

**PENENTUAN TINGKAT KESULITAN MAP SESUAI DENGAN  
KEMAMPUAN PLAYER PADA GAME EDUKASI 3D  
BERTIPE MAZE MENGGUNAKAN METODE  
FUZZY SUGENO**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
MUHAMAD AZIZ  
NIM. 200605110135**



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

**PENENTUAN TINGKAT KESULITAN MAP SESUAI DENGAN  
KEMAMPUAN PLAYER PADA GAME EDUKASI 3D  
BERTIPE MAZE MENGGUNAKAN METODE  
FUZZY SUGENO**

**SKRIPSI**

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

Oleh:  
**MUHAMAD AZIZ**  
**NIM. 200605110135**

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

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENENTUAN TINGKAT KESULITAN MAP SESUAI DENGAN  
KEMAMPUAN PLAYER PADA GAME EDUKASI 3D  
BERTIPE MAZE MENGGUNAKAN METODE  
FUZZY SUGENO**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**MUHAMAD AZIZ**  
**NIM. 200605110135**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal: 30 April 2024

Pembimbing I



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


Pembimbing II



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

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



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

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENENTUAN TINGKAT KESULITAN MAP SESUAI DENGAN KEMAMPUAN PLAYER PADA GAME EDUKASI 3D BERTIPE MAZE MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO

#### SKRIPSI

Oleh:  
**MUHAMAD AZIZ**  
NIM. 200605110135

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal: 15 Mei 2024


#### Susunan Dewan Penguji

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

Anggota Penguji I : Shoffin Nahwa Utama, MT  
NIP. 19870909 202012 1 001

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

Anggota Penguji III : Dr. Ririen Kusumawati, S.Si., M.Kom  
NIP. 19720309 200501 2 002

()  
()  
()  
()

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



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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Aziz  
NIM : 200605110135  
Fakultas / Prodi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Penentuan Tingkat Kesulitan Map Sesuai Dengan  
Kemampuan Player Pada Game Edukasi 3d Bertipe Maze  
Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno

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

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

Malang, 30 April 2024  
Yang membuat pernyataan,



Muhamad Aziz  
NIM. 200605110138

**HALAMAN MOTTO**

*“Jangan pernah berharap kepada orang lain, do your own business”*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunia-Nya. Dengan rasa syukur, saya persembahkan karya ini kepada :

Kedua orang tua saya. Saya ingin dengan tulus menyampaikan persembahan ini kepada kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan cinta, dukungan, dan doa dalam setiap langkah perjalanan hidup saya.

Teman – teman yang telah mendukung saya selama perkuliahan ini. Setiap kata semangat, bantuan, dan kebersamaan yang diberikan telah menjadi pendorong bagi saya untuk terus maju.

Semua dosen Program Studi Teknik Informatika. Ilmu yang diberikan dan semangat untuk semangat terus berkembang menjadi landasan bagi saya dalam menggapai mimpi dan meraih kesuksesan di masa depan.

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Penentuan Tingkat Kesulitan *Map* Sesuai dengan Kemampuan Player pada *Game* Edukasi 3D Bertipe *Maze* dengan Menggunakan Metode *Fuzzy* Sugeno”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam penyelesaian skripsi ini, terdapat banyak pihak yang telah berjasa memberikan bantuan baik dalam bentuk moral dan material. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika yang senantiasa memberikan fasilitas, program, dan motivasi untuk kelancaran penulisan skripsi.
4. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M. T., selaku dosen pembimbing I yang bersedia untuk membimbing pengerjaan skripsi.



5. Dr. Ririen Kusumawati, S.Si., M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan dalam pengerjaan skripsi.
6. Seluruh jajaran dosen dan staff Teknik Informatika yang telah memberi ilmu selama perkuliahan.
7. Teman – teman mahasiswa Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Malang, 30 April 2024

Muhamad Aziz

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
البحث مستخلص .....	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Penelitian Terkait .....	7
2.3 <i>Map</i> .....	10
2.4 <i>Maze</i> .....	11
2.5 <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS) Sugeno .....	11
2.6 <i>System Usability Scale</i> .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>17</b>
3.1 Analisis dan Perancangan .....	17
3.1.1 Analisis <i>Game</i> .....	17
3.1.3 Rancangan Antarmuka .....	17
3.2 <i>Storyboard</i> .....	20
3.3 <i>Finite State Machine</i> .....	22
3.4 Rancangan Perhitungan <i>Fuzzy Sugeno</i> .....	25
3.4.1 Fuzzifikasi .....	30
3.3.2 Pembentukan <i>Rule Base</i> .....	33
3.3.3 Inferensi .....	34
3.3.4 Defuzzifikasi .....	34
<b>BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>36</b>
4.1 Implementasi Sistem .....	36
4.2 Pembahasan .....	40
4.2.1 Hasil Implementasi <i>Fuzzy Sugeno</i> .....	41
4.2.2 Perbandingan Hasil Algoritma pada Matlab dan Game .....	45
4.3 Pengujian <i>Usability</i> .....	47
4.4 Integrasi Islam .....	53
4.4.1 Muamalah Mu'Allah .....	53

4.4.2 Muamalah Mu' Annas .....	54
4.4.3 Muamalah Ma' Alam .....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi kurva segitiga (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014)....	13
Gambar 2.2 Representasi linear naik (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014) .....	13
Gambar 2.3 Representasi linear naik (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014) .....	14
Gambar 2.4 Representasi Linear Turun (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014) ....	14
Gambar 3.1 Menu utama.....	18
Gambar 3.2 Pemilihan map.....	18
Gambar 3.3 Pengaturan.....	19
Gambar 3.4 Tentang.....	19
Gambar 3.5 Map default .....	20
Gambar 3.6 Level mudah.....	20
Gambar 3.7 Level sedang.....	20
Gambar 3.8 Level sulit.....	20
Gambar 3.9 Finite state machine.....	24
Gambar 3.10 Flowchart Fuzzy Sugeno.....	29
Gambar 4.1 Tampilan menu penentuan map maze default.....	40
Gambar 4.2 Tampilan menu penentuan map maze dengan fuzzy .....	41
Gambar 4.3 Map default .....	41
Gambar 4.4 Log fuzzifikasi percobaan pertama .....	42
Gambar 4.5 Log defuzzifikasi percobaan pertama .....	42
Gambar 4.6 Map hasil perhitungan fuzzy Sugeno percobaan pertama.....	42
Gambar 4.7 Log fuzzifikasi percobaan kedua.....	43
Gambar 4.8 Log defuzzifikasi percobaan kedua.....	43
Gambar 4.9 Map hasil penentuan fuzzy Sugeno percobaan kedua.....	44
Gambar 4.10 Log fuzzifikasi percobaan ketiga .....	44
Gambar 4.11 Log defuzzifikasi percobaan ketiga.....	44
Gambar 4.12 Map hasil penentuan fuzzy Sugeno percobaan ketiga .....	45
Gambar 4.13 Tingkat skor SUS (Bangor et al., 2009).....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dengan penelitian terkait.....	8
Tabel 3.1 Storyboard game .....	21
Tabel 3.2 Rancangan soal map default .....	25
Tabel 3.3 Rancangan soal level mudah.....	26
Tabel 3.4 Rancangan soal level sedang.....	26
Tabel 3.5 Rancangan soal level sulit.....	27
Tabel 3.6 Variabel input koin .....	30
Tabel 3.7 Variabel input poin .....	31
Tabel 3.8 Variabel input waktu.....	31
Tabel 3.9 Komposisi aturan fuzzy .....	33
Tabel 4.1 Perbandingan output dan aturan fuzzy.....	46
Tabel 4.2 Versi standar dari system usability scale (Brooke, 1986).....	47
Tabel 4.3 Hasil kuisisioner SUS .....	49
Tabel 4.4 Hasil skor SUS .....	50
Tabel 4.5 Hasil akhir skor SUS.....	51

## ABSTRAK

Aziz, Muhamad. 2024. **Penentuan Tingkat Kesulitan Map Sesuai dengan Kemampuan Player pada Game Edukasi 3D Bertipe Maze dengan Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M. T. (II) Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom.

**Kata Kunci:** *Game Edukasi, Tingkat Kesulitan, Maze Map, Fuzzy Sugeno.*

Game edukasi bertipe maze sering digunakan untuk membantu pemain meningkatkan pemikiran spasial dan kemampuan memecahkan masalah. Namun, kesulitan yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengurangi efektivitas pengalaman belajar dan bermain. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan game edukasi yang mampu untuk menentukan map sesuai dengan kemampuan player. Tingkat kesulitan map dimodelkan menggunakan metode fuzzy Sugeno. Perhitungan fuzzy Sugeno menghasilkan level mudah, sedang, dan sulit dengan memproses variabel koin, poin, dan waktu dari hasil permainan sebelumnya. Hasil dari penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi metode fuzzy Sugeno sebesar 100%. Selain itu, hasil pengukuran usability testing, menghasilkan rata-rata SUS 80,5 dan masuk ke kategori Excellent.

## ABSTRACT

Aziz, Muhamad. 2024. **Penentuan Tingkat Kesulitan *Map* Sesuai dengan Kemampuan *Player* pada *Game* Edukasi 3D Bertipe *Maze* dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno***. Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisors: (I) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M. T. (II) Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom.

Educational maze-type games are often used to help players improve spatial thinking and problem-solving skills. However, excessively high or low difficulty levels can reduce the effectiveness of the learning and gaming experience. Therefore, this research aims to develop an educational game capable of determining maps according to the player's ability. The difficulty level of the map is modeled using the fuzzy Sugeno method. Fuzzy Sugeno calculations yield easy, medium, hard levels by processing variables such as coins, points, time from previous game results. The results of this research yield a 100% accuracy level for the fuzzy Sugeno method. Additionally, the result of usability testing measurements yield an average SUS score of 80.5, categorizing it as Excellent.

**Keywords:** Educational Game, Level, Maze Map, Fuzzy Sugeno.

## البحث مستخلص

عزيز، محمد ٢٠٢٤. تحديد مستوى صعوبة الخريطة وفقاً لقدرة اللاعب في الألعاب التعليمية ثلاثية الأبعاد من نوع المتاهة باستخدام طريقة سوجينو الضبابية. الأطروحة. قسم هندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج الإسلامية الحكومية. المشرف: (١) الدكتور يونيفه مفتش العريف، ماجستير في التقنية. (٢) الدكتور ريرين كوسوماواتي، ماجستير. في الحاسوب

الكلمات الرئيسية: لعبة تعليمية، مستوى الصعوبة، خريطة المتاهة، سوجينو غامض

غالبًا ما تُستخدم الألعاب التعليمية من نوع المتاهة لمساعدة اللاعبين على تحسين مهارات التفكير المكاني وحل المشكلات. ومع ذلك، فإن الصعوبات العالية جداً أو المنخفضة جداً يمكن أن تقلل من فعالية تجربة التعلم واللعب. لذلك، يهدف هذا البحث إلى إنتاج لعبة تعليمية قادرة على تحديد الخريطة وفقاً لقدرة اللاعب. يتم نمذجة مستوى صعوبة الخريطة باستخدام طريقة سوجينو الضبابية. تُنتج حسابات سوجينو الضبابية مستويات سهلة ومتوسطة وصعبة من خلال معالجة متغيرات العملة والنقطة والوقت من نتائج اللعبة السابقة. أسفرت نتائج هذا البحث عن معدل دقة لطريقة سوجينو الضبابية بنسبة % ١٠٠. وبالإضافة إلى ذلك، أسفرت نتائج قياسات اختبار قابلية الاستخدام، عن متوسط دقة في الاستخدام بلغ ٧٨.٦٨ وفي فئة B+.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam beberapa tahun terakhir, game telah berkembang pesat. Hal ini mengacu pada perkembangan, perluasan, dan perubahan luar biasa yang terjadi di sektor ini dalam waktu yang relative singkat. Kemajuan yang cepat dalam industri game melibatkan berbagai jenis permainan, termasuk game strategi, petualangan, teka-teki, olahraga, dan sebagainya yang disajikan melalui platform permainan seperti playstation, personal computer, dan perangkat mobile (Abidin & Hasan Wahyudi, 2017). Kemajuan teknologi dalam perangkat keras dan perangkat lunak telah menjadi faktor kunci. Permainan yang lebih rumit dan menarik saat ini dapat terealisasi karena peningkatan kinerja kapasitas konsol dan computer untuk membuat gambar lebih hidup (Teguh Martono, 2015).

Efek dari kemajuan game, saat ini game dipandang lebih dari sekedar hiburan. Game juga dapat menjadi platform untuk pengujian kemampuan kognitif dan alat pengajaran yang efektif. Kapasitas kognitif pemain diuji dan dikembangkan secara signifikan melalui permainan video. Pemecahan masalah, kreatifitas, memori, pengambilan keputusan, dan kemampuan spasial adalah contoh dari banyak aspek pemikiran dan pemahaman yang mencakup kemampuan kognitif (Sari et al., 2023). Dalam hal ini pemain secara tidak langsung akan belajar. Belajar adalah kegiatan mental yang aktif untuk mengingat, mencapai, dan menggunakan pengetahuan (Wahyuni et al., 2007). Hal ini sebagaimana sudah dijelaskan dalam firman Allah surah Al – Alaq ayat 1 – 5 tentang pentingnya belajar.

