

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY MAMDANI* UNTUK MENILAI
KEMAMPUAN KOGNITIF *USER* PADA *GAME 3D*
“*MATH MAZE ADVENTURE*”**

SKRIPSI

**OLEH:
ERYAN RACHMAN HAKIM
NIM. 16650044**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY MAMDANI* UNTUK MENILAI
KEMAMPUAN KOGNITIF *USER* PADA *GAME 3D*
“*MATH MAZE ADVENTURE*”**

SKRIPSI

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

**Oleh:
ERYAN RACHMAN HAKIM
NIM. 16650044**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY MAMDANI* UNTUK MENILAI
KEMAMPUAN KOGNITIF *USER* PADA *GAME 3D*
“*MATH MAZE ADVENTURE*”**

SKRIPSI

Oleh :
ERYAN RACHMAN HAKIM
NIM. 16650044

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 15 Juni 2023

Pembimbing I,

Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Pembimbing II,

Puspa Miladin Nuraida Safitri A Basid, M.Kom
NIP. 19930828 201903 2 018

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



Defi Pachtul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY MAMDANI* UNTUK MENILAI KEMAMPUAN KOGNITIF *USER* PADA *GAME 3D* “*MATH MAZE ADVENTURE*”

SKRIPSI

Oleh :
ERYAN RACHMAN HAKIM
16650044

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 15 Juni 2023

Susunan Dewan Penguji

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

Anggota Penguji I : Juniardi Nur Fadila, M.T
NIP. 19920605 201903 1 015

Anggota Penguji II : Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Anggota Penguji III : Puspa Miladin Nuraida Safitri, M.Kom
NIP. 19930828 201903 2 018



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



Dr. Achmad Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eryan Rachman Hakim

NIM : 16650044

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani* untuk Menilai Kemampuan Kognitif *User* pada *Game* 3D "*Math Maze Adventure*"

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

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

Malang, 26 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Eryan Rachman Hakim

NIM. 16650044

MOTTO

**“Jangan pernah memperjuangkan mati-matian
sesuatu yang tidak dibawa mati”**

“Lakukan apa yang menjadi bagianmu.
Sisanya, biarlah Tuhan yang akan bekerja”

“Sia-sia kita jadi manusia baik,
kalau kita tidak pernah punya hubungan baik dengan Tuhan.
Sia-sia kita berdoa,
kalau kita masih selalu ragu dengan keputusan Tuhan”

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Puji Syukur kehadiran Allah SWT, Shalawat serta Salam kepada Rasulullah SAW”

Dengan bangga dan syukur Alhamdulillah, skripsi ini kami persembahkan untuk kedua orang tua kami yang tak pernah lelah seharipun untuk selalu mendukung dan mendoakan kami agar diberikan kemudahan dan keberkahan dalam menggapai cita-cita.

Semoga Allah SWT mengampuni kedua orang tua kami, dan menyayangi serta mengasihi mereka sebagaimana mereka mengasihi dan mendidik kami sejak kecil.

Amin.

Terimakasih juga kepada diri kami sendiri yang telah bersabar dan berusaha semampunya untuk bisa menyelesaikan apa yang telah dimulai.

Orang lain tidak akan bisa memahami *struggle* dan masa sulit kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*-nya. Berjuanglah untuk diri sendiri, walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini.

Terimakasih untuk semuanya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, sekaligus dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM, selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika yang senantiasa mendorong dan memberikan solusi di setiap permasalahan mahasiswanya.
4. Hani Nurhayati, M.T, selaku Dosen Pembimbing 1, yang selalu dengan sabar mendampingi dan memberikan arahan, dukungan serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Puspa Miladin Nuraida Safitri A. Basid, M.Kom, selaku dosen pembimbing 2, yang telah bersedia membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
6. Seluruh dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berharga kepada penulis.
7. Seluruh staf admin dan laboran Teknik Informatika yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan permasalahan administratif selama di perkuliahan.
8. Kedua orang tua, Bapak Habib Subari dan Ibu Rodiyah, keluarga serta seluruh kerabat yang senantiasa memberikan, kasih sayang, doa dan dukungan semangat kepada penulis.

9. Sahabat-sahabat seperjuangan, rekan kerja, saudara, dan keluarga besar Rukuru Studio dan Alumni PP. Annur 2 yang tiada henti memberikan semangat, dukungan, dan doa kepada penulis.
10. Calon pendamping seumur hidup, Debbie Ekni Novanda, yang telah sabar mendampingi, memberikan semangat dan doa, serta menjadi inspirasi dalam kehidupan penulis.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 26 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المستخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait	8
2.2 <i>Game</i>	10
2.2.1 Elemen Dasar <i>Game</i>	11
2.3 Multimedia.....	12
2.4 Taksonomi Bloom Ranah Kognitif.....	14
2.5 <i>Unity 3D</i>	18
2.6 <i>Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani</i>	20
2.7 <i>Usability Testing</i> (Uji Kegunaan)	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Metode Pengumpulan Data	26
3.1.1 Studi Literatur.....	26
3.1.2 Wawancara.....	26
3.2 Deskripsi <i>Game</i>	27

3.3	<i>Storyline</i>	27
3.4	Rancangan Aplikasi	29
3.4.1	Pembuatan Objek 3D	29
3.4.2	Pembuatan Aplikasi	29
3.5	Rancangan Sistem.....	30
3.5.1	Rancangan <i>Gameplay</i> “ <i>Math Maze Adventure</i> ”	30
3.6	Perancangan <i>Interface Game</i>	32
3.6.1	Desain <i>Interface</i> Menu Utama.....	32
3.6.2	Desain <i>Interface</i> Menu Petunjuk	33
3.6.3	Desain <i>Interface</i> Menu Tentang.....	33
3.6.4	Desain Labirin	34
3.7	Perancangan Karakter dan Objek	34
3.7.1	Karakter <i>Player</i>	34
3.7.2	<i>Item-item</i>	35
3.8	Deskripsi Data Soal	36
3.9	Perancangan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	42
3.9.1	Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> (Fuzzifikasi).....	44
3.9.2	Pembentukan <i>Rule</i> (Fungsi Implikasi)	48
3.9.3	Defuzzifikasi.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Hasil Tampilan (<i>Interface</i>) Aplikasi	51
4.1.1	Tampilan <i>Interface</i> Menu Utama.....	51
4.1.2	Tampilan <i>Interface</i> Menu Petunjuk	52
4.1.3	Tampilan <i>Interface</i> Menu Materi.....	53
4.1.4	Tampilan <i>Interface</i> Menu Mainkan	55
4.1.5	Tampilan <i>Interface Game</i> 3D <i>Math Maze Adventure</i>	55
4.1.6	Tampilan <i>Interface</i> Kuis <i>Game</i> 3D <i>Math Maze Adventure</i>	56
4.1.7	Tampilan <i>Interface</i> Hasil Penilaian	57
4.1.8	Tampilan <i>Interface</i> Video Pembelajaran.....	57
4.2	Implementasi Algoritma <i>Fuzzy Mamdani</i>	58
4.2.1	Proses Fuzzifikasi	58
4.2.2	Proses Implikasi.....	61
4.2.3	Proses Defuzzifikasi	62
4.3	Hasil Pengujian Algoritma <i>Fuzzy Mamdani</i>	63
4.4	Hasil Pengujian Sistem	68
4.4.1	Pengujian Aplikasi	68

4.4.2 Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	69
4.5 Hasil Nilai <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i>	75
4.6 Hasil Evaluasi <i>Usability Testing</i> (Uji Kegunaan)	78
4.7 Hasil Evaluasi <i>User Engagement Testing</i> (Uji Keterlibatan Pengguna)	82
4.8 Integrasi Sains dan Islam	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Piramida Taksonomi Bloom Ranah Kognitif.....	15
Gambar 2. 2 Fungsi Linear Turun	21
Gambar 2. 3 Fungsi Linear Segitiga	21
Gambar 2. 4 Fungsi Linear Naik	22
Gambar 2. 5 Fungsi Implikasi <i>Min</i>	23
Gambar 3. 1 Rancangan <i>Gameplay</i> dalam <i>game Math Maze Adventure</i>	30
Gambar 3. 2 Menu Utama	32
Gambar 3. 3 Menu Petunjuk	33
Gambar 3. 4 Menu Tentang	33
Gambar 3. 5 Desain Labirin	34
Gambar 3. 6 Karakter <i>Player</i>	35
Gambar 3. 7 Item Kubus.....	35
Gambar 3. 8 Item Pintu.....	36
Gambar 3. 9 <i>Flowchart Fuzzy Mamdani</i>	43
Gambar 3. 10 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai.....	45
Gambar 3. 11 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu.....	46
Gambar 3. 12 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kognitif	47
Gambar 3. 13 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kemampuan	48
Gambar 4. 1 Tampilan <i>interface</i> menu utama	52
Gambar 4. 2 Tampilan <i>interface</i> menu petunjuk	52
Gambar 4. 3 Tampilan <i>interface</i> menu pilihan materi	53
Gambar 4. 4 Tampilan <i>interface</i> menu materi kubus	53
Gambar 4. 5 Tampilan <i>interface</i> menu materi balok	54
Gambar 4. 6 Tampilan <i>interface</i> menu materi prisma	54
Gambar 4. 7 Tampilan <i>interface</i> menu materi limas	54
Gambar 4. 8 Tampilan <i>interface</i> menu mainkan	55
Gambar 4. 9 Tampilan <i>interface game</i> 3D <i>Math Maze Adventure</i>	56
Gambar 4. 10 Tampilan <i>interface</i> kuis pada <i>game</i> 3D <i>Math Maze Adventure</i>	56
Gambar 4. 11 Tampilan <i>interface</i> hasil penilaian	57
Gambar 4. 12 Tampilan <i>interface</i> video pembelajaran.....	57
Gambar 4. 13 Tampilan simulasi <i>output fuzzy</i> dengan <i>Rule Viewer</i>	63
Gambar 4. 14 <i>Surface view input</i> nilai dengan waktu	64
Gambar 4. 15 <i>Surface view input</i> nilai dengan kognitif	64
Gambar 4. 16 <i>Surface view input</i> waktu dengan nilai	65
Gambar 4. 17 <i>Surface view input</i> waktu dengan kognitif.....	65
Gambar 4. 18 <i>Surface view input</i> kognitif dengan nilai	65
Gambar 4. 19 <i>Surface view input</i> kognitif dengan waktu.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkatan Ranah Kognitif Taksonomi Bloom	17
Tabel 3. 1 Data Bobot Nilai, Bobot Kognitif dan Waktu Pengerjaan	36
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Tes Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar.....	37
Tabel 3. 3 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan	42
Tabel 3. 4 Variabel <i>Input</i> Nilai.....	44
Tabel 3. 5 Variabel <i>Input</i> Waktu	45
Tabel 3. 6 Variabel <i>Input</i> Kognitif	46
Tabel 3. 7 Variabel <i>Output</i> Kemampuan.....	47
Tabel 3. 8 Komposisi Aturan <i>Fuzzy</i>	49
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian <i>Rules Fuzzy Mamdani</i>	66
Tabel 4. 2 Perangkat Penguji Aplikasi.....	68
Tabel 4. 3 Pengujian Sistem dengan <i>Metode Black Box</i>	70
Tabel 4. 4 Hasil Skor <i>Pre-Test</i> dan <i>Post-Test</i> Peserta Didik.....	75
Tabel 4. 5 Kategori Tafsiran Efektivitas <i>N-Gain</i>	76
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Uji Skor <i>N-Gain</i>	77
Tabel 4. 7 Kategori Pernyataan berdasarkan <i>Usability Testing</i>	78
Tabel 4. 8 Indikator Kuisisioner Penilaian Pengguna	79
Tabel 4. 9 Kriteria Indikator Angket.....	80
Tabel 4. 10 Hasil Survei Kuisisioner <i>Usability Testing</i>	80
Tabel 4. 11 Data Hasil Perhitungan <i>Usability Testing</i>	81
Tabel 4. 12 Kategori Pernyataan Berdasarkan <i>User Engagement Scale</i>	82
Tabel 4. 13 Hasil Survei & Perhitungan <i>User Engagement Test</i>	83

ABSTRAK

Hakim, Eryan Rachman, 2023. **Implementasi Metode Fuzzy Mamdani untuk Menilai Kemampuan Kognitif User pada Game 3D “Math Maze Adventure”**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Puspa Miladin Nuraida Safitri A Basid, M.Kom

Kata Kunci : Kognitif, Fuzzy Mamdani, Game 3D Math Maze Adventure, Usability & User Engagement Test

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Game* edukasi 3D “*Math Maze Adventure*” berbasis *desktop* yang dibangun dengan *Unity* sebagai alternatif media pembelajaran matematika, serta untuk mengetahui dan menilai kemampuan kognitif siswa dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Mamdani*, khususnya pada bab bangun ruang sisi datar. Hasil pengujian *rules* didapatkan tingkat akurasi dari perancangan *game 3D Math Maze Adventure* menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* yaitu sebesar 100%, artinya semua *output* yang dihasilkan pada pengujian ini sudah sesuai dengan *rules* yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil pengujian efektivitas penggunaan media pembelajaran *Game 3D Math Maze Adventure* terhadap hasil belajar siswa yang melibatkan 19 siswa kelas VIII di MTs AL-Hikmah Poncokusumo menunjukkan adanya peningkatan dari nilai rata-rata *pre-test* sebesar 61,58 menjadi 83,16 pada hasil rata-rata *post-test*. Hasil uji tersebut menghasilkan nilai rata-rata skor *n-gain* sebesar 56,49%, sehingga dapat dikategorikan cukup efektif. Sedangkan uji kegunaan (*usability testing*) dengan menggunakan teknik pengumpulan data berupa kuisioner menghasilkan presentase sebesar 88,84% dengan kriteria sangat kuat. Dan seluruh aspek pengujian pada *user engagement testing* (uji keterlibatan pengguna) menghasilkan nilai positif dengan presentase rata-rata *aesthetics* (94,21%), *endurability* (78,95%), *felt involvement* (84,74%), *focused attention* (72,63%), *novelty* (81,58%), *perceived usability* (85,79%).

ABSTRACT

Hakim, Eryan Rachman, 2023. **Implementation of the Mamdani Fuzzy Method to Assess User Cognitive Abilities in the 3D Game "Math Maze Adventure"**. Thesis. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisor: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Puspa Miladin Nuraida Safitri A Basid, M.Kom

This research aims to develop a *desktop*-based 3D educational game "Math Maze Adventure" built with *Unity* as an alternative media for learning mathematics, as well as to find out and assess students' cognitive abilities by implementing the *Fuzzy Mamdani* method, especially in the chapter on flat sided spaces. The results of the rules test show that the accuracy of the 3D *Math Maze Adventure* game design using the *Fuzzy Mamdani* method is 100%, meaning that all the *output* produced in this test is in accordance with predetermined rules.

Based on the results of *testing* the effectiveness of using the 3D *Math Maze Adventure* Game learning media on student learning outcomes involving 19 class VIII students at MTs AL-Hikmah Poncokusumo, showed an increase from the *pre-test* average score of 61.58 to 83.16 on average results *post-test* average. The test results produce an average *n-gain* score of 56.49%, so it can be categorized as quite effective. While *usability testing* using data collection techniques in the form of a questionnaire produces a percentage of 88.84% with very strong criteria. And all aspects of *testing* on *user engagement testing* (*user* involvement test) produce positive values with an average percentage of aesthetics (94.21%), endurability (78.95%), felt involvement (84.74%), focused attention (72.63%), novelty (81.58%), perceived *usability* (85.79%).

Keywords : *Cognitive, Fuzzy Mamdani, 3D Game Math Maze Adventure, Usability & User Engagement Test*

المستخلص

حكيم، إريان رحمان، ٢٠٢٣. تطبيق طريقة ممداني الضبابية (*Fuzzy Mamdani*) لتقييم قدرات المستخدمين المعرفية في لعبة ثلاثية الأبعاد "Math Maze Adventure". بحث جامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) هاني نورحياتي الماجستير (٢) بوسبا ميلادين نور أيدا سافتري أ بسيد، الماجستير.

الكلمات المفتاحية: المعرفي ، الضبابي الممداني ، لعبة ثلاثية الأبعاد *Math Maze Adventure*، اختبار قابلية الاستخدام واختبار تفاعل المستخدم

يهدف هذا البحث إلى تطوير لعبة تعليمية ثلاثية الأبعاد *Math Maze Adventure* معتمدة على سطح المكتب المبنية بالوحدة كوسيلة بديلة لتعليم الرياضيات، أيضا لتحديد وتقييم القدرات المعرفية للطلاب من خلال تطبيق طريقة *Fuzzy Mamdani*، خاصة في الباب لمساحات المسطحة. تظهر نتائج اختبار القواعد أن دقة تصميم لعبة ثلاثية الأبعاد *Math Maze Adventure* باستخدام طريقة *Fuzzy Mamdani* هي ١٠٠٪، مما يعني أن جميع المخرجات الناجمة في هذا الاختبار تتوافق مع القواعد المحددة مسبقًا. استنادًا إلى نتائج اختبار فعالية استخدام وسائط التعلم لعبة ثلاثية الأبعاد *Math Maze Adventure* على نتائج تعلم الطلاب التي تضم ١٩ طالبًا من الصف الثامن في مدرسة الثانوية بونجوكوسوكو، أظهر زيادة من متوسط درجات الاختبار القبلي من ٦١،٥٨ إلى ٨٣،١٦ في متوسط النتائج متوسط الاختبار البعدي. تسفر نتائج الاختبار عن متوسط درجة اكتساب η بنسبة ٥٦،٤٩٪، لذلك يمكن تصنيفها على أنها فعالة. بينما ينتج عن اختبار قابلية الاستخدام باستخدام تقنيات جمع البيانات في شكل استبيان نسبة ٨٨،٨٤٪ بمعايير قوية جدًا. وتنتج جميع جوانب الاختبار على اختبار مشاركة المستخدم (اختبار مشاركة المستخدم) قيمًا إيجابية بمتوسط نسبة جمالية (٩٤،٢١٪)، وقابلية التحمل (٧٨،٩٥٪)، وشعور بالمشاركة (٨٤،٧٨٪)، وتركيز الانتباه (٧٢،٦٣٪)، الجدة (٨١،٥٨٪)، سهولة الاستخدام المدركة (٨٥،٧٩٪).

BAB I

PENDAHULUAN

Gambaran latar belakang disajikan pada bagian pembuka ini, yang menguraikan dasar pemikiran atau landasan pelaksanaan studi ini. identifikasi permasalahan yang berisi pertanyaan-pertanyaan yang melatarbelakangi penyelenggaraan penelitian ini, tujuan penelitian yang merinci maksud atau tujuan dari pelaksanaan penelitian ini, manfaat penelitian, dan batasan penelitian yang berisi pembatasan-pembatasan yang ditetapkan agar penelitian tidak menyimpang dari fokus yang telah ditentukan.

1.1 Latar Belakang

Pada permulaan kuartal pertama tahun 2020, masyarakat global dihadapkan pada fenomena yang mencemaskan, yakni merebaknya epidemi Virus Corona (*Covid-19*) secara luas. Dampak dari virus ini tak hanya terbatas pada aspek medis, melainkan juga melibatkan berbagai sektor, termasuk pemerintahan, industri pariwisata, dan dunia pendidikan. Terutama semenjak dikeluarkannya aturan mengenai anjuran untuk *physical distancing*, menjadikan berbagai kegiatan masyarakat harus dibatasi dan dilaksanakan secara daring (*online*). Begitu pula dengan sektor pendidikan, kegiatan belajar-mengajar juga tidak bisa dilaksanakan secara langsung, akibatnya, semua pelajar dari SD hingga Perguruan Tinggi terpaksa mengikuti pembelajaran *online* dari rumah masing-masing. Meskipun bertujuan agar pelajar tetap produktif selama pandemi, kenyataannya pembelajaran *online* masih jauh kurang efektif dibandingkan pembelajaran tatap muka di kelas.

Setiap permasalahan yang terjadi pada sektor pendidikan sangat penting untuk diperhatikan dan sesegera mungkin dicarikan solusinya, hal ini sejalan dengan bagaimana Islam sangat memperhatikan pendidikan, sebagaimana tertuang dalam Al-Qur'an surat *Al-Alaq* (96) : 1-5.

إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝ ١ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۝ ٢ اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ
 ٣ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۝ ٤ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۝

Artinya : “*Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari sesenggumpal darah. Bacalah, dan tuhanmulah yang maha pemurah. Yang mengajarkan (manusia) dengan perantaraan kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak di ketahuinya.*”

Dalam Tafsir *Al-Misbah*, dijelaskan oleh Prof. Dr. AG. K.H Muhammad Quraish Shihab, Lc., M.A. bahwa kalimat "Iqra'" dalam ayat tersebut dapat ditafsirkan sebagai membaca atau menghimpun. Dalam konteks ini, istilah “membaca” mencakup berbagai benda sehari-hari selain teks tertulis sebagai bahan bacaan. Dengan demikian, perintah "Iqra'" mengandung makna lebih luas yang melibatkan pengumpulan dan pemahaman terhadap berbagai pengetahuan dan pengalaman dalam kehidupan (Dozan, 2020). Oleh karena itu, jika diterapkan dalam konteks pendidikan, al-Qur'an menggarisbawahi pentingnya tanggung jawab intelektual dalam berbagai kegiatan dan nilai penting dari proses belajar dan menuntut ilmu.

