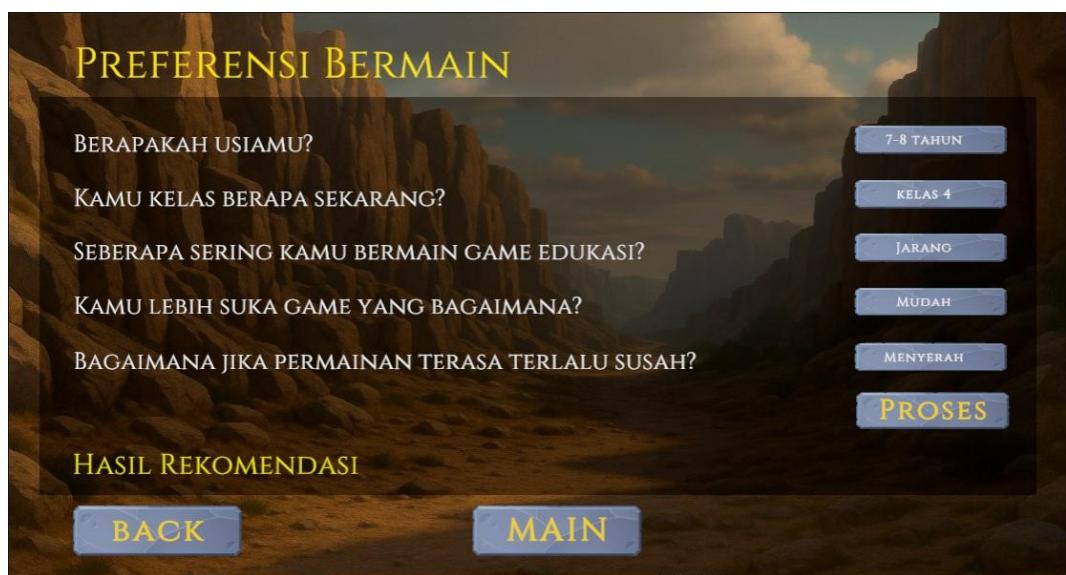


Gambar 3.8. Scene Panduan

- Scene Panduan, menampilkan instruksi visual dan teks singkat mengenai cara menggerakkan karakter, menghindari musuh, serta tujuan permainan.

Gambar 3.9. *Scene Narasi*

- c. *Scene Narasi*, berupa komik interaktif yang menceritakan ringkasan kisah Ashabul Kahfi. Visualisasi komik diperkuat dengan narasi audio agar siswa memahami konteks cerita sebelum bermain.

Gambar 3.10. *Scene Preferensi*

- d. *Scene Input Preferensi Pemain*, berisi formulir untuk mengumpulkan atribut pengguna (usia, kelas, pengalaman bermain game, preferensi tantangan, respons terhadap kesulitan). Data ini digunakan oleh sistem

rekomendasi adaptif.

- e. *Scene* Rekomendasi Tingkat Kesulitan, menampilkan hasil pemrosesan KBF-MULTIMOORA yang berupa rekomendasi level mudah, sedang, atau sulit.



Gambar 3.11. *Scene Level*

- f. *Scene* Pemilihan Level, memungkinkan pemain memulai *gameplay* berdasarkan tingkat kesulitan yang disarankan atau memilih berdasarkan keinginan pemain.



Gambar 3.12. *Scene Gameplay*

- g. *Scene Gameplay*, yaitu inti permainan yang berfokus pada mekanisme patrol behavior, pengumpulan koin, dan penghindaran musuh.



Gambar 3.13. *Scene Gameover*

- h. *Scene Game Over*, menampilkan skor permainan serta menyediakan tombol *Quiz*, *Restart*, *Menu*, dan *Keluar*.



Gambar 3.14. *Scene Kuis*

- i. *Scene Kuis Evaluatif*, berisi 10 soal HOTS pilihan ganda untuk mengukur pemahaman siswa terhadap kisah Ashabul Kahfi.



Gambar 3.15. Scene Penilaian

- j. *Scene Nilai Evaluasi*, berisi keterangan jumlah soal yang terjawab dengan benar beserta nilai akhir akumulasi.

Alur permainan disusun agar membentuk pengalaman belajar yang berlapis: orientasi → konteks naratif → profil pengguna → rekomendasi adaptif → *gameplay* → evaluasi.

## 2. Mekanisme *Gameplay*

*Gameplay* dirancang dengan mengadaptasi pola permainan sederhana berbasis *collect-and-avoid*, yaitu pemain mengumpulkan koin sambil menghindari musuh yang berpatroli. Komponen utama *gameplay* meliputi:

- Karakter pemain, bergerak berdasarkan input klik pada layar.
- Karakter musuh, memiliki patrol path dan radius deteksi ketika pemain masuk dalam radius tersebut maka musuh mengejar pemain dengan algoritma *finite state machine*.
- Rintangan (*obstacle*), yang dapat digunakan pemain sebagai tempat

bersembunyi.

- d. Koin, muncul secara acak dan menjadi objek yang dikumpulkan untuk memperoleh skor.
  - e. *Backsound* audio narasi, memperkuat pengalaman emosional selama *gameplay*.
3. Perbedaan tingkat kesulitan ditentukan oleh:
    - a. jumlah musuh
    - b. pola patroli musuh
    - c. jumlah rintangan
  4. Map permainan disesuaikan dengan kategori kesulitan:
    - a. Mudah (Pasar)
    - b. Sedang (Goa)
    - c. Sulit (Gurun)
  5. Integrasi Sistem Rekomendasi KBF-MULTIMOORA

Desain *game* mengintegrasikan sistem rekomendasi adaptif dalam alur permainan. Mekanismenya sebagai berikut:

- a. Pengguna mengisi atribut profil pada *scene* preferensi
- b. Atribut dikonversi menjadi nilai numerik melalui aturan KBF
- c. Data dinormalisasi menggunakan Min-Max
- d. MULTIMOORA menghitung tiga pendekatan: *Ratio System, Reference Point, Full Multiplicative Form*
- e. Hasil dihitung dan digabungkan melalui *dominance theory* untuk menentukan peringkat tingkat kesulitan

- f. Rekomendasi ditampilkan secara visual pada area teks khusus sebelum pemain masuk ke *gameplay*

## 6. Desain Visual dan Antarmuka

Antarmuka *game* dirancang dengan prinsip:

- a. Sederhana dan intuitif, dengan tata letak yang tidak membingungkan siswa.
- b. Ikon besar dan warna cerah, sesuai preferensi usia 9-12 tahun.
- c. Penggunaan komik sebagai media naratif agar siswa memahami cerita dengan cepat.
- d. Konsistensi font, warna, dan tombol, untuk memudahkan navigasi.
- e. Penggunaan ilustrasi Islami yang sopan dan moderat, sesuai nilai-nilai PAI.
- f. Seluruh elemen visual dibuat untuk mendukung user experience yang positif sekaligus menjaga fokus siswa pada pesan moral.

## 7. Desain Evaluasi di *Game*

*Scene* kuis dirancang sebagai evaluasi akhir untuk mengukur pemahaman siswa terhadap kisah Ashabul Kahfi. Soal dirancang berdasarkan Taksonomi Bloom level C2 (pemahaman), mencakup:

- a. penjelasan kembali alur
- b. interpretasi nilai moral
- c. pengenalan tokoh dan peristiwa
- d. makna tindakan para pemuda Ashabul Kahfi

Nilai kuis ditampilkan sebagai *feedback* langsung sehingga siswa mengetahui

tingkat pemahaman mereka.

#### 8. Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran

Desain *game* secara keseluruhan diarahkan untuk:

- a. meningkatkan pemahaman siswa terhadap nilai moral kisah Ashabul Kahfi
- b. menyesuaikan pengalaman bermain dengan profil individu
- c. menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan
- d. mendukung pembelajaran PAI melalui pendekatan digital yang relevan dengan dunia anak

#### **3.2.4 Integrasi Keagamaan**

Integrasi keagamaan dalam pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi dilakukan secara terstruktur untuk memastikan bahwa nilai-nilai spiritual, moral, dan akidah yang terkandung dalam Surah Al-Kahfi dapat tersampaikan secara tepat, mendalam, dan relevan bagi peserta didik sekolah dasar. Integrasi tidak hanya diwujudkan melalui penyajian narasi kisah Ashabul Kahfi, tetapi juga melalui pemilihan mekanisme permainan, visualisasi lingkungan, dan tantangan yang dirancang selaras dengan pesan keislaman. Dengan demikian, *game* tidak sekadar menjadi media hiburan tetapi juga sarana internalisasi nilai-nilai Qur'an melalui pengalaman belajar yang interaktif.

Proses integrasi keagamaan dimulai dengan penelaahan ayat 9-26 Surah Al-Kahfi sebagai sumber utama cerita. Setiap bagian cerita kemudian dipetakan ke dalam elemen *gameplay* seperti adegan pelarian para pemuda, pencarian tempat perlindungan, serta keteguhan mereka dalam mempertahankan iman di tengah tekanan penguasa zalim. Mekanisme permainan seperti menghindari musuh,

menjaga ketenangan, dan bertahan dalam kondisi sulit dirancang untuk mencerminkan makna spiritual seperti kesabaran (sabr), keteguhan (istiqamah), dan tawakal kepada Allah SWT. Nilai-nilai keislaman bukan hanya hadir sebagai teks tetapi juga diwujudkan secara simbolik dalam aktivitas permainan.

Penggunaan narasi audio yang membacakan ringkasan kisah Ashabul Kahfi bertujuan menguatkan aspek literasi keagamaan serta memberikan pengalaman belajar multimodal yang sesuai dengan tahap perkembangan kognitif siswa. Dengan pendekatan ini siswa tidak hanya memahami alur cerita tetapi juga mampu menangkap nilai-nilai inti seperti keberanian mempertahankan kebenaran, solidaritas antarsahabat, dan keyakinan terhadap pertolongan Allah SWT.

Integrasi keagamaan dalam *game* ini juga memperhatikan aspek pedagogik Pendidikan Agama Islam (PAI). Nilai-nilai Qur’ani dikemas agar sesuai dengan karakteristik belajar siswa sekolah dasar yang membutuhkan media visual, sederhana, dan kontekstual. Dengan memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengalami perjalanan Ashabul Kahfi melalui simulasi permainan, mereka mendapatkan ruang belajar yang lebih bermakna dan personal. Hal ini sejalan dengan pendekatan *experiential Islamic learning* yaitu pembelajaran nilai Islam melalui pengalaman, refleksi, dan interaksi.