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ١ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ٢ اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ٣ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ٤ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ  
مَا لَمْ يَكُنْ يَعْلَمُ ٥

*“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah dan tuhanmulah yang maha pemurah. Yang mengajarkan (manusia) apa yang tidak diketahuinya.”(Q.S. Al-Alaq 1-5)*

Dalam tafsir Al-Misbah, Prof. Dr. AG. K.H Muhammad Quraish Shihab, Lc., M.A. menjelaskan bahwa kalimat “iqra” dalam ayat Al-Qur’an diatas tidak hanya berarti membaca teks tertulis, tetapi juga menghimpun pengetahuan dan pengalaman. Hal ini berarti perintah “iqra” memiliki makna yang luas, yaitu mendorong umat islam untuk mempelajari berabagai hal dalam kehidupan (Dozan, 2020). Dalam konteks pendidikan, ayat ini mengajarkan kepada setiap umat muslim untuk belajar atau menuntut ilmu. Umat islam harus selalu berusaha untuk memperluas pengetahuan dan pemahaman tentang dunia sekitar mereka. Oleh karena itu ayat “iqra” menjadi landasan penting bagi pendidikan dalam islam.

Salah satu tipe permainan yang menarik minat dan menjadi game edukasi adalah game bertipe maze (Mulyawati & Elizabeth, 2023). Maze atau merupakan jenis permainan yang menantang pemain untuk menemukan jalan keluar. Permainan ini telah terbukti membantu pemain meningkatkan reaksi motorik, keterampilan berpikir kritis, dan perencanaan strategi (Yulistari et al., 2018).

Selain memiliki beberapa keunggulan, game edukasi juga memiliki beberapa kelemahan. Beberapa kekurangan dalam game edukasi meliputi tingkat monoton yang tinggi dan kurangnya interaktivitas yang dapat menyebabkan kurangnya minat dari pemain terhadap game edukasi. Dari segi teknis, mekanisme pengaturan

tingkat kesulitan saat ini dianggap tidak adaptif atau bersifat manual (Sopiatun et al., 2022). Hal ini menyebabkan game tidak mampu menyesuaikan diri dengan kemampuan pemain. Penentuan tingkat kesulitan pada game merupakan aspek krusial yang dapat mempengaruhi pengalaman bermain. Tingkat kesulitan yang tepat akan menjaga minat pemain, mencegah kebosanan, dan memberikan tantangan yang sesuai dengan kemampuan individu (Haryanto, 2016). Oleh karena itu, penting untuk menghasilkan tingkat kesulitan yang dapat menyesuaikan diri dengan kemampuan pemain, sehingga pemain memiliki pengalaman yang sesuai dengan tingkat keterampilan mereka.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, metode fuzzy dapat digunakan sebagai alternatif dalam kecerdasan buatan untuk menjadi pendukung sistem yang menentukan tingkat kesulitan map yang sesuai dengan kemampuan pemain. Beberapa pendekatan fuzzy, seperti Sugeno, Tsukamoto, dan Mamdani. Dalam penelitian ini, metode Sugeno dipilih karena output yang dihasilkan berupa konstanta atau persamaan linear (Z. Mahmud et al., 2016). Hal ini dapat berguna dalam berbagai aplikasi seperti pengendalian sistem, prediksi, atau pengambilan keputusan dimana output yang numerik lebih diinginkan dibandingkan himpunan fuzzy sebagai output seperti yang biasanya ditemui pada metode fuzzy Sugeno.

Game yang akan dikembangkan bernama “Inside The Maze”, merupakan game labirin 3 dimensi. Dalam game ini pemain harus menemukan jalan keluar dari labirin secepat mungkin. Mereka juga memiliki tugas tambahan yaitu menyelesaikan misi untuk mendapatkan poin dan mengumpulkan koin yang

tersebar di labirin. Dari hasil permainan dan tugas tambahan tersebut, sistem akan memproses data untuk menghasilkan map dengan bantuan metode fuzzy Sugeno.

Dengan penerapan metode fuzzy Sugeno untuk menentukan map sesuai dengan kemampuan player, diharapkan mampu menghasilkan permainan yang adaptif. Sehingga pemain akan merasa lebih nyaman dan tidak terlalu tertekan oleh tantangan yang terlalu sulit atau bosan karena tantangan yang terlalu mudah serta menjadikan pengalaman bermain yang lebih menyenangkan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan di latar belakang, maka dapat disimpulkan rumusan masalahnya yaitu diperlukan *game* yang dapat menentukan tingkat kesulitan *map* yang sesuai dengan kemampuan *player* menggunakan metode *fuzzy* Sugeno.

## **1.3 Batasan Masalah**

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

1. *Game* menyediakan 9 map berbeda.
2. *Game* bersifat *single player* atau hanya dimainkan pemain Tunggal.
3. *Game* dikembangkan berbasis desktop.
4. *Player* harus di atas 13 tahun atau minimal kelas 1 SMP/Sederajat.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian ini untuk menghasilkan sistem yang mampu menentukan *map* yang sesuai dengan kemampuan pemain pada *game* bertipe *maze* menggunakan metode *fuzzy* Sugeno.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penulis berharap hasil dari penelitian ini mampu menghasilkan *game* yang bersifat edukatif dan adaptif terhadap pemain. Pemain akan mendapatkan pengetahuan akademik matematika, keterampilan kognitif, dan keterampilan emosional. Selain itu, dapat digunakan sebagai landasan penelitian selanjutnya dalam konsep permainan adaptif.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Hasil dari penelitian terdahulu dapat dijadikan panduan untuk mempelajari lebih jauh kelebihan dan kekurangan pada komponen tertentu. Penelitian ini akan berhubungan dengan beberapa penelitian terkait yang mencakup tingkat kesulitan dan *maze game*.

Penelitian yang dilakukan oleh Colwell & Glavin (2018) ini menyajikan penerapan DDA pada *game custom defensive*. Tujuan permainan ini adalah untuk menjauhkan gelombang peyerangan musuh dari kastil. Berdasarkan performa pemain saat ini, DDA berfungsi untuk mengubah tingkat spawn musuh. Secara khusus, peneliti menetapkan tingkat kesulitan yang sesuai untuk *level* berikutnya. Setelah mengevaluasi metode terhadap 30 responden, dapat disimpulkan bahwa penggunaan DDA membuat permainan lebih menyenangkan.

Penelitian oleh Minarto (2022) bertujuan untuk menggabungkan pembelajaran dan permainan sebagai solusi untuk meningkatkan minat belajar siswa. Penelitian ini menerapkan sistem berbasis aturan (RBS) untuk membimbing pemain ke scenario yang sesuai dengan kemampuan masing- masing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan rentang kesulitan dan pusat cluster yang ditentukan, RBS dapat secara efektif mengarahkan pemain ke tingkat soal yang sesuai dengan kemampuan masing – masing siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh Krisdiawan *et al.* (2022) yang mengembangkan permainan intruksional bertipe labirin sebagai alat pengajaran

aksara sunda. Arena labirin dibuat menarik dan dinamis dengan menggunakan metode *recursive backtracking* sebagai *maze generator*. Penelitian ini menghasilkan permainan labirin yang lolos uji UAT dan terbukti menarik serta memiliki komponen edukasi yang menyenangkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Chaiwong *et al.* (2021) bertujuan untuk membuat *puzzle maze game* untuk mendeteksi dini dimensia yang dilengkapi dengan antarmuka bernyanyi untuk meningkatkan kesehatan mental. Hasil penelitian adalah mampu menciptakan *maze game* yang efektif untuk mendeteksi dini dimensia dengan integrasi antarmuka bernyanyi dapat membantu meringankan stres dan meningkatkan kesehatan mental pemain.

Penelitian yang dilakukan oleh Mu'arifah *et al.* (2023) membahas tentang pembuatan dan penilaian perangkat pembelajaran *maze game* yang akan membantu siswa kelas 1 SDN Kepuhan menjadi menguasai dalam menyelesaikan soal cerita matematika. Penelitian menggunakan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kepuasan siswa terhadap *game* mencapai 90%.

Tabel 2.1 memperlihatkan perbedaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini terutama pada penggunaan metodologi. Penelitian ini memanfaatkan metode fuzzy Sugeno untuk menilai tingkat kesulitan *map*, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan pendekatan yang lain.

Tabel 2.1 Perbedaan dengan penelitian terkait

No	Peneliti (Tahun)	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	Collwell & Glavin (2018)	Dynamic difficulty adjustment	Studi dengan 30 responden menunjukkan bahwa pemain yang bermain	Penelitian terkait menggunakan metode DDA untuk menentukan tingkat

		(DDA)	dengan DDA melaporkan kesenangan yang lebih besar dibandingkan dengan pemain yang bermain tanpa DDA.	kesulitan, sedangkan penelitian ini menggunakan metode <i>fuzzy</i> Sugeno untuk menentukan tingkat kesulitan
2	Minarto (2022)	Rule-Based System (RBS)	Efektivitas RBS dalam mengarahkan pemain ke tingkat soal yang sesuai.	Penelitian terkait menggunakan metode RBS untuk menilai tingkat kesulitan, sementara penelitian ini memanfaatkan metode <i>fuzzy</i> Sugeno untuk menentukan tingkat kesulitan.
3	Krisdiawan dkk., (2022)	<i>Recursive Backtracking</i>	Permainan labirin yang efektif sebagai media pembelajaran aksaran sunda.	Penelitian terkait menggunakan <i>maze generator</i> untuk membuat <i>map maze</i> , sedangkan penelitian ini tidak menggunakan <i>maze generator</i> .
4	Chaiwong dkk., (2021)	Tidak disebutkan	Permainan labirin yang efektif sebagai pendeteksi dini dimensi.	Penelitian terkait membuat <i>maze game</i> untuk mendeteksi dini dimensi, sedangkan penelitian ini membuat <i>maze game</i> sebagai media edukasi.
5	Mu'arifah dkk., (2023)	Research and Development (ADDIE)	Menghasilkan <i>maze game</i> sebagai media pembelajaran.	Penelitian terkait menggunakan metode ADDIE untuk menilai tingkat kesulitan soal, sementara penelitian ini memanfaatkan metode <i>fuzzy</i> Sugeno untuk menentukan tingkat kesulitan <i>map</i> .



## 2.2 *Game*

*Game* adalah bentuk hiburan yang dapat digunakan sebagai wadah untuk bermain, karena setiap game memiliki peralatan dan aturan yang khusus. Ini memaksa pemain untuk menggunakan keterampilan, strategi, kesempatan, dan keberuntungan (Irwandi *et al.*, 2016). Mode pemain tunggal dalam *game* menawarkan tantangan yang unik, dimana pemain bergantung pada keterampilan individunya untuk mengalahkan rintangan dan mencapai target tertentu. *Game* juga dapat meningkatkan kecerdasan pemain dengan membutuhkan kemampuan berpikir strategis selama bermain.

## 2.3 *Map*

Perkembangan *map* dalam industri *game* telah mengalami evolusi yang luar biasa seiring dengan kemajuan teknologi. Saat ini, *map* dalam *game* bukan hanya sekadar latar belakang visual, tetapi juga menjadi bagian integral dari narasi dan pengalaman bermain. Grafis yang semakin realistis, ukuran *map* yang lebih besar, dan tingkat interaktivitas yang tinggi telah menciptakan dunia *game* yang lebih hidup dan dinamis. Teknologi VR juga telah membawa pemain lebih dalam ke dalam *map*, sementara alat pembuatan *map* yang disediakan oleh pengembang dan komunitas pemain menciptakan konten yang tak terbatas. Pemetaan cerdas, algoritma generatif, dan dinamika lingkungan yang realistis semuanya berkontribusi pada perkembangan yang terus berlanjut ini, yang menjadikan *map* dalam *game* lebih dari sekadar tempat, tetapi sebagai elemen penting dalam pengalaman gaming modern (Sillaots *et al.* 2016).

## 2.4 *Maze*

*Maze* atau labirin menurut Pribadi (2015) merupakan suatu teka-teki yang mempunyai jalan keluar yang sulit, berbelit-belit, dan banyak jalan buntu dimana tujuan permainannya adalah mencari jalan keluar dari labirin tersebut. Dalam permainan ini, pemain harus menggunakan kemampuan navigasi dan pemecahan masalah mereka untuk mengejar kemenangan. Dengan labirin yang bervariasi dalam tingkat kompleksitas, permainan ini memacu pemain untuk berpikir cepat dan beradaptasi dengan rintangan yang mungkin menghalangi jalan mereka. Tantangan dalam menavigasi labirin, terkadang disertai dengan waktu terbatas atau skor, menjadikan permainan labirin sebagai pilihan yang menghibur untuk mengasah keterampilan pemain dalam mencari jalan keluar dari situasi yang rumit.