Keterbatasan media pembelajaran yang tersedia selama proses pembelajaran *online* menyebabkan para pengajar menghadapi kesulitan dalam menyampaikan dan memvisualisasikan materi, terutama dalam pelajaran Matematika. Hal ini mengakibatkan penurunan minat terhadap sistem

pembelajaran *online* seiring dengan meningkatnya kebosanan para pelajar. Sehingga, diperlukan aplikasi bahan ajar yang interaktif, berorientasi solusi, dan menarik yang lebih inovatif.

Pemanfaatan aplikasi *game* sebagai alat atau bahan ajar merupakan salah satu alternatif strategi yang berpotensi untuk menarik lebih besar minat siswa dalam proses pembelajaran daring. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Wibisono et al., 2017) *Game* adalah media untuk berkomunikasi dengan penggunaannya melalui jenis permainan yang dapat memberikan hiburan. Dalam perkembangan bisnis *game* yang terus berkembang, Selain menyediakan hiburan bagi pengguna, *game* juga dapat menjadi sumber informasi yang bermanfaat. Sehingga tidak hanya untuk menghilangkan kejenuhan, namun juga untuk meningkatkan perkembangan otak penggunaannya. *Game* sebagai media pembelajaran sering disebut dengan *Game* Edukasi atau *Game-based Learning*.

Pada zaman ini, *Game-based Learning* menjadi aspek yang signifikan dan merupakan salah satu metode pengajaran pelajaran kepada siswa yang berhasil dengan sangat baik. Hal ini disebabkan karena *game* edukasi dirancang khusus untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, konsentrasi, dan keterampilan berpikir siswa. Pemanfaatan *game* sebagai alat pembelajaran yang tepat dan kreatif juga dapat mengatasi kejenuhan siswa dalam memahami materi pembelajaran.

Seiring dengan perkembangan *game*, teknologi tiga dimensi (3D) semakin populer dalam pembuatan *game* karena mampu memberikan visualisasi objek yang lebih realistis dibandingkan dengan *game* dua dimensi (2D). Tinjauan yang

dipimpin oleh spesialis dari *University of California* dan dipublikasikan di *The Journal of Neuroscience* pada tahun 2015 menemukan bahwa simulasi 3D memiliki dampak yang signifikan pada individu. Mereka yang bermain *game* dengan grafis 3D terbukti lebih terampil dalam menyelesaikan tugas-tugas memori. Berdasarkan temuan tersebut, para peneliti menyimpulkan bahwa pemain sering memilih *game* dengan grafis 3D yang kompleks untuk meningkatkan kinerja mereka (Ramadhanti et al., 2021).

Pada dasarnya, dalam aplikasi *Game-based Learning* juga terdapat fitur materi pelajaran baik berupa teks ataupun video pembelajaran, namun terkadang fitur tersebut berada pada menu yang berbeda dengan *game* itu sendiri, oleh karenanya agar aplikasi *Game-based Learning* ini lebih menarik dan dinamis diperlukan sebuah metode kecerdasan buatan, dimana *game* tersebut mampu menentukan materi pembelajaran sesuai kemampuan penggunanya dengan memanfaatkan *game* sebagai *input* dan variabel hasil yang diperoleh pengguna setelah memainkan *game* sebagai parameter untuk mengetahui kemampuan siswa, sehingga teks atau video pembelajaran yang diberikan atau ditampilkan bisa menyesuaikan dengan pengertian pengguna atas suatu materi tertentu. Dengan seperti ini, akan memberikan pengalaman baru pengguna dalam bermain dan belajar, dengan adanya rasa senang yang dirasakan, diharapkan siswa dapat mengalami kemudahan dalam memahami materi pembelajaran yang disampaikan (Sari et al., 2014).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, metode *fuzzy* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam kecerdasan buatan untuk menjadi sistem pendukung

keputusan dalam menilai hasil belajar atau kemampuan kognitif siswa. Ada beberapa metode dalam *fuzzy*, seperti metode *Fuzzy Mamdani*, *Fuzzy Sugeno*, dan *Fuzzy Tsukamoto*. Pada penelitian ini, metode *Mamdani* dipilih karena berdasarkan kesimpulan pada penelitian sebelumnya, diantaranya adalah penerapan *Fuzzy Mamdani* untuk menilai hasil belajar matematika, disimpulkan bahwa pada penelitian tersebut hasil yang diperoleh dari metode *Mamdani* lebih fleksibel dan transparan (Mardhiyana, 2017). Berdasarkan penerapan logika *fuzzy* dalam penjadwalan waktu kuliah, kesimpulannya adalah metode *Mamdani* memiliki tingkat akurasi sebesar 90,12%, yang lebih tinggi daripada metode *Sugeno* dengan tingkat akurasi sebesar 70,63% (Wibowo, 2015).

Pemilihan Metode *Mamdani* ini didasari oleh fleksibilitasnya serta toleransinya terhadap data yang ada. Metode *Mamdani* memiliki beberapa keunggulan, antara lain, kemudahan dipahami, dapat diterapkan pada bidang statistik, dan menghasilkan *output* yang mendekati keadaan sebenarnya (Muntahanah et al., 2021). Keluaran yang dihasilkan oleh metode *Fuzzy Mamdani* didasarkan pada kaidah kebahasaan, oleh karena itu, logika *fuzzy* dapat digunakan sebagai pendekatan yang efektif untuk memetakan ruang *input* menjadi ruang *output* yang relevan. Metode *Mamdani* juga banyak digunakan karena struktur yang sederhana, yakni menggunakan operasi *Max-Min*.

Game yang akan dikembangkan bernama *Math Maze Adventure* yakni sebuah permainan matematika berupa labirin 3 dimensi. *Game* labirin adalah sebuah tantangan teka-teki yang terdiri dari jalan-jalan yang saling bercabang dan rumit, dengan batasan-batasan berupa dinding dan banyak jalan buntu. Permainan

ini bertujuan untuk menemukan jalur yang benar dan tepat agar dapat mencapai maksud yang telah ditentukan. Pada *game Math Maze Adventure*, tujuan yang dicapai adalah mengumpulkan *puzzle* berupa potongan bangun ruang datar pada setiap ujung jalan labirin dengan cara menjawab pertanyaan yang muncul pada layar seketika berhasil menemukan potongan bangun ruang tersebut.

Dengan adanya penerapan metode *fuzzy mamdani* dan teknologi 3D pada *game Math Maze Adventure* ini diharapkan dapat sebagai alat bantu guru dalam penyampaian materi sekaligus alternatif metode *ice breaking* sebelum memulai kegiatan pembelajaran, sehingga dapat menciptakan lingkungan belajar dan mengajar yang menyenangkan baik ketika daring (*online*) maupun luring (*offline*), juga dapat membantu siswa atau pemain dalam meningkatkan daya pikir, konsentrasi dan mengatasi kejenuhan kemampuan siswa dalam menyerap informasi, khususnya dalam matematika.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan apa yang telah dikemukakan pada latar belakang, maka dapat disimpulkan rumusan masalahnya yaitu bagaimana menerapkan dan mengevaluasi hasil algoritma *Fuzzy Mamdani* untuk menilai kemampuan kognitif *user* pada *game 3D Math Maze Adventure*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil penerapan metode *Fuzzy Mamdani* dalam menilai kemampuan kognitif *user* pada *game 3D Math Maze Adventure*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai alternatif media *pre-test* yang lebih interaktif bagi siswa sebelum mempelajari matematika lebih lanjut. Sehingga diharapkan mampu meningkatkan minat, daya pikir, konsentrasi, dan mengatasi kejenuhan siswa dalam menyerap materi pembelajaran. Selain itu, dapat digunakan oleh pendidik untuk menyampaikan informasi kepada siswa dan menilai pemahaman matematika mereka.

1.5 Batasan Penelitian

Keterbatasan diperlukan agar pembahasan penelitian ini tidak menyimpang.

Berikut ini adalah keterbatasan penelitian :

1. *Game* yang dikembangkan berjenis *Maze* (labirin) dan dimainkan oleh pemain tunggal (*single player*)
2. Kotak *Math Maze* memiliki dimensi 32x32 piksel
3. *Game* yang dikembangkan berbasis *desktop*
4. Algoritma yang digunakan adalah *Fuzzy Mamdani*
5. Pokok bahasan meliputi Kubus, balok, prisma, dan limas dari bab Bangun Ruang Bersisi Datar di Matematika SMP kelas VIII menjadi pokok bahasan.
6. Aspek tambahan yang dibahas untuk menilai kemampuan *user* terbatas pada aspek kognitif berdasarkan Taksonomi Bloom.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Hasil dari studi sebelumnya menjadi referensi dan acuan untuk menggambarkan kelebihan dan kekurangan dari berbagai aspek. Beberapa penelitian terkait yang membahas tentang *Game* 3D dan *Fuzzy Mamdani* dijadikan sebagai sumber referensi dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Setianto et al., 2016) berjudul “Pembuatan *Game* ‘*Math Task*’ dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*”, pembuatan *game* edukasi yang berfokus pada operasi matematika dasar merupakan tujuan dari penelitian ini dan sistem penilaian *fuzzy* untuk respon pemain terhadap pertanyaan. Berdasarkan jenis *subgame* yang dimainkan, pemain akan menerima skor dalam rentang tertentu. Nilai *fuzzy* dihitung dengan menggunakan dua variabel yaitu variabel kombo dan variabel waktu. Temuan penelitian menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan dalam berbagai permainan karena kemampuannya untuk menilai pemain berdasarkan kemampuannya. Selain itu, metode ini tidak membuat *game lag* karena proses perhitungannya yang singkat.

Dalam penelitian (Muthia, 2022) berjudul “Pengembangan *Game* Edukasi 3D ‘*Mathroom*’ sebagai Media Pembelajaran Bilangan Pecahan Matematika Siswa Kelas 5 Sekolah Dasar Menggunakan *Unity Engine*” ini, *game* edukasi 3D yang dikembangkan bertujuan untuk menjadi media pembelajaran bagi siswa dengan menggunakan visualisasi 3D. *Game* ini juga mengadopsi perspektif *First Person Controller* dan memasukkan video animasi 2D sebagai penjelasan untuk masalah-

masalah yang ada. Berdasarkan hasil pengembangan *game* ini, 75% dari 40 siswa menyatakan bahwa dengan bermain *game Mathroom* membuat mereka lebih tertarik untuk mempelajari pecahan. Selain itu, 100% dari 40 siswa menyatakan bahwa animasi dua dimensi dari *game Mathroom* membantu mereka memahami konsep materi pecahan.

Pada penelitian berjudul “Penggunaan Metode *Fuzzy Mamdani* untuk Rancang Bangun Sistem Pemilihan Program Studi pada Kampus AMIK-BSI Jakarta” (Setyaningsih, 2017), berdasarkan metode *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan koneksi akademik dengan pemilihan program, dikembangkan sistem pendukung keputusan dalam penelitian ini untuk membantu dalam proses pemilihan jurusan dan memberikan rekomendasi program studi. Dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem ini dapat memberikan tanggapan dan gagasan yang cukup obyektif kepada pihak yang berkepentingan karena hasil pengujian sistem menunjukkan akurasi kecocokan data sebesar 87% dari 280 siswa.

(Fuad, 2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan Media Pembelajaran *Online* Berbasis *Game* Edukasi dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Matematis Peserta Didik Kelas VI A SD Darul Ulum Bungurasih Waru Sidoarjo”, hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *online* berbasis *game* edukasi dapat meningkatkan aktivitas guru dan siswa, dibuktikan dengan observasi guru siklus I sebesar 88,63 (kualitas baik) dan observasi siklus II sebesar 97,72 (kualitas sangat baik). Demikian juga terjadi peningkatan hasil persepsi siswa dari 65 (kualitas rendah) pada siklus I menjadi 90 (umumnya kualitas sangat baik) pada siklus II.

Selanjutnya dalam penelitian (Paisal, 2017) yang berjudul “Evaluasi dan Peningkatan Prestasi Belajar Siswa dengan Sistem Pakar Berbasis *Fuzzy*”, dengan melihat *item-item* yang dipilih untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk evaluasi analisis dan peningkatan prestasi belajar siswa, meliputi nilai kognitif, psikomotorik, dan afektif. Ditemukan bahwa menggunakan logika *fuzzy Mamdani* dalam evaluasi pendidikan dapat mempermudah untuk menentukan faktor apa yang berkontribusi terhadap kegagalan siswa. Selain itu juga dengan melihat *rule-rule* yang telah ditetapkan dalam sistem, bisa mengetahui tingkat keberhasilan, kegagalan, atau dipertimbangkannya seorang siswa dalam sebuah evaluasi pendidikan.

2.2 Game

Game adalah bentuk hiburan yang dapat dimainkan atau digunakan sebagai objek untuk bermain. Karena setiap permainan memiliki alat dan aturan khusus, pemain harus menggunakan keterampilan, strategi, peluang, dan terkadang keberuntungan untuk menang (Irwandi et al., 2016). *Game* dengan mode *single player* menawarkan tantangan unik di mana pemain mengandalkan keterampilan pribadinya untuk mengalahkan waktu atau mencapai tujuan tertentu. Selain itu, *game* juga dapat meningkatkan kecerdasan seseorang, karena memainkannya memerlukan ketangkasan dan kemampuan berpikir secara strategis.

2.2.1 Elemen Dasar *Game*

(dalam Halim & Luthfi, 2013), Teressa Dillon menyatakan bahwa komponen dasar permainan adalah sebagai berikut :

1. *Game Rule*

Aturan permainan mencakup instruksi, cara bermain, fungsi objek, dan karakter dunia adalah bagian dari aturan permainan. Dunia *game* bisa berupa dunia imajiner, atau lokasi lain yang berfungsi sebagai latar *game*.

2. Plot

Aktivitas yang akan dilakukan pemain selama permainan atau tujuan yang harus dipenuhi dibahas dalam plot.

3. Tema

Tema dalam *game* lebih berhubungan dengan *genre game*, yaitu menggambarkan jenis permainan yang dimainkan.

4. Karakter

Karakter termasuk pemain utama dan karakter lain yang memiliki kualitas dan atribut tertentu.

5. Objek

Objek digunakan oleh pemain untuk mengatasi masalah dalam *game*, seringkali pemain harus memiliki kemampuan dan pengetahuan khusus untuk menggunakannya.

6. Teks, Grafik dan Suara

Teks, gambar, dan suara adalah bagian dari *game*. Namun, ada juga beberapa *game* yang tidak menggunakan ketiganya.

7. Animasi

Dalam dunia *video game*, animasi selalu digunakan untuk menggambarkan bagaimana karakter, objek, dan properti bergerak.

8. *User Interface*

Antarmuka pengguna mencakup fitur-fitur yang memungkinkan komunikasi antara pengguna dengan *game*.

2.3 Multimedia

Menurut Firdaus yang dikutip oleh (Vidiardi, 2015), Multimedia adalah pembuatan dan penggabungan teks, grafik, audio, video, dan animasi dengan menggunakan komputer. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan tautan dan alat yang memungkinkan pengguna untuk bergerak di sekitar aplikasi dan berinteraksi dengannya.

Lingkungan belajar berbasis teknologi di mana siswa dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah melalui eksplorasi diri, kolaborasi, dan partisipasi aktif dimungkinkan oleh multimedia. Multimedia terintegrasi secara terstruktur dalam bentuk simulasi, model, dan media seperti gambar diam, animasi, video, dan audio untuk menghasilkan pembelajaran dan pengetahuan baru yang lebih efektif. Pendekatan multimedia memberikan kesempatan kepada guru dan siswa untuk membuat metode pengajaran mereka lebih fleksibel dan interaktif (Malik & Agarwal, 2012).

Menurut Suyanto yang dikutip oleh (Sahardevi et al., 2015), Dalam masyarakat saat ini, unsur-unsur multimedia sering digunakan dengan tujuan

memfasilitasi penyebaran informasi. Beberapa unsur multimedia yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

1. Teks

Teks menjadi dasar dalam pembuatan aplikasi multimedia. Penggunaan gaya, *font*, dan warna yang beragam pada teks dapat digunakan untuk memperkuat tema yang ingin disampaikan.

2. Grafik

Representasi visual dari suatu objek dapat memiliki dampak yang lebih besar daripada sekadar membaca tentangnya. Gambar dalam video, karya seni, dan desain grafis adalah contohnya.

3. Suara

Bunyi atau suara dalam multimedia, terutama dalam aplikasi bisnis dan *game*, memiliki manfaat yang signifikan. Suara dapat memberikan pengalaman sensorik tambahan dan meningkatkan interaksi pengguna.

4. Video

Video adalah urutan gambar diam atau bergerak yang ditampilkan secara berurutan. Dalam multimedia, video sering digunakan untuk menyampaikan informasi secara visual dan auditori.

5. Animasi

Animasi dalam multimedia menciptakan gerakan pada layar menggunakan komputer. Ada berbagai jenis animasi, seperti animasi *frame*, animasi *sprite*, animasi lintasan, dan animasi karakter, yang sering digunakan dalam kartun atau film animasi.

6. *User Control* atau *Interactivity*

Kontrol pengguna atau interaktivitas adalah istilah yang digunakan dalam desain industri untuk menggambarkan interaksi manusia-mesin. Hal ini mencakup penggunaan tombol, menu, atau elemen lain yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan mengontrol aplikasi multimedia.

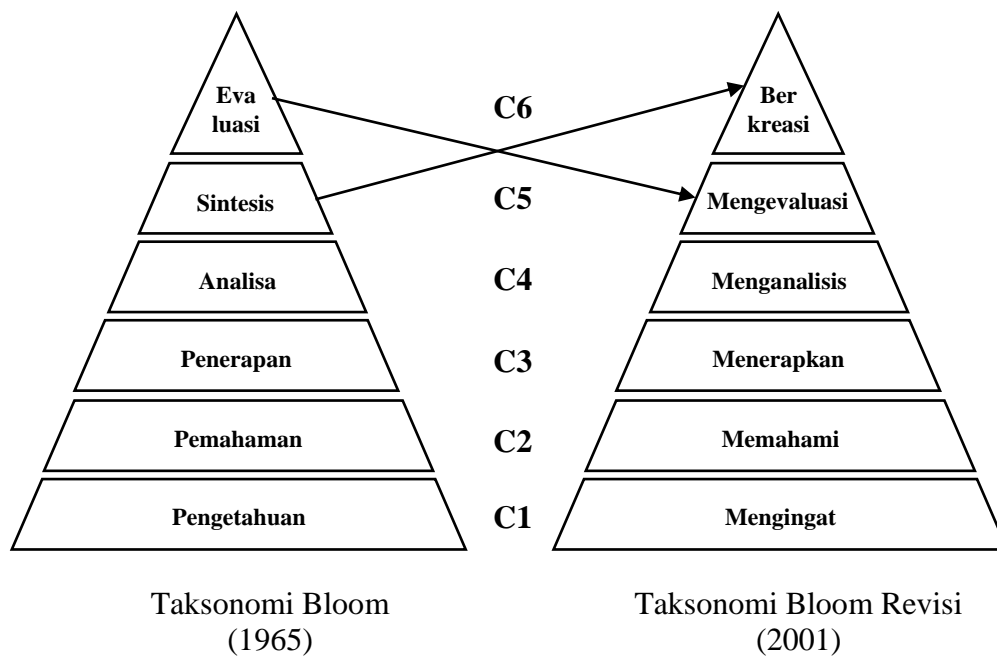
2.4 Taksonomi Bloom Ranah Kognitif

Taksonomi yang diciptakan untuk keperluan pendidikan diperkenalkan oleh Benjamin S. Bloom pada tahun 1956, sehingga dikenal sebagai Taksonomi Bloom. Dalam teori *Taxonomy of Educational Objectives*, Bloom dan Krathwohl menjelaskan bahwa tujuan pembelajaran secara umum dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotor. Ketiga ranah ini memiliki tingkatan yang berbeda-beda, mulai dari tingkat rendah atau sederhana hingga tingkat tinggi atau kompleks (Nur Afif dalam Oktavia, 2021).

Salah satu fondasi terpenting untuk pengujian adalah ranah kognitif. Area yang berfokus pada perilaku intelektual seperti pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan berpikir disebut kognitif. Bloom mengelompokkan tingkat perolehan mental siswa hasil dari yang paling penting, khususnya mengingat, ke tingkat yang paling membingungkan, khususnya membuat.

Dalam ranah kognitif, ada enam tingkatan tujuan pembelajaran: pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Namun, Anderson dan Krathwohl merevisi enam tingkat sepanjang pengembangannya

untuk memasukkan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Manusia telah mengalami pergeseran pemikiran dan praktik pendidikan, yang mendorong revisi ini (Feri Sulianta dalam Oktavia, 2021)



Gambar 2. 1 Piramida Taksonomi Bloom Ranah Kognitif

Tingkatan utama dalam bidang mental adalah mengingat kembali (C1), yang merupakan tingkat kemampuan mendasar untuk memulai pengalaman yang berkembang. Mengingat berfokus pada kemampuan mengambil kembali pengetahuan dari ingatan, serta mengenali dan mengidentifikasi informasi yang telah dipelajari sebelumnya.

Kemudian, pada tingkatan kedua, terdapat kemampuan memahami atau *understand* (C2). Tingkat ini lebih tinggi daripada sekadar mengetahui, karena melibatkan pemahaman yang lebih mendalam. Seseorang dengan kemampuan ini dapat mengungkapkan informasi dengan menggunakan struktur kalimat baru, membandingkan, menafsirkan, dan sebagainya.