Secara keseluruhan integrasi keagamaan dalam *serious game* bertujuan memastikan bahwa setiap elemen permainan memiliki relevansi dengan nilai Islam, baik secara naratif, simbolik, maupun pedagogis. Media ini tidak hanya memperkenalkan kisah Qur’ani, tetapi juga mendukung pembentukan karakter peserta didik melalui permainan yang edukatif, adaptif, dan sarat pesan

keagamaan. Dengan cara ini diharapkan pembelajaran PAI mendapatkan bentuk baru yang lebih menarik, kontekstual, dan sesuai perkembangan dunia digital.

### 3.2.5 Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan proses inti dalam mewujudkan rancangan *serious game* Ashabul Kahfi menjadi media pembelajaran digital yang fungsional. Tahap ini dilaksanakan berdasarkan model ADDIE, khususnya fase *development*, yang meliputi pembuatan aset visual, implementasi skrip permainan, integrasi sistem rekomendasi adaptif serta penyusunan seluruh scene dalam *game*. Tujuan utama tahap ini adalah menghasilkan prototipe *game* yang stabil, mudah digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pedagogis siswa sekolah dasar.

Pengembangan dimulai dengan pembuatan aset visual seperti latar, karakter, objek rintangan, koin, dan komponen grafis narasi komik. Aset dibuat menggunakan perangkat lunak desain grafis kemudian diimpor ke dalam *Unity* sebagai dasar penyusunan *scene*. Pada fase ini, penyesuaian warna, bentuk, dan detail visual dilakukan agar tampilan *game* sesuai dengan karakteristik pengguna anak usia 9-12 tahun yang membutuhkan elemen visual sederhana namun menarik.

Pengembangan berfokus pada implementasi antarmuka dan navigasi *game*. *Scene* menu utama, panduan, narasi komik, input preferensi pengguna, rekomendasi kesulitan, pemilihan *level*, *gameplay*, *game over*, hingga kuis dibangun secara bertahap. Setiap tombol dan alur navigasi menggunakan *event handler* untuk memastikan transisi antar *scene* berjalan mulus tanpa jeda. Pengembangan juga memperhatikan aspek *user experience*, seperti ukuran tombol yang besar, kontras warna yang jelas, dan penempatan elemen antarmuka yang

mudah dijangkau oleh pengguna anak.

Tahap berikutnya adalah implementasi mekanisme *gameplay*. Dalam *scene* permainan utama, karakter pemain dikendalikan dengan sistem gerak berbasis klik menggunakan *script C#*. Musuh dirancang dengan algoritma *finite state machine* menggunakan *waypoint system* serta dilengkapi radius deteksi untuk memicu mode pengejaran. Distribusi koin menggunakan sistem *random spawn* yang diprogram muncul beberapa detik kemudian berpindah ke titik lain secara acak. Perbedaan tingkat kesulitan diimplementasikan melalui variasi pola musuh, jumlah rintangan, dan jumlah musuh sesuai hasil rekomendasi adaptif.

Integrasi sistem rekomendasi adaptif berbasis *Knowledge-Based Filtering* dan MULTIMOORA juga dilakukan pada tahap pengembangan. Data dari formulir profil pengguna diproses oleh skrip yang menjalankan aturan KBF untuk menghasilkan skor awal, dilanjutkan dengan normalisasi menggunakan *Min-Max*, kemudian perhitungan tiga pendekatan MULTIMOORA yaitu *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form*. Hasil ketiga pendekatan digabungkan untuk menghasilkan rekomendasi tingkat kesulitan yang ditampilkan kepada pemain. Seluruh proses ini dikembangkan agar berlangsung otomatis dan responsif dalam waktu kurang dari satu detik.

Pengembangan juga mencakup pembuatan *scene* evaluasi berupa kuis 10 soal HOTS. Logika kuis mencakup penayangan soal satu per satu, pencatatan jawaban, perhitungan skor akhir, dan tampilan hasil. Soal-soal disusun untuk mengukur pemahaman siswa pada level Bloom C2 (pemahaman). Implementasi kuis menggunakan struktur data sederhana dan skrip penanganan logis agar proses

evaluasi berlangsung stabil tanpa error.

Seluruh komponen *game* diuji melalui internal testing untuk memastikan tidak terdapat kesalahan seperti *bug*, *crash*, kesalahan navigasi, atau ketidak sesuaian logika. Perbaikan dilakukan secara bertahap berdasarkan hasil pengujian. Beberapa optimasi tambahan dilakukan, seperti pengurangan ukuran asset visual untuk mempercepat waktu muat dan penyesuaian audio agar tidak mengganggu fokus siswa saat bermain.

Tahap pengembangan ini menghasilkan prototipe *serious game* Ashabul Kahfi yang siap digunakan pada fase implementasi dan evaluasi. *Game* yang dihasilkan telah memenuhi kriteria fungsional, teknis, dan pedagogis yang ditetapkan pada analisis kebutuhan serta dapat berjalan dengan baik pada perangkat yang tersedia di sekolah dasar.

### **3.2.6 Implementasi**

Tahap implementasi merupakan proses penerapan seluruh rancangan dan hasil pengembangan ke dalam bentuk sistem yang berfungsi secara menyeluruh serta siap digunakan dalam uji coba lapangan. Pada tahap ini dilakukan integrasi antarmuka, mekanisme *gameplay*, sistem rekomendasi adaptif, serta evaluasi pembelajaran ke dalam satu kesatuan aplikasi *serious game* Ashabul Kahfi. Implementasi dilakukan menggunakan *game engine Unity* dan perangkat pendukung lain yang telah ditetapkan pada tahap analisis kebutuhan.

Implementasi dimulai dengan penyusunan *scene* dasar permainan. Menu utama, panduan, narasi, input preferensi pengguna, rekomendasi tingkat kesulitan, pemilihan *level*, *gameplay*, *game over*, dan kuis dihubungkan melalui mekanisme

scene management agar alur permainan berjalan konsisten. Setiap tombol dan navigasi diuji untuk memastikan tidak terjadi *crash*, kesalahan pemanggilan *scene*, atau keterlambatan transisi. Penyesuaian antarmuka dilakukan agar tombol mudah diakses, teks terbaca jelas, dan elemen visual tampil proporsional pada perangkat laptop sekolah.

Selanjutnya dilakukan implementasi sistem rekomendasi adaptif berbasis *Knowledge-Based Filtering* dan MULTIMOORA. *Script* perhitungan dimasukkan ke dalam *scene* preferensi pengguna, sehingga data profil siswa yang dimasukkan dapat langsung diproses. Data tersebut dikonversi menjadi nilai numerik, dinormalisasi menggunakan metode *Min-Max*, kemudian dihitung dengan tiga pendekatan MULTIMOORA yaitu *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form*. Hasil akhirnya ditampilkan pada teks rekomendasi untuk memberi informasi tingkat kesulitan yang sesuai dengan profil pengguna. Implementasi ini memastikan bahwa rekomendasi berlangsung otomatis dan responsif tanpa waktu pemrosesan yang lama.

Pada tahap implementasi *gameplay*, seluruh komponen permainan utama diintegrasikan, termasuk pergerakan karakter berbasis klik, algoritma *finite state machine* musuh menggunakan *waypoints*, radius deteksi musuh, rintangan (*obstacle*), dan sistem *spawn* koin. Setiap tingkat kesulitan yang direkomendasikan sistem telah dikonfigurasi untuk menampilkan variasi berbeda seperti pola musuh, jumlah rintangan, dan jumlah musuh. Implementasi *backsound* narasi dilakukan dengan menempatkan audio sumber di *scene* *gameplay* agar narasi berjalan otomatis dan mendukung pengalaman belajar secara imersif.

Implementasi evaluasi pembelajaran dilakukan pada *scene* kuis. Sistem kuis terdiri dari 10 soal pilihan ganda yang muncul secara berurutan. Setiap klik pada pilihan jawaban direkam oleh skrip perhitungan dan kemudian menghasilkan nilai akhir yang ditampilkan kepada pengguna. Mekanisme kuis ini diuji untuk memastikan bahwa seluruh soal tampil dengan benar, jawaban dicatat akurat, dan hasil evaluasi ditampilkan tanpa *error*.

Setelah seluruh komponen terintegrasi, dilakukan testing awal (*developer testing*) untuk memastikan stabilitas permainan. Pengujian mencakup performa grafis, konsistensi navigasi, ketepatan logika sistem rekomendasi, serta responsivitas kontrol pemain. Penyesuaian dilakukan pada beberapa aspek teknis seperti pengaturan sensitivitas klik, optimasi ukuran asset visual, sinkronisasi audio, dan penyempurnaan jalur patroli musuh untuk menghindari *glitch* atau *stuck* pada rintangan.

Tahap implementasi menghasilkan prototipe final *serious game* Ashabul Kahfi yang siap diuji dalam lingkungan sekolah. *Game* yang telah diimplementasikan memenuhi persyaratan fungsional, teknis, dan pedagogis, serta dapat dijalankan dengan stabil pada perangkat laptop sekolah yang memiliki spesifikasi dasar. Prototipe inilah yang kemudian digunakan pada tahap evaluasi efektivitas untuk menilai dampak penggunaan game terhadap motivasi belajar dan pemahaman nilai moral siswa.

### 3.2.7 Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan fase akhir dalam model pengembangan ADDIE yang bertujuan untuk menilai kelayakan, kualitas, dan efektivitas *serious game*

Ashabul Kahfi sebagai media pembelajaran adaptif. Evaluasi dilakukan secara bertahap melalui dua bentuk evaluasi utama, yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif dilakukan selama proses pengembangan untuk memastikan setiap komponen berjalan sesuai rancangan, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan setelah *game* siap digunakan untuk menilai dampak dan efektivitasnya terhadap hasil belajar siswa.

### 1. Evaluasi Formatif

Evaluasi formatif dilakukan oleh peneliti selama tahap pengembangan dan implementasi. Evaluasi ini mencakup:

a. Pengujian antarmuka dan navigasi (*UI/UX testing*)

Dilakukan untuk memastikan setiap tombol, *scene*, dan elemen visual dapat diakses dengan baik dan berfungsi sesuai desain.

b. Pengujian mekanisme gameplay (*functional testing*)

Termasuk pengujian pergerakan karakter, respons musuh berbasis *finite state machine*, sistem spawn koin, sensitivitas klik, serta keakuratan perhitungan skor.

c. Pengujian sistem rekomendasi adaptif

Melibuti validasi proses konversi data profil pengguna, normalisasi *Min-Max*, perhitungan MULTIMOORA, serta keakuratan hasil rekomendasi tingkat kesulitan.

d. Pengujian kuis evaluatif

Memastikan setiap soal dapat ditampilkan, jawaban terbaca dengan benar, dan nilai dapat dihitung serta ditampilkan tanpa *error*.

Hasil evaluasi formatif digunakan untuk melakukan revisi pada aspek visual, navigasi, logika perhitungan, serta performa sistem secara keseluruhan sebelum *game* diuji kepada pengguna sesungguhnya.