## 2.5 *Fuzzy Inference System (FIS) Sugeno*

Sebuah model yang dikenal sebagai sistem inferensi *fuzzy* memiliki kemampuan untuk berpikir secara naluri, mirip dengan manusia. *Fuzzy Sugeno* adalah salah satu teknik dalam sistem inferensi *fuzzy* yang menggunakan aturan IF-THEN. Output atau konsekuensinya diungkapkan sebagai persamaan konstan atau linier, bukan dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Ide ini pertama kali diusulkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan singleton, di mana derajat keanggotaan adalah 1 untuk satu nilai *crisp* tunggal dan 0 untuk nilai *crisp* lainnya.

Model *fuzzy Sugeno* dapat dikategorikan menjadi dua kelompok. Model *fuzzy Sugeno* satu pertama adalah sistem inferensi *fuzzy* yang menghasilkan jika  $f(x,y)$  adalah polinomial orde satu. Sebaliknya model *fuzzy Sugeno* yang dihasilkan

disebut sebagai model *fuzzy* Sugeno orde nol jika  $f(x,y)$  mempunyai nilai konstan. Salah satu ciri yang membedakan sistem inferensi *fuzzy* Sugeno adalah keluarannya dinyatakan sebagai persamaan linier dengan variabel yang cocok dengan masukannya, bukan sebagai himpunan *fuzzy* (Lina & Sitio, 2018).

Berikut ini adalah elemen-elemen kunci yang membentuk model *fuzzy* sugeno (Iswari & Wahid, 2005) :

1. Variabel *Input*

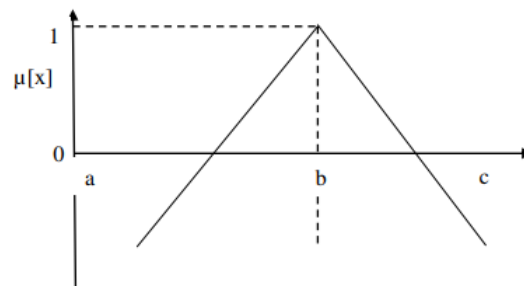
Ini merupakan referensi terhadap variabel-variabel yang masuk ke dalam sistem *fuzzy* sebagai masukan. Variabel masukan ini biasanya berbentuk numerik dengan nilai yang bisa berubah.

2. Fungsi Keanggotaan

Nilai variabel masukan dan tingkat keanggotaan pada himpunan *fuzzy* dihubungkan melalui fungsi keanggotaan. Fungsi tersebut menetapkan sejauh mana suatu elemen menjadi anggota himpunan *fuzzy* tertentu. fungsi keanggotaan diantaranya adalah:

- a. Fungsi Keanggotaan Segitiga

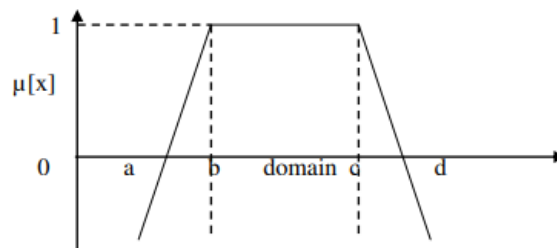
Gambar 2.1 merupakan fungsi keanggotaan segitiga yang digunakan untuk menentukan nilai pusat suatu rentang tertentu, pada dasarnya merupakan gabungan dua garis (linier).



Gambar 2.1 Representasi kurva segitiga (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014)

#### b. Fungsi Keanggotaan Trapesium

Gambar 2.2 merupakan fungsi keanggotaan trapesium adalah jenis fungsi keanggotaan pada teori himpunan *fuzzy* yang membentuk trapesium. Didefinisikan oleh empat parameter: titik awal kiri (a), titik puncak kiri (b), titik puncak kanan (c), dan titik akhir kanan (d).



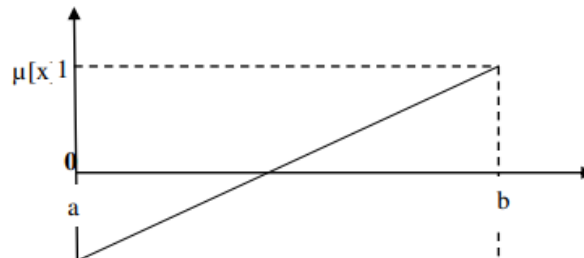
Gambar 2.2 Representasi linear naik (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014)

Fungsi ini memungkinkan penentuan tingkat keanggotaan elemen dalam himpunan *fuzzy* dengan fleksibilitas nilai yang lebih besar, memungkinkan deskripsi yang lebih presisi.

#### c. Fungsi Keanggotaan Linear Naik

Fungsi keanggotaan linear naik (bahu kanan) menetapkan batas maksimum rentang nilai tertentu. Gambar 2.3 mengilustrasikan bagaimana himpunan ini dimulai dari nilai di mana derajat keanggotaannya adalah nol

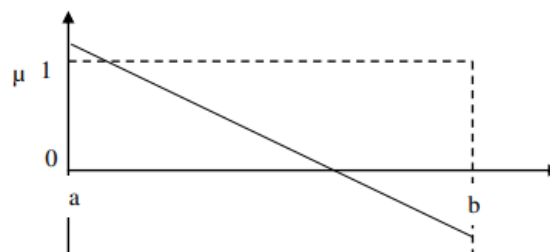
(0), lalu bertambah ke kanan menuju nilai domain dengan derajat keanggotaan yang lebih tinggi.



Gambar 2.3 Representasi linear naik (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014)

#### d. Fungsi Keanggotaan Linear Turun

Fungsi keanggotaan linear turun (bahu kiri) digunakan untuk menghitung nilai minimum rentang. Gambar 2.4 menggambarkan garis lurus dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi ke nilai domain dengan derajat keanggotaan terendah.



Gambar 2.4 Representasi Linear Turun (Praseptyo & Pujiyanta. Ardi, 2014)

### 3. Variabel *Output*

Ini tentang variabel keluaran atau hasil sistem *fuzzy*. Biasanya, variabel keluaran sistem *fuzzy* digunakan untuk mengkarakterisasi tindakan atau hasil.

### 4. Himpunan *Fuzzy*

Kumpulan komponen-komponen yang tingkat keanggotaannya berbeda-beda disebut himpunan *fuzzy*. Bilangan real dalam rentang tertentu dimasukkan ke

dalam fungsi dalam himpunan *fuzzy*, yang ditetapkan berdasarkan *rule base* yang dikembangkan untuk memperluas cakupan setiap fitur fungsi.

#### 5. Aturan *Fuzzy*

Setiap aturan (persentase) atau *rule base* dalam basis pengetahuan *fuzzy* akan memiliki hubungan *fuzzy* yang terkait dengannya menurut teknik Sugeno.

Biasanya, fungsi implikasi menggunakan aturan dalam format berikut:

$$\mathbf{IF\ x\ is\ A\ THEN\ y\ is\ B} \quad (2.1)$$

Istilah “anteseden” mengacu pada pernyataan yang muncul sebelum kondisi “IF”, sedangkan istilah “konsekuensi” mengacu pada proposisi yang muncul setelah kondisi “THEN”. A dan B digunakan sebagai variabel linguistik, sedangkan x dan y digunakan sebagai skalar. Sehubungan dengan rekomendasi yang telah diputuskan sebelumnya, saran ini digunakan untuk memutuskan atau menawarkan hasil.

#### 6. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah hasil *fuzzy* yang dihasilkan oleh aturan-aturan menjadi nilai tegas atau *crisp*. Ada beberapa metode defuzzifikasi yang umum digunakan, dan di antaranya adalah:

##### a. *Centroid Method*

Nilai tegas dihitung sebagai pusat massa area di bawah kurva hasil keluaran *fuzzy*.

##### b. *Bisector Method*

Nilai tegas diambil pada titik di mana kurva hasil keluaran dibagi menjadi dua bagian yang memiliki luas area yang sama.

c. *Mean of Maximum Method*

Nilai tegas diambil sebagai rerata dari nilai maksimum hasil keluaran *fuzzy*.

## **2.6 System Usability Scale**

*System Usability Scale* (SUS) merupakan sebuah sistem yang terdiri dari 10 pertanyaan yang menawarkan evaluasi subjektif terhadap kegunaan. Pertanyaan-pertanyaan ini dipilih untuk menghindari bias dan memastikan para responden memberikan perhatian yang seksama pada setiap pernyataan. SUS memiliki validitas yang sangat baik untuk mengukur kegunaan sistem karena mencakup berbagai topik yang berhubungan dengan kegunaan, termasuk dukungan, pelatihan, dan kompleksitas (Brooke, 1996). Dalam penelitian ini, SUS digunakan untuk mengevaluasi tingkat kegunaan game edukasi 3D bertipe maze yang dikembangkan, untuk memastikan bahwa antarmuka dan mekanisme permainan mudah digunakan dan sesuai dengan harapan serta kemampuan pemain

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Analisis dan Perancangan**

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

##### **3.1.1 Analisis Game**

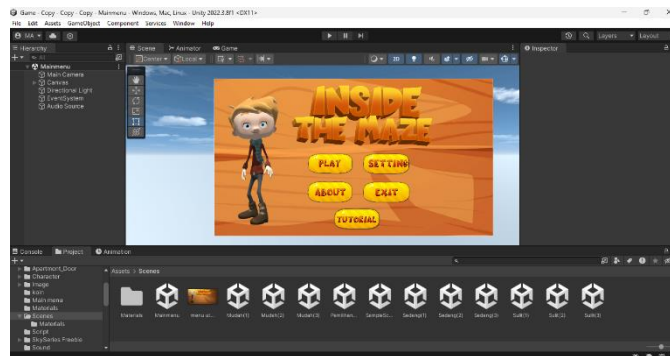
*Game "Inside The Maze"* merupakan *game maze* 3D yang termasuk dalam genre *adventure*. Pada *game* ini, pemain harus mencari jalur yang tepat untuk keluar dari labirin secepat mungkin. Dalam perjalanan mencari jalan keluar, pemain harus mengumpulkan koin dan menyelesaikan misi untuk mendapatkan poin tambahan. Hasil dari permainan awal akan membuat sistem memberikan *map* yang sesuai dengan kemampuan pemain untuk permainan selanjutnya.

##### **3.1.3 Rancangan Antarmuka**

###### **1 Tampilan Menu Utama**

Gambar 3.2 menampilkan layar menu utama dari game "Inside The Maze". Pada menu ini, pemain dapat melakukan berbagai aktivitas yang terkait dengan permainan tersebut..

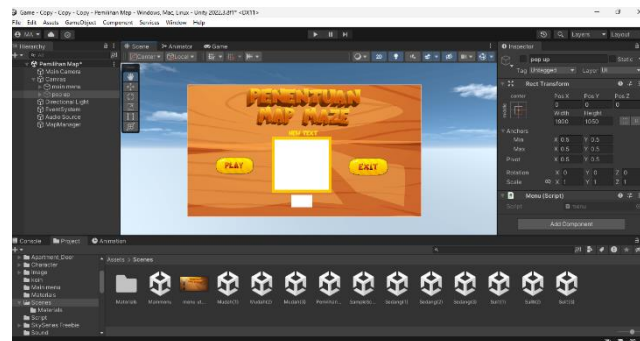




Gambar 3.1 Menu utama

## 2 Tampilan Pemilihan *Map*

Gambar 3.3 menunjukkan tampilan pemilihan *map*. *Player* akan memainkan *map* yang mudah terlebih pada permainan pertama. Setelah itu, untuk permainan berikutnya *player* akan memainkan *map* dengan tingkat kesulitan yang sesuai dengan kemampuan *player* pada permainan pertama.

Gambar 3.2 Pemilihan *map*

## 3 Tampilan Pengaturan

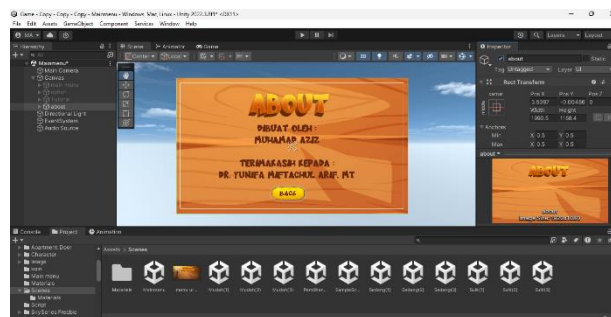
Gambar 3.4 menunjukkan tampilan *menu* pengaturan. Di dalam menu ini berisi informasi petunjuk permainan dan pengaturan suara.