Tingkatan ketiga adalah kemampuan menerapkan atau *apply* (C3), yang melibatkan penerapan konsep, prinsip, prosedur, atau teori dalam situasi tertentu. Kemampuan ini mencakup kemampuan memberikan contoh, mengklasifikasikan, memanfaatkan, menyelesaikan, dan mengidentifikasi kesamaan antara konsep-konsep yang berbeda.

Selanjutnya, tingkatan keempat adalah kemampuan menganalisis atau *analyze* (C4). Analisis merupakan proses membedah suatu kesatuan menjadi elemen-elemen yang lebih jelas terperinci. Bloom membedakan analisis hubungan, analisis unsur, dan analisis prinsip-prinsip organisasi sebagai tiga jenis analisis.

Kapasitas untuk mengevaluasi (C5) adalah *level* kelima ranah kognitif. Seseorang dapat menilai situasi, nilai, atau gagasan berdasarkan kriteria tertentu pada tingkat ini, baik secara kualitatif maupun kuantitatif..

Pada tingkatan keenam, atau tingkatan tertinggi dalam ranah kognitif, terdapat kemampuan menciptakan atau *create* (C6). Kapasitas ini mencakup metode yang terlibat dengan mengkonsolidasikan komponen menjadi keseluruhan yang tergabung dan membuat hasil baru dengan mengatur beberapa komponen menjadi berbagai bentuk atau contoh.

Guru dapat menggunakan ranah kognitif ini sebagai acuan ketika merumuskan soal berdasarkan kemampuan kognitif siswa, mulai dari tingkat mengingat hingga mencipta. Distribusi soal yang merata pada setiap tingkatan kognitif diharapkan dapat mengakomodasi perbedaan kemampuan berpikir setiap peserta didik. Berikut ini kata kunci pembuatan soal berdasarkan ranah kognitif Taksonomi Bloom.

Tabel 2. 1 Tingkatan Ranah Kognitif Taksonomi Bloom

Tingkatan Pengetahuan	Kata Kunci	Keterangan
C1 Mengingat	Menggambarkan, menemukan, mengidentifikasi, mengambil, penamaan, mengenali.	Informasi yang telah dipelajari dapat diingat, diulang, dan dipanggil kembali oleh peserta didik.
C2 Memahami	Mengklasifikasikan, membandingkan, menjelaskan, menyimpulkan, menafsirkan, meringkas.	Pelajar dapat mengetahui pentingnya data dengan menguraikan apa yang telah mereka pelajari.
C3 Menerapkan	Menerapkan, melaksanakan, menggunakan, menjalankan.	Pengetahuan yang telah diperoleh siswa diterapkan pada penciptaan sesuatu yang baru atau berbeda.
C4 Menganalisis	Atribut, perbandingan, mengonstruksi, menemukan, mengintegrasikan, mengatur, menguraikan, membedakan, menemukan koherensi.	Peserta didik memiliki kemampuan untuk menguraikan informasi yang dipelajari menjadi komponen-komponen yang lebih terperinci guna memahami informasi secara menyeluruh.
C5 Mengevaluasi	Memeriksa, mengkritik, mendeteksi, bereksperimen, hipotesis, menilai, memantau, menguji.	Pelajar mengejar pilihan berdasarkan refleksi atas ke bawah, analisis, dan penilaian data yang telah mereka pelajari.
C6 Mencipta	Membangun, merancang, menemukan, membuat, merencanakan, memproduksi.	Siswa menghasilkan pemikiran dan data baru dengan menerapkan informasi yang telah mereka pelajari.

Sumber : (Ambyar dan Panyahuti dalam Oktavia, 2021)

2.5 Unity 3D

Mesin *game* membuat kemajuan signifikan di awal tahun 2000-an. Editor dunia mulai disertakan dalam beberapa mesin *game*, menghilangkan kebutuhan pengembang untuk menggunakan perangkat lunak 3D terpisah. Melalui perangkat lunak khusus mesin *game*, mereka dapat langsung merancang dan membuat dunia atau *level game* (Roedavan dalam Wahyudi et al., 2017).

Unity 3D adalah mesin *game* gratis yang memungkinkan *developer* membuat *game* dengan cepat dan mudah. *Game* berbasis kesatuan dapat dimainkan di Windows, Mac, Android, iOS, PlayStation 3, Wii, dan platform lainnya. *Rendering*, skrip, manajemen suara, aplikasi efek, dan fungsi dasar pembuatan *game* lainnya adalah tipikal dari mesin *game*.

Unity 3D dapat memproses berbagai macam data, termasuk suara, tekstur, objek tiga dimensi, dan jenis data lainnya. Kemampuan *Unity 3D* untuk bekerja dengan grafik dua dimensi dan tiga dimensi adalah salah satu keunggulan utamanya. Meskipun perangkat lunak ini dapat membuat grafik dalam dua dimensi, namun fokus utamanya adalah membuat grafik dalam tiga dimensi. Area kerja *Unity* meliputi: (Finnegan dalam Khaerudin et al., 2021):

1. *Toolbar*

Toolbar adalah kumpulan tombol-tombol fungsi utama dalam *Unity 3D* yang mempermudah akses ke berbagai fitur penting.

2. *Scene*

Bagian *Scene* digunakan untuk merancang *game*, menempatkan objek-objek, serta mengatur tata letak dan sudut pandang kamera.

3. *Hierarchy*

Urutan perkembangan adalah kumpulan *item* dan sumber daya yang digunakan dalam sebuah adegan, dan juga berfungsi sebagai alat untuk mengatur *level* permainan.

4. *Inspector*

Inspektur adalah panel yang memungkinkan Anda mengubah aset yang Anda pilih. Pengguna dapat mengubah ukuran, posisi, dan pengaturan lain dari objek yang sedang mereka gunakan di bagian ini.

Lisensi *Unity* dibagi menjadi dua kategori: *Unity* dan *Unity Pro*. *Unity* tersedia dalam edisi gratis dan premium, dengan yang terakhir menawarkan fungsionalitas tambahan seperti efek pasca-pemrosesan dan *rendering* efek tekstur. *Unity* dan *Unity Pro* keduanya menyertakan pelajaran, proyek contoh, wiki, bantuan forum, dan pemutakhiran di masa mendatang.

Unity juga dikenal sebagai aplikasi pengembangan multiplatform yang memungkinkan para pengembang untuk membuat aplikasi *game* dan aplikasi lainnya untuk berbagai platform, termasuk konsol, perangkat *mobile*, *desktop*, *web*, dan berbagai platform lainnya. Sudah lebih dari ratusan bahkan ribuan *game* yang dikembangkan menggunakan *Unity*, salah satu contohnya seperti *Wolf Quest* dan *Tiger Woods PGA Tour Online* yang telah dirilis sejak 2007, dan masih banyak lagi *game-game* baru yang dikembangkan hingga hari ini.

2.6 Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani

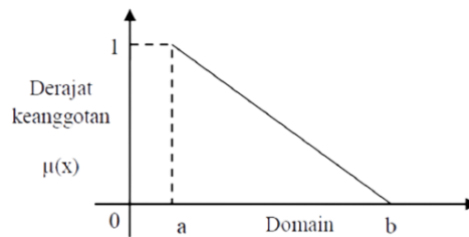
Sebuah sistem yang dikenal sebagai sistem inferensi *fuzzy* mampu melakukan penalaran berdasarkan insting dengan cara yang sebanding dengan manusia. *Mamdani*, *Sugeno*, dan *Tsukamoto* adalah tiga contoh sistem inferensi *fuzzy*. Namun, sistem inferensi *fuzzy* tipe *Mamdani* dianggap paling mudah dipahami karena kemampuannya beroperasi sesuai dengan aturan linguistik dan lebih dekat dengan naluri manusia (Sutojo et al., 2011).

Ebrahim *Mamdani* pertama kali memperkenalkan metode *Mamdani* atau dikenal juga dengan metode *Max-Min* pada tahun 1975. Terdapat empat langkah yang harus diselesaikan untuk mendapatkan keluaran metode *Mamdani*:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Dalam metode ini, variabel masukan dan keluaran dibagi menjadi beberapa himpunan *fuzzy* yang dibangun dengan menggunakan aturan yang sesuai. Model fungsi keanggotaan dalam logika *fuzzy* antara lain meliputi fungsi linier turun, fungsi linier segitiga, dan fungsi linier naik. Kemampuan ini menggambarkan perencanaan data info minat menjadi nilai pendaftaran (tingkat partisipasi) yang mencapai 0 hingga 1 :

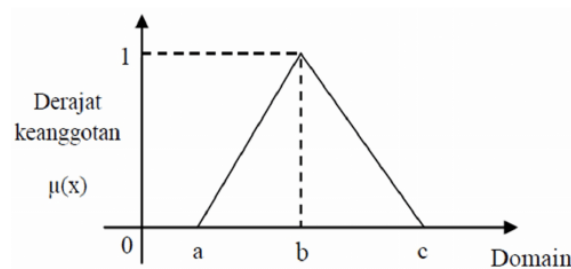
- a) Fungsi linear turun (bahu kiri) berfungsi untuk menentukan batas minimal dari rentang yang telah ditentukan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, garis lurus di sebelah kiri membentang dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi ke nilai domain dengan derajat keanggotaan terendah.



$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Gambar 2. 2 Fungsi Linear Turun

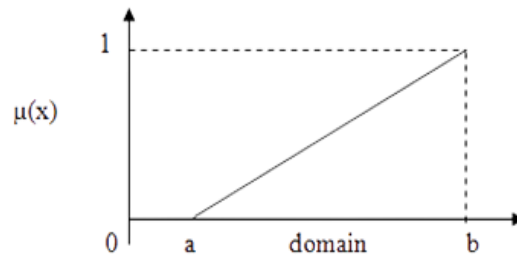
- b) Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3, fungsi linier segitiga pada dasarnya adalah kombinasi dari dua garis (linier) yang digunakan untuk mengidentifikasi nilai pusat dari suatu rentang yang ditentukan.



$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.2)$$

Gambar 2. 3 Fungsi Linear Segitiga

- c) Fungsi linear naik (bahu kanan) digunakan untuk mengetahui batas maksimal dari nilai *range* yang telah ditentukan, kenaikan himpunan dimulai dari nilai dengan derajat keanggotaan nol (0), bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi, seperti dirumuskan pada gambar 2.4.



$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.3)$$

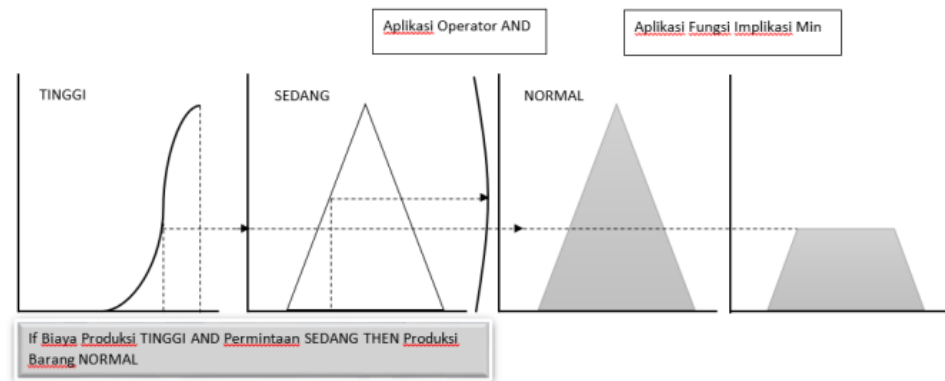
Gambar 2. 4 Fungsi Linear Naik

2. Aplikasi Fungsi Implikasi (Aturan)

Pada metode *Mamdani*, tiap-tiap aturan (proporsi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Secara umum bentuk dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah :

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B \quad (2.4)$$

Proposisi yang mengikuti kondisi "*IF*" disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti kondisi "*THEN*" disebut sebagai konsekuensi. Ini dilakukan dengan menggunakan x dan y sebagai skalar dan A dan B sebagai variabel linguistik. Saran ini digunakan untuk memutuskan atau memberikan hasil sehubungan dengan rekomendasi yang telah ditentukan sebelumnya. Proposisi ini dibangun berdasarkan kriteria berdasarkan fakta dan objek yang sudah diketahui. Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai keanggotaan menggunakan aturan *fuzzy* yang dibuat dengan fungsi implikasi *Min* setelah proposisi terbentuk. *Output* dari himpunan *fuzzy* akan dikurangi oleh fungsi ini. Ilustrasi penggunaan fungsi *Min* pada skenario ini ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Fungsi Implikasi *Min*

3. Komposisi Aturan

Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan FIS, yaitu metode *Max*, *Additive*, dan Probabilistik *OR* (Probar). Sedangkan aturan yang umum digunakan pada FIS *Mamdani* sendiri adalah metode *Max*. Pada metode *Max*, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator *OR*. Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \quad (2.5)$$

Keterangan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = Nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = Nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;

4. Penegasan (*Defuzzification*)

Proses defuzzifikasi menggunakan himpunan *fuzzy* yang dibuat dengan menggabungkan aturan *fuzzy* sebagai inputnya, dan keluaran yang diinginkan adalah nilai numerik dalam domain himpunan *fuzzy*. Dalam komposisi aturan *Mamdani*, terdapat 5 metode defuzzifikasi, yaitu:

a) Metode *Centroid*

Dalam strategi yang disebut *centroid* dalam metodologi ini, pengaturan yang tegas diperoleh dengan mencari *focal point* dari daerah subur.

b) Metode *Bisektor*

Pendekatan ini memberikan solusi yang jelas dengan memilih nilai dalam domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan sama dengan setengah dari total nilai keanggotaan dalam daerah *fuzzy*.

c) Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Dengan mengambil rata-rata nilai domain dengan nilai keanggotaan tertinggi, metode ini menghasilkan solusi yang tepat.

d) Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan menggunakan strategi ini dengan memilih nilai tertinggi dari domain dengan nilai keanggotaan tertinggi.

e) Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Solusi *crisp* diperoleh dengan menggunakan strategi ini dengan memilih nilai terendah dari domain dengan nilai keanggotaan tertinggi.

2.7 Usability Testing (Uji Kegunaan)

Nielsen mendefinisikan kegunaan sebagai evaluasi kualitatif dari kemudahan pengguna menggunakan antarmuka aplikasi. Jika fungsi aplikasi dapat dilakukan secara efektif, efisien, dan memuaskan bagi pengguna, maka aplikasi tersebut dianggap dapat digunakan (Rizky & Pudrianisa, 2019). Menurut definisi ini, uji kegunaan yang diusulkan oleh Jacob Nielsen menggunakan 5 aspek atau atribut (Riyadi & James, 2021).

1. Kemudahan (*Learnability*) adalah evaluasi terhadap seberapa cepat pengguna dapat belajar menggunakan sistem dan seberapa mudah pengguna dapat menjalankan fungsi-fungsi sistem tersebut.
2. Efisiensi (*Efficiency*) mengukur sejauh mana sumber daya yang digunakan untuk mencapai tujuan tertentu dengan akurasi dan integritas yang diharapkan.
3. Mudah diingat (*Memorability*) mengukur kemampuan pengguna untuk mengingat dan menggunakan kembali pengetahuan tentang sistem setelah jangka waktu tertentu tanpa harus mempelajarinya kembali.
4. Kesalahan (*Errors*) merujuk pada jumlah kesalahan yang dilakukan oleh pengguna yang menyebabkan ketidaksesuaian antara pemahaman pengguna dan representasi aktual sistem.
5. Kepuasan (*Satisfaction*) adalah penilaian subjektif terhadap tingkat kepuasan dan kenyamanan pengguna dalam menggunakan produk atau sistem, serta pandangan positif atau negatif terhadap pengalaman penggunaan tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini, akan diuraikan mengenai analisis, desain, dan perancangan sistem dalam mengimplementasikan metode *Fuzzy Mamdani* pada *game 3D Math Maze Adventure* untuk menilai kemampuan kognitif pengguna. Proses analisis dan perancangan sistem akan dilakukan sesuai dengan kebutuhan agar mempermudah pembuatan aplikasi secara efisien.

3.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan berbagai strategi pengumpulan data, yaitu :

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi mengenai penilaian hasil belajar, kisi-kisi soal materi bangun ruang sisi datar dengan penilaian aspek kognitif, *game 3D*, dan implementasi *fuzzy mamdani*. Studi literatur yang dilakukan penulis dengan pencarian terhadap media cetak dan digital berupa buku, skripsi, jurnal penelitian, dan *website*.

3.1.2 Wawancara

Bapak Mochammad Zulfikri Ali, Spd., guru matematika SMP An-Nur Bululawang Kabupaten Malang menjadi subjek wawancara. pada tanggal 22 Agustus 2022. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mempelajari lebih lanjut tentang kisi-kisi dan indikator penskoran untuk soal pilihan ganda pada materi geometri datar. Indikator tersebut meliputi bobot nilai, waktu, dan aspek kognitif.

3.2 Deskripsi Game

Penulis dalam penelitian ini akan membuat sebuah *game Math Maze Adventure*, yakni sebuah *Game-based learning* dengan teknologi visualisasi 3D, dimana parameter dalam *game* tersebut akan dimanfaatkan sebagai penilaian kemampuan atau pemahaman *user* pada materi pengenalan bangun ruang sisi datar dengan mengimplementasikan metode *Fuzzy Mamdani*. *Game* yang akan dikembangkan ini berupa petualangan labirin 3 dimensi berbasis *desktop*. Misi yang harus dicapai adalah keluar dari labirin dengan mengumpulkan 4 kunci yang tersebar di dalam labirin, dimana untuk mendapatkan kunci tersebut, *player* harus menjawab setiap soal dalam batas waktu yang telah ditentukan.

3.3 Storyline

Game 3D Math Maze Adventure ini menceritakan tentang seorang *player* yaitu pelajar SMP yang memiliki tugas untuk dapat keluar dari labirin dengan mengumpulkan 4 kunci yang tersebar secara acak di dalam labirin. Dan untuk mendapatkan kuncinya, *player* harus menjawab setiap soal yang terdapat dalam kunci tersebut, materi soal yang diberikan meliputi bangun ruang sisi datar yaitu kubus, balok, prisma, dan limas.

Pada adegan pertama, *player* berada di depan pintu masuk labirin yang memiliki banyak percabangan jalan yang dibatasi oleh dinding. Dalam labirin tersebut, *player* harus mencari dan mengumpulkan 4 kunci untuk bisa membuka pintu keluar atau mencapai *finish*.

Permainan diawali dengan *player* berjalan masuk ke dalam labirin dan berkeliling mencari kunci yang tersebar secara acak di dalam labirin. Setelah

menemukan kunci, *player* harus menjawab setiap soal yang muncul pada layar dalam waktu yang sudah ditentukan. Jika waktu menjawab soal telah habis atau *player* bisa menjawab keseluruhan soal, maka secara otomatis *player* telah mendapatkan satu kunci. Langkah yang sama dilakukan hingga mendapatkan kunci ke-empat, dan pintu untuk keluar dari labirin akan muncul seketika *player* bisa mengumpulkan seluruh kunci. Dan keterangan sisa kunci yang harus dikumpulkan akan muncul pada layar *game*,

Setelah mencapai *finish*, tampilan layar akan menampilkan poin atau skor yang didapatkan oleh *player* setelah memainkan dan menjawab setiap soal dalam *game*. Pada layar tersebut, total nilai dari setiap bangun ruang ditampilkan berupa keterangan nilai rendah, sedang, atau tinggi. Untuk bangun ruang yang mendapatkan nilai rendah, yang mana artinya menunjukkan bahwa *player* memiliki tingkat pemahaman yang kurang atau lemah pada sub-bab atau materi bangun ruang tersebut, maka akan muncul tombol untuk mulai mempelajari sub-bab tersebut.

Setelah itu, *player* dapat memilih tombol bangun ruang dengan nilai terendah mana yang video pembelajarannya akan diputar terlebih dahulu. Dan setelah menonton semua video pembelajaran yang diberikan, *player* akan dibawa kembali ke menu utama, dan *player* dapat menekan tombol keluar untuk mengakhiri permainan.

3.4 Rancangan Aplikasi

Dalam perancangan *game* 3D *Math Maze Adventure*, terdapat beberapa tahapan yang meliputi pembuatan objek 3D dan pengembangan aplikasi.

3.4.1 Pembuatan Objek 3D

Dalam proses pembuatan objek 3D, terdapat beberapa langkah yang dilakukan, antara lain:

1. Objek dibuat menggunakan perangkat lunak *Blender*.
2. Objek yang dibuat mencakup berbagai *item* dan karakter dalam bentuk tiga dimensi.
3. Setelah objek selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah memberikan tekstur pada *item* dan karakter tersebut.
4. Setelah pemberian tekstur selesai, langkah terakhir adalah mengimpor objek-objek tersebut ke perangkat lunak *Unity* dalam format *.fbx*.