## 2. Evaluasi Ahli (*Expert Judgment*)

Setelah prototipe dianggap stabil dilakukan evaluasi ahli untuk menilai kelayakan konten, media, dan aspek teknis dari *serious game* Ashabul Kahfi.

Empat ahli terlibat dalam proses ini:

### a. Ahli Materi PAI

Menilai ketepatan konten kisah Ashabul Kahfi dan relevansi nilai moral.

### b. Ahli Media Pembelajaran

Mengevaluasi desain tampilan, kualitas interaktivitas, dan kesesuaian dengan karakter siswa SD.

### c. Ahli Teknologi Informatika

Menguji stabilitas sistem, kelayakan fitur adaptif, serta integrasi rekomendasi kesulitan.

### d. Praktisi Pembelajaran (Guru SD)

Menilai keterpakaian *game* dalam konteks pembelajaran nyata.

Instrumen penilaian menggunakan skala Likert dan menghasilkan kategori kelayakan yang menunjukkan bahwa *serious game* Ashabul Kahfi memenuhi kriteria “Layak” hingga “Sangat Layak” setelah melalui revisi minor.

## 3. Evaluasi Sumatif

Evaluasi sumatif dilakukan untuk menilai efektivitas *game* dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap kisah Ashabul Kahfi dan nilai

moralnya. Evaluasi dilakukan dengan melibatkan dua kelas:

- Kelas Eksperimen (menggunakan *game*)
- Kelas Kontrol (pembelajaran konvensional)

Tahapan evaluasi sumatif yang digunakan yaitu sebagai berikut:

a. *Pretest* dan *Posttest*

Digunakan untuk mengukur perubahan kemampuan kognitif siswa pada *level Bloom C2* (pemahaman). *Pretest* diberikan sebelum pembelajaran, *posttest* setelah pembelajaran atau penggunaan *game*.

b. Analisis Statistik (*Paired Sample T-Test*)

Digunakan untuk melihat signifikansi perbedaan skor *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas.

c. Perhitungan N-Gain

Digunakan untuk menentukan efektivitas peningkatan hasil belajar.

d. Observasi Keterlibatan Siswa

Observasi digunakan untuk menilai interaksi siswa dengan *game*, respons terhadap tingkat kesulitan adaptif, serta perilaku belajar selama aktivitas bermain berlangsung.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1 Hasil Pengembangan Sistem**

Pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi dilakukan melalui model ADDIE dengan fokus pada analisis kebutuhan, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa *game* mampu mengintegrasikan aspek pedagogis, interaksi visual, dan mekanisme *gameplay* yang sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar. Media ini berhasil menerjemahkan kisah Ashabul Kahfi ke dalam bentuk permainan digital yang menarik, naratif, dan edukatif.

Dari perspektif pedagogis, penggunaan narasi komik dan audio memberikan konteks yang kuat bagi siswa sebelum memasuki *gameplay*. Pendekatan ini sejalan dengan teori *narrative-based learning* yang menyatakan bahwa penyajian cerita dapat meningkatkan attensi serta membantu pembentukan makna (*meaning-making*). Hal ini diperkuat oleh observasi guru yang menyatakan bahwa siswa tampak antusias dan lebih mudah memahami alur cerita ketika disajikan dalam bentuk visual.

Secara teknis, *game* telah memenuhi kebutuhan perangkat sekolah dasar dengan spesifikasi rendah. Penggunaan *Unity* memungkinkan penyusunan *scene* yang terhubung secara stabil dan pengembangan *gameplay* yang responsif. Variasi tingkat kesulitan mudah, sedang dan sulit diterapkan melalui perubahan pola musuh, jumlah rintangan, dan jumlah musuh sehingga pemain merasakan tantangan berbeda sesuai hasil rekomendasi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa

tidak ditemukan *error* kritis selama permainan berlangsung menunjukkan implementasi sistem yang stabil dan layak.

## 4.2 Hasil Sistem Rekomendasi

Analisis dimulai dari pemetaan demografi pemain sebagai dasar penentuan kategori kesulitan kemudian dilanjutkan dengan hasil perhitungan pada setiap tahap KBF dan MULTIMOORA. Hasil akhir berupa pemeringkatan tingkat kesulitan menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan rekomendasi yang akurat dan konsisten berdasarkan karakteristik pengguna.

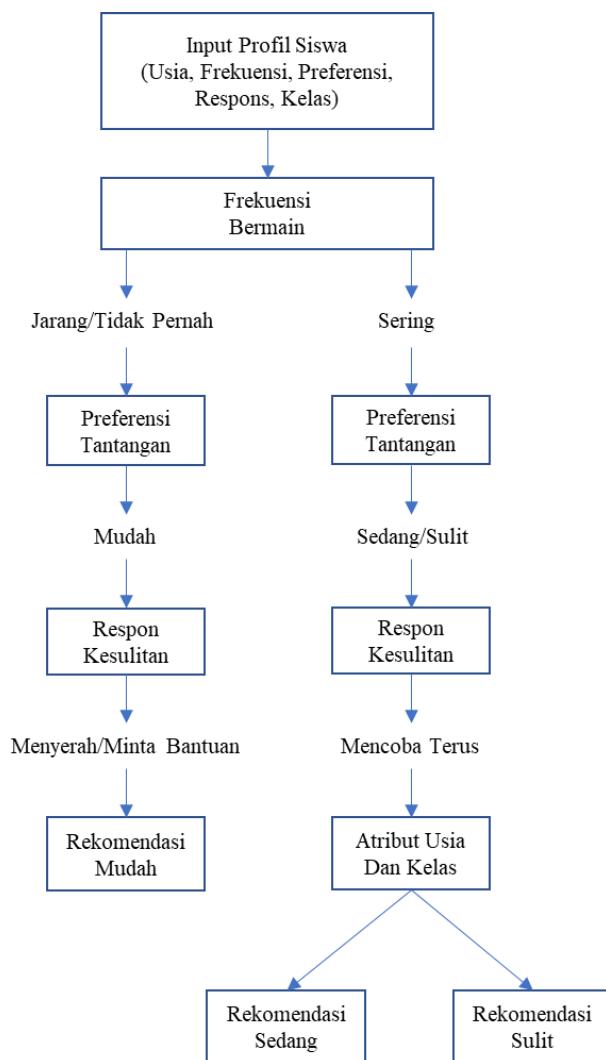
### 4.2.1 Demografi Pemain dan Pola Kategori Kesulitan

Demografi pemain berfungsi sebagai gambaran menyeluruh mengenai profil siswa yang terlibat dalam uji coba sistem. Setiap atribut tersebut memiliki peranan penting dalam menentukan kecenderungan tingkat kesulitan yang direkomendasikan oleh sistem karena mencerminkan kemampuan kognitif, pengalaman bermain, serta kesiapan siswa dalam menghadapi tantangan permainan. Dengan penyajian demografi ini, alur logika rekomendasi menjadi lebih jelas dan dapat ditelusuri, sehingga hubungan antara karakteristik pemain dan kategori kesulitan mudah, sedang, atau sulit dapat dipahami secara komprehensif sebelum memasuki analisis hasil perhitungan algoritma.

Tabel 4.1. Demografi Pemain

Kategori Kesulitan	Usia Umum	Frekuensi Bermain	Preferensi Tantangan	Respons Kesulitan	Karakteristik Dominan
Mudah	9–10 tahun	Tidak pernah / jarang	Mudah	Menyerah / minta bantuan	Pemula, membutuhkan dukungan tinggi
Sedang	10–11 tahun	Kadang / sering	Sedang	Mencoba terus	Stabil, butuh tantangan menengah
Sulit	10–11 tahun	Sering	Sulit	Tidak menyerah	Pemain terampil, motivasi tinggi

Tabel ini menunjukkan bahwa kategori kesulitan dipengaruhi oleh kombinasi variabel yang saling melengkapi. Pemain pemula dengan preferensi tantangan rendah dan respons negatif terhadap kesulitan cenderung diarahkan ke tingkat mudah. Sebaliknya, pemain dengan pengalaman bermain tinggi, preferensi tantangan kuat, serta respons positif ketika menghadapi kesulitan lebih sesuai untuk tingkat sulit. Pemain dengan karakteristik menengah mendapatkan rekomendasi tingkat sedang.



Gambar 4.2. Diagram Tingkat Kesulitan

#### 4.2.2 Hasil Perhitungan KBF dan MULTIMOORA

Integrasi sistem rekomendasi berbasis *Knowledge-Based Filtering* dan MULTIMOORA menjadi komponen kunci dalam *game*. Sistem bekerja dengan mengolah lima atribut pengguna untuk memberikan rekomendasi tingkat kesulitan permainan.

Dalam memberikan gambaran lebih konkret mengenai hasil implementasi sistem rekomendasi tingkat kesulitan berbasis KBF-MULTIMOORA, berikut data rekomendasi untuk 20 siswa kelas 4 yang menjadi sampel uji coba sistem.

Tabel 4.3. Data Profil Pemain

No	Kode Siswa	Usia	Kelas	Frekuensi Bermain	Suka Tantangan	Respons Jika Susah
1	S-01	9	4	Jarang	Mudah	Menyerah
2	S-02	10	4	Sering	Sedang	Mencoba terus
3	S-03	9	4	Tidak pernah	Mudah	Minta bantuan
4	S-04	10	4	Sering	Sulit	Mencoba terus
5	S-05	10	4	Kadang	Sedang	Mencoba terus
6	S-06	9	4	Tidak pernah	Mudah	Menyerah
7	S-07	11	4	Sering	Sulit	Mencoba terus
8	S-08	10	4	Kadang	Sulit	Mencoba terus
9	S-09	9	4	Jarang	Mudah	Menyerah
10	S-10	11	4	Sering	Sulit	Mencoba terus
11	S-11	10	4	Kadang	Sedang	Minta bantuan
12	S-12	9	4	Jarang	Sedang	Minta bantuan
13	S-13	11	4	Sering	Sedang	Mencoba terus
14	S-14	10	4	Sering	Sulit	Mencoba terus
15	S-15	9	4	Tidak pernah	Mudah	Menyerah
16	S-16	10	4	Kadang	Mudah	Mencoba terus
17	S-17	11	4	Sering	Sedang	Mencoba terus
18	S-18	9	4	Jarang	Sedang	Menyerah
19	S-19	10	4	Sering	Sulit	Tidak menyerah
20	S-20	10	4	Kadang	Sedang	Mencoba terus