Gambar 3.3 Pengaturan

#### 4 Tampilan *About*

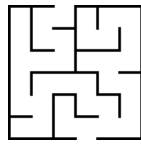
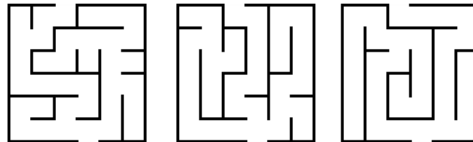
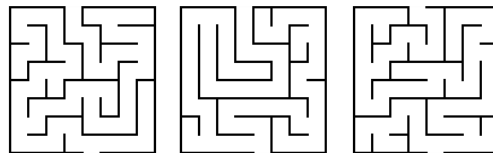
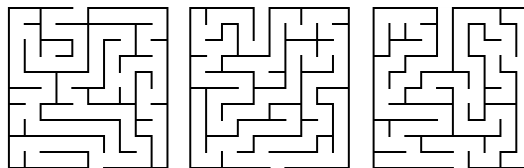
Gambar 3.5 menunjukkan tampilan *menu about*. Di dalam *menu* ini berisi informasi pengembang dan tujuan dibuatnya *game* ini.



Gambar 3.4 Tentang

#### 5 Desain Labirin







Di dalam *game maze* ini terdapat 3 level yaitu mudah, sedang, dan sulit. Gambar 3.7 sampai gambar 3.9 menunjukkan perbedaan *map* setiap levelnya berisi 3 *map* yang akan ditentukan oleh sistem. Apabila player belum pernah memainkan permainan, maka *map* pertama yang dimainkan adalah *map default* yang ditunjukkan gambar 3.6.

Gambar 3.5 *Map default*Gambar 3.6 *Level mudah*Gambar 3.7 *Level sedang*Gambar 3.8 *Level sulit*

### 3.2 *Storyboard*

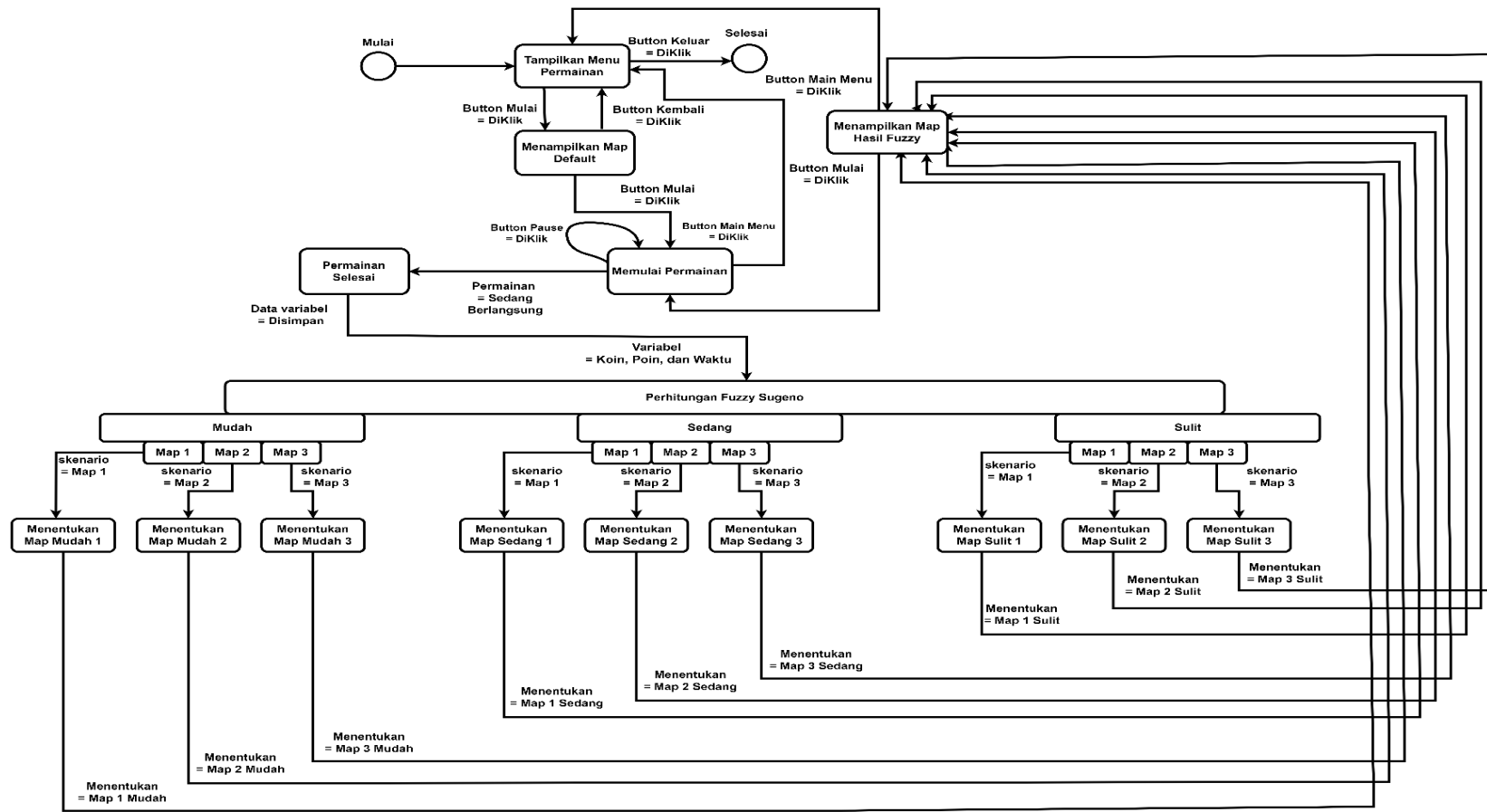
Tabel 3.1 merupakan storyboard yang menggambarkan perjalanan atau alur cerita dalam game "Inside The Maze". Ini menjadi panduan visual yang membantu pengembang dalam merancang dan memperbaiki pengalaman bermain, memastikan bahwa setiap detail dan momen penting dalam permainan direpresentasikan dengan jelas dan efektif.

Tabel 3.1 Storyboard game

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Pada awal permainan akan menampilkan <i>home</i> yang berisi <i>button play</i>, <i>about</i>, <i>setting</i>, <i>tutorial</i>, dan <i>exit</i>.</p>
2		<p>Setelah menekan tombol <i>play</i>, maka akan masuk ke <i>menu</i> Penentuan Map Maze. Apabila belum pernah memainkan <i>game</i> ini maka sistem akan menampilkan <i>map default</i> untuk <i>map</i> yang pertama kali dimainkan.</p>
3		<p>Ketika permainan berlangsung, <i>player</i> harus mengumpulkan koin sebanyak – banyaknya.</p>
4		<p>Selain itu <i>player</i> juga harus menjawab pertanyaan yang ada di dalam kotak pertanyaan.</p>
5		<p>Permainan akan berakhir Ketika <i>player</i> berhasil menemukan pintu rahasia.</p>
6		<p>Setelah permainan selesai, sistem akan memberikan <i>map</i> baru pada menu Penentuan Map Maze. <i>Map</i> ini merupakan hasil dari perhitungan <i>fuzzy</i> Sugeno dengan data permainan sebelumnya.</p>

### 3.3 *Finite State Machine*

Gambar 3.10 merupakan gambaran umum FSM pada *game* “Inside The Maze”. Pada awal permainan, pemain masuk ke menu penentuan *map*. Pemain akan langsung diberikan *map default*. Apabila pemain belum pernah memainkan *game*, maka secara otomatis *game* akan memberikan *map default*. Di dalam menu penentuan pemain akan langsung bermain ketika menekan tombol mulai. Ketika permainan berlangsung, *game* akan mencatat variabel koin, poin, dan waktu pemain. Ketiga variabel ini yang nantinya akan diproses oleh *fuzzy Sugeno*. Setelah permainan selesai, *game* sudah mendapat dan menyimpan nilai akhir dari variabel koin, poin, dan waktu di *playerprefs*. Data *PlayerPrefs* dalam pengembangan *game*, khususnya ketika menggunakan Unity, disimpan di lokasi yang berbeda tergantung pada platform tempat *game* tersebut dijalankan. Setelah itu *fuzzy Sugeno* akan menjalankan perhitungannya dengan nilai *input* koin, poin, dan waktu. Perhitungan *fuzzy Sugeno* akan menghasilkan level mudah, sedang, atau sulit. Masing – masing *level* mempunyai 3 *map* seperti mudah 1 sampai mudah 3, dan seterusnya. *Map* hasil perhitungan *fuzzy Sugeno* akan mengganti *map default* yang ada di menu penentuan *map*. Jadi pada menu penentuan *map*, pemain akan diberikan *map* hasil perhitungan *fuzzy Sugeno* berdasarkan hasil permainan sebelumnya. Hal akan mengulang sampai pemain berhenti bermain.



Gambar 3.9 Finite state machine

### 3.4 Rancangan Perhitungan Fuzzy Sugeno

Dalam game *Inside The Maze* ini, fuzzy Sugeno digunakan untuk menentukan map yang berdasarkan kemampuan player memainkan game. Dalam penelitian ini, mesin inferensi fuzzy Sugeno menggunakan tiga variabel input, yaitu koin, poin, dan waktu, serta satu variabel output, yaitu level. Nilai input poin didapatkan dari menjawab pertanyaan yang ada di dalam permainan. Di dalam permainan akan tersebar 5 kotak pertanyaan. Ketika kotak pertanyaan tersentuh pemain, maka akan muncul pertanyaan yang harus dijawab. Setiap kotak ada 1 pertanyaan, apabila jawabannya benar akan mendapat 20 poin dan jawaban salah tidak mendapat poin. Seluruh pertanyaan dan jawaban didapatkan dari buku karya Sukirno *et al.* (2009). Urutan bab dalam matematika yang efektif mempertimbangkan prasyarat dan keterkaitan antar konsep, sehingga siswa memiliki fondasi yang kuat sebelum mempelajari konsep-konsep yang lebih lanjut. Hal ini dapat membantu siswa memahami materi dengan lebih baik dan meningkatkan pencapaian mereka (ISIK *et al.*, 2020).

Tabel 3.2 Rancangan soal map default

No	Pertanyaan	Jawaban	Poin
1	Hasil dari $8^3 : 2^3 = \dots$	a. 68 b. 78 c. 64 d. 70	20
2	Sebuah roda bergaris tengah 1,4 m. Roda itu berputar untuk menempuh jarak 88 m sebanyak ....	a. 10 kali b. 20 kali c. 30 kali d. 40 kali	20
3	Garis tengah sebuah lingkaran 56 m. Berapa luas dan keliling lingkaran tersebut ...	a. 2504 m <sup>2</sup> dan 166 m b. 2504 m <sup>2</sup> dan 176 m c. 2464 m <sup>2</sup> dan 166 m d. 2464 m <sup>2</sup> dan 176 m	20
4	Hasil dari $47,37 + 51,57 + 32,264 = \dots$	a. 131, 104	20

		b. 131, 204 c. 131, 304 d. 131, 404	
5	Jika ukuran sebenarnya 1,2 m dan ukuran pada gambar 6 cm, maka skalanya adalah ....	a. 3 : 20 b. 1 : 30 c. 1 : 20 d. 3 : 40	20

Tabel 3.2 dirancang soal dan jawaban untuk kuis pada *map default*. Soal dan jawaban didapatkan campuran dari bab 1 – 8. Dari bab 1 – 8 hanya diambil 5 soal.

Tabel 3.3 Rancangan soal *level* mudah

No	Pertanyaan	Jawaban	Poin
1	Hasil dari $8^3 : 2^3 = \dots$	a. 68 b. 78 c. 64 d. 70	20
2	Hasil dari $9^3 : 3^3 = \dots$	a. 26 b. 25 c. 24 d. 27	20
3	Hasil dari $7^3 \times 8^3 = \dots$	a. 174.616 b. 175.816 c. 174.816 d. 175.616	20
4	Hasil dari $9^3 \times 3^3 = \dots$	a. 17.683 b. 18.683 c. 19.683 d. 19.883	20
5	Hasil dari $6^3 : 2^3 = \dots$	a. 25 b. 27 c. 24 d. 20	20

Tabel 3.3 dirancang soal dan jawaban untuk kuis pada *level map* mudah. Soal dan jawaban didapatkan campuran dari soal latihan bab 1. Dari bab 1 hanya diambil 5 soal.