3.4.2 Pembuatan Aplikasi

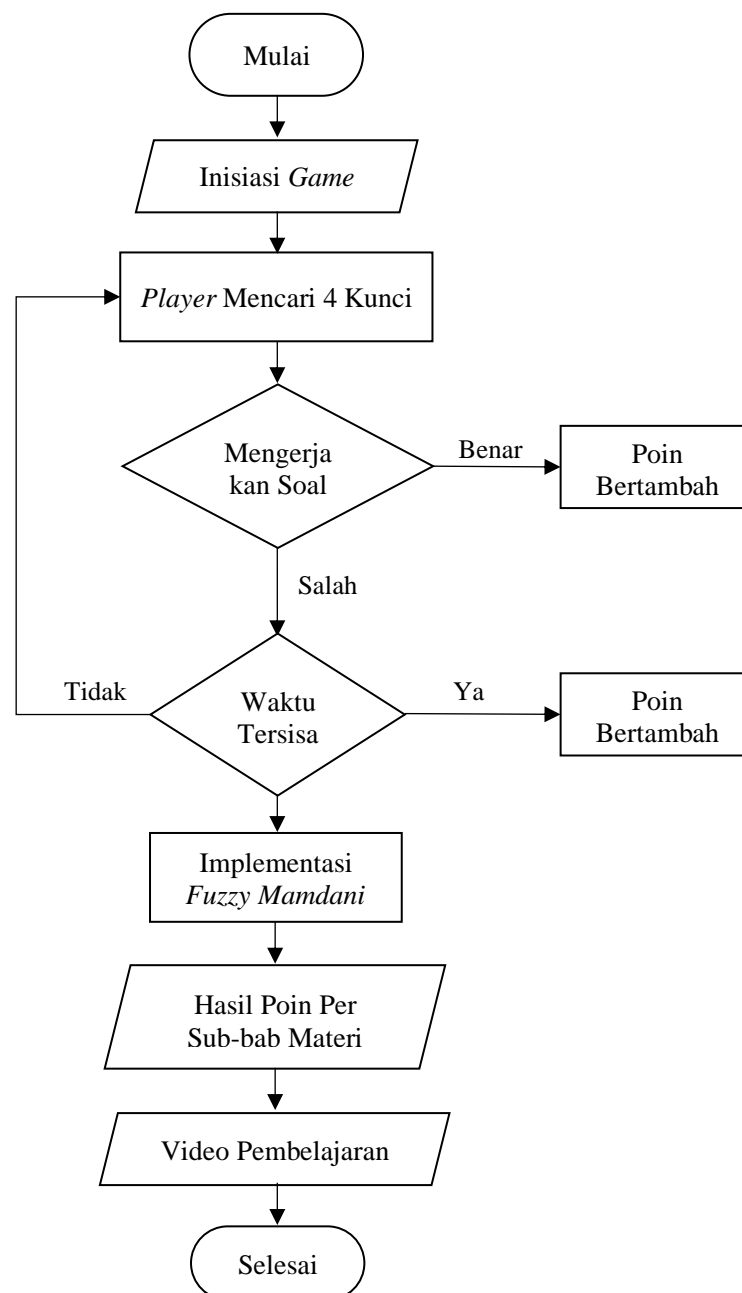
Dalam pembuatan aplikasi, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, antara lain:

1. Membuat menu-menu yang diperlukan untuk *game* 3D *Math Maze Adventure*.
2. Mengimpor *item-item* dan karakter 3D yang telah dibuat ke dalam perangkat lunak *Unity*.
3. Membuat berbagai *scene* dalam permainan, seperti *scene* menu utama, *scene* permainan, dan *scene* akhir.
4. Mengimplementasikan metode yang digunakan dalam program.

3.5 Rancangan Sistem

Untuk melaksanakan perencanaan, persiapan dalam fase investigasi sangat diperlukan. Tujuan dari persiapan ini adalah untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan dan tidak menyimpang.

3.5.1 Rancangan *Gameplay* “*Math Maze Adventure*”



Gambar 3. 1 Rancangan *Gameplay* dalam game *Math Maze Adventure*

Gambar 3.1 merupakan diagram rancangan *gameplay* yang akan di bangun.

Pada *game 3D Math Maze Adventure*, alur aplikasinya adalah sebagai berikut :

1. Alur pertama dari diagram adalah “mulai”, pada fase ini saat *player* pertama kali membuka aplikasi.
2. Alur kedua yaitu proses inisiasi *game*, di dalamnya terdapat beberapa menu utama, seperti mainkan, petunjuk, tentang, dan keluar. Menu “mainkan” adalah tombol untuk masuk ke dalam *scene* permainan, dimana pada awal *scene* ini *player* berada dalam sebuah labirin dan mulai berjalan untuk mencari kunci terletak secara acak di dalam labirin.
3. Setelah menemukan kunci, *player* harus menjawab beberapa soal yang terdapat di dalamnya untuk dapat mengumpulkan kunci tersebut. Setiap jawaban yang benar akan menambah poin untuk *player*.
4. Pada saat *player* menjawab soal, sistem akan menentukan waktu dalam menjawab soal sebagai poin tambahan untuk *player*. Jika *player* selesai menjawab seluruh soal atau *player* kehabisan waktu menjawab, maka permainan secara otomatis dilanjutkan untuk mencari kunci lainnya dan mengulangi alur ketiga.
5. Hasil poin yang didapatkan oleh *player* setelah menjawab soal, dimana parameternya adalah nilai benar salah, nilai kognitif, dan waktu, maka hasil tersebut akan diolah dengan menggunakan metode *fuzzy mamdani* untuk mendapatkan total nilai dari setiap sub-bab materi atau bangun ruang.
6. Total nilai yang didapatkan akan dirangking berdasarkan jenis bangun ruang dan untuk nilai terkecil, yang artinya *player* lemah pemahamannya dari

materi tersebut akan ditampilkan tombol menu untuk memulai video pembelajaran.

7. Ketika *player* menekan salah satu tombol dari materi dengan nilai terkecil, *player* akan diarahkan ke dalam *scene* berupa video pembelajaran.
8. Setelah menonton seluruh video pembelajaran, maka permainan otomatis selesai dan kembali ke menu utama.

3.6 Perancangan *Interface Game*

Pada tahap ini, merupakan bagian dari proses desain yang bertujuan untuk merancang tampilan antarmuka dari suatu aplikasi. Tampilan antarmuka ini berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dengan sistem yang digunakan. Dalam konteks perancangan *interface* untuk *game*, terdiri dari tiga bagian utama, yaitu perancangan *interface* menu utama, menu petunjuk, dan menu tentang.

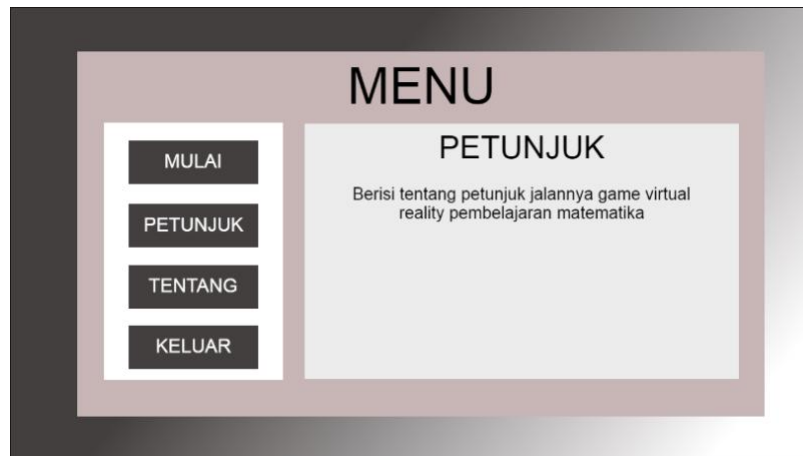
3.6.1 Desain *Interface* Menu Utama



Gambar 3. 2 Menu Utama

Gambar 3.2 yang terlihat di atas menunjukkan tampilan depan dari menu utama pada *game* 3D *Math Maze Adventure*. Pada menu ini, para pemain dapat melakukan berbagai aktivitas yang terkait dengan permainan tersebut.

3.6.2 Desain *Interface* Menu Petunjuk



Gambar 3. 3 Menu Petunjuk

Di dalam menu petunjuk ini, terdapat informasi singkat tentang cara mengoperasikan dan memainkan *game 3D Math Maze Adventure* yang berfungsi sebagai media pembelajaran bangun ruang sisi datar.

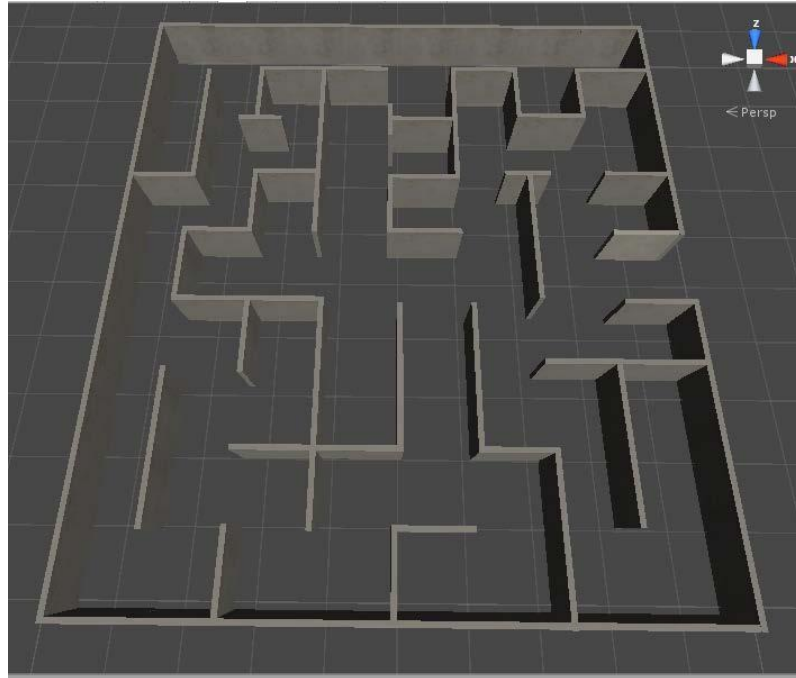
3.6.3 Desain *Interface* Menu Tentang



Gambar 3. 4 Menu Tentang

Gambar 3.4 ini menampilkan isi dari menu tentang yang berisi informasi singkat dari pengembang dan tujuan pengembangan *game 3D Math Maze Adventure* pembelajaran bangun ruang sisi datar.

3.6.4 Desain Labirin



Gambar 3. 5 Desain Labirin

Gambar 3.5 diatas menampilkan tampak atas dari labirin dimana pada *game* 3D *Math Maze Adventure* ini, nantinya *player* akan mencari 4 *item box* yang berisi soal materi yang tersebar di ujung-ujung labirin tersebut.

3.7 Perancangan Karakter dan Objek

3.7.1 Karakter *Player*

Karakter *player* ini di buat dengan menggunakan aplikasi *blender*. Desain dari *player* ini menggunakan bentuk seperti anak remaja atau anak SMP. Dikarenakan *game* ini merupakan *game* pembelajaran matematika untuk siswa SMP, maka postur tubuh yang digunakan pun harus sesuai dengan umur siswa SMP.



Gambar 3. 6 Karakter *Player*

3.7.2 *Item-item*

1. Item Kunci



Gambar 3. 7 Item Kubus

Gambar 3.7 merupakan *item* kunci yang harus dikumpulkan oleh *player*, dan di dalam *item* tersebut terdapat soal-soal materi mengenai definisi, jaring-jaring, luas permukaan, dan volume dari bangun ruang sisi datar.

2. Item Pintu



Gambar 3. 8 Item Pintu

Gambar 3.8 merupakan *item* pintu keluar dari labirin yang akan muncul setelah *player* berhasil mengumpulkan seluruh kunci.

3.8 Deskripsi Data Soal

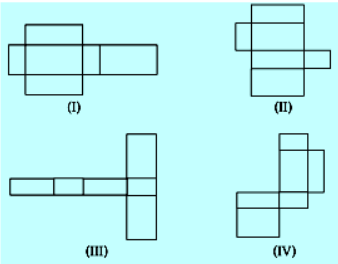
Pengolahan data dengan menggunakan *Fuzzy Mamdani* dilakukan pada masing-masing bangun ruang, dimana di dalamnya terdapat 4 tipe soal dengan bobot nilai, bobot kognitif, dan waktu yang berbeda yakni sebagai berikut :

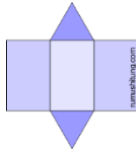
Tabel 3. 1 Data Bobot Nilai, Bobot Kognitif dan Waktu Pengerjaan

Tipe Soal	Bobot Nilai	Waktu Pengerjaan (Maks.)	Bobot Kognitif
Definisi	2 poin	60 detik	25 %
Jaring-jaring	2 poin	60 detik	25 %
Luas Permukaan	3 poin	120 detik	25 %
Volume	3 poin	120 detik	25 %
Total	10 poin	360 detik	100 %

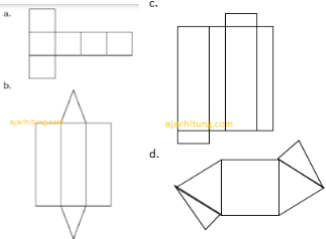
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Tes Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar

Kompetensi Dasar	Bangun Ruang	Tipe Soal	Aspek Kognitif						Soal	Jawaban
			C1	C2	C3	C4	C5	C6		
Mengidentifikasi bagian-bagian dan sifat-sifat kubus.	Kubus	Definisi	✓					 adalah bentuk dua dimensi yang terdiri dari enam kotak dengan ukuran dan bentuk yang sama.	a. Kubus b. Balok c. Prisma d. Limas
Mengidentifikasi jaring-jaring bangun ruang kubus		Jaring-jaring	✓						 Manakah yang merupakan jaring-jaring kubus ...	a. (1) b. (2) c. (3) d. (4)
Menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang kubus		Luas Permukaan		✓					45 cm ² merupakan alas sebuah kubus. Kubus memiliki luas permukaan cm ² .	a. 180 b. 240 c. 270 d. 360
		Volume		✓					Sebuah rusuk kubus memiliki panjang 5 cm. tentukan volume kubus...	a. 140 cm ³ b. 130 cm ³ c. 150 cm ³ d. 125 cm³

Mengidentifikasi bagian-bagian dan sifat-sifat balok.	Balok	Definisi	✓					Bangun datar bersisi yang dibatasi oleh 3 pasang bangun persegi terbalik, tetapi tidak semua sisinya berukuran sama disebut...	a. Kubus b. Balok c. Prisma d. Limas
Mengidentifikasi jaring-jaring bangun ruang balok		Jaring-jaring	✓					 <p>Manakah yang merupakan jaring-jaring balok ...</p>	a. (I) dan (III) b. (II) dan (IV) c. (I), (II), dan (III) d. Semua
Menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang balok		Luas Permukaan			✓				Balok tersebut diketahui memiliki volume 4.928 cm ³ . Jika lebarnya 14 cm dan tingginya 16 cm. Berapa luas permukaan balok?

		Volume	✓						Sebuah balok berukuran panjang 10 cm, lebar 8 cm, dan tinggi 5 cm. Tentukan volume balok!	a. 400 cm³ b. 340 cm ³ c. 240 cm ³ d. 200 cm ³
Mengidentifikasi sifat-sifat bangun ruang prisma serta bagian-bagiannya	Prisma	Definisi	✓						Sebuah bangun adalah bangun yang memiliki n bidang persegi panjang sebagai sisi vertikalnya dan dua bidang bersisi n beraturan sebagai alas dan sisi tutupnya...	a. Kubus b. Balok c. Prisma d. Limas
Mengidentifikasi jaring-jaring bangun ruang prisma		Jaring-jaring	✓						Gambar berikut adalah jaring-jaring ... 	a. Prisma segitiga b. Limas c. Prisma segilima d. Prisma segienam

Menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang prisma		Luas Permukaan	✓					Alas sebuah prisma berbentuk segitiga sama kaki dengan panjang sisi 5 cm, 5 cm, dan 6 cm. Tentukan luas permukaan prisma jika tingginya 9 cm!	a. 158 cm ² b. 148 cm ² c. 168 cm² d. 138 cm ²
		Volume		✓				Volume sebuah prisma tegak adalah 432 cm ³ . Alas prisma tersebut berbentuk segitiga siku-siku dengan panjang sisi 6 cm dan lebar 8 cm. Tentukan tinggi prisma.	a. 14 cm b. 28 cm c. 15 cm d. 18 cm
Mengidentifikasi sifat-sifat bangun ruang limas serta bagian-bagiannya	Limas	Definisi	✓					Ruang bangun datar yg berbetuk seperti prisma namun tutupnya berbentuk titik disebut....	a. Kubus b. Balok c. Prisma d. Limas

Mengidentifikasi jaring-jaring bangun ruang limas	Limas	Jaring-jaring	✓						<p>Gambar berikut yang merupakan jaring-jaring limas adalah ...</p> 	Jawaban D
Menghitung luas permukaan dan volume bangun ruang limas		Luas Permukaan	✓						<p>Luas sisi vertikal limas segitiga adalah 10 cm^2, dan luas alasnya 24 cm^2. Lacak wilayah permukaan limas bersisi tiga...</p>	<p>a. 50 cm^2 b. 40 cm^2 c. 54 cm^2 d. 44 cm^2</p>
		Volume	✓						<p>Alas sebuah limas berbentuk bujur sangkar, dan kelilingnya 72 cm. Volume limas tersebut adalah... jika panjang TP adalah 15 cm.</p>	<p>a. 1.296 cm^3 b. 1.396 cm^3 c. 1.692 cm^3 d. 1.962 cm^3</p>

3.9 Perancangan Metode *Fuzzy Mamdani*

Dalam *game Math Maze Adventure* ini, *Fuzzy Mamdani* digunakan untuk menilai poin yang didapatkan *player* setelah memainkan *game*. Sehingga dengan metode ini, sistem bisa menilai kemampuan *user* atas suatu materi tertentu dan menentukan materi yang tepat untuk diberikan pada *user*. Mesin inferensi *fuzzy mamdani* pada penelitian ini menggunakan tiga variabel *input* yaitu Nilai, Waktu, dan Kognitif, serta satu variabel *output*, yaitu Kemampuan. Sedangkan Himpunan *fuzzy* masing-masing variabel *input* dan *output* adalah sebagai berikut:

- a) Nilai : Minimum, Standar, Maksimum
- b) Waktu : Lambat, Sedang, Cepat
- c) Kognitif : Kurang, Cukup, Baik
- d) Kemampuan : Lemah, Sedang dan Kuat

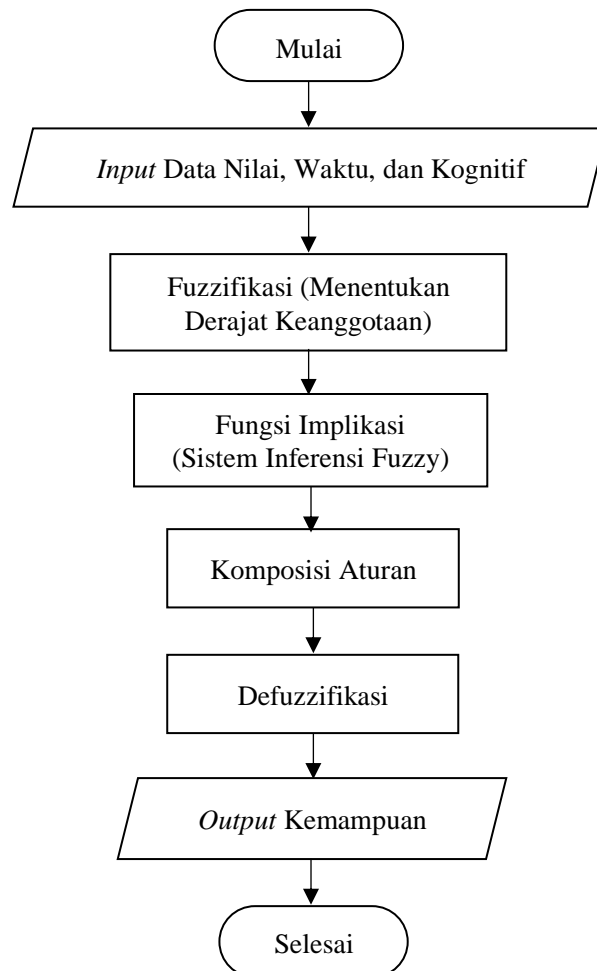
Tabel 3. 3 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan

Fungsi	Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Semesta Pembicaraan	Domain
<i>Input</i>	Nilai	Minimum	0 - 10	0 – 4
		Standar		3 – 7
		Maksimum		6 – 10
	Waktu	Cepat	0 - 360	0 – 150
		Sedang		120 – 240
		Lambat		210 – 360
	Kognitif	Kurang	0 - 100	0 – 40
		Cukup		30 – 70
		Baik		60 – 100
<i>Output</i>	Kemampuan	Lemah	0 - 1	0 – 0,4
		Sedang		0,3 – 0,7
		Kuat		0,6 – 1

Dengan menggunakan logika Metode *Mamdani* atau dikenal juga dengan Metode *Max-Min*, terdapat empat langkah utama yang harus diselesaikan untuk mendapatkan *output*, yaitu :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy* (Fuzzifikasi)
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
3. Komposisi aturan
4. Penegasan (*defuzzification*)

Alur metode *fuzzy mamdani* pada penelitian ini didefinisikan dengan urutan sebagai berikut :



Gambar 3. 9 *Flowchart Fuzzy Mamdani*

Diagram alir di atas menjelaskan bahwa penentuan variabel yang akan diproses dengan menghitung derajat keanggotaan, atau tahap fuzzyfikasi, merupakan langkah awal dalam mencari *output*. Sejak saat itu, tentukan prinsip-prinsip halus, yang digunakan untuk menentukan nilai kemampuan. Nilai *fuzzy* komposisi aturan kemudian dicocokkan, dan proses penegasan, juga dikenal sebagai *defuzzyfication*, adalah langkah terakhir untuk menghasilkan keluaran berupa kemampuan pengguna.