Tabel 4.4. Normalisasi Min-Max

No	Usia	Usia (Norm)	Kelas	Kelas (Norm)	Freq	Freq (Norm)	Tantangan	Tantangan (Norm)	Respons	Respons (Norm)
1	9	0.00	4	0.00	2	0.50	1	0.00	1	0.00
2	10	0.50	4	0.00	3	1.00	2	0.50	3	1.00
3	9	0.00	4	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.50
4	10	0.50	5	0.50	3	1.00	3	1.00	3	1.00
5	10	0.50	4	0.00	2	0.50	2	0.50	3	1.00
6	9	0.00	4	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00

7	11	1.00	6	1.00	3	1.00	3	1.00	3	1.00
8	10	0.50	5	0.50	2	0.50	3	1.00	3	1.00
9	9	0.00	4	0.00	2	0.50	1	0.00	1	0.00
10	11	1.00	6	1.00	3	1.00	3	1.00	3	1.00
11	10	0.50	4	0.00	2	0.50	2	0.50	2	0.50
12	9	0.00	4	0.00	2	0.50	2	0.50	2	0.50
13	11	1.00	6	1.00	3	1.00	2	0.50	3	1.00
14	10	0.50	5	0.50	3	1.00	3	1.00	3	1.00
15	9	0.00	4	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00
16	10	0.50	4	0.00	2	0.50	1	0.00	3	1.00
17	11	1.00	6	1.00	3	1.00	2	0.50	3	1.00
18	9	0.00	4	0.00	2	0.50	2	0.50	1	0.00
19	10	0.50	5	0.50	3	1.00	3	1.00	3	1.00
20	10	0.50	4	0.00	2	0.50	2	0.50	3	1.00

Tabel 4.5. Ratio System

No	Usia	Kelas	Freq	Tantangan	Respons	yi
1	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.10
2	0.50	0.00	1.00	0.50	1.00	0.60
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.10
4	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.80
5	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.70
9	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.10
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.40
12	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.30
13	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.90
14	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.80
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00	0.40
17	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.90
18	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.20
19	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.80
20	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50

Tabel 4.6. Reference Point Approach

No	Usia	Kelas	Freq	Tantangan	Respons	$di = \max(1-x')$
1	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00
2	0.50	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00
4	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50
5	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
8	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50
9	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
11	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	1.00

12	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	1.00
13	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.50
14	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
16	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00	1.00
17	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.50
18	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00
19	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50
20	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00

Tabel 4.7. Nilai FMF ( $U_i$ )

No	Usia	Kelas	Freq	Tantangan	Respons	$Ui$ (FMF)
1	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.000
2	0.50	0.00	1.00	0.50	1.00	0.000
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.000
4	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.758
5	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	0.000
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000
8	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.660
9	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.000
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000
11	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.000
12	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50	0.000
13	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.871
14	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.758
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
16	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00	0.000
17	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.871
18	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.000
19	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.758
20	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	0.000

Tabel 4.8. Ranking Akhir Siswa dan Rekomendasi Tingkat Kesulitan

Ranking	Kode Siswa	RS ( $y_i$ )	RP ( $d_i$ )	FMF ( $U_i$ )	Rekomendasi	Map Level
1	S-07	1.00	0.00	1.000	Sulit	Gurun
2	S-10	1.00	0.00	1.000	Sulit	Gurun
3	S-13	0.90	0.50	0.871	Sulit	Gurun
4	S-17	0.90	0.50	0.871	Sulit	Gurun
5	S-04	0.80	0.50	0.758	Sulit	Gurun
6	S-14	0.80	0.50	0.758	Sedang	Goa
7	S-19	0.80	0.50	0.758	Sedang	Goa
8	S-08	0.70	0.50	0.660	Sedang	Goa
9	S-02	0.60	1.00	0.000	Sedang	Goa
10	S-05	0.50	1.00	0.000	Sedang	Goa
11	S-20	0.50	1.00	0.000	Sedang	Goa
12	S-11	0.40	1.00	0.000	Sedang	Goa
13	S-16	0.40	1.00	0.000	Sedang	Goa
14	S-12	0.30	1.00	0.000	Mudah	Pasar
15	S-18	0.20	1.00	0.000	Mudah	Pasar
16	S-01	0.10	1.00	0.000	Mudah	Pasar

17	S-03	0.10	1.00	0.000	Mudah	Pasar
18	S-09	0.10	1.00	0.000	Mudah	Pasar
19	S-06	0.00	1.00	0.000	Mudah	Pasar
20	S-15	0.00	1.00	0.000	Mudah	Pasar

Setelah melalui proses normalisasi *Min-Max*, perhitungan *Ratio System* (RS), *Reference Point* (RP), dan *Full Multiplicative Form* (FMF), setiap siswa memperoleh tiga nilai performa yang kemudian dibandingkan menggunakan *dominance theory* untuk menghasilkan *ranking* akhir. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa siswa dengan nilai RS dan FMF tinggi serta nilai RP rendah menempati ranking atas karena profilnya paling mendekati titik ideal. Misalnya, siswa S-07 dan S-10 yang memperoleh RS = 1.00, RP = 0.00, dan FMF = 1.000 berada pada posisi tertinggi dan didominasi oleh kriteria kemampuan serta toleransi kesulitan yang sangat kuat. Berdasarkan hasil ini, sistem secara otomatis merekomendasikan tingkat kesulitan sulit (map Gurun) bagi siswa pada ranking teratas.

Pada kelompok ranking menengah, seperti siswa S-14, S-19, dan S-08, nilai RS berada pada kisaran 0.70-0.80, nilai RP masih dalam batas sedang (0.50), dan nilai FMF berada antara 0.660-0.758. Profil ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan dan preferensi tantangan yang cukup baik namun belum sepenuhnya mendekati titik ideal. Sistem merekomendasikan siswa untuk memainkan tingkat kesulitan sedang (map Goa). Kelompok ini merupakan pemain yang cukup kompeten, tetapi masih memerlukan tingkat tantangan yang moderat agar tidak mengalami beban kognitif berlebih.

Siswa pada ranking bawah seperti S-12, S-18, S-01, S-03, S-09, S-06, dan S-15 memiliki hasil yang rendah pada hampir semua kriteria dengan nilai RS antara

0.00-0.30, nilai RP = 1.00, dan FMF = 0.000 karena terdapat kriteria yang bernilai nol. Profil ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pengalaman bermain yang rendah, preferensi tantangan rendah, serta respons kesulitan yang cenderung menyerah atau membutuhkan bantuan. Sistem menempatkan kelompok ini pada tingkat kesulitan mudah (*map Pasar*) agar *gameplay* tetap sesuai dengan kemampuan mereka dan tidak menimbulkan frustrasi.

Secara keseluruhan hasil ranking menunjukkan pembagian yang logis dan konsisten yaitu kelompok atas (*ranking* 1-5) direkomendasikan ke level sulit, kelompok tengah (*ranking* 6-13) ke level sedang, dan kelompok bawah (*ranking* 14-20) ke level mudah. Hal ini menegaskan bahwa integrasi metode MULTIMOORA mampu menghasilkan keputusan multikriteria yang stabil dan dapat diandalkan untuk sistem rekomendasi adaptif dalam *serious game* Ashabul Kahfi. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap siswa memperoleh pengalaman bermain yang sesuai dengan kemampuan dan preferensinya sehingga pembelajaran menjadi lebih personal, efektif, dan menyenangkan.

*User testing* juga memberikan gambaran bahwa siswa merespons positif hasil rekomendasi. Sebagian besar siswa melaporkan bahwa tingkat kesulitan yang diberikan sesuai kemampuannya, terutama pada kelompok dengan pengalaman bermain rendah. Pada level mudah, jumlah musuh bergerak lebih sedikit dan jumlah bantuan lebih banyak, sehingga siswa yang tidak terbiasa bermain *game* dapat tetap terlibat dan tidak mudah frustrasi. Sementara pada level sulit siswa dengan kemampuan tinggi merasa tertantang karena jumlah musuh lebih banyak, radius pendeksiian lebih besar, dan jalur rintangan lebih kompleks. Hal ini

menunjukkan bahwa sistem rekomendasi mampu menciptakan pengalaman adaptif yang meningkatkan motivasi sekaligus mencegah kebosanan atau kesulitan berlebih.

Dari perspektif teknis implementasi algoritma MULTIMOORA menghasilkan tiga nilai performa (RS, RP, FMF) yang kemudian dibandingkan menggunakan *dominance theory* untuk memilih *level* terbaik. Peneliti melakukan pengecekan nilai setiap komponen secara manual selama uji internal untuk memastikan bahwa proses normalisasi, perhitungan bobot, deviasi terhadap titik ideal, dan perhitungan perkalian dalam FMF bekerja secara konsisten. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa seluruh perhitungan berjalan sesuai formula, tanpa adanya anomali nilai atau kesalahan logika. Dengan demikian, sistem rekomendasi telah berhasil terintegrasi secara penuh ke dalam *game* dan memberikan kontribusi penting terhadap adaptivitas *gameplay*.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem rekomendasi berjalan otomatis, cepat, dan konsisten dalam memberikan *level* yang sesuai dengan profil siswa. Perhitungan KBF dan MULTIMOORA menghasilkan pemeringkatan yang objektif berdasarkan kriteria multikriteria. Hal ini sejalan dengan keunggulan MULTIMOORA yang dikenal stabil dalam penentuan keputusan karena memadukan tiga pendekatan analitis, yakni *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form*.

Validasi ahli informatika menunjukkan bahwa logika sistem rekomendasi telah sesuai dengan standar pengembangan sistem adaptif, sementara guru menilai bahwa tingkat tantangan yang dihasilkan relevan dengan kemampuan siswa.

Dengan demikian, penggunaan rekomendasi adaptif terbukti mendukung diferensiasi pembelajaran dan memberikan pengalaman yang lebih personal bagi setiap pemain.

#### **4.3 Hasil Validasi**

Hasil validasi media pembelajaran pada *serious game* Ashabul Kahfi digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan produk sebelum diujicobakan kepada peserta didik. Proses validasi dilakukan oleh empat validator yang terdiri dari validator I ahli materi, validator II ahli media pembelajaran, validator III ahli teknik informatika, dan validator IV praktisi pembelajaran.