Tabel 3.4 Rancangan soal *level* sedang

No	Pertanyaan	Jawaban	Poin
1	Bangun berikut yang merupakan prisma adalah ....	a. limas segitiga b. tabung c. lingkaran d. kerucut	20
2	Keliling lingkaran jari-jarinya 28 cm adalah ....	a. 176 cm b. 180 cm	20



		c. 186 cm d. 190 cm	
3	Sebuah tabung jari-jari alasnya adalah 14 cm, tinggi 5 cm. Volume tabung tersebut adalah ....	a. 2880 cm <sup>3</sup> b. 2890 cm <sup>3</sup> c. 3080 cm <sup>3</sup> d. 3880 cm <sup>3</sup>	20
4	Sebuah roda bergaris tengah 1,4 m. Roda itu berputar untuk menempuh jarak 88 m sebanyak ....	a. 10 kali b. 20 kali c. 30 kali d. 40 kali	20
5	Garis tengah sebuah lingkaran 56 m. Berapa luas dan keliling lingkaran tersebut ...	a. 2504 m <sup>2</sup> dan 166 m b. 2504 m <sup>2</sup> dan 176 m c. 2464 m <sup>2</sup> dan 166 m d. 2464 m <sup>2</sup> dan 176 m	20

Pada Tabel 3.4 dirancang soal dan jawaban untuk kuis pada *level map* sedang.

Soal dan jawaban didapatkan campuran dari uji kompetensi bab 3. Dari bab 3 hanya diambil 5 soal.

Tabel 3.5 Rancangan soal *level* sulit

No	Pertanyaan	Jawaban	Poin
1	Urutan dari yang terkecil pecahan $\frac{4}{5}, \frac{3}{4}, \frac{5}{8}, \frac{6}{10}$ adalah ....	a. 4/5, 3/4, 5/8, 6/10 b. 3/4, 4/5, 5/8, 6/10 c. 4/5, 5/8, 3/4, 6/10 d. 6/10, 5/8, 3/4, 4/5	20
2	Hasil dari $38,56 - 21,65 - 0,76 = \dots$	a. 16, 16 b. 16, 15 c. 15, 16 d. 16, 17	20
3	Hasil dari $47,37 + 51,57 + 32,264 = \dots$	a. 131, 104 b. 131, 204 c. 131, 304 d. 131, 404	20
4	Skala 1 : 1.500.000 artinya ....	a. 1 cm sebenarnya = 1 cm pada gambar b. 1 cm sebenarnya = 1.500.000 pada gambar c. 15 cm sebenarnya = 1	20

		cm pada gambar d. 15 km sebenarnya = 1 cm pada gambar	
5	Jika ukuran sebenarnya 1,2 m dan ukuran pada gambar 6 cm, maka skalanya adalah ....	a. 3 : 20 b. 1 : 20 c. 1 : 30 d. 3 : 40	20

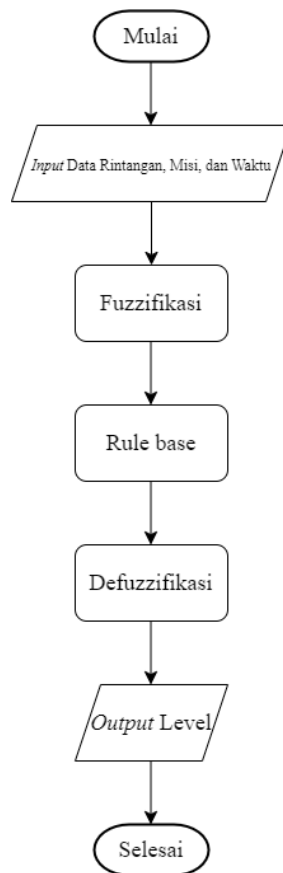
Tabel 3.5 dirancang soal dan jawaban untuk kuis pada *level map* sulit. Soal dan jawaban didapatkan campuran dari uji kompetensi bab 5. Dari bab 5 hanya diambil 5 soal.

Berikut adalah himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel input dan output:

1. Koin : Sedikit, Sedang, dan Banyak
2. Poin : Sedikit, Sedang, dan Banyak
3. Waktu : Lambat, Sedang, dan Cepat
4. *Level* : Mudah, Sedang, dan Sulit

Dengan menggunakan logika *fuzzy* Sugeno, Ada empat langkah utama yang perlu diselesaikan untuk mendapatkan output, yakni:

1. Fuzzifikasi
2. *Rule base*
3. Implikasi
4. Penegasan (defuzzifikasi)



Gambar 3.10 *Flowchart Fuzzy Sugeno*

Tahap fuzzifikasi, atau perhitungan derajat keanggotaan, merupakan langkah awal dalam mengidentifikasi variabel yang akan diproses, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11. Prinsip-prinsip fuzzy kemudian digunakan untuk menghitung nilai kemampuan setelah itu. Setelah mencocokkan nilai fuzzy dari komposisi aturan, proses penegasan-juga dikenal sebagai defuzzifikasi-dilakukan sebagai tahap akhir.

### 3.4.1 Fuzzifikasi

#### 1. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Input* Koin

Tabel 3.6 merupakan fuzzifikasi pada variabel koin. Variabel koin memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak dengan fungsi keanggotaan linear turun, linear naik, dan segitiga. Variabel koin memiliki domain 0 – 10.

Tabel 3.6 Variabel input koin

Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Fungsi Keanggotaan	Domain	Parameter
Koin	Sedikit	Liner turun	0 – 4	[0 2 4]
	Sedang	Segitiga	3 – 7	[3 5 7]
	Banyak	Linear naik	6 – 10	[6 8 10]

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel koin:

$$\mu_{\text{Sedikit}}(X) = \begin{cases} \frac{4-x}{4-2}; & 2 \leq x \leq 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3} & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{7-x}{7-5} & 5 \leq x \leq 7 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_{\text{Banyak}}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \\ \frac{x-6}{8-6}; & 6 \leq x \leq 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases} \quad (3.3)$$

#### 2. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Input* Poin

Tabel 3.7 merupakan fuzzifikasi pada variabel poin. Variabel poin memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak dengan fungsi keanggotaan linear turun, linear naik, dan segitiga. Variabel poin memiliki domain 0 – 100.

Tabel 3.7 Variabel *input* poin

Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Fungsi Keanggotaan	Domain	Parameter
Poin	Sedikit	Liner turun	0 – 40	[0 20 40]
	Sedang	Segitiga	30 – 70	[30 50 70]
	Banyak	Linear naik	6 – 10	[60 80 100]

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel poin:

$$\mu_{Sedikit}(X) = \begin{cases} \frac{40-x}{40-20}; & 20 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu_{Sedang}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-30}{50-30} & 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{70-x}{70-50} & 50 \leq x \leq 70 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\mu_{Banyak}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x-60}{80-60}; & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases} \quad (3.6)$$

### 3. Himpunan *Fuzzy* untuk Variabel *Input* Waktu

Tabel 3.8 merupakan fuzifikasi pada variabel waktu. Variabel waktu memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak dengan fungsi keanggotaan linear turun, linear naik, dan segitiga. Variabel waktu memiliki domain 0 – 360.

Tabel 3.8 Variabel *input* waktu

Variabel <i>Fuzzy</i>	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Fungsi Keanggotaan	Domain	Parameter
Waktu	Cepat	Liner turun	0 - 150	[0 75 150]
	Sedang	Segitiga	120 - 240	[120 180 240]

	Lambat	Linear naik	210 - 360	[210 285 360]
--	--------	-------------	-----------	---------------

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel waktu:

$$\mu_{Mudah}(X) = \begin{cases} \frac{150-x}{150-75}; & 75 \leq x \leq 150 \\ 0; & x \geq 150 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$\mu_{Sedang}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 120 \text{ atau } x \geq 240 \\ \frac{x-120}{180-120} & 120 \leq x \leq 180 \\ \frac{240-x}{240-180} & 180 \leq x \leq 240 \end{cases} \quad (3.8)$$

$$\mu_{Sulit}(X) = \begin{cases} 0; & x \leq 210 \\ \frac{x-210}{285-210}; & 210 \leq x \leq 285 \\ 360; & x \geq 285 \end{cases} \quad (3.9)$$

#### 4. Variabel *Output Level*

Variabel level memiliki 9 himpunan *fuzzy* yang diwakili oleh konstanta 0-8, yaitu:

- a. Mudah (1) diwakili konstanta 0
- b. Mudah (2) diwakili konstanta 1
- c. Mudah (3) diwakili konstanta 2
- d. Sedang (1) diwakili konstanta 3
- e. Sedang (2) diwakili konstanta 4
- f. Sedang (3) diwakili konstanta 5
- g. Sulit (1) diwakili konstanta 6
- h. Sulit (2) diwakili konstanta 7
- i. Sulit (3) diwakili konstanta 8

### 3.3.2 Pembentukan *Rule Base*

Membentuk aturan fuzzy atau batasan dilakukan setelah tahap fuzzifikasi. Hubungan input-output diwakili oleh aturan-aturan. Untuk menghubungkan aturan-aturan input, gunakan operator AND. Setelah itu, input dan output dihubungkan dengan menggabungkan aturan-aturan tersebut dengan menggunakan ekspresi IF-THEN.

Tabel 3.9 Komposisi aturan *fuzzy*

Rules	IF				THEN	
	Koin	AND	Poin	AND	Waktu	Level
R1	Sedikit		Banyak		Lambat	Mudah (1)
R2	Sedikit		Banyak		Sedang	Mudah (3)
R3	Sedikit		Banyak		Cepat	Sedang (2)
R4	Sedikit		Sedang		Lambat	Mudah (2)
R5	Sedikit		Sedang		Sedang	Sedang (1)
R6	Sedikit		Sedang		Cepat	Sedang (3)
R7	Sedikit		Sedikit		Lambat	Mudah (1)
R8	Sedikit		Sedikit		Sedang	Mudah (2)
R9	Sedikit		Sedikit		Cepat	Mudah (3)
R10	Sedang		Banyak		Lambat	Sedang (1)
R11	Sedang		Banyak		Sedang	Sulit (1)
R12	Sedang		Banyak		Cepat	Sulit (2)
R13	Sedang		Sedang		Lambat	Sedang (1)
R14	Sedang		Sedang		Sedang	Sedang (2)
R15	Sedang		Sedang		Cepat	Sedang (3)
R16	Sedang		Sedikit		Lambat	Mudah (1)
R17	Sedang		Sedikit		Sedang	Mudah (2)
R18	Sedang		Sedikit		Cepat	Sedang (3)
R19	Banyak		Banyak		Lambat	Sedang (2)
R20	Banyak		Banyak		Sedang	Sulit (3)
R21	Banyak	Banyak	Cepat	Sulit (3)		

<b>R22</b>	Banyak	Sedang		Lambat	Sedang (1)	
<b>R23</b>	Banyak		Sedang		Sedang	Sulit (1)
<b>R24</b>	Banyak		Sedang		Cepat	Sulit (2)
<b>R25</b>	Banyak		Sedikit		Lambat	Mudah (3)
<b>R26</b>	Banyak		Sedikit		Sedang	Sedang (2)
<b>R27</b>	Banyak		Sedikit		Cepat	Sedang (3)

### 3.3.3 Inferensi

Inferensi adalah proses pengaplikasian aturan-aturan yang ada dalam basis aturan untuk menghasilkan nilai *output* berdasarkan nilai *input* yang diberikan. Dalam konteks logika *fuzzy*, inferensi melibatkan evaluasi aturan-aturan *fuzzy* dengan memasukkan nilai *fuzzy input* ke dalam kondisi IF dan menghasilkan nilai *fuzzy output* sebagai konklusi THEN.

### 3.3.4 Defuzzifikasi

Tahap terakhir dalam teknik *fuzzy* adalah defuzzifikasi yang bertujuan untuk mengubah nilai *fuzzy* yang dihasilkan dengan menggabungkan aturan menjadi angka-angka yang tepat. Hasil optimal adalah angka dalam ruang himpunan halus dan informasi yang digunakan dalam siklus defuzzifikasi adalah himpunan halus yang muncul dari struktur prinsip halus. Jika himpunan *fuzzy* diberikan, nilai tegas (*crisp*) harus ditemukan dalam rentang waktu yang telah ditentukan sebagai keluarannya. Pendekatan sentral dirumuskan dalam rumus 3.10.

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) \cdot z dz}{\int z \mu(z) dz} \quad (3.10)$$





## BAB IV

### UJI COBA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan pada menu penentuan map pada game “Inside The Maze” sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat untuk menentukan map yang sesuai dengan kemampuan *player* dengan menggunakan perhitungan *fuzzy* Sugeno sebagai metode pendukung sistem.

Perhitungan metode *fuzzy* Sugeno menggunakan bahasa pemrograman C# pada Unity. Tahap pertama dalam *fuzzy* Sugeno adalah menghitung fuzzifikasi dari input pada variabel yang sudah ditentukan. Langkah ini digunakan untuk mendapatkan nilai derajat keanggotaan yang akan diproses pada tahap selanjutnya.

##### 1. Fuzifikasi Variabel Input

*Pseudocode* 4.1 variabel koin dan koin mempunyai 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Pada masing – masing himpunan *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan yang berbeda sesuai dengan input yang diberikan. Himpunan Variabel koin memiliki domain 0 – 40 untuk himpunan sedikit, domain 35 – 65 untuk himpunan sedang, dan domain 60 – 100 untuk himpunan *fuzzy* banyak. variabel waktu mempunyai 3 himpunan *fuzzy* yaitu cepat, sedang, dan lambat. Pada masing – masing himpunan *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan yang berbeda sesuai dengan input yang diberikan. Himpunan Variabel waktu memiliki domain

0 – 150 untuk himpunan cepat, domain 120 – 240 untuk himpunan sedang, dan domain 210 – 360 untuk himpunan *fuzzy* lambat.