3.9.1 Pembentukan Himpunan *Fuzzy* (Fuzzifikasi)

1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Input* Nilai

Variabel nilai memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu nilai minimum, nilai standar, dan nilai maksimum dengan derajat keanggotaan sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Variabel *Input* Nilai

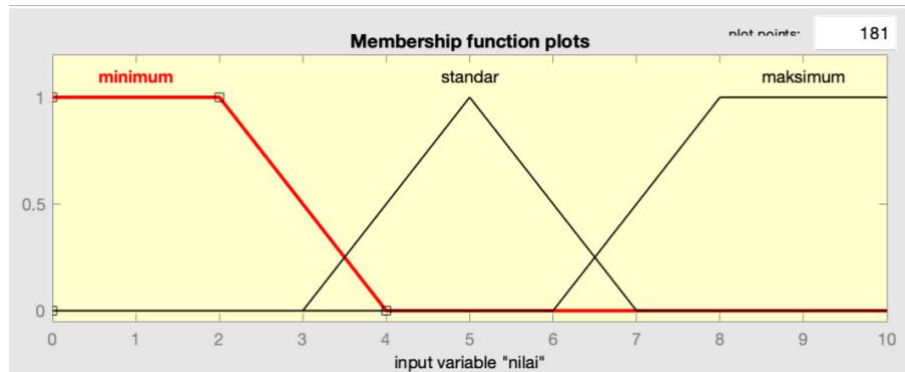
Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Model MF	Domain	Parameter
Nilai	Minimum	trapmf	0 – 4	[0 2 4]
	Standar	trimf	3 – 7	[3 5 7]
	Maksimum	trapmf	6 – 10	[6 8 10]

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel nilai :

$$\mu_{\text{Minimum}}(X) = \begin{cases} \frac{4-x}{4-2}; & 2 \leq x \leq 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Standar}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3}; & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5}; & 5 \leq x \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Maksimum}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{8-6}; & 6 \leq x \leq 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases}$$



Gambar 3. 10 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai

Pada masing-masing sub-bab bangun ruang terdapat 4 tipe soal yang memiliki tingkat kesulitan atau bobot nilai yang berbeda, semakin banyak soal yang terjawab benar maka semakin banyak pula nilai yang dihasilkan.

2. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Input* Waktu

Variabel waktu memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu waktu cepat, waktu sedang, dan waktu lambat dengan derajat keanggotaan sebagai berikut.

Tabel 3. 5 Variabel *Input* Waktu

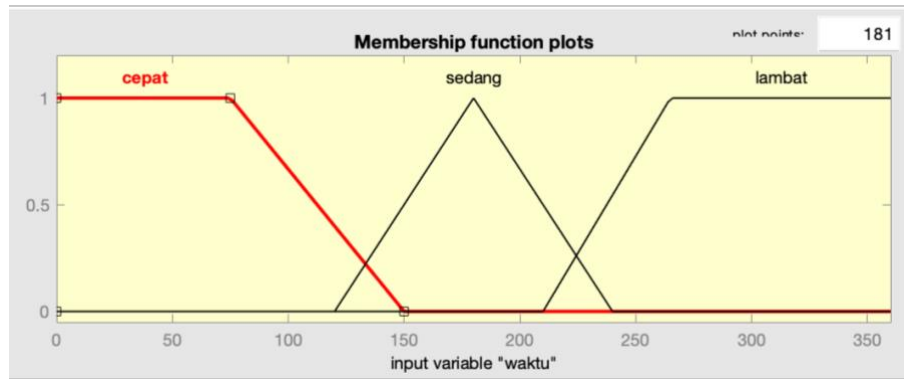
Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Model MF	Domain	Parameter
Waktu	Cepat	trapmf	0 – 150	[0 75 150]
	Sedang	trimf	120 – 240	[120 180 240]
	Lambat	trapmf	210 – 360	[210 285 360]

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel nilai :

$$\mu_{\text{Cepat}}(X) = \begin{cases} \frac{150-x}{150-75}; & 75 \leq x \leq 150 \\ 0; & x \geq 150 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 120 \text{ atau } x \geq 240 \\ \frac{x-120}{180-120}; & 120 \leq x \leq 180 \\ \frac{240-x}{240-180}; & 180 \leq x \leq 240 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Lambat}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 210 \\ \frac{x-210}{285-210}; & 210 \leq x \leq 285 \\ 1; & x \geq 285 \end{cases}$$



Gambar 3. 11 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Waktu

Pada masing-masing sub-bab bangun ruang terdapat 4 tipe soal yang memiliki aturan waktu berbeda sesuai dengan bobot soalnya. Akumulasi waktu yang didapatkan dalam menjawab soal juga akan menentukan hasil kemampuan *user*, semakin sedikit waktu yang dibutuhkan dalam mengerjakan soal maka semakin banyak pula poin yang dihasilkan.

3. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Input* Kognitif

Variabel nilai memiliki tiga fungsi keanggotaan yaitu kognitif kurang, kognitif cukup, dan kognitif baik dengan derajat keanggotaan sebagai berikut.

Tabel 3. 6 Variabel *Input* Kognitif

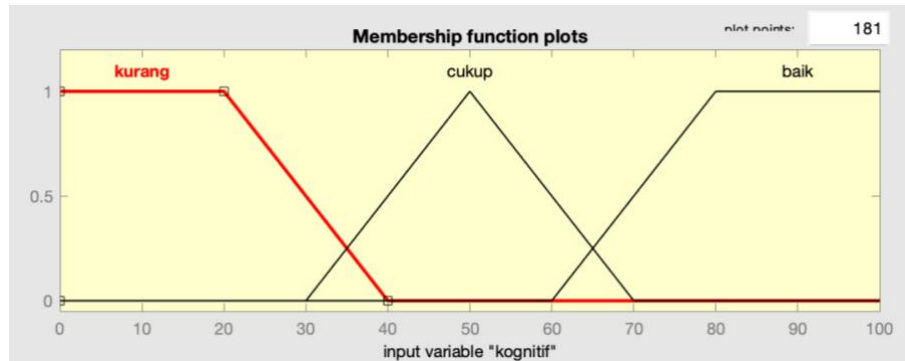
Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Model MF	Domain	Parameter
Kognitif	Kurang	trapmf	0 – 40	[0 20 40]
	Cukup	trimf	30 – 70	[30 50 70]
	Baik	trapmf	60 – 100	[60 80 100]

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel kognitif :

$$\mu_{Kurang}(X) = \begin{cases} \frac{40-x}{40-20}; & 20 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Cukup}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-30}{50-30}; & 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{70-x}{70-50}; & 50 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Baik}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{80-60}; & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases}$$



Gambar 3. 12 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kognitif

Pada masing-masing sub-bab bangun ruang terdapat 4 tipe soal yang memiliki *level* kognitif dengan bobot berbeda, semakin banyak soal yang terjawab, maka semakin baik pula *level* kognitif yang didapatkan.

4. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Output* Kemampuan

Variabel kemampuan memiliki dua fungsi keanggotaan yaitu lemah dan kuat dengan derajat keanggotaan sebagai berikut.

Tabel 3. 7 Variabel *Output* Kemampuan

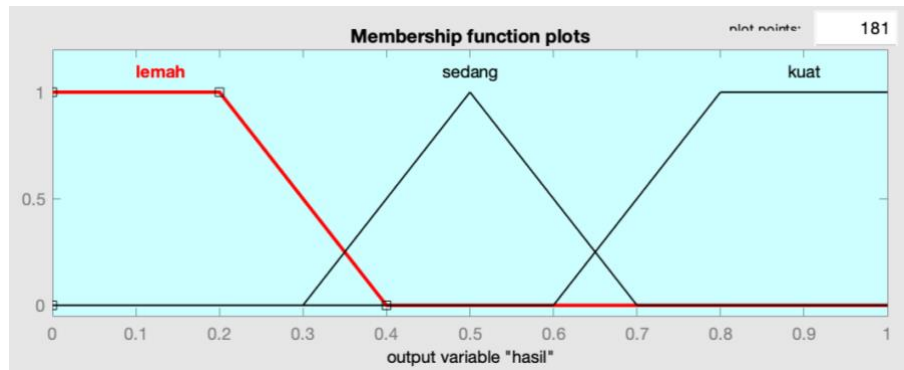
Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Model MF	Domain	Parameter
Kemampuan	Lemah	trapmf	0 – 0,4	[0 0,2 0,4]
	Sedang	trimf	0,3 – 0,7	[0,3 0,5 0,7]
	Kuat	trapmf	0,6 – 1	[0,6 0,8 1]

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel nilai :

$$\mu_{\text{Lemah}}(X) = \begin{cases} \frac{0,4-x}{0,4-0,2}; & 0,2 \leq x \leq 0,4 \\ 0; & x \geq 0,4 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,3 \text{ atau } x \geq 0,7 \\ \frac{x-0,3}{0,5-0,3}; & 0,3 \leq x \leq 0,5 \\ \frac{0,7-x}{0,7-0,5}; & 0,5 \leq x \leq 0,7 \end{cases}$$

$$\mu_{Kuat}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 0,6 \\ \frac{x-0,6}{0,8-0,6}; & 0,6 \leq x \leq 0,8 \\ 1; & x \geq 0,8 \end{cases}$$



Gambar 3. 13 Grafik Fungsi Keanggotaan Variabel Kemampuan

Pada himpunan *fuzzy* variabel *output* kemampuan, hasil lemah ini menunjukkan rendahnya tingkat pemahaman siswa mengenai materi yang dikerjakan, dimana siswa tersebut tidak mampu mengerjakan soal-soal materi dengan benar dan cepat, sedangkan hasil kuat menunjukkan sebaliknya. Hasil lemah ini merupakan penentu video pembelajaran mana yang nantinya akan ditampilkan pada *game*.

3.9.2 Pembentukan *Rule* (Fungsi Implikasi)

Setelah alur *fuzzyfikasi*, langkah selanjutnya adalah membentuk batasan-batasan atau aturan *fuzzy*. Hubungan antara *input* dan *output* diwakili oleh aturan yang dibuat. Operator *AND* digunakan untuk menghubungkan aturan *input*, dan setiap aturan dalam sistem ini merupakan implikasi. Selanjutnya, aturan-aturan ini disatukan dengan menggunakan *IF-Then* untuk menghubungkan *input* dengan *output*. Berikut ini adalah daftar aturan yang telah dibuat untuk menentukan *output* yang dihasilkan:

Tabel 3. 8 Komposisi Aturan *Fuzzy*

<i>Rules</i>	IF				THEN	
	Nilai		Waktu		Kognitif	Kemampuan
[R1]	Minimum	AND	Cepat	AND	Kurang	Lemah (1)
[R2]	Minimum		Cepat		Cukup	Lemah (1)
[R3]	Minimum		Cepat		Baik	Lemah (1)
[R4]	Minimum		Sedang		Kurang	Lemah (1)
[R5]	Minimum		Sedang		Cukup	Lemah (1)
[R6]	Minimum		Sedang		Baik	Lemah (1)
[R7]	Minimum		Lambat		Kurang	Lemah (1)
[R8]	Minimum	AND	Lambat	AND	Cukup	Lemah (1)
[R9]	Minimum		Lambat		Baik	Lemah (1)
[R10]	Standar		Cepat		Kurang	Sedang (2)
[R11]	Standar		Cepat		Cukup	Kuat (3)
[R12]	Standar		Cepat		Baik	Kuat (3)
[R13]	Standar		Sedang		Kurang	Sedang (2)
[R14]	Standar		Sedang		Cukup	Sedang (2)
[R15]	Standar		Sedang		Baik	Sedang (2)
[R16]	Standar		Lambat		Kurang	Lemah (1)
[R17]	Standar		Lambat		Cukup	Lemah (1)
[R18]	Standar		Lambat		Baik	Sedang (2)
[R19]	Maksimum		Cepat		Kurang	Sedang (2)
[R20]	Maksimum		Cepat		Cukup	Kuat (3)
[R21]	Maksimum		Cepat		Baik	Kuat (3)
[R22]	Maksimum		Sedang		Kurang	Sedang (2)
[R23]	Maksimum	Sedang	Cukup	Kuat (3)		

[R24]	Maksimum		Sedang		Baik	Kuat (3)
[R25]	Maksimum		Lambat		Kurang	Sedang (2)
[R26]	Maksimum		Lambat		Cukup	Sedang (2)
[R27]	Maksimum		Lambat		Baik	Sedang (2)

Pada tabel 3.8 ditunjukkan beberapa *rule* yang nantinya akan diterapkan dalam *game*. Terdapat 27 *rule* pada setiap kombinasi variabel nilai dan waktu, serta *output* hasil dari masing-masing variabel *input* yang berbeda-beda.

3.9.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah langkah terakhir dalam metode *fuzzy*, dan tujuannya adalah mengubah nilai *fuzzy* yang dibuat dengan menggabungkan aturan menjadi bilangan tegas (*crisp*). Dalam siklus defuzzifikasi, informasi yang digunakan adalah himpunan halus yang muncul karena struktur prinsip-prinsip halus, dan hasil yang ideal adalah angka dalam ruang himpunan halus. Sebuah nilai tegas (*crisp*) harus ditemukan sebagai *output* jika diberi himpunan *fuzzy* dalam rentang tertentu. Salah satu teknik yang sering digunakan untuk defuzzifikasi adalah strategi pusat, dengan rumus sebagai berikut :

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) \cdot z dz}{\int z \mu(z) dz} \quad (3.1)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap eksekusi, aplikasi dijalankan dan dicoba dengan pemeriksaan yang telah selesai dilakukan sebelumnya. Pengujian sistem dilakukan untuk menemukan masalah pada aplikasi dan membuatnya menjadi lebih baik. Pengujian telah menunjukkan bahwa *game* 3D "*Math Maze Adventure*" berbasis *desktop* ini bekerja dengan baik pada sistem operasi Windows dan Mac OS.

4.1 Hasil Tampilan (*Interface*) Aplikasi

Antarmuka *game* 3D *Math Maze Adventure* yang dibuat dengan *Unity* 3D menghasilkan hasil sebagai berikut: antarmuka *Math Maze Adventure* utama, antarmuka menu petunjuk, menu materi, dan antarmuka utama *Math Maze Adventure*. Menu materi, menu instruksi, dan opsi untuk memulai permainan atau keluar dari aplikasi adalah semua pilihan yang tersedia di menu utama. Antarmuka pengguna *game* 3D *Math Maze Adventure* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

4.1.1 Tampilan *Interface* Menu Utama

Menu utama *game* ini menampilkan beberapa tombol pilihan yang dapat dipilih oleh pengguna untuk memulai bermain *game*. Tombol-tombol tersebut meliputi tombol "Mainkan" untuk memulai permainan, tombol "Petunjuk" untuk melihat panduan bermain, dan tombol "Materi" untuk mengakses informasi lebih lanjut tentang permainan. Tampilan antarmuka hasil implementasi menu utama dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Tampilan *interface* menu utama

4.1.2 Tampilan *Interface* Menu Petunjuk

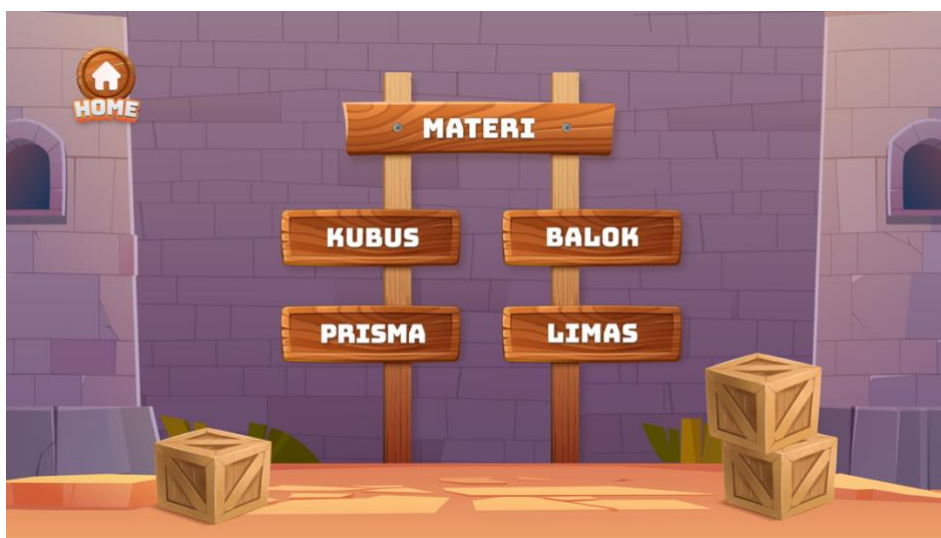
Menu petunjuk atau panduan bermain adalah antarmuka yang muncul saat pengguna membuka *game* dan memilih opsi "Petunjuk". Menu ini berisi informasi dan petunjuk tentang cara bermain *game* 3D *Math Maze Adventure*. Tampilan antarmuka hasil dari implementasi rancangan desain untuk menu petunjuk dapat dilihat pada gambar 4.2.



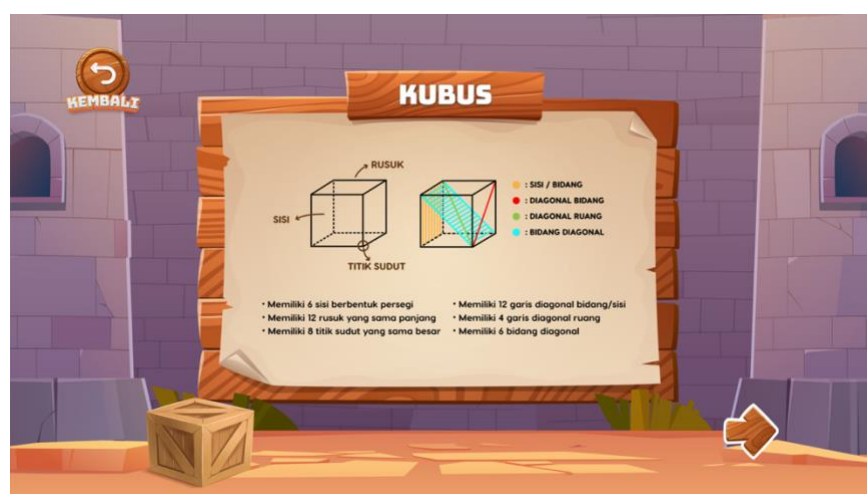
Gambar 4. 2 Tampilan *interface* menu petunjuk

4.1.3 Tampilan *Interface* Menu Materi

Menu halaman materi dalam *game* 3D *Math Maze Adventure* menyajikan empat materi tentang bangun ruang sisi datar, yaitu balok, kubus, limas, dan prisma. Menu ini memungkinkan siswa untuk melihat dan mempelajari ringkasan tentang berbagai bangun ruang sisi datar. Tampilan antarmuka hasil implementasi desain untuk menu halaman materi dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tampilan *interface* menu pilihan materi



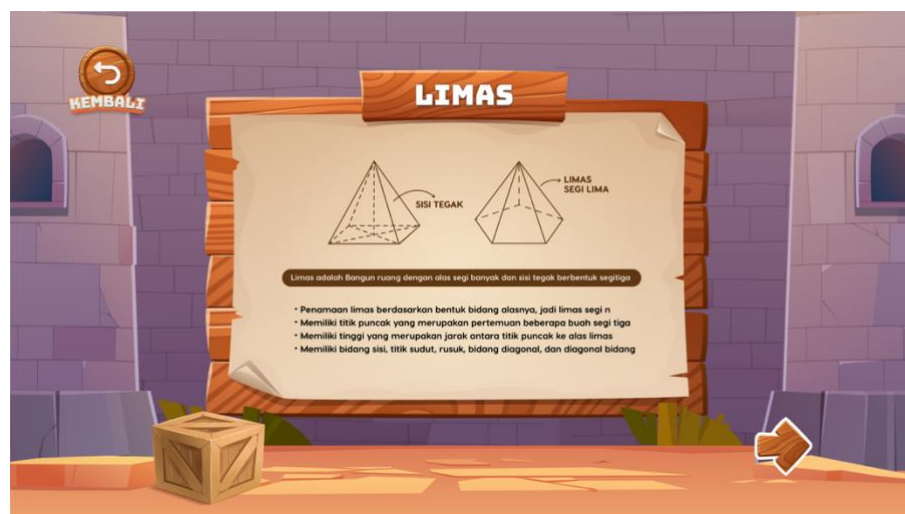
Gambar 4. 4 Tampilan *interface* menu materi kubus



Gambar 4. 5 Tampilan *interface* menu materi balok



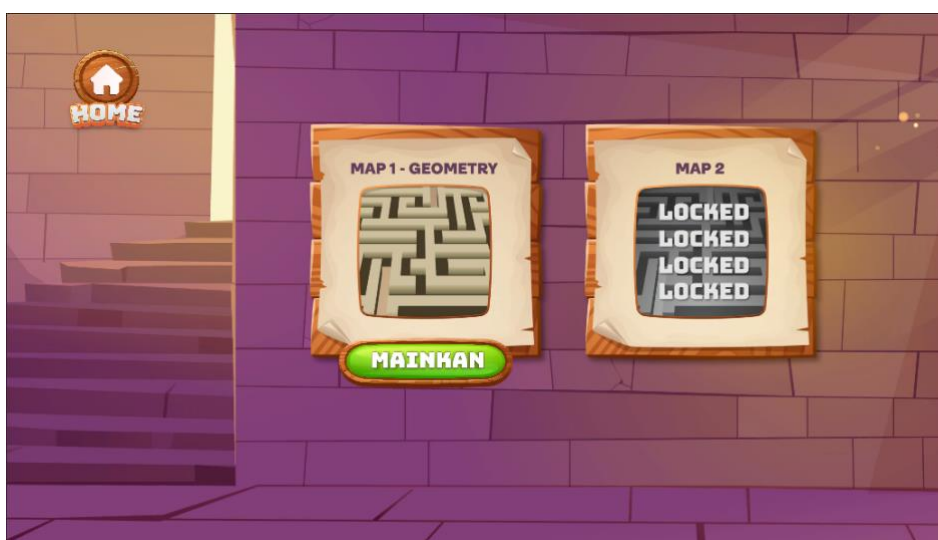
Gambar 4. 6 Tampilan *interface* menu materi prisma



Gambar 4. 7 Tampilan *interface* menu materi limas

4.1.4 Tampilan *Interface* Menu Mainkan

Menu halaman mainkan menampilkan tampilan untuk memilih peta (*map*), peta yang aktif terdapat *button* “mainkan” yang nantinya ketika diklik oleh siswa maka akan menuju halaman dari *game* 3D *Math Maze Adventure*. Gambar 4.8 menunjukkan tampilan antarmuka hasil implementasi desain untuk menu halaman mainkan dalam *game* 3D *Math Maze Adventure*.