Setiap validator memberikan penilaian terhadap aspek-aspek tertentu sesuai bidang keahliannya. Nilai yang diperoleh kemudian dihitung untuk mengetahui tingkat kelayakan keseluruhan produk *serious game*. Perhitungan hasil validasi menggunakan rumus presentase kelayakan (Sugiyono, 2019) sebagai berikut:

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100 \quad (4.1)$$

Keterangan:

NP : Nilai persentase kelayakan

R : Skor mentah yang diperoleh dari hasil penilaian validator

SM : Skor maksimal ideal dari setiap aspek yang dinilai

Setelah nilai persentase (NP) diperoleh, hasil tersebut digunakan untuk menentukan kategori kelayakan (Nieveen, 1999) *serious game* Ashabul Kahfi berdasarkan kriteria pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Kategori Hasil Nilai Validasi (Nieveen, 1999)

Nilai Persentase (NP)	Kategori Kelayakan
$0\% \leq NP \leq 20\%$	Tidak layak
$21\% < NP \leq 40\%$	Kurang layak
$41\% < NP \leq 60\%$	Cukup layak
$61\% < NP \leq 80\%$	Layak
$81\% < NP \leq 100\%$	Sangat layak

Berdasarkan hasil validasi dari keempat validator tersebut, nilai persentase akhir akan menjadi dasar penentuan apakah *serious game* Ashabul Kahfi sudah memenuhi kriteria media pembelajaran digital yang valid, menarik, dan layak diimplementasikan untuk siswa sekolah dasar.

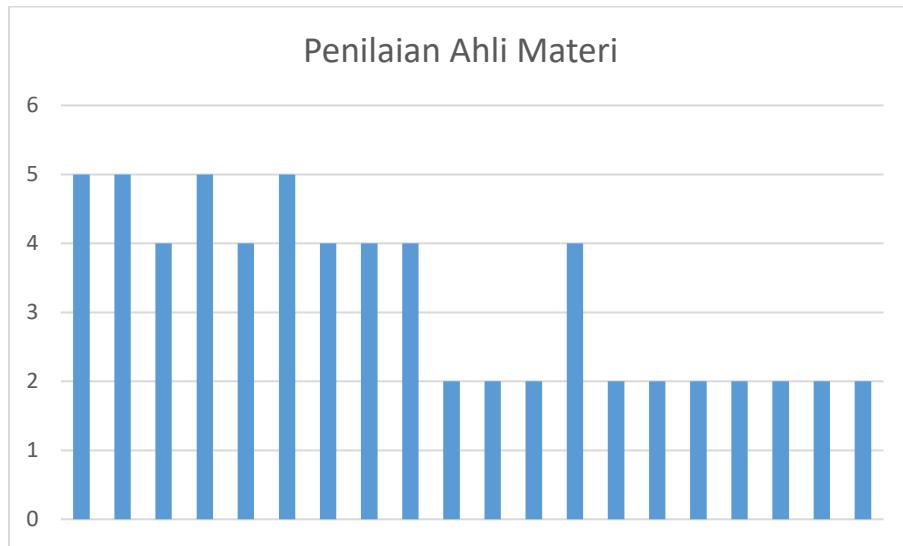
#### 4.3.1 Validasi Ahli Materi

Pemilihan validator I yang berkualifikasi sebagai validator materi, yakni memiliki kualifikasi akademik Magister (S2) dan berkompetensi di bidang Pendidikan Agama Islam, khususnya dalam pengajaran kisah-kisah Al-Qur'an serta penerapan nilai-nilai karakter religius untuk peserta didik sekolah dasar.

Validasi ahli materi menghasilkan dua jenis data, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif, yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui angket instrumen validasi materi yang berisi sejumlah pernyataan terkait kesesuaian isi game, kebenaran materi, keakuratan pesan moral, serta relevansinya dengan kurikulum Pendidikan Agama Islam di sekolah dasar.



Gambar 4.10. Penilaian Validasi Ahli Materi

Hasil penilaian menunjukkan bahwa validator memberikan skor 5 pada 6 instrumen, skor 4 pada 13 instrumen, dan skor 3 pada 1 instrumen. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan rumus nilai persentase kelayakan (NP), diperoleh hasil sebesar 85%.

Berdasarkan kriteria penilaian, persentase tersebut termasuk dalam kategori “Sangat Layak”, yang berarti isi materi pada *serious game* Ashabul Kahfi sudah sesuai dengan standar pembelajaran dan dapat digunakan sebagai media edukatif untuk siswa sekolah dasar.

#### b. Data Kualitatif

Data kualitatif berupa saran dan masukan dari validator ahli materi. Beberapa catatan yang diberikan digunakan untuk penyempurnaan isi *game* agar lebih efektif dalam proses pembelajaran. Berikut saran dan masukan dari validator ahli materi:

Tabel 4.11. Saran dan Masukan Ahli Materi

Validator	Aspek yang Direvisi / Saran
Ahli Materi	Menambahkan narasi audio dalam penyampaian kisah untuk mengakomodasi gaya belajar auditori siswa dan memperkuat pemahaman terhadap isi cerita.

Masukan tersebut telah ditindaklanjuti oleh peneliti dengan menambahkan fitur narasi suara (*backsound*) penyajian cerita agar pengalaman belajar lebih interaktif dan dapat diakses oleh berbagai tipe gaya belajar siswa. Dengan demikian, hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa *serious game* Ashabul Kahfi dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif berbasis nilai-nilai Islam dan kisah teladan Al-Qur'an.

Tabel 4.12. Revisi Ahli Materi

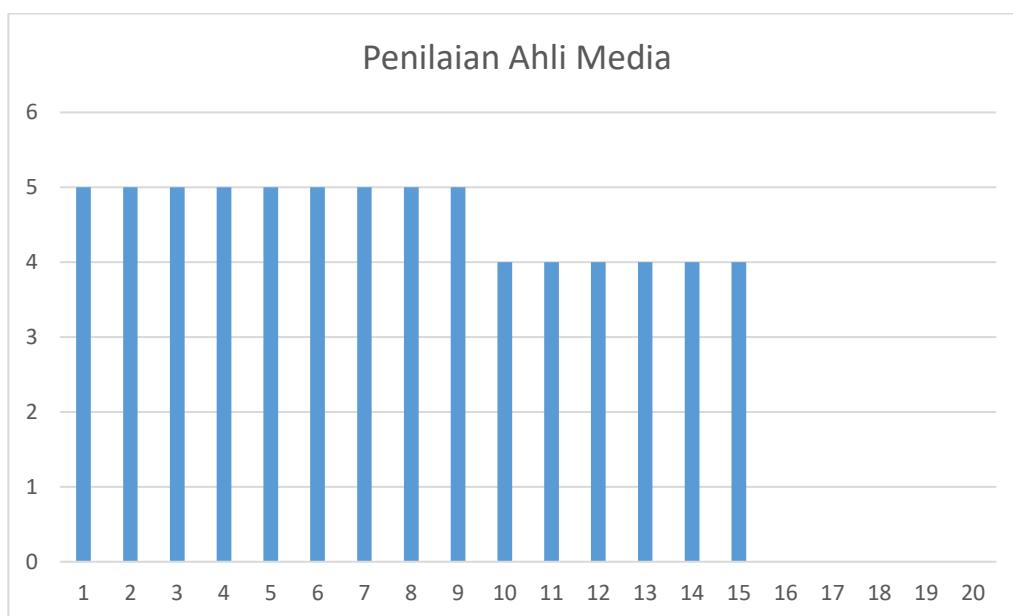
Aspek yang direvisi	Sebelum	Sesudah
Narasi suara dalam <i>game</i>		

### 4.3.2 Validasi Ahli Media

Pemilihan validator II yang berkualifikasi sebagai validator media, yaitu memiliki kualifikasi akademik Magister (S2) dan berkompetensi dalam bidang desain media pembelajaran dan pengembangan produk edukatif digital. Validasi ahli media menghasilkan dua jenis data, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif, yang dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui angket instrumen validasi media yang menilai berbagai aspek, seperti tampilan antarmuka (*user interface*), tata letak, kombinasi warna, navigasi tombol, keterbacaan teks, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian desain dengan karakteristik siswa sekolah dasar.



Gambar 4.13. Penilaian Validasi Ahli Media

Berdasarkan hasil validasi, validator memberikan skor 5 pada 18 instrumen dan skor 4 pada 2 instrumen. Dengan demikian, total skor yang diperoleh adalah 97 dari skor maksimal 100, sehingga nilai kelayakan mencapai 97%, termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Hasil ini menunjukkan bahwa *serious game* Ashabul Kahfi dinilai sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran, dengan kualitas tampilan, alur cerita, dan interaktivitas yang sudah memenuhi standar pedagogis. Perbaikan hanya diperlukan pada aspek teknis minor untuk meningkatkan pengalaman belajar pengguna anak-anak secara lebih optimal.

#### b. Data Kualitatif

Data kualitatif berupa saran dan masukan dari validator ahli media untuk meningkatkan kualitas desain dan fungsionalitas *game*. Berikut saran yang diberikan oleh validator ahli media:

Tabel 4.14. Saran dan Masukan Ahli Media Pembelajaran

Validator	Aspek yang Direvisi / Saran
Ahli Media dan Pembelajaran	Revisi sudah dilakukan sesuai masukan ahli media

Saran dan masukan tersebut telah diimplementasikan oleh peneliti dalam proses revisi *serious game* Ashabul Kahfi, antara lain dengan memperbaiki tata letak navigasi, meningkatkan kontras warna, dan menambahkan panduan penggunaan yang lebih jelas. Perbaikan tersebut dilakukan agar tampilan game menjadi lebih menarik, mudah digunakan, serta sesuai dengan prinsip *user experience* (UX) untuk anak usia sekolah dasar.

Tabel 4.15. Revisi Ahli Media

Aspek yang direvisi	Sebelum	Sesudah
Logo Lembaga dan Nama Pengembang		
Panduan Game	-	
Konsistensi Tombol dan Font		

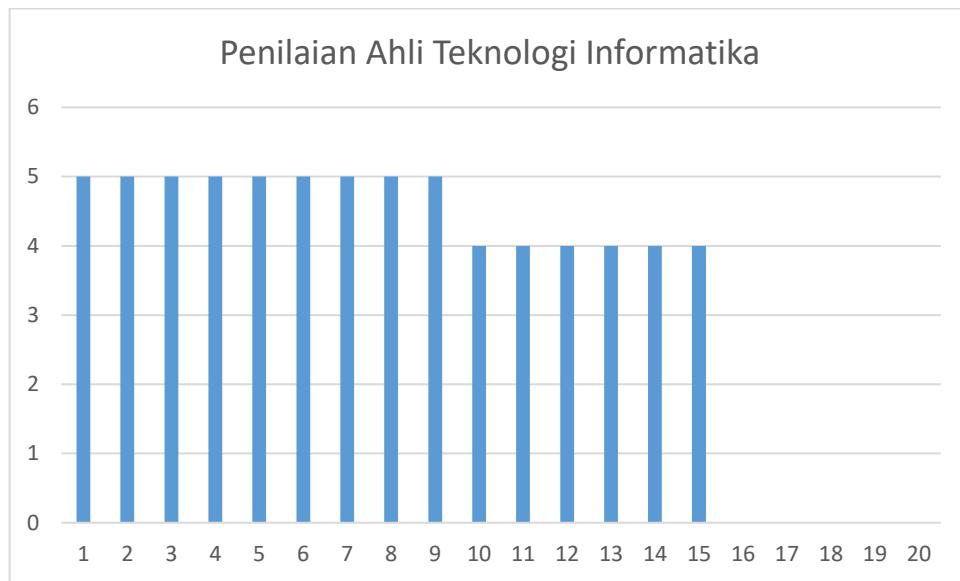
Menu Quiz		
Soal Evaluasi	-	

#### 4.3.3 Validasi Ahli Teknologi Informatika

Pemilihan validator III didasarkan pada kualifikasi akademik Magister Komputer (S2) serta kompetensinya dalam bidang desain dan pengembangan sistem berbasis teknologi informasi, khususnya dalam pengembangan media pembelajaran digital. Validasi ahli teknologi informatika ini menghasilkan dua bentuk data yaitu data kuantitatif dan data kualitatif yang digambarkan sebagai berikut:

a. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui pengisian instrumen angket validasi oleh ahli teknologi informatika. Instrumen ini menilai beberapa aspek utama, antara lain: tampilan antarmuka pengguna (*user interface*), struktur tata letak, kombinasi warna, fungsi tombol navigasi, keterbacaan teks, kemudahan interaksi, stabilitas sistem, serta kesesuaian rancangan dengan karakteristik pengguna siswa sekolah dasar.