*Pseudocode* 4.1 Fuzifikasi

```

Program fuzzyfikasi_koin_player -> {Judul Algoritma}

Deklarasi

koin : float
poin : float
waktu : float
Sedikit:float
Sedang :float
Banyak :float
Cepat :float
Lambat :float

Algoritma

Input1 (koin, poin)

Input2 (waktu)

if -> Input1 >= 40 then Sedikit = 0
else if -> Input1 <= 20 then Sedikit = 1
else if -> Input1 >20 && Input1 <= 40 then Sedikit = ((40 -
Input1)/(40 - 20))

if -> Input1 <= 35 || Input1 >= 65 then Sedang = 0
else if -> Input1 >35 && Input1 < 50 then Sedang = ((Input1 -
35)/(50 - 35))
else if -> Input1 > 50 && Input1 < 65 then Sedang = ((65 -
Input1)/(65 - 50))

if -> Input1 <= 60 then Banyak = 0
else if -> Input1 > 60 && Input1 < 80 then Banyak =(( Input1 -
60)/(80 - 60))

if -> Input2 >= 150 then Cepat = 0 else
if -> Input2 <= 75 then Cepat = 1
else if -> Input2 >75 && Input2 <= 150 then Cepat = ((150 -
Input2)/(150 - 75))

if -> Input2 <= 120 || Input2 >= 240 then Sedang = 0
else if ->Input2 >120 && Input2 < 180 then Sedang = ((Input2 -
120)/(180 - 120))
else if -> Input2 > 180 && Input2 < 240 then Sedang = ((240 -
Input2)/(240 - 180))

if ->Input2 <= 210 then Lambat = 0
else if -> Input2 > 210 && Input2 < 285 then Lambat =((Input2
-210)/(285 - 210))
else if -> Input2 >= 285 then Lambat = 1
else if -> Input1 >= 80 then Banyak = 1

output (Sedikit, Sedang, Banyak, Cepat, Lambat)

```

## 2. Implikasi

Pseudocode 4.2 metode implikasi yang dipakai oleh *fuzzy Sugeno* ini adalah implikasi MIN. Implikasi MIN digunakan untuk mendapatkan terkecil.

### Pseudocode 4.2 Implikasi

```

Program fuzzyfikasi_waktu_player -> {Judul Algoritma}

Deklarasi

koinSedikit : float
koinSedang : float
koinBanyak : float
poinSedikit : float
poinSedang : float
poinBanyak : float
waktuCepat : float
waktuSedang : float
waktuLambat: : float
minimum [] : float [27]

Algoritma

Input (koinSedikit, koinSedang, koinBanyak, poinSedikit,
poinSedang, poinBanyak, waktuCepat, waktuSedang, waktuLambat)

Minimum [0] = min (koinSedikit, poinSedikit, waktuCepat)
Minimum [1] = min (koinSedikit, poinSedikit, waktuSedang)
Minimum [2] = min (koinSedikit, poinSedikit, waktuLambat)
Minimum [3] = min (koinSedikit, poinSedang, waktuCepat)
Minimum [4] = min (koinSedikit, poinSedang, waktuSedang)
Minimum [5] = min (koinSedikit, poinSedang, waktuLambat)
Minimum [6] = min (koinSedikit, poinBanyak, waktuCepat)
Minimum [7] = min (koinSedikit, poinBanyak, waktuSedang)
Minimum [8] = min (koinSedikit, poinBanyak, waktuLambat)
Minimum [9] = min (koinSedang, poinSedikit, waktuCepat)
Minimum [10] = min (koinSedang, poinSedikit, waktuSedang)
Minimum [11] = min (koinSedang, poinSedikit, waktuLambat)
Minimum [12] = min (koinSedang, poinSedang, waktuCepat)
Minimum [13] = min (koinSedang, poinSedang, waktuSedang)
Minimum [14] = min (koinSedang, poinSedang, waktuLambat)
Minimum [15] = min (koinSedang, poinBanyak, waktuCepat)
Minimum [16] = min (koinSedang, poinBanyak, waktuSedang)
Minimum [17] = min (koinSedang, poinBanyak, waktuLambat)
Minimum [18] = min (koinBanyak, poinSedikit, waktuCepat)
Minimum [19] = min (koinBanyak, poinSedikit, waktuSedang)
Minimum [20] = min (koinBanyak, poinSedikit, waktuLambat)
Minimum [21] = min (koinBanyak, poinSedang, waktuCepat)
Minimum [22] = min (koinBanyak, poinSedang, waktuSedang)
Minimum [23] = min (koinBanyak, poinSedang, waktuLambat)
Minimum [24] = min (koinBanyak, poinBanyak, waktuCepat)
Minimum [25] = min (koinBanyak, poinBanyak, waktuSedang)
Minimum [26] = min (koinBanyak, poinBanyak, waktuLambat)

for (int i = 0; i < 27; i++)
output (minimum [i])

```

### 3. Defuzifikasi

Pseudocode 4.3 adalah tahap terakhir dari perhitungan *fuzzy* Sugeno yaitu defuzzifikasi. Nilai minimum yang didapatkan dari proses implikasi MIN akan mendapat derajat aktivasi dan nilai centroid. Kedua nilai ini kemudian dibagi dan mendapatkan hasil akhir.

#### *Pseudocode 4.3* Defuzifikasi

```

Program → defuzzy {Algoritma untuk proses defuzzy}

Deklarasi

Minimum [] : float [27]

jumlahA : float {hasil penjumlahan semua a predikat}
jumlahAZ : float {hasil kali a predikat dengan z}
hasilDefuzzy : float

Algoritma

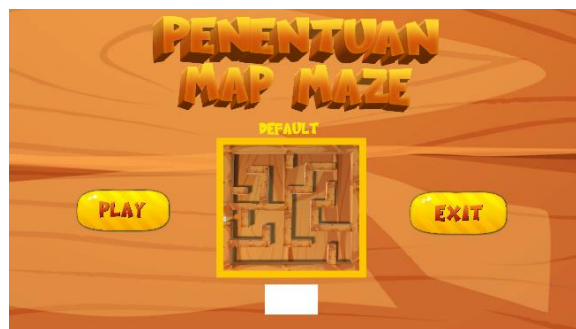
output (hasilDefuzzy)

```

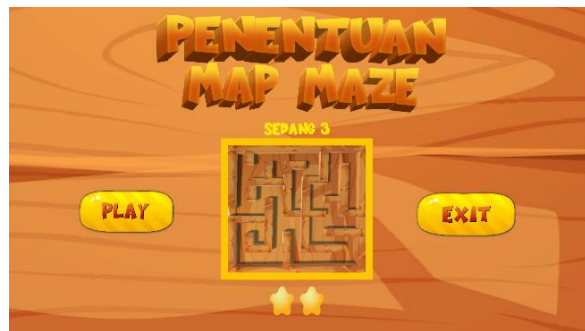
## 4.2 Pembahasan

*Game* ini akan menjalani pengujian untuk memverifikasi fitur dan kinerja yang diinginkan oleh pengembang. Aplikasi ini diuji dengan memastikan algoritma *fuzzy* Sugeno sudah berjalan dengan baik. Fitur pemilihan map akan berfungsi ketika pemain sudah menyelesaikan permainan pertama. Hasil pemilihan map akan berbeda – beda bergantung pada hasil permainan yang dilakukan sebelumnya.

Pada tampilan *menu* penentuan *map maze*, apabila pemain belum pernah memainkan *game* nya atau data nya masih kosong menu akan menampilkan *map default* seperti pada gambar 4.1. Map default ini digunakan untuk memperoleh data yang akan diproses oleh *fuzzy* Sugeno untuk menentukan *map* yang sesuai dengan hasil permainan. Setelah itu hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno akan menampilkan map yang menggantikan *map default* pada menu penentuan *map maze* seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Tampilan *menu* penentuan *map maze default*



Gambar 4.2 Tampilan *menu penentuan map maze* dengan *fuzzy*

#### 4.2.1 Hasil Implementasi *Fuzzy Sugeno*

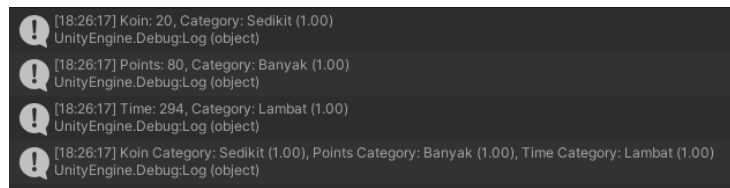
*Game* ini menggunakan platform unity dan bahasa pemrograman C# untuk mengimplementasikan algoritma *fuzzy Sugeno*. Ada tiga kali prosedur percobaan yang dijalankan secara berturut – turut. Hal ini bertujuan untuk *game* mengetahui seberapa sulit *map* tersebut berdasarkan kemampuan pemain.

##### 1. Percobaan Pertama

Pada percobaan *map* yang digunakan adalah *map default* seperti pada gambar 4.3 karena *map* ini belum ada perhitungan *fuzzy Sugeno*. Pada *map* pertama ini mendapatkan *input* 20 koin, 80 poin, dan 294 waktu. Selanjutnya adalah fuzifikasi.

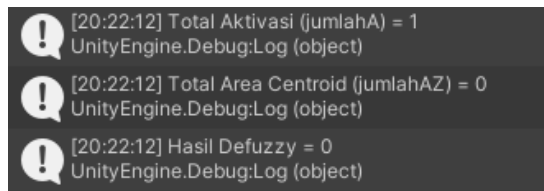


Gambar 4.3 *Map default*



Gambar 4.4 Log fuzzifikasi percobaan pertama

Gambar 4.4 adalah proses fuzzifikasi pada input koin 20, poin 80, dan waktu 294 menghasilkan variabel *fuzzy* sedikit, banyak, dan lambat. Setelah mendapatkan hasil dari fuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah mencari nilai MIN atau implikasi min dari aturan *fuzzy*.



Gambar 4.5 Log defuzzifikasi percobaan pertama

Gambar 4.5 menunjukkan proses implikasi min menghasilkan nilai total aktivasi 1 dan nilai total area centroid 0. Nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi. Hasil defuzzifikasi adalah konstanta 0.



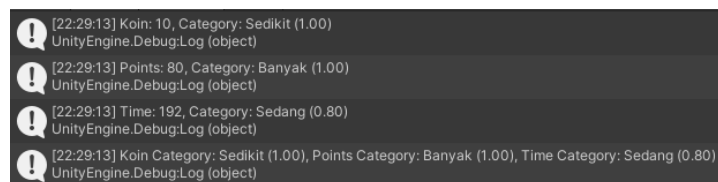
Gambar 4.6 Map hasil perhitungan fuzzy Sugeno percobaan pertama



Hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno adalah konstanta 0 yang mewakili map mudah 1. Sesuai pada gambar 4.6, menu penentuan map maze langsung menampilkan map mudah 1 sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno.

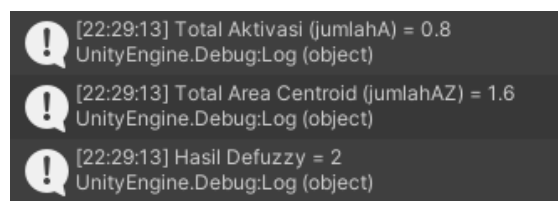
## 2. Percobaan Kedua

Pada percobaan kedua map yang digunakan adalah map hasil percobaan satu yaitu mudah 1. Pada map pertama ini mendapatkan *input* 10 koin, 80 poin, dan 192 waktu. Selanjutnya adalah fuzzifikasi.



Gambar 4.7 Log fuzzifikasi percobaan kedua

Gambar 4.7 merupakan proses fuzzifikasi dari input koin 10, poin 80, dan waktu 192 menghasilkan variabel *fuzzy* sedikit, banyak, dan sedang. Setelah mendapatkan hasil dari fuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah mencari nilai MIN atau implikasi min dari aturan *fuzzy*.



Gambar 4.8 Log defuzzifikasi percobaan kedua

Gambar 4.8 merupakan proses implikasi min menghasilkan nilai total aktivasi 0.8 dan nilai total area centroid 1.6. Nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi. Hasil defuzzifikasi adalah konstanta 2.

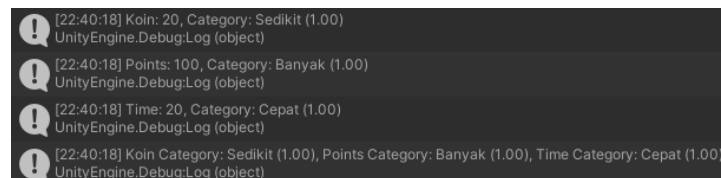


Gambar 4.9 Map hasil penentuan *fuzzy* Sugeno percobaan kedua

Hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno adalah konstanta 2 yang mewakili map mudah mudah 3. Sesuai pada gambar 4.9, menu penentuan map maze langsung menampilkan map mudah 3 sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno.