Gambar 4. 8 Tampilan *interface* menu mainkan

4.1.5 Tampilan *Interface* Game 3D *Math Maze Adventure*

Pada tampilan utama *game* 3D *Math Maze Adventure* terdapat beberapa objek yaitu *player*, labirin, pohon, kunci, dan pintu keluar. Pada tampilan *game* ini siswa diharuskan untuk memulai permainan sesuai dengan petunjuk permainan yang sudah dicantumkan pada menu petunjuk. Gambar 4.9 menunjukkan tampilan antarmuka hasil implementasi desain untuk *game* 3D *Math Maze Adventure*.



Gambar 4. 9 Tampilan *interface game 3D Math Maze Adventure*

4.1.6 Tampilan *Interface Kuis Game 3D Math Maze Adventure*

Tampilan dari kuis *3D Math Maze Adventure* terdapat beberapa soal seputar matematika yang secara spesifik membahas bangun ruang sisi datar. Bentuk soal dari *game* yaitu *multiple choice*, siswa diwajibkan memilih satu jawaban pada setiap soal yang ditampilkan. Gambar 4.10 menunjukkan tampilan antarmuka hasil implementasi desain untuk menu halaman kuis.



Gambar 4. 10 Tampilan *interface kuis pada game 3D Math Maze Adventure*

4.1.7 Tampilan *Interface* Hasil Penilaian

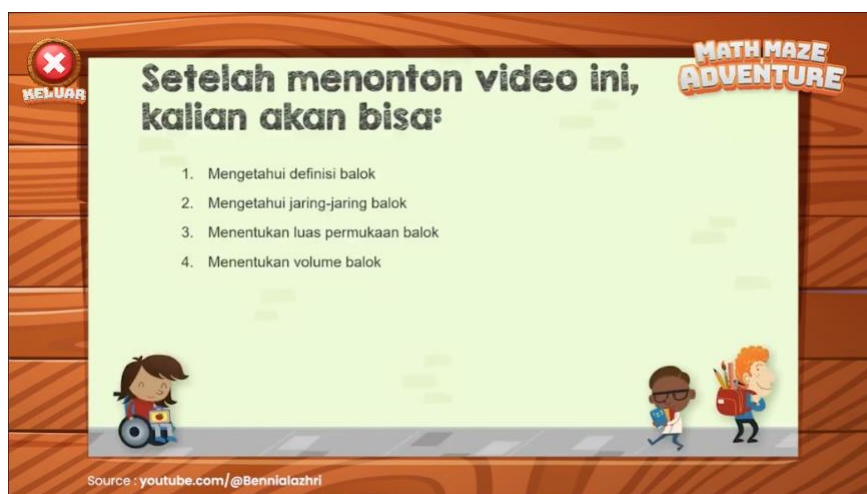
Tampilan dari hasil penilaian ini menunjukkan perolehan skor dengan 3 *range* skor untuk setiap jenis bangun ruang sisi datar yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi. Ketika perolehan hasil rendah, maka akan muncul tombol untuk menonton video pembelajaran sebagaimana ditunjukkan oleh gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Tampilan *interface* hasil penilaian

4.1.8 Tampilan *Interface* Video Pembelajaran

Tampilan dari video pembelajaran ini akan menampilkan video materi pembelajaran seputar jenis bangun ruang sisi datar ditunjukkan oleh gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Tampilan *interface* video pembelajaran

4.2 Implementasi Algoritma *Fuzzy Mamdani*

Implementasi *fuzzy mamdani* pada game *3D Math Maze Adventure* ini menggunakan tiga *input* yaitu bobot nilai, waktu, dan bobot kognitif ketika *player* menjawab soal/kuis. Selanjutnya *output* dari hasil menjawab kuis akan digunakan untuk mengetahui kemampuan dari *player* dengan himpunan *fuzzy* lemah, sedang, atau kuat.

4.2.1 Proses Fuzzifikasi

1. Proses Fuzzifikasi Bobot Nilai

Program → *fuzzyfikasi_nilai*

Deklarasi

```
value           : double
minimumValue    : double
standartValue   : double
maximumValue    : double
```

Algoritma

Input (Bobot Nilai)

```
if → value >= 4 then minimumValue = 0
else if → value <= 2 then minimumValue = 1
else if → value > 2 && value <= 4 then minimumValue =
((4 - value)/(4 - 2))
```

```
if → value <= 3 || value >= 7 then standartValue = 0
else if → value > 3 && value < 5 then standartValue =
((value - 3)/(5 - 3))
else if → value > 5 && value < 7 then standartValue =
((7 - value)/(7 - 5))
```

```
if → value <= 6 then maximumValue = 0
else if → value > 6 && value < 8 then maximumValue =
((value - 6)/(8 - 6))
else if → value >= 8 then maximumValue = 1
```

Output (minimumValue, standartValue, maximumValue)

2. Proses Fuzzifikasi Waktu

```

Program → fuzzyfikasi_waktu

Deklarasi
time          : double
fastTime      : double
mediumTime    : double
slowTime      : double

Algoritma

Input (Waktu)
if → time >= 150 then fastTime = 0
else if → time <= 75 then fastTime = 1
else if → time > 75 && time <= 150 then fastTime =
((150 - time)/(150 - 75))

if → time <= 120 || time >= 240 then mediumTime = 0
else if → time > 120 && time < 180 then mediumTime =
((time - 120)/(180 - 120))
else if → time > 180 && time < 240 then mediumTime =
((240 - time)/(240 - 180))

if → time <= 210 then slowTime = 0
else if → time > 210 && time < 285 then slowTime =
((time - 210)/(285 - 210))
else if → time >= 285 then slowTime = 1
Output (fastTime, mediumTime, slowTime)

```

3. Proses Fuzzifikasi Bobot Kognitif

```

Program → fuzzyfikasi_kognitif

Deklarasi
kognitif       : double
kognitifKurang : double
kognitifCukup : double
kognitifBaik   : double

Algoritma

Input (Kognitif)
if → kognitif >= 40 then kognitifKurang = 0
else if → kognitif <= 20 then kognitifKurang = 1

```

```

else if → kognitif > 20 && kognitif <= 40 then
kognitifKurang = ((40 - kognitif)/(40 - 20))

if → kognitif <= 30 || kognitif >= 70 then kognitifCukup= 0
else if → kognitif > 30 && kognitif < 50 then kognitifCukup
= ((kognitif - 30)/(50 - 30))
else if → kognitif > 50 && kognitif < 70 then kognitifCukup
= ((70 - kognitif)/(70 - 50))

if → kognitif <= 60 then kognitifBaik = 0
else if → kognitif > 60 && kognitif < 80 then kognitifBaik=
((kognitif - 60)/(80 - 60))
else if → kognitif >= 80 then kognitifBaik = 1
Output (kognitifKurang, kognitifCukup, kognitifBaik)

```

4. Proses Fuzzifikasi Kemampuan

Program → *fuzzyfikasi_kemampuan*

Deklarasi

```

kemampuan          : double
kemampuanLemah     : double
kemampuanSedang    : double
kemampuanKuat      : double

```

Algoritma

Input (Kemampuan)

```

if → kemampuan >= 0,4 then kemampuanLemah = 0
else if → kemampuan <= 0,2 then kemampuanLemah = 1
else if → kemampuan > 0,2 && kemampuan <= 0,4 then
kemampuanLemah = ((40 - kemampuan)/(40 - 20))

```

```

if → kemampuan <= 0,3 || kemampuan >= 0,7 then
kemampuanSedang = 0
else if → kemampuan > 0,3 && kemampuan < 0,5 then
kemampuanSedang = ((kemampuan - 0,3)/(0,5 - 0,3))
else if → kemampuan > 0,5 && kemampuan < 0,7 then
kemampuanSedang = ((0,7 - kemampuan)/(0,7 - 0,5))

```

```

if → kemampuan <= 0,6 then kemampuanKuat = 0
else if → kemampuan > 0,6 && kemampuan < 0,8 then
kemampuanKuat = ((kemampuan - 0,6)/(0,8 - 0,6))
else if → kemampuan >= 0,8 then kemampuanKuat = 1

```

Output (kemampuanLemah, kemampuanSedang, kemampuanKuat)

4.2.2 Proses Implikasi

```

Program → implikasi

Deklarasi
minimumValue      : double
standartValue     : double
maximumValue      : double
fastTime          : double
mediumTime        : double
slowTime          : double
kognitifKurang     : double
kognitifCukup     : double
kognitifBaik       : double
Minimum []        : double [27]

Algoritma

Input (minimumValue, standartValue, maximumValue, fastTime,
mediumTime, slowTime, kognitifKurang, kognitifCukup,
kognitifBaik)

Minimum [0] = min (minimumValue, fastTime, kognitifKurang)
Minimum [1] = min (minimumValue, fastTime, kognitifCukup)
Minimum [2] = min (minimumValue, fastTime, kognitifBaik)
Minimum [3] = min (minimumValue, mediumTime, kognitifKurang)
Minimum [4] = min (minimumValue, mediumTime, kognitifCukup)
Minimum [5] = min (minimumValue, mediumTime, kognitifBaik)
Minimum [6] = min (minimumValue, slowTime, kognitifKurang)
Minimum [7] = min (minimumValue, slowTime, kognitifCukup)
Minimum [8] = min (minimumValue, slowTime, kognitifBaik)
Minimum [9] = min (standartValue, fastTime, kognitifKurang)
Minimum [10] = min (standartValue, fastTime, kognitifCukup)
Minimum [11] = min (standartValue, fastTime, kognitifBaik)
Minimum [12] = min (standartValue, mediumTime, kognitifKurang)
Minimum [13] = min (standartValue, mediumTime, kognitifCukup)
Minimum [14] = min (standartValue, mediumTime, kognitifBaik)
Minimum [15] = min (standartValue, slowTime, kognitifKurang)
Minimum [16] = min (standartValue, slowTime, kognitifCukup)
Minimum [17] = min (standartValue, slowTime, kognitifBaik)
Minimum [18] = min (maximumValue, fastTime, kognitifKurang)
Minimum [19] = min (maximumValue, fastTime, kognitifCukup)
Minimum [20] = min (maximumValue, fastTime, kognitifBaik)
Minimum [21] = min (maximumValue, mediumTime, kognitifKurang)
Minimum [22] = min (maximumValue, mediumTime, kognitifCukup)

```

```

Minimum [23] = min (maximumValue, mediumTime, kognitifBaik)
Minimum [24] = min (maximumValue, slowTime, kognitifKurang)
Minimum [25] = min (maximumValue, slowTime, kognitifCukup)
Minimum [26] = min (maximumValue, slowTime, kognitifBaik)

For (int i = 0; i < 27; i++)
Output (minimum [i])

```

4.2.3 Proses Defuzzifikasi

```

Program → defuzzyfikasi

Deklarasi
minimum[]      : double[27]
jumlahAZ       : double {hasil perkalian a predikat dengan z}
jumlahA        : double {hasil penjumlahan semua a predikat}
hasilDefuzzy   : double

{a : nilai rules}
{z : variabel linguistik keputusan dari setiap rules}

Algoritma

Input (Minimum [27])

jumlahAZ → minimum[0]*1 + minimum[1]*1 + minimum[2]*1 +
minimum[3]*1 + minimum[4]*1 + minimum[5]*1 + minimum[6]*1 +
minimum[7]*1 + minimum[8]*1 + minimum[9]*2 + minimum[10]*3 +
minimum[11]*3 + minimum[12]*2 + minimum[13]*2 + minimum[14]*2
+ minimum[15]*1 + minimum[16]*1 + minimum[17]*2 + minimum[18]*2
+ minimum[19]*3 + minimum[20]*3 + minimum[21]*2 + minimum[22]*3
+ minimum[23]*3 + minimum[24]*2 + minimum[25]*2 + minimum[26]*2
;

jumlahA → minimum[0] + minimum[1] + minimum[2] + minimum[3] +
minimum[4] + minimum[5] + minimum[6] + minimum[7] + minimum[8]
+ minimum[9] + minimum[10] + minimum[11] + minimum[12] +
minimum[13] + minimum[14] + minimum[15] + minimum[16] +
minimum[17] + minimum[18] + minimum[19] + minimum[20] +
minimum[21] + minimum[22] + minimum[23] + minimum[24] +
minimum[25] + minimum[26] ;

hasilDefuzzy → jumlahAZ / jumlahA
output (hasilDefuzzy)

```

4.3 Hasil Pengujian Algoritma *Fuzzy Mamdani*

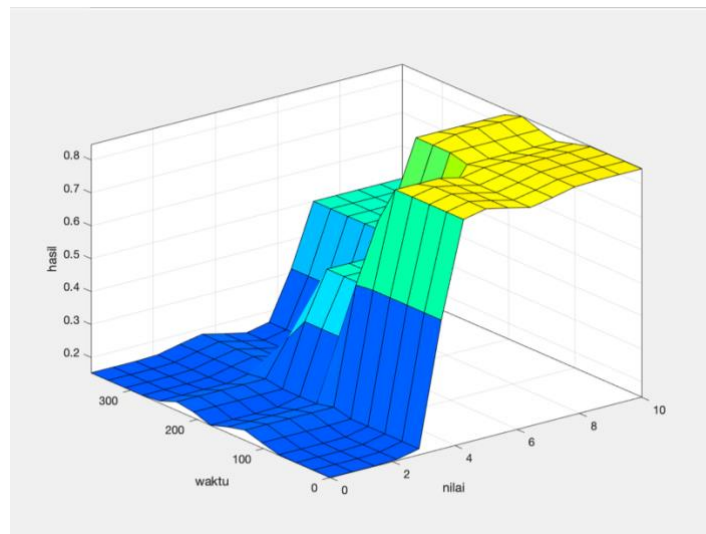
Tujuan pengujian metode *Fuzzy Mamdani* adalah untuk memverifikasi bahwa algoritma *fuzzy* yang diterapkan dapat berfungsi sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditentukan. Selain itu, tujuan tes ini adalah untuk menilai pemahaman siswa tentang konten ruang bersisi datar dalam *Game 3D Math Maze Adventure*. Pengujian *fuzzy* dilakukan dengan memasukkan tiga variabel *input* yakni bobot nilai, waktu, dan bobot kognitif pada situasi dan kondisi yang berbeda-beda guna mendapatkan hasil *output* berupa kemampuan yang bermacam-macam.

Sebagai contoh data sampel yang disimulasikan menggunakan aplikasi *Matlab* dengan *input* nilai = 5, waktu = 180, dan kognitif = 50. Berikut hasil simulasi pada *rule viewer*.

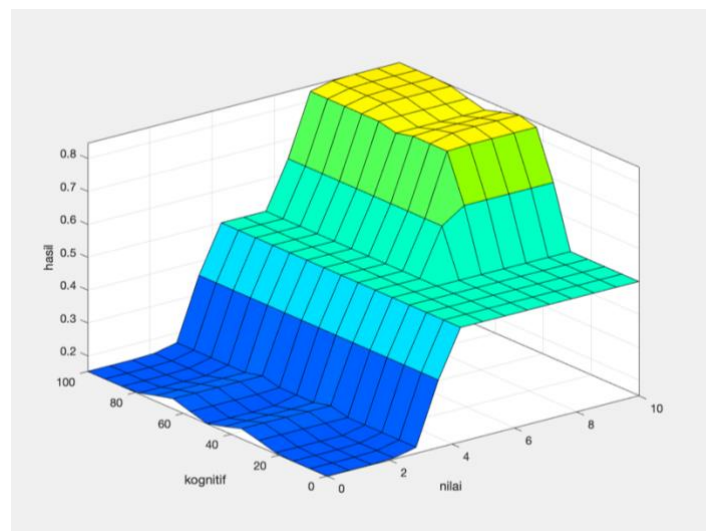


Gambar 4. 13 Tampilan simulasi *output fuzzy* dengan *Rule Viewer*

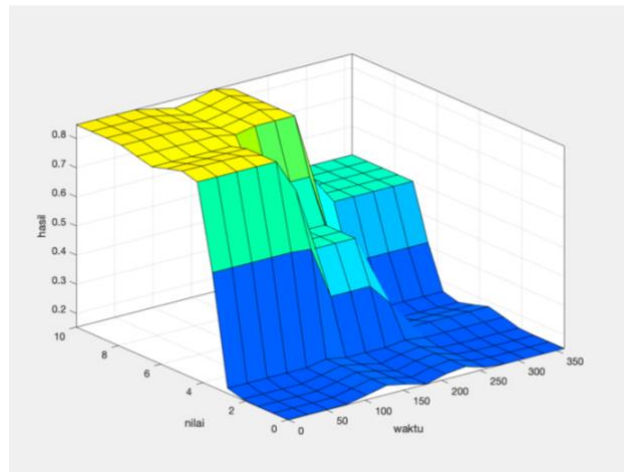
Gambar 4.13 merupakan hasil pengujian output *Fuzzy Mamdani*, dimana ketika bobot nilai *player* bernilai 5, waktu *player* bernilai 180, dan bobot kognitif *player* bernilai 50, maka *output* yang dihasilkan bernilai 0,5 (*player* mendapatkan nilai sedang). Kondisi ini menunjukkan bahwa algoritma sudah sesuai dengan *rule fuzzy* yang telah dirancang sebelumnya.