Gambar 4.16. Penilaian Validasi Ahli Teknologi Informatika

Berdasarkan hasil penilaian, validator memberikan skor 5 pada 2 indikator, skor 4 pada 12 indikator, dan skor 3 pada 6 indikator. Total skor keseluruhan adalah 76 dari skor maksimal 100, sehingga tingkat kelayakan sistem mencapai 76%, yang termasuk dalam kategori layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *serious game* Ashabul Kahfi telah memenuhi standar dasar kelayakan media pembelajaran berbasis teknologi, namun masih memerlukan beberapa penyempurnaan pada aspek tampilan visual, interaktivitas, serta efisiensi antarmuka agar lebih optimal dan menarik bagi pengguna anak-anak.

#### b. Data Kualitatif

Data kualitatif berupa saran dan rekomendasi dari validator ahli teknologi informatika yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas teknis dan fungsionalitas sistem. Adapun masukan yang diberikan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.17. Saran dan Masukan Ahli Teknologi Informatika

Validator	Aspek yang Direvisi / Saran
Ahli Teknologi Informatika	Ahli teknologi informatika memberikan saran agar alur permainan dalam <i>serious game</i> Ashabul Kahfi dioptimalkan dengan menyesuaikan hasil rekomendasi tingkat kesulitan sebelum permainan dimulai. Dengan demikian, pemain terlebih dahulu memperoleh rekomendasi <i>level</i> permainan berdasarkan hasil analisis sistem. Selanjutnya, apabila pemain mencapai jumlah poin tertentu selama permainan, sistem dapat memberikan opsi upgrade atau downgrade level secara otomatis. Mekanisme ini diharapkan dapat meningkatkan adaptivitas game terhadap kemampuan pengguna serta memperkuat penerapan metode <i>knowledge-based filtering</i> yang digunakan dalam sistem rekomendasi tingkat kesulitan.

Seluruh saran dan masukan dari ahli teknologi informatika tersebut telah diterapkan dalam proses revisi *serious game* Ashabul Kahfi.

Tabel 4.18. Revisi Ahli Teknologi Informatika

Aspek yang direvisi	Sebelum	Sesudah
Optimalisasi Rekomendasi kesulitan		

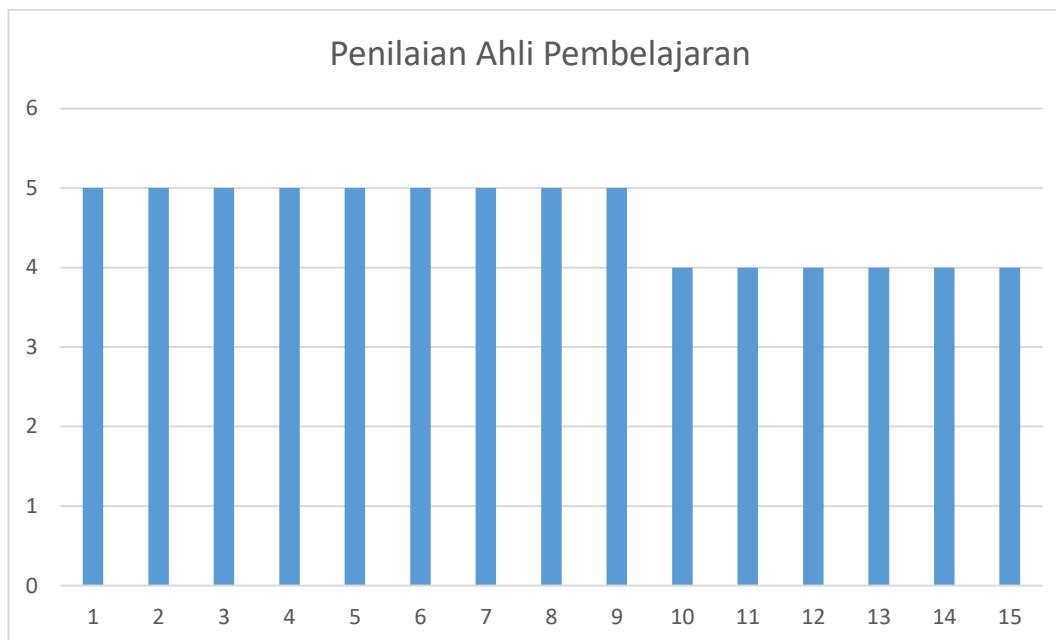
#### 4.3.4 Validasi Praktisi Pembelajaran

Pemilihan validator IV didasarkan pada kualifikasi sebagai guru kelas profesional yang memiliki kompetensi dalam bidang pembelajaran serta pemahaman mendalam terhadap karakteristik peserta didik di tingkat sekolah dasar. Validasi praktisi pembelajar ini menghasilkan dua jenis data, yaitu data kuantitatif dan data kualitatif yang dijelaskan sebagai berikut:

##### a. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh melalui angket instrumen validasi yang berisi sejumlah indikator penilaian terhadap *serious game* Ashabul Kahfi. Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian konten dengan tujuan pembelajaran,

kemudahan penggunaan bagi siswa, keterlibatan siswa dalam proses belajar, serta nilai edukatif yang terkandung dalam permainan.



Gambar 4.19. Penilaian Validasi Ahli Pembelajaran

Berdasarkan hasil penilaian, validator memberikan skor 5 pada 9 indikator dan skor 4 pada 6 indikator. Dari hasil tersebut diperoleh nilai persentase kelayakan (NP) sebesar 92%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Layak”. Hal ini menunjukkan bahwa *serious game* Ashabul Kahfi dinilai sangat sesuai untuk digunakan sebagai media pembelajaran interaktif di lingkungan sekolah dasar baik dari sisi konten edukatif maupun kemudahan penerapannya di kelas.

#### b. Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari saran dan masukan yang diberikan oleh praktisi pembelajar sebagai bentuk refleksi dan motivasi terhadap pengembangan media. Validator menyampaikan bahwa media *serious game* Ashabul

Kahfi sudah sangat baik dalam mendukung proses pembelajaran dan mampu menarik perhatian peserta didik. Oleh karena itu, validator menyarankan agar pengembang melanjutkan proses penelitian ke tahap berikutnya tanpa perlu melakukan revisi terhadap media.

Tabel 4.20. Saran dan Masukan Praktisi Pembelajar

<b>Validator</b>	<b>Aspek yang Direvisi / Saran</b>
Praktisi Pembelajar	Media <i>serious game</i> Ashabul Kahfi sudah sangat baik dan menarik. Silakan dilanjutkan ke tahap selanjutnya karena sudah sesuai untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan hasil validasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa media *serious game* Ashabul Kahfi memperoleh tanggapan positif dari praktisi pembelajar dan dinyatakan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif berbasis teknologi di sekolah dasar.

#### 4.4 Hasil Uji Coba Produk

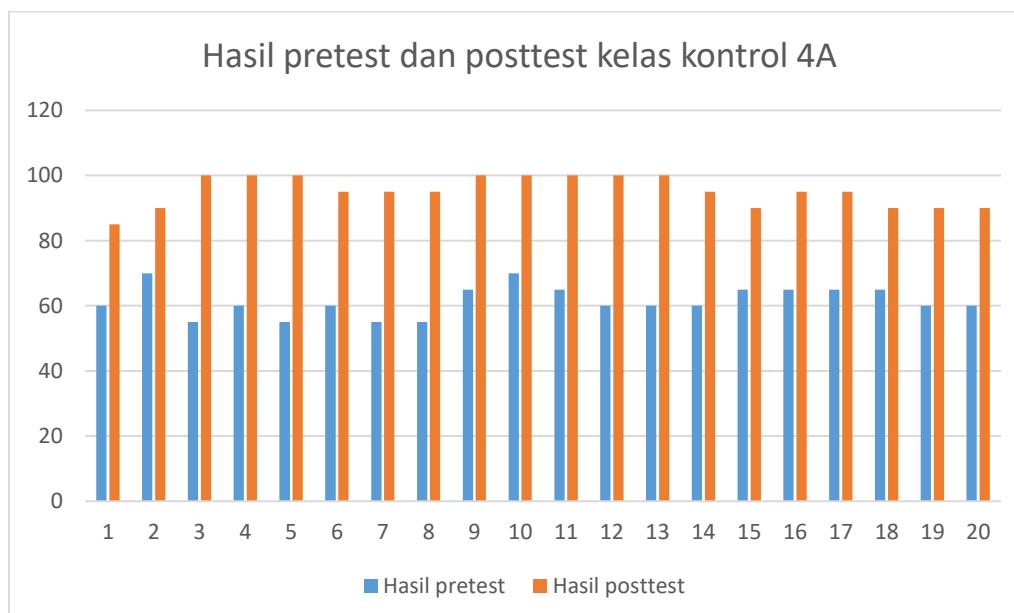
Uji coba *serious game* Ashabul Kahfi dilakukan untuk mengetahui efektivitas media pembelajaran berbasis *game* terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelas kontrol (4A) dan kelas eksperimen (4B), masing-masing terdiri atas 20 peserta didik. Kelas kontrol (4A) menggunakan metode pembelajaran konvensional tanpa media *serious game* Ashabul Kahfi, sedangkan kelas eksperimen (4B) menggunakan media *game* yang telah dikembangkan dengan sistem rekomendasi tingkat kesulitan berbasis *knowledge-based filtering* dan metode pengambilan keputusan MULTIMOORA.

Untuk mengukur peningkatan hasil belajar, diberikan *pretest* dan *posttest* kepada kedua kelas. Nilai *pretest* menggambarkan kemampuan awal

peserta didik sebelum perlakuan, sedangkan *posttest* menunjukkan kemampuan setelah perlakuan diberikan.

#### 4.4.1 Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Kontrol

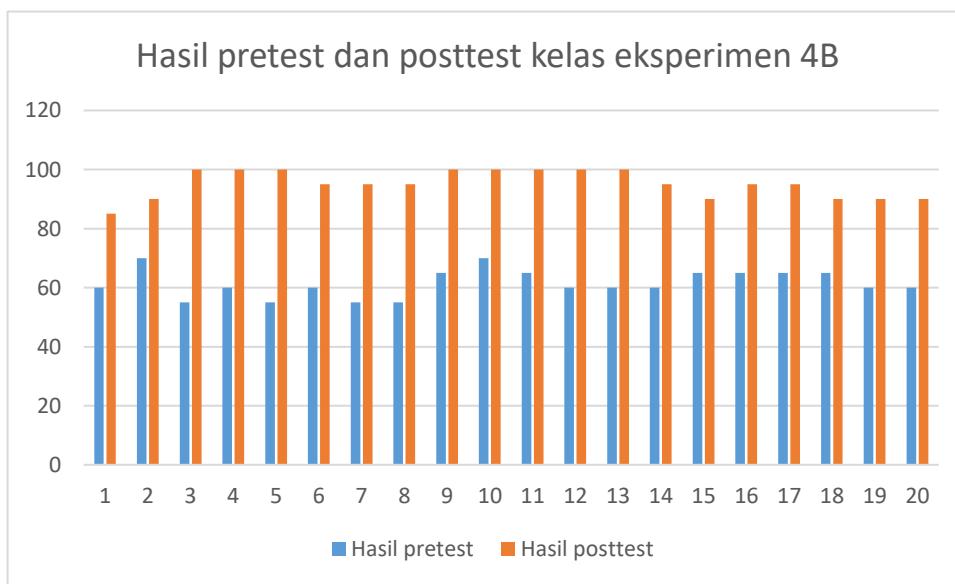
Data diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* yang melibatkan 20 peserta didik. Untuk lebih jelasnya data di atas dapat dilihat pada lampiran 5. Berdasarkan hasil perolehan data pada kelas kontrol, diketahui bahwa nilai *pretest* peserta didik berada pada rentang terendah 45 dan tertinggi 75, dengan rata-rata 59,25. Setelah pelaksanaan pembelajaran tanpa menggunakan media interaktif, hasil *posttest* menunjukkan nilai terendah 60 dan tertinggi 75, dengan rata-rata 66,25. Dari hasil tersebut terlihat adanya peningkatan rata-rata sebesar 7 poin, namun peningkatan ini tergolong relatif kecil karena proses pembelajaran pada kelas kontrol masih menggunakan metode konvensional tanpa dukungan *serious game* Ashabul Kahfi sebagai media pembelajaran interaktif.



Gambar 4.21. Hasil *pretest* dan *posttest* kelas kontrol

#### 4.4.2 Hasil *Pretest* dan *Posttest* Kelas Eksperimen

Data diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* yang melibatkan 20 peserta didik. Untuk lebih jelasnya data di atas dapat dilihat pada lampiran 6. Berdasarkan hasil perolehan data pada kelas eksperimen, diperoleh bahwa nilai *pretest* peserta didik berada pada rentang terendah 55 dan tertinggi 70, dengan rata-rata 61,25. Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan media *serious game* Ashabul Kahfi, hasil *posttest* menunjukkan nilai terendah 85 dan tertinggi 100, dengan rata-rata 95,00. Hasil ini memperlihatkan adanya peningkatan rata-rata sebesar 33,75 poin, yang menunjukkan bahwa penggunaan *serious game* Ashabul Kahfi memberikan pengaruh yang kuat terhadap peningkatan hasil belajar siswa, baik dari segi pemahaman materi maupun motivasi belajar.



Gambar 4.22. Hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen

#### 4.4.3 Analisis Statistik Menggunakan SPSS (Paired Sample T-Test)

Cara untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan antara nilai

pretest dan posttest pada kedua kelompok, digunakan uji Paired Sample T-Test melalui aplikasi IBM SPSS Statistics 26.

Tabel 4.23. Hasil Uji T-Test

Kelas	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Kelas Kontrol (4A)	0,084 > 0,05	Tidak terdapat perbedaan signifikan
Kelas Eksperimen (4B)	0,000 < 0,05	Terdapat perbedaan signifikan

Nilai *Sig.* untuk kelas eksperimen lebih kecil dari 0,05, artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* setelah penggunaan media *serious game Ashabul Kahfi* dan sebaliknya kelas kontrol tidak menunjukkan adanya perbedaan.

#### 4.4.4 Analisis Statistik Efektivitas

Perhitungan efektivitas peningkatan hasil belajar dilakukan menggunakan rumus N-Gain (Hake, 1998):

$$N - Gain = \frac{Skor\ posttest - Skor\ pretest}{Skor\ Ideal - Skor\ pretest} \quad (4.2)$$

Dengan skor ideal = 100.

- Kelas Kontrol (4A):

$$N - Gain rata - rata = \frac{66,25 - 59,25}{100 - 59,25} = 0,17 \quad (4.3)$$

Hasil N-Gain menunjukkan bahwa analisis efektivitas termasuk dalam kategori rendah.

- Kelas Eksperimen (4B):

$$N - Gain rata - rata = \frac{95,00 - 61,25}{100 - 61,25} = 0,87 \quad (4.4)$$

Hasil N-Gain menunjukkan bahwa analisis efektivitas termasuk dalam kategori tinggi.

Tabel 4.24. Hasil Uji Interpretasi Hasil

<b>Kelas</b>	<b>Rata-rata pretest</b>	<b>Rata-rata posttest</b>	<b>N-Gain</b>	<b>Kategori</b>	<b>Kesimpulan</b>
Kontrol (4A)	59,25	66,25	0,17	Rendah	Peningkatan hasil belajar rendah tanpa media <i>game</i>
Eksperimen (4B)	61,25	95,00	0,87	Tinggi	Peningkatan hasil belajar signifikan dengan media <i>game</i>

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pembahasan Pengembangan Sistem**

Pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi menggunakan model ADDIE menghasilkan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pedagogis siswa sekolah dasar. Tahap analisis menunjukkan bahwa siswa membutuhkan media yang visual, interaktif, dan naratif sesuai dengan teori perkembangan kognitif yang menjelaskan bahwa siswa SD berada pada tahap operasional konkret sehingga lebih mudah memahami informasi melalui representasi visual dan aktivitas interaktif (Piaget, 1952).

Penggunaan komik naratif, audio *backsound*, serta *gameplay* sederhana memperkuat pemahaman dan minat belajar siswa. Hal ini sejalan dengan teori *multimedia learning* yang menyatakan bahwa kombinasi teks, gambar, dan suara dapat meningkatkan retensi dan transfer pengetahuan (Mayer, 2009). Penambahan fitur panduan juga mendukung kemudahan penggunaan sesuai dengan prinsip *user-centered design* sehingga siswa dapat memahami alur permainan tanpa beban kognitif berlebih.

Kesesuaian alur *game* dengan kisah Ashabul Kahfi menjadikan media ini tidak hanya memiliki fungsi hiburan edukatif, tetapi juga sarana internalisasi nilai moral. Atribut moral seperti keberanian dan keteguhan iman divisualisasikan dalam rintangan dan pilihan aksi dalam *game*, menguatkan konsep *experiential learning* yaitu siswa belajar melalui pengalaman langsung bukan hanya dari teks atau ceramah.

Dengan demikian, pengembangan sistem sudah memenuhi kebutuhan pedagogis dan berbasis teori pembelajaran modern, sekaligus relevan untuk konteks PAI.

## 5.2 Pembahasan Sistem Rekomendasi

Integrasi *Knowledge-Based Filtering* (KBF) dan MULTIMOORA terbukti mampu menghasilkan rekomendasi tingkat kesulitan yang objektif dan personal sesuai karakteristik siswa. KBF bekerja berdasarkan aturan eksplisit yang mengacu pada atribut pengguna, mendukung literatur bahwa KBF merupakan metode efektif untuk domain dengan data terbatas (Adomavicius & Tuzhilin, 2005).

Tahapan MULTIMOORA meliputi *Ratio System*, *Reference Point*, dan *Full Multiplicative Form* memperhalus hasil KBF sehingga diperoleh rekomendasi yang stabil. Hal ini sejalan dengan (Brauers & Zavadskas, 2010), yang menyatakan bahwa MULTIMOORA unggul karena tidak bergantung pada satu model analitis saja dan lebih tahan terhadap fluktuasi data.

Hasil rekomendasi menunjukkan distribusi tingkat kesulitan yang logis yakni siswa dengan preferensi tantangan tinggi dan pengalaman bermain sering cenderung mendapat level sulit sedangkan siswa pemula cenderung mendapat level mudah. Ini sesuai dengan teori *Dynamic Difficulty Adjustment*, yang menyatakan bahwa pengalaman belajar optimal diperoleh ketika tantangan sesuai kemampuan pemain (Pistono *et al.*, 2024).

Sistem rekomendasi adaptif yang dihasilkan berfungsi sebagai bentuk personalisasi pembelajaran mendukung model *Adaptive Learning*, yakni proses belajar yang disesuaikan berdasarkan ciri unik pengguna.

Dengan demikian, penggunaan KBF dan MULTIMOORA dapat dinilai berhasil dan relevan untuk konteks edukasi digital.

### **5.3 Pembahasan Validasi Ahli**

Validasi ahli dilakukan untuk memastikan bahwa *serious game* Ashabul Kahfi yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dari aspek materi, media pembelajaran, teknologi informatika, dan penerapannya dalam konteks pembelajaran di kelas.

#### **5.3.1 Ahli Materi**

Skor kelayakan materi sebesar 85% menunjukkan bahwa konten kisah Ashabul Kahfi yang disajikan dalam *game* telah sesuai dengan sumber rujukan Qur’ani dan kurikulum PAI SD. Hal ini memastikan bahwa media tidak hanya menarik secara visual tetapi juga akurat secara teologis dan edukatif.

Masukan validator terkait penambahan narasi audio mendukung gaya belajar auditori siswa menunjukkan pentingnya multimodal *learning*.

#### **5.3.2 Ahli Media Pembelajaran**

Skor 97% mengindikasikan bahwa *game* memenuhi standar kelayakan visual, navigasi, dan interaktivitas. Tampilan sederhana, ikon besar, dan penggunaan warna cerah sesuai dengan preferensi siswa SD. Prinsip desain media pembelajaran bahwa estetika dan kemudahan akses sangat memengaruhi keterlibatan pemahaman belajar.

#### **5.3.3 Ahli Teknologi Informatika**

Skor 76% menunjukkan bahwa sistem berjalan stabil namun terdapat ruang pengembangan pada alur teknis dan optimalisasi antarmuka. Saran mengenai

penguatan skenario rekomendasi kesulitan mempertegas pentingnya integrasi logika adaptif yang konsisten antara *input* dan *gameplay*.

#### **5.3.4 Praktisi Pembelajaran**

Skor 92% mengonfirmasi bahwa media mudah digunakan dan cocok diterapkan dalam pembelajaran kelas. Guru menyatakan bahwa siswa tampak lebih fokus dan antusias, mendukung temuan bahwa media digital yang interaktif dapat meningkatkan keterlibatan belajar (Gee, 2003).

#### **5.4 Pembahasan Hasil Uji Coba Produk**

Perbandingan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan peningkatan signifikan pada kelompok yang menggunakan *game*. Rata-rata *posttest* kelas eksperimen mencapai 95 jauh di atas kelas kontrol yang hanya 66,25.

Nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,87 menunjukkan efektivitas tinggi. Hal ini berarti siswa mengalami peningkatan pemahaman yang signifikan setelah bermain game.

Beberapa faktor yang mendukung efektivitas ini adalah:

a. Adaptivitas tingkat kesulitan

Tingkat kesulitan yang sesuai mencegah siswa merasa bosan atau frustrasi, mendukung proses *flow*.

b. Kombinasi narasi, *gameplay* dan evaluasi

Penguatan berulang melalui cerita, misi, dan kuis meningkatkan transfer pemahaman.

c. Motivasi belajar meningkat

Kuesioner motivasi menunjukkan siswa merasa lebih tertarik dan percaya diri.

d. Interaktivitas tinggi

Interaksi langsung dengan tantangan membuat materi lebih bermakna dibandingkan metode ceramah.

Observasi menunjukkan bahwa siswa lebih fokus dan aktif terlibat selama pembelajaran. Secara keseluruhan, efektivitas *serious game* Ashabul Kahfi sebagai media pembelajaran dapat dikatakan sangat kuat, terutama dalam mendukung pemahaman kognitif level C2.

Hasil ini menunjukkan bahwa *game* mampu menyediakan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Siswa tidak hanya membaca cerita tetapi mengalami proses perjuangan Ashabul Kahfi melalui alur permainan.

Faktor lain yang memengaruhi hasil adalah *game* menyediakan umpan balik langsung, tantangan yang adaptif menjaga siswa tetap berada dalam zona *flow* media multi-indra (audio visual interaktif) dapat meningkatkan pemahaman (Csikszentmihalyi, 1990).

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan mengenai pengembangan *serious game* Ashabul Kahfi dengan sistem rekomendasi tingkat kesulitan adaptif berbasis *Knowledge-Based Filtering* (KBF) dan MULTIMOORA, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. *Game* yang dikembangkan terbukti mampu menjawab tujuan penelitian, yaitu menghasilkan media pembelajaran PAI yang adaptif, menarik, dan sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar. Sistem rekomendasi adaptif yang dibangun dapat menentukan tingkat kesulitan permainan secara tepat berdasarkan lima atribut pengguna (usia, kelas, pengalaman bermain *game*, preferensi tantangan, dan respons terhadap kesulitan). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi KBF dan MULTIMOORA berjalan sesuai rancangan dan mampu memberikan rekomendasi kesulitan yang personal bagi setiap siswa.
- b. Hasil evaluasi efektivitas menunjukkan bahwa *game* mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap kisah Ashabul Kahfi, khususnya pada ranah kognitif Bloom C2 (pemahaman). Pembelajaran menggunakan *game* menghasilkan peningkatan nilai *pretest-posttest* yang signifikan secara statistik, dengan kategori N-Gain tinggi. Selain itu, *game* juga meningkatkan motivasi belajar siswa secara nyata terlihat dari hasil kuesioner dan observasi keterlibatan selama pembelajaran. Dengan demikian, media ini efektif digunakan sebagai alternatif pembelajaran PAI yang lebih interaktif dan sesuai

perkembangan digital anak.

## 6.2 Saran

Berdasarkan pengalaman penulis selama proses penelitian dan hasil yang diperoleh, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan dan pemanfaatan media yaitu:

- a. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut pada aspek animasi, interaktivitas, serta penambahan variasi tantangan agar pengalaman bermain lebih imersif.
- b. Sistem adaptif dapat ditingkatkan menggunakan algoritma pembelajaran mesin sehingga penyesuaian tingkat kesulitan bersifat dinamis berdasarkan performa pemain selama bermain.
- c. Pengujian sebaiknya melibatkan lebih banyak sekolah dan sampel untuk memperluas generalisasi hasil penelitian.
- d. Guru disarankan memberikan pendampingan ketika pertama kali menggunakan *game*, terutama pada tahap navigasi awal dan pemahaman alur permainan.
- e. Sekolah perlu memastikan perangkat yang digunakan memenuhi spesifikasi dasar agar *game* dapat berjalan dengan optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(6), 734–749.
- Ali, M. A. F., & Baizal, Z. K. A. (2023). Video Game Recommender System Using Deep Reinforcement Learning. *2023 International Conference on Advancement in Data Science, E-Learning and Information System (ICADEIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICADEIS58666.2023.10270905>
- Amangeldieva, A., & Kharmyssov, C. (2024). A hybrid approach for a movie recommender system using Content-Based, Collaborative and Knowledge-Based Filtering methods. *2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 93–99. <https://doi.org/10.1109/SIST61555.2024.10629294>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Bartle, R. (1996). Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs. *Journal of MUD Research*, 1(1).
- Bosch, N., & D'Mello, S. (2018). An Affective-Cognitive Tutor with Knowledge-based Difficulty Adaptation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5–24.
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In *The Adaptive Web* (pp. 3–53). Springer.
- Burke, R. (2000). Knowledge-based recommender systems. In *Encyclopedia of Library and Information Systems* (Vol. 69). Marcel Dekker.
- Cahyadien, M. D., & Saepudin, A. (2022). Implikasi Pendidikan Dari Al-Quran Surat Al-Kahfi Ayat 10–16 Tentang Kisah Ketangguhan Iman Pemuda Ashabul Kahfi Terhadap Upaya Menanamkan Akidah. *Jurnal*

- Riset Pendidikan Agama Islam*, 1(2), 127–136.
- Chall, J. S. (1983). *Stages of Reading Development*. McGraw-Hill.
- Chen, Y.-L., & Lee, C.-H. (2020). Ontology-based Game Recommendation for Personalized Learning. *Educational Technology & Society*.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661–686.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper & Row.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- De Freitas, S., & Jarvis, S. (2006). A framework for developing serious games to meet learner needs. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 4(1), 425–449.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gameness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9–15.
- D’Mello, S. K., & Graesser, A. C. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, 22(2), 145–157.
- García, J., Pérez, C., & López, M. (2021). Hybrid recommendation system combining MULTIMOORA and knowledge-based filtering for adaptive learning. *Educational Technology & Society*, 24(1), 155–168.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hu, X., & others. (2021). Hybrid Recommender System for Educational Games Using Knowledge-based and Collaborative Filtering. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- Isa, W. M. W., Zin, N. A. M., Rosdi, F., & Sarim, H. M. (2019). Serious Game Design for Terengganu Brassware Craft Heritage. *2019 IEEE Conference on Graphics and Media (GAME)*, 13–17. <https://doi.org/10.1109/GAME47560.2019.8980774>

- Karsak, E. E., & Ahmetoglu, E. (2009). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy MULTIMOORA in evaluating enterprise resource planning software products. *International Journal of Industrial Engineering*, 16(2), 79–93.
- Kohlberg, L. (1981). *The Philosophy of Moral Development: Moral Stages and the Idea of Justice* (Vol. 1). Harper & Row.
- Laseno, F. U. D., & Hendradjaya, B. (2019). Knowledge-Based Filtering Recommender System to Propose Design Elements of Serious Game. *2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, 158–163. <https://doi.org/10.1109/ICEEI47359.2019.8988797>
- Lee, J.-H., & others. (2022). Multi-criteria Decision Aid for Adaptive Learning Path in Serious Games. *Journal of Educational Technology & Society*.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Thomson Course Technology.
- Nadhiroh, U. (2023). Analisis Metode Resitasi Bercerita Terhadap Peningkatan Prestasi Belajar pada Materi Meneladani Kisah Ashabul Kahfi. *Journal of Education Action Research*, 7(2), 152–159.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. In *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 125–135). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_10)
- Nuraeni, Y., & Suherman, W. (2023). Hubungan Lingkungan Sekolah dengan Pembentukan Karakter Siswa Kelas IV SDN Cengkareng Timur. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(2), 120–130.
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. International Universities Press.
- Pistono, A. M. A. de A., dos Santos, A. M. P., Baptista, R. J. V., & Mamede, H. S. (2024). Framework for adaptive serious games. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(4). <https://doi.org/10.1002/cae.22731>
- Power, D. J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Greenwood Publishing Group.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.

- Segal, A., & others. (2018). Combining Difficulty Ranking with Multi-Armed Bandits to Sequence Educational Content. *Journal of Educational Data Mining*.
- Segal, A., & others. (2019). A Difficulty Ranking Approach to Personalization in E-learning. *User Modeling and User-Adapted Interaction*.
- Shim, J. P., Warkentin, M., Courtney, J. F., Power, D. J., Sharda, R., & Carlsson, C. (2002). Past, Present, and Future of Decision Support Technology. *Decision Support Systems*, 33(2), 111–126.
- Sicilia, M.-A., & others. (2019). Adaptive Serious Game for School-children Based on Knowledge and Preferences. *Computers & Education*.
- Silva, M. P., & others. (2017). Dynamic Difficulty Adjustment on MOBA Games. *Entertainment Computing*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sun, L. (2024). A Knowledge-Based Filtering Recommendation System for Personalized Teaching Resources in Ideological and Political Theories in All Courses in English Courses. *2024 International Conference on Integrated Intelligence and Communication Systems (ICIICS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICIICS63763.2024.10859568>
- Troussas, C., Krouska, A., Tselenti, P., Kardaras, D. K., & Barbounaki, S. (2023). Enhancing Personalized Educational Content Recommendation through Cosine Similarity-Based Knowledge Graphs and Contextual Signals. *Information*, 14(9), 505. <https://doi.org/10.3390/info14090505>
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision Support and Business Intelligence Systems* (9th ed.). Pearson.
- Zhang, Y., & Shi, W. (2023). An Adaptive Game Difficulty System Using Multi-Criteria Decision Making. *Applied Soft Computing*.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70.