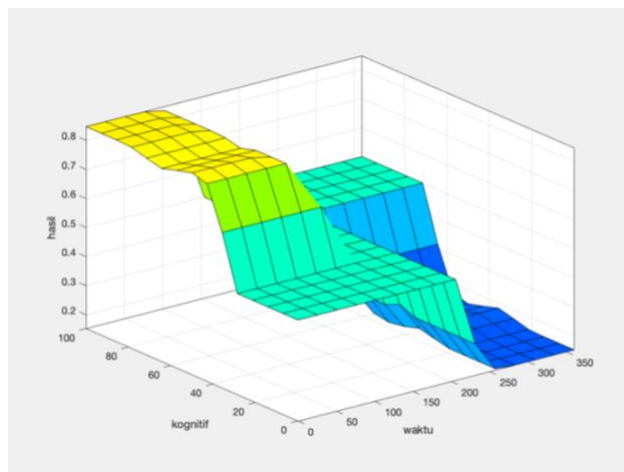
Gambar 4. 14 *Surface view input nilai dengan waktu*



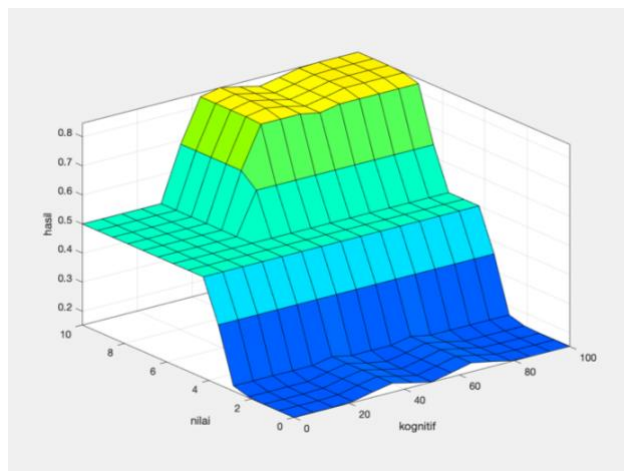
Gambar 4. 15 *Surface view input nilai dengan kognitif*



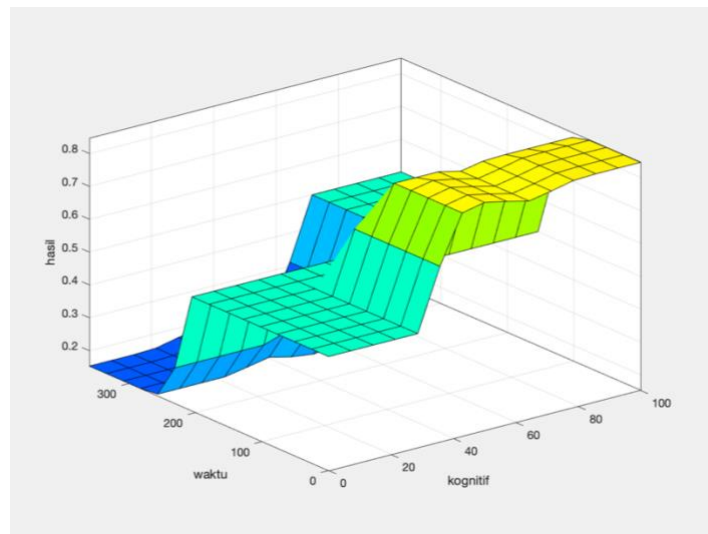
Gambar 4. 16 *Surface view input waktu dengan nilai*



Gambar 4. 17 *Surface view input waktu dengan kognitif*



Gambar 4. 18 *Surface view input kognitif dengan nilai*



Gambar 4. 19 *Surface view input* kognitif dengan waktu

Dengan mempertimbangkan tiga *input*—nilai, waktu, dan bobot kognitif—sejumlah perhitungan dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemain berdasarkan hasil tes *Matlab*. Berikut adalah beberapa data sampel hasil pengujian algoritma *Fuzzy Mamdani* yang terdokumentasikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian *Rules Fuzzy Mamdani*

No.	Input			Output	Kemampuan	Keterangan (Kesesuaian dengan <i>Rules</i>)
	Nilai	Waktu	Kognitif			
1	2	75	20	0,153	Lemah	Sesuai
2	2	75	50	0,153	Lemah	Sesuai
3	2	75	80	0,153	Lemah	Sesuai
4	2	180	20	0,153	Lemah	Sesuai
5	2	180	50	0,153	Lemah	Sesuai
6	2	180	80	0,153	Lemah	Sesuai
7	2	285	20	0,153	Lemah	Sesuai
8	2	285	50	0,153	Lemah	Sesuai

9	2	285	80	0,153	Lemah	Sesuai
10	5	75	20	0,5	Sedang	Sesuai
11	5	75	50	0,847	Kuat	Sesuai
12	5	75	80	0,847	Kuat	Sesuai
13	5	180	20	0,5	Sedang	Sesuai
14	5	180	50	0,5	Sedang	Sesuai
15	5	180	80	0,5	Sedang	Sesuai
16	5	285	20	0,153	Lemah	Sesuai
17	5	285	50	0,153	Lemah	Sesuai
18	5	285	80	0,5	Sedang	Sesuai
19	8	75	20	0,5	Sedang	Sesuai
20	8	75	50	0,847	Kuat	Sesuai
21	8	75	80	0,847	Kuat	Sesuai
22	8	180	20	0,5	Sedang	Sesuai
23	8	180	50	0,847	Kuat	Sesuai
24	8	180	80	0,847	Kuat	Sesuai
25	8	285	20	0,5	Sedang	Sesuai
26	8	285	50	0,5	Sedang	Sesuai
27	8	285	80	0,5	Sedang	Sesuai

Dari data hasil pengujian yang tertera pada Tabel 4.1, dapat disimpulkan tingkat akurasi dari perancangan *game* 3D *Math Maze Adventure* menggunakan metode *Fuzzy Mamdani*, yaitu (Nafiah, 2018):

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ percobaan\ yang\ benar}{Total\ percobaan} \times 100\% \quad (4.1)$$

$$Akurasi = \frac{27}{27} \times 100\% = 100\%$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi penelitian ini mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa semua *output* yang dihasilkan dalam pengujian telah sesuai dengan aturan yang telah ditentukan sebelumnya.

4.4 Hasil Pengujian Sistem

4.4.1 Pengujian Aplikasi

Untuk memverifikasi fungsionalitas dan kinerja yang diinginkan oleh pengembang, aplikasi akan melalui proses pengujian. Pendekatan Pengujian *Blackbox* digunakan dalam pengujian aplikasi ini. Aplikasi tersebut diuji pada dua laptop yang memiliki spesifikasi yang berbeda guna memastikan *game* dapat berjalan dengan baik. Berikut ini adalah informasi mengenai dua laptop yang digunakan sebagai perangkat pengujian *game*, seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 Perangkat Penguji Aplikasi

No	Nama Perangkat	Spesifikasi
1	MacBook Pro 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Layar : 13,3 inci (diagonal) dengan lampu latar LED dan teknologi IPS • Resolusi : 2560 x 1600 pada 227 piksel per inci dengan dukungan untuk jutaan warna • Kecerahan : 500 nit • Warna luas (P3)

		<ul style="list-style-type: none"> • Prosesor : Intel Core i5 dual-core 2,3 GHz, Turbo Boost hingga 3,6 GHz, dengan eDRAM sebesar 64 MB • Storage : SSD 256 GB
2	Lenovo IdeaPad 320	<ul style="list-style-type: none"> • Layar : 1366 x 768 piksel Anti-Glare Display, 200 nits • Resolusi : 16:9 aspect ratio, 500:1 contrast ratio • Chipset & OS : Intel • Grafis : Intel HD Graphics 620 dan Nvidia GeForce GT 920MX VRAM 2GB • OS : Intel Core i5-7200U dual-core 2,5GHz TurboBoost 3,1GHz • Memori : RAM 8 GB DDR4 DDR4-2133MHz • Storage : SSD 250GB dan HDD 500GB

4.4.2 Hasil Pengujian *Black Box*

Proses pengujian sistem dilaksanakan dengan menggunakan metode *Black Box*. Pendekatan *Black Box Testing* bertujuan untuk menemukan potensi kesalahan seperti ketidakbenaran atau kekurangan fungsi, kesalahan antarmuka, masalah dalam struktur data, performa yang kurang optimal, serta masalah dalam inisialisasi dan terminasi sistem. Pengujian *Black Box* didasarkan pada spesifikasi perangkat lunak yang telah dibuat. Metode pengujian ini berfokus pada fungsionalitas sistem yang telah dijelaskan dalam persyaratan, tanpa perlu mengeksplorasi kode sumber sistem.

Dalam pengujian ini, setiap proses dalam sistem dipaparkan dan dijalankan sesuai dengan langkah-langkah yang ada. Kemudian, beberapa kasus uji coba digunakan untuk menguji efektivitas sistem dalam menyelesaikan masalah. Hasil dari pengujian ini diambil dalam bentuk tangkapan layar (*screenshots*) dan dijelaskan secara rinci dalam laporan hasil pengujian. Adapun skenario pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Pengujian Sistem dengan Metode *Black Box*

No	Pengujian Sistem	Prosedur Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	
				MacBook Pro 2017	Lenovo IdeaPad 320
1	Pengujian pada fitur menu petunjuk	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu petunjuk yang berada di halaman utama, kemudian memilih menu dengan cara klik menu petunjuk. Maka muncul tampilan petunjuk <i>game</i>	Tampil halaman petunjuk <i>game</i>	√	√
2	Pengujian pada fitur menu materi	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu materi yang berada di	Tampil halaman materi	√	√

		halaman utama, kemudian memilih menu dengan cara klik menu materi. Maka muncul tampilan materi	bangun ruang sisi datar yaitu balok, kubus, prisma, dan limas		
3	Pengujian pada fitur menu materi kubus	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu materi kubus yang berada di halaman materi kemudian memilih menu dengan cara klik menu materi kubus. Maka muncul tampilan materi kubus	Tampil halaman materi dari bangun ruang kubus beserta penjelasan lengkapanya	√	√
4	Pengujian pada fitur menu materi balok	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu materi balok yang berada di halaman materi kemudian memilih menu dengan cara klik menu materi	Tampil halaman materi dari bangun ruang balok beserta penjelasan lengkapanya	√	√

		balok. Maka muncul tampilan materi balok			
5	Pengujian pada fitur menu materi prisma	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu materi balok yang berada di halaman materi kemudian memilih menu dengan cara klik menu materi prisma Maka muncul tampilan materi prisma	Tampil halaman materi dari bangun ruang prisma beserta penjelasan lengkapnya	√	√
6	Pengujian pada fitur menu materi limas	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu materi limas yang berada di halaman materi kemudian memilih menu dengan cara klik menu materi limas Maka muncul tampilan materi limas	Tampil halaman materi dari bangun ruang limas beserta penjelasan lengkapnya	√	√

7	Pengujian pada fitur menu mainkan	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu mainkan yang berada di halaman utama, kemudian memilih menu dengan cara klik menu mainkan Maka muncul tampilan mainkan	Tampil halaman mainkan <i>game</i>	√	√
8	Pengujian pada fitur <i>game 3D</i>	Proses <i>view</i> diawali dengan memilih menu mainkan yang berada di menu mainkan, kemudian memilih menu dengan cara klik mainkan Maka muncul tampilan <i>game 3D Math Maze Adventure</i>	Tampil halaman <i>game 3D Math Maze Adventure</i>	√	√
9	Pengujian pada fitur kuis <i>game 3D</i>	Proses <i>view</i> diawali dengan mengambil kunci yang berada di <i>game</i> , Maka muncul	Tampil halaman kuis <i>game 3D</i>	√	√

		tampilan kuis <i>game</i> <i>3D Math Maze</i> <i>Adventure</i>	<i>Math Maze</i> <i>Adventure</i>		
10	Pengujian pada fitur hasil skor <i>game</i> 3D <i>Math Maze</i> <i>Adventure</i>	Proses <i>view</i> diawali dengan mengambil semua kunci dan menjawab semua kuis yang berada di <i>game</i> 3D, kemudian menuju pintu keluar yang ada pada peta. Maka muncul tampilan hasil skor.	Tampil halaman hasil skor <i>game</i> 3D <i>Math Maze</i> <i>Adventure</i>	√	√
11	Pengujian pada fitur video pembelajaran	Proses <i>view</i> diawali dengan menyelesaikan <i>game</i> , kemudian memilih video pembelajaran dengan cara klik <i>button</i> "Yuk Mulai Belajar". Maka muncul tampilan video pembelajaran	Tampil halaman video pembelajaran	√	√

4.5 Hasil Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test*

Tahap pengujian 3D *Math Maze Adventure* dilakukan dengan melibatkan 19 peserta didik dari kelas VIII di MTs Al-Hikmah Poncokusumo. Pengujian dimulai dengan memberikan 10 soal *pre-test* yang mencakup materi bangun ruang sisi datar kepada para peserta didik. Setelah menyelesaikan *pre-test*, para peserta didik diberikan kesempatan untuk bermain *game* 3D *Math Maze Adventure*. Setelah selesai bermain *game*, peserta didik kemudian diminta untuk menjawab 10 soal *post-test* yang identik dengan soal-soal dalam *pre-test*.

Rumus *n-gain* akan digunakan untuk menghitung nilai *pre-test* dan *post-test* pada tabel 4.4 untuk mengetahui apakah media pembelajaran *game* 3D *Math Maze Adventure* meningkatkan hasil belajar siswa.

Tabel 4. 4 Hasil Skor *Pre-Test* dan *Post-Test* Peserta Didik

No.	Nama Siswa	Jenis Kelamin	Nilai	
			<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
1	Anisa Rahmah	P	60	70
2	Arista Lutviana Dewi	P	60	90
3	Azhalia Nisa Ramadhani	P	70	80
4	Bayu Aditya Wardana	L	50	80
5	Eyra Refalina Agia	P	50	70
6	Hasna Hanifa Husna	P	60	90
7	Jovian Calvin Tjiasyaputra	L	70	80
8	Kevin Aditya Santo	L	60	100
9	M. Adi Febrianto	L	50	90
10	M. Ilham Akhyar Zaini	L	60	70
11	Moch. Lutfi Hakim Ard	L	60	80
12	Moh. Choirul Anwar	L	80	100

13	Muhammad Fikri Faiz	L	60	80
14	Muhammad Iqbal Fahmi	L	70	80
15	Nena Fitri Lestari	P	60	70
16	Nofita Fitria	P	50	80
17	Oktaviani Fitria	P	70	100
18	Silvia Nur Afika	P	70	80
19	Siti Farokah Ulfa Ayu K.	P	60	90
Jumlah			1170	1580
Rata-Rata			61,58	83,16

Dari tabel 4.4 diketahui jumlah skor *pre-test* sebelum diberikan media pembelajaran *game 3D Math Maze Adventure* adalah sebesar 1170 dengan rata-rata 61,58 dan jumlah skor *post-test* sebesar 1580 dengan rata-rata 83,16. Selanjutnya akan dihitung menggunakan rumus *n-gain* sebagaimana berikut (Hake, 2022).

$$n \text{ gain} = \frac{\text{Post test} - \text{Pre test}}{\text{Skor ideal} - \text{Pre test}} \quad (4.2)$$

Lalu mengkategorisasikan efektivitas perolehan nilai *n-gain* berdasarkan skala kategori tafsiran efektivitas *n-gain* seperti pada tabel 4.5 (Hake, 2022).

Tabel 4. 5 Kategori Tafsiran Efektivitas *N-Gain*

Presentase (%) N-gain	Kategori
< 40	Tidak Efektif
40 – 55	Kurang Efektif
56 – 75	Cukup Efektif
>76	Efektif

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Uji Skor *N-Gain*

No.	Nilai		Skor N Gain	Presentase Skor N Gain (%)
	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>		
1	60	70	0,25	25,00
2	60	90	0,75	75,00
3	70	80	0,33	33,33
4	50	80	0,60	60,00
5	50	70	0,40	40,00
6	60	90	0,75	75,00
7	70	80	0,33	33,33
8	60	100	1,00	100,00
9	50	90	0,80	80,00
10	60	70	0,25	25,00
11	60	80	0,50	50,00
12	80	100	1,00	100,00
13	60	80	0,50	50,00
14	70	80	0,33	33,33
15	60	70	0,25	25,00
16	50	80	0,60	60,00
17	70	100	1,00	100,00
18	70	80	0,33	33,33
19	60	90	0,75	75,00
Rata-Rata				56,49

Berdasarkan hasil uji skor *n-gain* diatas, menghasilkan nilai rata-rata skor *n-gain* sebesar 56,49% yang menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan media pembelajaran *Game 3D Math Maze Adventure* untuk hasil belajar siswa masuk dalam kategori cukup efektif.

4.6 Hasil Evaluasi *Usability Testing* (Uji Kegunaan)

Usability testing digunakan untuk mengevaluasi kemampuan pengguna dalam seberapa mudah aplikasi dapat digunakan, seberapa baik aplikasi membantu pengguna mencapai tujuan mereka, serta tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi tersebut. *Usability testing* dikelompokkan menjadi lima kategori, yaitu *learnability* (kemudahan dalam pembelajaran), *efficiency* (efisiensi), *memorability* (kemampuan untuk diingat), *errors* (kesalahan), dan *satisfaction* (kepuasan). Tabel 4.7 berisi pernyataan yang sesuai dengan fungsi masing-masing kategori tersebut (Rizky & Pudrianisa, 2019).

Tabel 4. 7 Kategori Pernyataan berdasarkan *Usability Testing*

No.	Pernyataan	Kategori <i>Usability</i>
1	<i>Game</i> ini mudah dipahami aturan permainannya	<i>Learnability</i>
2	Tampilan visual <i>game</i> ini mudah dipahami	
3	Aplikasi mudah untuk dinavigasikan	<i>Efficiency</i>
4	Aplikasi ini memungkinkan saya dengan cepat menemukan apa yang saya butuhkan	
5	Menu dan tampilan halaman aplikasi mudah diingat	<i>Memorability</i>
6	Banyak orang merasa mudah untuk menyadari aplikasi ini dengan cepat	
7	Saya tidak menemukan <i>bug</i> (kesalahan) di dalam <i>game</i>	<i>Errors</i>
8	Saya tidak menemukan kesalahan informasi dari aplikasi yang diberikan	
9	Saya akan merekomendasikan orang lain untuk memainkan <i>game</i> ini	<i>Satisfaction</i>
10	Saya merasa nyaman dengan model belajar menggunakan <i>game</i> ini	

Setelah tahap uji coba dengan *pre-test* dan *post-test*, peserta didik sebagai *user* diminta untuk memberikan pendapatnya terkait media pembelajaran *Game 3D Math Maze Adventure* dengan mengisi angket kuisioner penilaian pengguna berdasarkan *usability testing*, didalamnya terdapat beberapa indikator dengan skala likert yang terbagi menjadi 5 skala yaitu; 1 untuk Sangat Tidak Setuju (STS), 2 untuk Tidak Setuju (TS), 3 untuk Netral (N), 4 untuk Setuju (S), dan 5 untuk Sangat Setuju (SS).

Tabel 4. 8 Indikator Kuisioner Penilaian Pengguna

No.	Pernyataan	Indikator Penilaian				
		STS	TS	N	S	SS
1	<i>Game</i> ini mudah dipahami aturan permainannya					
2	Tampilan visual <i>game</i> ini mudah dipahami					
3	Aplikasi mudah untuk dinavigasikan					
4	Aplikasi ini memungkinkan saya dengan cepat menemukan apa yang saya butuhkan					
5	Menu dan tampilan halaman aplikasi mudah diingat					
6	Banyak orang merasa mudah untuk menyadari aplikasi ini dengan cepat					
7	Saya tidak menemukan <i>bug</i> (kesalahan) di dalam <i>game</i>					
8	Saya tidak menemukan kesalahan informasi dari aplikasi yang diberikan					
9	Saya akan merekomendasikan orang lain untuk memainkan <i>game</i> ini					
10	Saya merasa nyaman dengan model belajar menggunakan <i>game</i> ini					

Hasil survei *usability testing* akan dievaluasi dengan menghitung nilai indeks pada masing-masing aspek atau kategori dan diklasifikasikan berdasarkan kriteria indikator angket seperti pada tabel 4.9 (Sugiyono, 2015).

Tabel 4. 9 Kriteria Indikator Angket

No.	Presentase (%)	Kriteria
1	0 - 20	Sangat Lemah
2	21 - 40	Lemah
3	41 - 60	Cukup
4	61 - 80	Kuat
5	81 - 100	Sangat Kuat

Selanjutnya hasil kuisioner penilaian dan perhitungan *usability testing* terhadap *game* yang telah dilakukan pada 19 responden ditunjukkan pada tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4. 10 Hasil Survei Kuisioner *Usability Testing*

Responden	No. Butir Tanggapan									
	<i>Learnability</i>		<i>Efficiency</i>		<i>Memorability</i>		<i>Errors</i>		<i>Satisfaction</i>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>S1</i>	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4
<i>S2</i>	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
<i>S3</i>	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
<i>S4</i>	5	4	4	3	4	5	4	4	4	4
<i>S5</i>	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4
<i>S6</i>	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4
<i>S7</i>	4	4	4	3	5	4	4	4	5	5
<i>S8</i>	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
<i>S9</i>	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5

<i>S10</i>	5	5	4	3	3	3	5	5	5	5
<i>S11</i>	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
<i>S12</i>	5	4	4	3	4	4	3	4	5	5
<i>S13</i>	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5
<i>S14</i>	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5
<i>S15</i>	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>S16</i>	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4
<i>S17</i>	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5
<i>S18</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>S19</i>	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5

Tabel 4. 11 Data Hasil Perhitungan *Usability Testing*

No.	Aspek / Kategori	Jumlah Skor Rata-rata	Skor Maksimal	Presentase Rata-Rata(%)	Kriteria
1	<i>Learnability</i>	173	190	91,05%	Sangat Kuat
2	<i>Efficiency</i>	158	190	83,16%	Sangat Kuat
3	<i>Memorability</i>	171	190	90,00%	Sangat Kuat
4	<i>Errors</i>	168	190	88,42%	Sangat Kuat
5	<i>Satisfaction</i>	174	190	91,58%	Sangat Kuat
Total Skor Usability Testing		844	950	88,84%	
Kriteria Usability Testing		Sangat Kuat			

Dari hasil perhitungan nilai indeks pada tabel 4.11, menunjukkan bahwa tingkat *usability* secara keseluruhan menunjukkan presentase rata-rata sebesar 88,84%, oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *game Math Maze Adventure* memenuhi kriteria yang sangat baik, menunjukkan bahwa *game* tersebut mudah digunakan oleh pengguna, mudah dipahami dan digunakan, aplikasi ini sangat disukai oleh pengguna, dan bekerja dengan baik.

4.7 Hasil Evaluasi *User Engagement Testing* (Uji Keterlibatan Pengguna)

Tahap terakhir adalah *User Engagement Testing* guna mengevaluasi interaksi atau keterlibatan pengguna terhadap aplikasi dengan membagikan kuisisioner berbasis *user engagement scale (UES)* (Wiebe et al Lisrianto & Ridha, 2022). Pertanyaan-pertanyaan diklasifikasikan ke dalam enam faktor pengukur yaitu, *aesthetics* (estetika), *endurability* (daya tahan), *felt involvement* (keterlibatan rasa), *focused attention* (fokus perhatian), *novelty* (kebaruan), dan *perceived usability* (kegunaan yang dirasakan).

Pada tahap ini terdiri dari 12 pertanyaan dengan skala likert lima poin yaitu; 1 untuk Sangat Tidak Setuju (STS), 2 untuk Tidak Setuju (TS), 3 untuk Netral (N), 4 untuk Setuju (S), dan 5 untuk Sangat Setuju (SS). Jika proporsi atau presentase rata-rata tanggapan responden lebih dari 50%, maka aplikasi mendapatkan nilai positif (setuju atau sangat setuju). Dan sebaliknya, jika presentase tanggapan responden kurang dari 50%, maka aplikasi mendapatkan nilai negatif (tidak setuju atau sangat tidak setuju) dan menunjukkan aspek aplikasi yang perlu diperbaiki (Lisrianto & Ridha, 2022).

Tabel 4. 12 Kategori Pernyataan Berdasarkan *User Engagement Scale*

No	Aspek	Pernyataan
1	<i>Aesthetics</i>	Saya menyukai tampilan grafis <i>game</i>
2		Aplikasi <i>game</i> menarik untuk saya secara estetik
3	<i>Endurability</i>	Pengalaman bermain saya terasa menguntungkan
4		Saya merasa mendapatkan manfaat dari aplikasi
5	<i>Felt Involvement</i>	Saya sangat tertarik untuk memainkan aplikasi ini

6		Pengalaman bermain saya terasa menyenangkan
7	<i>Focused Attention</i>	Saya merasa begitu asyik saat memainkan <i>game</i> ini
8		Waktu yang lewat tidak terasa ketika saya memainkan <i>game</i> ini
9	<i>Novelty</i>	Konten di dalam aplikasi ini menarik rasa penasaran saya
10		Saya akan terus memainkan <i>game</i> ini karena rasa penasaran saya
11	<i>Perceived Usability</i>	Saya merasa semangat saat membuka aplikasi ini
12		Saya tidak merasa kesulitan saat menggunakan aplikasi ini

Selanjutnya hasil kuisisioner penilaian dan perhitungan *user engagement testing* terhadap *game* yang telah dilakukan pada 19 responden ditunjukkan pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Survei & Perhitungan *User Engagement Test*

No.	Responden	No. Butir Tanggapan											
		<i>Aesthetics</i>		<i>Endurance</i>		<i>Felt Involvement</i>		<i>Focused Attention</i>		<i>Novelty</i>		<i>Perceived Usability</i>	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<i>S1</i>	4	5	4	5	5	4	4	3	4	3	4	4
2	<i>S2</i>	4	5	3	4	4	4	3	4	4	2	3	5
3	<i>S3</i>	4	4	3	3	3	4	4	2	5	5	4	3
4	<i>S4</i>	5	5	4	4	4	5	3	3	3	3	5	4
5	<i>S5</i>	5	5	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4
6	<i>S6</i>	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4
7	<i>S7</i>	4	5	3	4	5	4	4	3	4	3	3	5
8	<i>S8</i>	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4
9	<i>S9</i>	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4

10	<i>SI0</i>	5	5	3	4	5	4	2	3	4	4	4	4
11	<i>SI1</i>	5	5	3	3	3	4	4	5	3	5	3	5
12	<i>SI2</i>	4	5	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4
13	<i>SI3</i>	5	5	4	5	4	5	4	3	5	4	5	4
14	<i>SI4</i>	4	5	5	4	3	4	3	3	5	5	5	5
15	<i>SI5</i>	5	5	3	5	5	5	4	3	4	4	5	5
16	<i>SI6</i>	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5
17	<i>SI7</i>	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4
18	<i>SI8</i>	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4	4	4
19	<i>SI9</i>	4	5	4	4	3	4	3	3	5	5	5	5
Median		5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Total Skor		86	93	69	81	79	82	71	67	80	75	81	82
Jumlah Skor per Aspek		179		150		161		138		155		163	
Skor Maksimal		190		190		190		190		190		190	
Presentase Rata-Rata		94,21%		78,95%		84,74%		72,63%		81,58%		85,79%	
Kategori		Positif		Positif		Positif		Positif		Positif		Positif	

Aspek *aesthetics* mengukur tampilan visual dari aplikasi yang mencakup daya tarik, estetika, dan tata letaknya. Semua pertanyaan yang terkait dengan aspek ini mendapatkan median 5 dengan total presentase rata-rata respon pengguna sebesar 94,21% yang menunjukkan mayoritas responden menilai *game Math Maze Adventure* memiliki tampilan visual yang menarik.

Endurability adalah ukuran untuk mengevaluasi daya tarik aplikasi dalam mempertahankan minat pengguna untuk terus memainkannya di masa depan. Presentase rata-rata pada aspek ini mencapai 78,95% dengan median 4,

menunjukkan mayoritas responden merasa betah dan setuju bahwa *game Math Maze Adventure* memberikan manfaat yang baik sehingga mereka merasa tertarik untuk terus memainkannya.

Felt involvement adalah evaluasi terhadap sejauh mana aplikasi memberikan pengalaman menarik dan menyenangkan. Hasil tanggapan dari para responden mencapai presentase 84,74%, menunjukkan dampak positif yang signifikan, dan menandakan bahwa para responden merasa sangat senang dan tertarik dalam memainkan *game Math Maze Adventure*.

Aspek *focused attention* mengevaluasi kemampuan aplikasi dalam mempertahankan perhatian pemain pada permainan. Meskipun hasil presentase aspek ini termasuk dalam kategori positif, namun nilai presentase sebesar 72,63% menunjukkan bahwa terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut pada beberapa aspek *game* agar dapat lebih menarik perhatian pengguna dengan lebih efektif.

Aspek *novelty* mengukur kemampuan aplikasi dalam menciptakan ketertarikan dan rasa ingin tahu bagi pengguna. Mayoritas responden memberikan tanggapan positif dengan presentase rata-rata sebesar 81,58%. Poin yang menunjukkan bahwa *Math Maze Adventure* akan terus dimainkan karena rasa penasaran mendapatkan total skor 75. Dengan demikian, perlu beberapa peningkatan untuk memperkuat daya tarik dan rasa penasaran bagi pengguna.

Aspek *perceived usability* menilai aspek kegunaan dari aplikasi. Mayoritas responden bersemangat dan tidak mengalami kesulitan saat memainkan *game Math Maze Adventure* dengan presentase rata-rata sebesar 85,79%.

4.8 Integrasi Sains dan Islam

Islam adalah agama ideal yang diberikan oleh Allah SWT kepada Nabi Muhammad SAW untuk mengatur segala aspek kehidupan manusia. Hubungan antara manusia dengan Tuhan, antara individu dengan dirinya sendiri, dan hubungan antar manusia dalam berbagai bidang seperti pendidikan, hukum, dan ekonomi semuanya tercakup dalam agama ini. Menurut sejumlah hadits, pendidikan memainkan peran penting dalam Islam, menekankan perlunya belajar.

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ

Artinya : Menuntut ilmu itu diwajibkan bagi setiap orang islam (*Riwayat Ibnu Majah, Al-Baihaqi, Ibnu Abdil Barr, dan Ibnu Adi, dari Anas bin Malik*).

Setiap orang yang mencari ilmu secara otomatis dia telah meningkatkan kemampuan intelektual atau pengetahuannya (kognitif), sebagaimana teori belajar kognitif yang lebih mementingkan proses belajar dari pada hasil belajarnya. Hal ini sejalan dengan perintah Allah SWT untuk selalu membaca sebagaimana tertuang dalam Al-Qur'an surat *Al-Alaq* (96) : 1-5.

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ۝ ١ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۝ ٢ اقْرَأْ وَرَبُّكَ

الْأَكْرَمُ ۝ ٣ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۝ ٤ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۝ ٥

Artinya : “*Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari sesunggumpal darah. Bacalah, dan tuhanmulah yang maha pemurah. Yang mengajarkan (manusia) dengan perantaraan kalam. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak di ketahuinya.*”

Dalam Tafsir *Al-Misbah* dijelaskan oleh Prof. Dr. AG. K.H Muhammad Quraish Shihab, Lc., M.A. bahwa kalimat "Iqra" dalam ayat tersebut dapat ditafsirkan sebagai membaca atau menghimpun. Makna "membaca" dalam

konteks ini tidak terbatas pada teks tertulis sebagai objek bacaan, tetapi mencakup berbagai objek dalam konteks kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, perintah "Iqra'" mengandung makna lebih luas yang melibatkan pengumpulan dan pemahaman terhadap berbagai pengetahuan dan pengalaman dalam kehidupan (Dozan, 2020).

Dalam konteks pendidikan, al-Qur'an menekankan pentingnya tanggung jawab intelektual dalam segala aktivitas serta nilai penting belajar dan menuntut ilmu. Dalam al-Qur'an, perintah untuk membaca memiliki makna yang lebih luas, tidak hanya terbatas pada bacaan fisik, tetapi juga mencakup pemahaman dan pembelajaran dalam segala aspek kehidupan. Al-Qur'an mendorong manusia untuk terus belajar secara holistik, baik dalam hal yang bersifat lahiriah maupun batiniah. Belajar bukan hanya sebatas membaca, tetapi juga melibatkan internalisasi nilai-nilai tauhid dan menuntun ke arah kebenaran (Dozan, 2020). Melalui proses belajar dan membaca, seseorang dapat meningkatkan aspek kognitifnya. Dalam konteks ini, aspek kognitif merujuk pada pengetahuan dan pemahaman yang diperoleh. Dengan belajar, seseorang dapat meningkatkan pengetahuannya tentang berbagai hal, memperluas wawasan, dan mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam. Dengan demikian, melalui proses belajar dan membaca, seseorang dapat meningkatkan aspek kognitifnya secara signifikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari implementasi dan pengujian *fuzzy mamdani* pada *game 3D Math Maze Adventure* berbasis *Unity* yang telah dikembangkan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian berhasil membangun *Game* edukasi 3D “*Math Maze Adventure*” menggunakan *Unity* sebagai media pembelajaran matematika berupa petualangan labirin 3 dimensi berbasis *desktop*. Misinya adalah *player* harus mengumpulkan 4 kunci yang tersebar di dalam labirin dengan menjawab beberapa soal untuk dapat menemukan pintu keluar labirin dalam batas waktu yang telah ditentukan.
2. Penelitian berhasil mengimplementasikan metode *Fuzzy Mamdani* yang disematkan pada *game* sebagai sistem pendukung untuk menilai dan mengetahui kemampuan kognitif *user* terhadap materi bangun ruang sisi datar, Parameter *input* didapatkan dari hasil *player* menjawab soal dalam *game*.
3. Berdasarkan hasil pengujian *rules*, dapat diketahui bahwa tingkat akurasi dari perancangan *game 3D Math Maze Adventure* menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* yaitu sebesar 100%, artinya semua *output* yang dihasilkan pada pengujian ini sudah sesuai dengan *rules* yang telah ditentukan.
4. Pengujian efektivitas *Game 3D Math Maze Adventure* melibatkan 19 siswa kelas VIII di MTs AL-Hikmah Poncokusumo dengan memberikan soal *pre-*

test dan *post-test*. Dari hasil *pre-test* diperoleh nilai rata-rata hasil belajar siswa sebelum diterapkan media *Game 3D Math Maze Adventure* sebesar 61,58. Dan setelah diterapkannya media *Game 3D Math Maze Adventure* mengalami peningkatan, diperoleh nilai rata-rata hasil *post-test* sebesar 83,16, serta didapatkan nilai rata-rata skor *n-gain* sebesar 56,49%, sehingga dapat dikategorikan bahwa penggunaan *Game 3D Math Maze Adventure* sebagai media pembelajaran cukup efektif.

5. Hasil *usability testing* secara keseluruhan menunjukkan presentase rata-rata sebesar 88,84% dan setiap aspek *usability testing* termasuk dalam kriteria sangat kuat, sehingga dapat disimpulkan bahwa *game Math Maze Adventure* sudah *user friendly*, mudah dipelajari, efisien dalam pengoperasian, dan pengguna cukup puas dalam menggunakan aplikasi tersebut.
6. Berdasarkan hasil *user engagement testing*, seluruh aspek pengujian menunjukkan nilai positif dengan presentase rata-rata *aesthetics* (estetika) sebesar 94,21%, *endurability* (daya tahan) sebesar 78,95%, *felt involvement* (keterlibatan rasa) sebesar 84,74%, *focused attention* (fokus perhatian) sebesar 72,63%, *novelty* (kebaruan) sebesar 81,58%, dan *perceived usability* (kegunaan yang dirasakan) sebesar 85,79%.
7. Hasil pengujian sistem dengan menggunakan metode *black box*, menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan dan berfungsi dengan baik pada dua *device* berbeda sesuai dengan yang diharapkan oleh pengembang.

5.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan yang dapat dijadikan dasar untuk pengembangan di masa mendatang, yaitu:

1. Perlu meningkatkan kualitas grafik gambar, objek, *texture*, dan animasi gerakan agar lebih realistis dan menarik bagi pemain.
2. Pada *game* ini perlu ditambahkan *NPC* (karakter buatan) agar interaksi dengan karakter-karakter tersebut lebih menarik dan memberikan pengalaman bermain yang lebih menyenangkan.
3. Pengembangan perlu dilakukan terutama pada *level* permainan agar variasi permainan meningkat, sehingga pemain merasa tertantang dan semakin tertarik untuk terus memainkan *game* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dozan, W. (2020). Nilai-Nilai Pendidikan Islam Dalam Surat Al- Alaq Ayat 1-5. *Ta'Limuna*, 9(02).
- Fuad, N. (2021). *Penerapan Media Pembelajaran Online Berbasis Game Edukasi dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Matematis Peserta Didik Kelas VI A SD Darul Ulum Bungurasih Waru Sidoarjo*.
- Hake, R. R. (2022). *Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization*. https://www.researchgate.net/publication/237457456_Relationship_of_Individual_Student_Normalized_Learning_Gains_in_Mechanics_with_Gender_High-School_Physics_and_Pretest_Scores_on_Mathematics_and_Spatial_Visualization?enrichId=rgreq-c23de228b81c5152e9fd0a0a4db9e8ca-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNzQ1NzQ1NjUzOzoxNzI4Njg0NzQyNTMzMTJAMTQxODIyNjQ2NDQ2Mw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf
- Halim, M., & Luthfi, E. T. (2013). *Pembuatan Game "The Last Mission" dengan Menggunakan FPS Creator*. Universitas Amikom.
- Irwandi, P., Erlansari, A., & Effendi, R. (2016). Perancangan *Game* First Person Shooter (FPS) "Boar Hunter" berbasis Virtual Reality. *Jurnal Rekursif*, 4(1).
- Khaerudin, M., Srisulistiowati, D. B., & Warta, J. (2021). *Game Edukasi dengan Menggunakan Unity 3D untuk Menunjang Proses Pembelajaran*. *JSI (Jurnal Sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, 8(2).
- Lisrianto, G. K., & Ridha, A. (2022). Pengujian Tahap Beta Literasik: Permainan Edukasi Bahasa Indonesia. *Jurnal Ilmu Komputer Agri Informatika*, 10, 1–9. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jika>
- Malik, S., & Agarwal, A. (2012). Use of Multimedia as a New Educational Technology Tool—A Study. *International Journal of Information and Education Technology*, 2(5), 468–471. <https://doi.org/10.7763/ijiet.2012.v2.181>
- Mardhiyana, D. (2017). Penilaian Hasil Belajar Matematika pada Kurikulum 2013 dengan Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani. *Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY*.
- Muntahanah, Handayani, S., & Lidia. (2021). Penerapan Metode *Fuzzy Mamdani* Penentuan Strategi Belajar Siswa pada Persiapan Ujian Nasional Berbasis Komputer. *Jurnal Pseudocode*, 2.
- Muthia, T. I. (2022). *Pengembangan Game Edukasi 3D "Mathroom" sebagai Media Pembelajaran Bilangan Pecahan Matematika Siswa Kelas 5 Sekolah Dasar Menggunakan Unity Engine*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Nafiah, S. (2018). *Rancang Bangun Automatic Water Filling Tub System Menggunakan Algoritma Fuzzy Mamdani*. Universitas Brawijaya.

- Oktavia, A. P. (2021). *Analisis Kualitas Butir Soal Matematika pada Ujian Akhir Semester Gasal Berdasarkan Taksonomi Bloom Kelas VIII SMP Negeri 1 Patikraja Kabupaten Banyumas*. www.iainpurwokerto.ac.id
- Paisal, R. (2017). Evaluasi dan Peningkatan Prestasi Belajar Siswa dengan Sistem Pakar Berbasis Fuzzy. *JIPSI (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Sistem Informasi)*, 4.
- Ramadhanti, N. F., Lamada, M., & Riska, M. (2021). Pengembangan Aplikasi *Game* Edukasi 3D “Finding Geometry” Berbasis *Unity* Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Matematika. *Jurnal MediaTIK : Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer*, 4(2).
- Riyadi, A., & James. (2021). Analisis *Usability Testing* pada *User Interface* dalam *Game* Idle Breeder. *JOURNAL OF APPLIED MULTIMEDIA AND NETWORKING*, 5(2). <https://doi.org/10.30871/jamn.v5i2.3782>
- Rizky, & Pudrianisa, S. L. G. (2019). Pengujian *Usability* Pada *Tangible Game* Sebagai Media Promosi Candi. *Journal INFOS*, 2(1).
- Sahardevi, Z. W., Nurhayati, O. D., & Martono, K. T. (2015). Perancangan Dan Implementasi Teknologi Virtual Reality Modelling Language 3 Dimensi Pada Pengenalan Perangkat Keras Komputer Berbasis Website. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(1), 147–153. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.1.2015.147-153>
- Sari, K. W., Saputro, S., & Hastuti, B. (2014). Pengembangan *Game* Edukasi Kimia Berbasis *Role Playing Game* (RPG) pada Materi Struktur Atom sebagai Media Pembelajaran Mandiri untuk Siswa Kelas X SMA di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 3, 96–104.
- Setianto, T., Arifin, Z., & Kridalaksana, A. H. (2016). Pembuatan *Game* “*Math Task*” dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 1(1). www.smartights.com
- Setyaningsih, R. (2017). Penggunaan Metode *Fuzzy Mamdani* untuk Rancang Bangun Sistem Pemilihan Program Studi pada Kampus AMIK-BSI Jakarta. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer*, 2(2).
- Sugiyono, Prof. Dr. (2015). Metode Penelitian Pendidikan. In *Penerbit AlphaBeta* (Vol. 3). Alfabeta.
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2011). *Kecerdasan Buatan* (B. Rini W, Ed.; 1st ed.).
- Vidiardi, S. (2015). *Pengembangan Museum Virtual Interaktif Menggunakan Teknologi Desktop Virtual Reality pada Museum Ranggawarsita*. Universitas Negeri Semarang.
- Wahyudi, F., Sukmo Wardhono, W., & Akbar, A. (2017). Pengembangan Permainan Edukasi Simulasi Astronomi Menggunakan Teknologi Mobile Virtual Reality. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(11), 1185–1194.
- Wibisono, A., Wijayanto, & Menarianti, I. (2017). *Pengembangan Game Edukasi Teka-teki Silang Ragam Istilah Teknologi Informasi Berbasis Android*.
- Wibowo, S. (2015). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Penjadwalan Waktu Kuliah. *Jurnal Informatika UPGRIS*, 1(1).

LAMPIRAN I

SURAT IZIN PENELITIAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Gajayana 50 Malang 65144 Telepon/Faksimile (0341) 558933
Website: <http://saintek.uin-malang.ac.id>, email: saintek@uin-malang.ac.id

Nomor : B-103.O/FST.01/TL.00/05/2023
Lampiran : -
Hal : Permohonan Penelitian

Yth. Pimpinan MTs Al-Hikmah
Jl. Raya Karanganyar No. 15, Karanganyar, Kec. Poncokusumo, Kab. Malang
(65157)

Dengan hormat,
Sehubungan dengan penelitian mahasiswa Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang atas
nama:

Nama : ERYAN RACHMAN HAKIM
NIM : 16650044
Judul Penelitian : Implementasi Metode Fuzzy Mamdani untuk Menilai
Kemampuan Kognitif User pada Game 3D \"Math Maze
Adventure\"
Dosen Pembimbing : HANI NURHAYATI,M.T

Maka kami mohon Bapak/Ibu berkenan memberikan izin pada mahasiswa
tersebut untuk melakukan penelitian di MTs Al-Hikmah dengan waktu
pelaksanaan pada tanggal 16 Mei 2023 sampai dengan 20 Mei 2023.

Demikian permohonan ini, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan
terimakasih.

Malang, 19 Mei 2023
a.n Dekan

Scan QRCode ini



untuk verifikasi surat



Wakil Dekan Bidang Akademik,

Dr. Anton Prasetyo, M.Si
NIP. 19770925 200604 1 003

LAMPIRAN II

SURAT IZIN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN



YAYASAN AL-HIKMAH PONCOKUSUMO

MTs AL-HIKMAH

Akte Notaris : TEMMY MURDLATMO, SH., M.Kn. No. 02 Tanggal 02 Nopember 2015

Terakreditasi : " B " Nomor : 972/BAN-SN/SK/2019

NSM : 121235070108 NPSN : 20581309

Jl. Raya Karanganyar No. 15 Poncokusumo Telp. 0341 788255 Malang

Email : mtsalhikmahkaranganyar@gmail.com

Nomor : 28 /MTs.22.661/108/B.KP/V/2023
Lampiran : -
Perihal : Pemberitahuan Pelaksanaan Penelitian

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
Di Jl. Gajayana No. 50 Malang

Dengan hormat,

Sehubungan dengan kami terimanya surat dengan nomor B-103.O/FST.01/TL.00/05/2023 tentang permohonan penelitian mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang di Lembaga kami Oleh Mahasiswa sebagai berikut :

Nama : ERYAN RACHMAN HAKIM

NIM : 16650044

Judul Penelitian : Implementasi Metode Fuzzy Mamdani untuk Menilai Kemampuan Kognitif User pada Game 3D \"Math Maze Adventure\"

Maka kami telah memberikan izin pada mahasiswa tersebut untuk melakukan penelitian di MTs Al-Hikmah dengan waktu pelaksanaan pada tanggal 19 Mei 2023.

Demikian surat pemberitahuan pelaksanaan penelitian pada Lembaga kami, untuk dapat digunakan sebagai kelengkapan data penyusunan skripsi

Poncokusumo, 19 Mei 2023
Kepala MTs Al Hikmah



Durotul Bariyah S.Ag

LAMPIRAN III

DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN