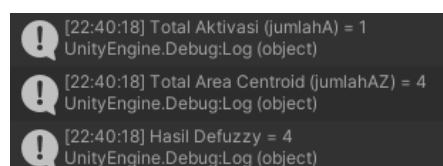
### 3. Percobaan Ketiga

Pada percobaan ketiga map yang digunakan adalah map hasil percobaan dua yaitu mudah 3. Pada map pertama ini mendapatkan *input* 20 koin, 100 poin, dan 20 waktu. Gambar 4.10 merupakan proses fuzifikasi.



Gambar 4.10 Log fuzzifikasi percobaan ketiga

Proses fuzzifikasi dari input koin 20, poin 100, dan waktu 20 menghasilkan variabel *fuzzy* sedikit, banyak, dan cepat. Setelah mendapatkan hasil dari fuzzifikasi, langkah selanjutnya adalah mencari nilai MIN atau implikasi min dari aturan *fuzzy*.



Gambar 4.11 Log defuzzifikasi percobaan ketiga

Gambar 4.11 merupakan proses implikasi min menghasilkan nilai total aktivasi 1 dan nilai total area centroid 4. Nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi. Hasil defuzzifikasi adalah konstanta 4.



Gambar 4.12 Map hasil penentuan *fuzzy* Sugeno percobaan ketiga

Hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno adalah konstanta 4 yang mewakili map mudah sedang 2. Sesuai pada gambar 4.12, menu penentuan map maze langsung menampilkan map sedang 2 sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy* Sugeno.

#### 4.2.2 Perbandingan Hasil Algoritma pada Matlab dan Game

Untuk memastikan sistem *fuzzy* Sugeno yang diterapkan di dalam *game* “Inside The Maze” dapat berfungsi sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan, maka dilakukanlah perbandingan metode *fuzzy* Sugeno dengan matlab (Nafiah *et al.*, 2018). Ada tiga variabel input koin, poin, dan waktu, serta satu variabel output yaitu level. Satu per satu variabel akan dibandingkan untuk mencocokkan hasil satu dengan yang lainnya. Berikut beberapa data sampel hasil perbandingan algoritma *fuzzy* Sugeno yang didokumentasikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan *output* dan aturan *fuzzy*

No	Input			Output			Hasil Uji Coba
	Koin	Poin	Waktu	Level			
				Konstanta	Game	Matlab	
1	20	80	294	0	Mudah (1)	Mudah (1)	Sesuai
2	10	80	192	2	Mudah (3)	Mudah (3)	Sesuai
3	20	100	20	4	Sedang (2)	Sedang (2)	Sesuai
4	10	60	300	1	Mudah (2)	Mudah (2)	Sesuai
5	10	50	192	3	Sedang (1)	Sedang (1)	Sesuai
6	30	40	76	5	Sedang (3)	Sedang (3)	Sesuai
7	30	20	275	0	Mudah (1)	Mudah (1)	Sesuai
8	20	20	194	1	Mudah (2)	Mudah (2)	Sesuai
9	10	0	45	2	Mudah (3)	Mudah (3)	Sesuai
10	50	80	295	3	Sedang (1)	Sedang (1)	Sesuai
11	60	80	160	6	Sulit (1)	Sulit (1)	Sesuai
12	50	80	43	7	Sulit (2)	Sulit (2)	Sesuai
13	40	40	287	3	Sedang (1)	Sedang (1)	Sesuai
14	40	40	180	4	Sedang (2)	Sedang (2)	Sesuai
15	50	60	67	5	Sedang (3)	Sedang (3)	Sesuai
16	60	20	360	0	Mudah (1)	Mudah (1)	Sesuai
17	40	20	175	1	Mudah (2)	Mudah (2)	Sesuai
18	40	20	23	5	Sedang (3)	Sedang (3)	Sesuai
19	90	100	341	4	Sedang (2)	Sedang (2)	Sesuai
20	100	80	197	8	Sulit (3)	Sulit (3)	Sesuai
21	80	80	67	8	Sulit (3)	Sulit (3)	Sesuai
22	70	40	287	3	Sedang (3)	Sedang (3)	Sesuai
23	90	60	200	6	Sulit (1)	Sulit (1)	Sesuai
24	100	40	53	7	Sulit (2)	Sulit (2)	Sesuai
25	70	20	291	2	Mudah (3)	Mudah (3)	Sesuai
26	90	0	180	4	Sedang (2)	Sedang (2)	Sesuai

27	100	20	69	5	Sedang (3)	Sedang (3)	Sesuai
----	-----	----	----	---	------------	------------	--------

Tabel 4.1 merupakan data sampel yang telah di uji menggunakan matlab, dapat disimpulkan bahwa semua *output* yang dihasilkan oleh game “Inside The Maze” dan matlab sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

### 4.3 Pengujian Usability

Pengujian kegunaan pada penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan *System Usability Scale* (SUS) yang dikembangkan oleh Brooke (1986). Tabel 4.2 didalamnya terdiri dari 10 pertanyaan yang akan diujikan.

Tabel 4.2 Versi standar dari *system usability scale* (Brooke, 1986)

No.	Pertanyaan
Q1	<i>I think that i would like to use this system frequently</i>
Q2	<i>I found the system unnecessary complex</i>
Q3	<i>I thought the system was easy to use</i>
Q4	<i>I think that i would need the support of a technical person to able to use this system</i>
Q5	<i>I found the various functions in this system were well integrated</i>
Q6	<i>I thought there was too much inconsistency in this system</i>
Q7	<i>I would imagine that most people would learn to use this system very quickly</i>
Q8	<i>I found the system very cumbersome to use</i>
Q9	<i>I felt very confident using the system</i>
Q10	<i>I needed to learn a lot of things before i could get going with this system</i>

Menurut Brooke (1986), data responden yang diuji sebanyak 20 orang. Rentang usia responden penelitian ini berkisar diatas 13 tahun karena permainan ini ditujukan kepada pemain dengan umur minimal 13 tahun. Hal ini diharapkan dapat mengumpulkan berbagai sudut pandang mengenai pengalaman responden karena kelompok usia ini mencakup remaja awal dan dewasa muda. Dengan memasukkan peserta dari berbagai tahap perkembangan, peneliti ingin memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh tentang bagaimana berbagai kelompok usia mengevaluasi kegunaan *game* yang sedang diuji. Hal ini sangat penting karena preferensi remaja dan dewasa muda serta kemahiran teknis mungkin sangat berbeda, sehingga memungkinkan analisis kami untuk secara akurat mewakili kebutuhan dan harapan yang lebih luas dari komunitas pengguna yang sebenarnya.

Pada survey ini diminta untuk menilai fitur di atas dalam skala lima poin, yang menunjukkan tingkat persetujuan yang berbeda-beda. Berikut adalah justifikasi masing – masing nilai pada skala:

1. Nilai 1 mewakili jawaban sangat tidak setuju
2. Nilai 2 mewakili jawaban tidak setuju
3. Nilai 3 mewakili jawaban netral / ragu-ragu
4. Nilai 4 mewakili jawaban setuju
5. Nilai 5 mewakili jawaban sangat setuju

Setelah meminta responden untuk memainkan *game* “Inside The Maze”, responden diminta mengisi kuesioner *usability* dan didapatkan hasil pada table 4.3.

Tabel 4.3 Hasil kuisioner SUS

Responden	Pertanyaan									
	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>9</sub>	Q <sub>10</sub>
R <sub>1</sub>	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R <sub>2</sub>	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R <sub>3</sub>	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R <sub>4</sub>	3	4	3	3	5	2	4	3	4	5
R <sub>5</sub>	4	2	5	1	4	3	5	1	5	1
R <sub>6</sub>	4	1	4	2	4	2	4	2	4	3
R <sub>7</sub>	2	1	5	4	5	2	4	2	4	2
R <sub>8</sub>	4	2	4	2	3	3	4	2	4	4
R <sub>9</sub>	3	2	4	1	3	2	4	2	4	2
R <sub>10</sub>	3	2	4	2	4	3	4	2	5	2
R <sub>11</sub>	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
R <sub>12</sub>	4	2	4	3	4	2	5	1	5	2
R <sub>13</sub>	3	2	4	2	4	2	4	1	5	1
R <sub>14</sub>	2	3	2	1	4	1	5	3	5	1
R <sub>15</sub>	3	2	4	1	3	3	4	2	4	1
R <sub>16</sub>	4	1	5	2	4	2	4	4	5	2
R <sub>17</sub>	4	2	4	3	4	2	5	2	5	4
R <sub>18</sub>	5	1	5	1	5	1	5	5	5	1
R <sub>19</sub>	4	1	4	1	4	1	5	2	5	2
R <sub>20</sub>	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R <sub>21</sub>	4	2	5	3	5	2	4	1	5	3
R <sub>22</sub>	5	1	3	3	5	1	5	2	4	1
R <sub>23</sub>	4	1	4	1	4	2	5	2	5	1
R <sub>24</sub>	5	1	3	3	3	1	5	3	3	1
R <sub>25</sub>	3	1	3	4	5	1	4	1	5	1
R <sub>26</sub>	4	2	4	2	4	1	3	3	5	1
R <sub>27</sub>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
R <sub>28</sub>	5	3	5	1	5	4	5	3	5	1
R <sub>29</sub>	3	3	3	1	5	1	5	1	5	1

$R_{30}$	5	1	5	1	5	1	5	1	3	3
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabel 4.3 merupakan jawaban yang dikumpulkan dari responden. Kriteria perhitungan skor SUS harus diikuti dalam pengolahan data yang dikumpulkan dari kuisioner yang telah diisi. Ada beberapa aturan untuk menentukan penilaian kuisioner, berikut.

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

Aturan perhitungan nomor 1 dan 2 akan digunakan pada tahap ini. Selanjutnya akan ditentukan skor keseluruhan masing – masing responden dan ditampilkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil skor SUS

Responden	Pertanyaan										Total
	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q_5$	$Q_6$	$Q_7$	$Q_8$	$Q_9$	$Q_{10}$	
$R_1$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
$R_2$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
$R_3$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
$R_4$	2	1	2	4	3	3	3	2	3	1	24
$R_5$	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	35
$R_6$	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	30
$R_7$	1	4	4	3	4	3	3	3	3	3	31
$R_8$	3	3	3	3	2	2	3	3	3	1	26
$R_9$	2	3	3	4	2	3	3	3	3	3	29
$R_{10}$	2	3	3	3	3	2	3	3	4	3	29
$R_{11}$	3	3	3	1	3	1	3	1	3	1	22
$R_{12}$	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	32



$R_{13}$	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	32
$R_{14}$	1	2	3	4	3	4	4	2	4	4	31
$R_{15}$	2	3	3	4	2	2	3	3	3	4	29
$R_{16}$	3	4	4	3	1	3	3	1	4	3	29
$R_{17}$	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	31
$R_{18}$	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	36
$R_{19}$	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	38
$R_{20}$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
$R_{21}$	3	3	4	2	4	3	3	4	4	2	32
$R_{22}$	4	4	2	2	4	4	4	3	3	4	34
$R_{23}$	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	36
$R_{24}$	4	4	2	2	2	4	4	2	2	4	30
$R_{25}$	2	4	2	3	4	4	3	4	4	4	34
$R_{26}$	3	3	3	3	3	4	2	2	4	4	31
$R_{27}$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
$R_{28}$	4	2	4	4	4	3	4	2	4	4	35
$R_{29}$	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	34
$R_{30}$	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	36

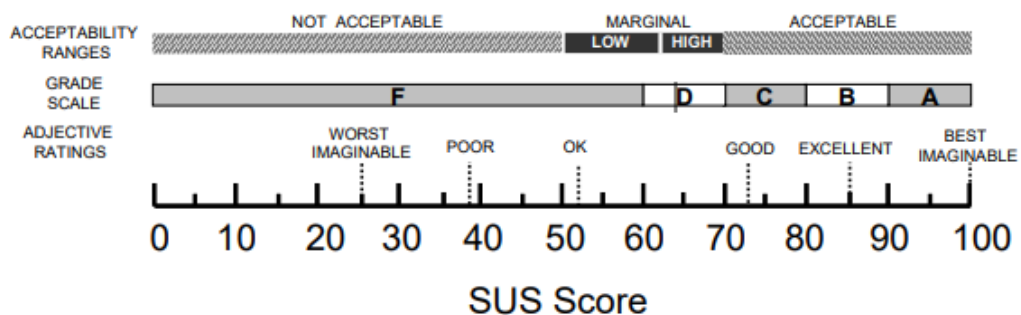
Setelah dilakukan perhitungan total nilai untuk tiap responden, akan dilakukan perhitungan skor SUS dan Skor rata-rata SUS seperti pada ketentuan sebelumnya.

Tabel 4.5 Hasil akhir skor SUS

Responden	Skor Sus (Total x 2,5)
$R_1$	100
$R_2$	100
$R_3$	100
$R_4$	60
$R_5$	87,5
$R_6$	75
$R_7$	77,5
$R_8$	65
$R_9$	72,5
$R_{10}$	72,5
$R_{11}$	56,25
$R_{12}$	80

$R_{13}$	80
$R_{14}$	77,5
$R_{15}$	72,5
$R_{16}$	72,5
$R_{17}$	77,5
$R_{18}$	90
$R_{19}$	95
$R_{20}$	100
$R_{21}$	80
$R_{22}$	85
$R_{23}$	90
$R_{24}$	75
$R_{25}$	85
$R_{26}$	77,5
$R_{27}$	50
$R_{28}$	87,5
$R_{29}$	85
$R_{30}$	90
<b>Total Skor SUS</b>	<b>2416,25</b>
<b>Skor Rata-Rata SUS</b>	<b>80,5</b>

Tabel 4.5 merupakan hasil akhir dari perhitungan skor SUS. Selanjutnya akan dibandingkan skor rata-rata SUS dengan penilaian SUS. Termasuk kategori mana dari hasil pengujian dengan skor rata-rata yang sudah didapatkan.



Gambar 4.13 Tingkat skor SUS (Bangor *et al.*, 2009)

Gambar 4.13 merupakan skala penilaian untuk menunjukkan secara keseluruhan skor rata-rata SUS yang didapatkan pada pengujian usability 80,5 termasuk kedalam kategori *Excellent*. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa

responden menilai *game* cukup mudah digunakan dan masih ada ruang untuk peningkatan.

#### 4.4 Integrasi Islam

Penelitian ini berkaitan dengan tiga konsep muamalah. Interaksi manusia dengan Allah ( muamalah ma'a Allah ) dan interaksi manusia dengan manusia lain ( muamalah ma'a an-nas) merupakan pengertian muamalah yang menjadi konsep pada penelitian ini.

##### 4.4.1 Muamalah Mu'Allah

Muamalah mu'Allah mengacu pada interaksi manusia dengan Allah. Islam menganjurkan setiap umatnya untuk menjalankan tanggung jawabnya sebagai tanda keastiaan dan ketaatan kepada Allah. Allah akan melimpahkan pahala yang besar bagi setiap muslim bagi yang menjalankan kewajibannya. Salah satu kewajiban seorang muslim adalah mencari ilmu. Pentingnya seorang muslim mencari ilmu untuk pendidikan, karena Allah sangat menghargainya. Surah Al – Alaq ayat 1 – 5 firman Allah menggambarkan gagasan ini dengan menekankan pada nilai pendidikan dalam memperoleh ilmu :

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

*“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah dan tuhanmulah yang maha pemurah. Yang mengajarkan (manusia) apa yang tidak diketahuinya.”(Q.S. Al-Alaq 1-5)*

Dalam Tafsir Al-Misbah, Prof. Dr. AG. K.H Muhammad Quraish Shihab, Lc., M.A. menjelaskan bahwa kalimat “iqra” dalam ayat Al-Qur’an diatas tidak hanya berarti membaca teks tertulis, tetapi juga menghimpun pengetahuan dan pengalaman. Hal ini berarti perintah “iqra” memiliki makna yang luas, yaitu mendorong umat islam untuk mempelajari berbagai hal dalam kehidupan (Dozan, 2020). Dalam konteks pendidikan, ayat ini mengajarkan kepada setiap umat muslim untuk belajar atau menuntu ilmu. Umat islam harus selalu berusaha untuk memperluas pengetahuan dan pemahaman tentang dunia sekitar mereka. Oleh karena itu, ayat “iqra” menjadi landasan penting bagi pendidikan dalam islam.

#### 4.4.2 Muamalah Mu’Annas

Muamalah mu’an-nas dalam konteks penelitian ini dikaitkan dengan kolaborasi antara manusia dalam produksi media peningkat pembelajaran. Prinsip solidaritas kemanusiaan diajarkan dalam islam. Al-Quran surah Al-Maidah Ayat 2 menjelaskan sebagai berikut.

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ

*“Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan.” (QS. Al-Maidah: 2)*

Menurut tafsir Ibnu Katsir yang dikemukakan oleh M. Abdul Ghoffar menyatakan bahwa Allah menghimbau umat-Nya untuk menjauhi perbuatan maksiat dan harus saling membantu dalam amal shaleh. Oleh karena itu, orang yang mengikuti petunjuk-Nya dan menjauhi larangan-Nya disebut sebagai orang yang bertakwa. Membantu seseorang dalam melakukan dosa atau melakukan sesuatu

yang dilarang adalah hal yang dibenci atau dilarang oleh Allah. Ibnu Jarir menafsir bahwa dosa sebagai penolakan terhadap penunjuk Allah, sedangkan pengingkaran adalah melampaui apa yang diwajibkan oleh Allah.

Sesuai dengan latar belakan penelitian, permainan edukatif merupakan salah satu media untuk menunjang pendidikan dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Karena pembuatan media *game* edukatif ini bertujuan untuk mempermudah atau membantu seseorang untuk belajar. Hal ini bisa dianggap sebagai bentuk tolong menolong antara sesama manusia.

#### **4.4.3 Muamalah Ma'Alam**

Istilah “Muamalah Ma'Alam” menggambarkan bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungan alam. Islam mengajarkan kepada para pemeluknya bahwa menjaga dan melindungi lingkungan adalah kewajiban mereka kepada Allah. Ayat 30 dari Surat Al-Baqarah menyatakan:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً

*"Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, 'Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi.'" (QS. Al-Baqarah: 30)*

Ayat ini menunjukkan bahwa manusia memiliki kewajiban untuk melestarikan dan menjaga alam karena mereka memiliki peran sebagai khalifah di bumi. Sangat penting untuk mempertimbangkan lingkungan saat menggunakan teknologi di dalam kelas, terutama dalam hal permainan edukatif. Teknologi seharusnya tidak merusak alam. Praktik pengembangan game yang ramah

lingkungan, seperti efisiensi energi dan minimalisasi limbah digital, dapat dipertimbangkan (Rasyad, 2022).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa penerapan metode *fuzzy* Sugeno untuk menentukan map berdasarkan kemampuan pemain dalam *game* edukasi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perbandingan antara *output* pada matlab dan *game* semuanya sesuai, artinya *output* yang dihasilkan sudah sesuai dengan rules yang sudah diberikan. Hal ini menegaskan bahwa metode *fuzzy* Sugeno memberikan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan dalam menentukan map dalam *game* edukasi berbasis kemampuan pemain.
2. Hasil pengukuran *usability testing*, menghasilkan skor rata-rata SUS yang didapatkan pada pengujian *usability* 80,5 termasuk kedalam kategori *Excellent*. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa responden menilai *game* cukup mudah digunakan dan masih ada ruang untuk peningkatan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy* Sugeno efektif dalam menentukan map dalam *game* edukasi berbasis kemampuan pemain, serta *game* tersebut memiliki tingkat kegunaan yang baik namun masih dapat ditingkatkan untuk meningkatkan pengalaman *player*.

## 5.2 Saran

Dalam penelitian ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak potensi pengembangan ilmu pengetahuan yang sangat perlu untuk diperhatikan. Berikut beberapa aspek yang perlu mendapat perhatian dalam pengembangan selanjutnya:

1. Penambahan *output game*, perlunya penambahan variasi keluaran agar game menjadi lebih menarik. Saat ini, hanya terdapat satu keluaran berupa level kabut, sementara aspek-aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik telah dikategorikan dalam setiap levelnya. Dengan menambahkan lebih banyak keluaran, seperti tantangan tambahan atau reward, dapat meningkatkan daya tarik dan keunikan game.
2. Umpan balik yang berarti, untuk penilitain selanjutnya umpan balik secara teratur dari pemain mengenai pengalaman mereka dalam bermain game, dan gunakan informasi tersebut untuk terus memperbarui dan meningkatkan game. Hal ini akan memastikan bahwa game tetap relevan dan memenuhi harapan pemain seiring waktu.

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



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an. (2018). Al-Qur'anul Karim. Kementerian Agama Republik Indonesia.
- Al-Hafidz, I. Z. (2017). *Tafsir Al-Madinah Al-Munawwarah. Jilid III*. Insan Kamil.
- Abidin, Z., & Hasan Wahyudi, M. (2017). *Game Tradisional Go Egrang Berbasis Android*.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114-123.
- Basriati, M.Sc, S., & Safitri, M.Mat, E. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 18(1), 120. <https://doi.org/10.24014/sitekin.v18i1.11022>
- Brooke, J. (1986). SUS: A “Quick and Dirty” Usability Scale. *Usability Evaluation In Industry*, 207–212. <https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>
- Chaiwong, J., Paliyawan, P., Thawonmas, R., Sookhanaphibarn, K., & Choensawat, W. (2021). A Maze Game with Singing Interface to Fight Dementia. *2021 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2021*, 847–848. <https://doi.org/10.1109/GCCE53005.2021.9622097>
- Colwell, A. M., & Glavin, F. G. (2018). Colwell’s Castle Defence: A Custom Game Using Dynamic Difficulty Adjustment to Increase Player Enjoyment. *arXiv preprint arXiv:1806.04471*.
- Dozan, W. (2020). Nilai-Nilai Pendidikan Islam Dalam Surat Al-Alaq Ayat 1-5. *Ta’limuna*, 9(02), 153–169.
- Haryanto, H. (2016). Reward Dinamis dalam Skenario Adaptif Menggunakan Metode Finite State Machine pada Game Edukasi Dynamic Reward in Adaptive Scenario Using Finite State Machine for Education Game. Dalam *Journal of Applied Intelligent System* (Vol. 1, Nomor 2).
- Irwandi, P., Erlansari, A., & Effendi, R. (2016). Perancangan Game First Person Shooter (FPS) “Boar Hunter” Berbasis Virtual Reality. *Jurnal Rekursif*, 4(1).
- ISIK, S., TUTAK, T., & KALKAN, M. (2020). The effect of teaching sequence subject with realistic mathematics education on student achievement and opinion. *International Online Journal of Educational Sciences*, 12(1), 184–203.

- Iswari, L., & Wahid, F. (2005). Alat bantu sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde satu. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Krisdiawan, R. A., Fitriani, A., & Budianto, H. (2022). Penerapan Algoritma Recursive Backtracking Sebagai Maze Generator Pada Game Labirin Aksara Sunda. *Media Jurnal Informatika*, 14(1), 31. <https://doi.org/10.35194/mji.v14i1.2326>
- Lina, S., & Sitio, M. (2018). Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno untuk Menentukan Jumlah Pembelian Obat (Studi Kasus: Garuda Sentra Medika). *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 3(2), 104.
- Minarto. (2022). Desain Skenario Pemunculan Tingkat Kesulitan Soal Pada Game Matematika Menggunakan Aplikasi Rule-Based System ( RBS ). *INCARE, International Journal of Educational Resources*, 2(6), 586–603.
- Mu'arifah, M. P., Ekasari, L. A., Salsabila, R., & Pranoto, I. W. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Maze Game untuk Meningkatkan Keterampilan Soal Cerita Mata Pelajaran Matematika. *Epistema*, 4(2), 141–153. <https://doi.org/10.21831/ep.v4i2.63451>
- Nafiah, S., Hannats, M., & Ichsan, H. (2018). Rancang Bangun Automatic Water Filling Tub System Menggunakan Algoritma Fuzzy Mamdani. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2(9), 2538–2545. [http://repository.ub.ac.id/11349/%0Ahttp://repository.ub.ac.id/11349/3/BAGIAN DEPAN.pdf](http://repository.ub.ac.id/11349/%0Ahttp://repository.ub.ac.id/11349/3/BAGIAN%20DEPAN.pdf)
- Pribadi, O. (2015). Maze Generator Dengan Menggunakan Algoritma Depth-First-Search. *Jurnal TIMES*, 4(1), 1–5.
- Rasyad, R. (2022). Konsep Khalifah dalam Al-Qur'an (Kajian Ayat 30 Surat al-Baqarah dan Ayat 26 Surat Shaad). *Jurnal Ilmiah Al-Mu'ashirah*, 19(1), 20. <https://doi.org/10.22373/jim.v19i1.12308>
- Riyadi, A., & James. (2021). Analisis Usability Testing pada User Interface dalam Game Idle Breeder. *Journal of Applied Multimedia and Networking*, 5(2), 1–8. <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAMN>
- Sari, Alfira Widya, Kristina Imron, & Kurnia Dewi. (2023). *Pengaruh Permainan Edukatif Track Ball Terhadap Perkembangan Kognitif Anak di KB Al-Lifah (di KB Kelompok B Usia 5-6 Tahun Al-Lifah Kecamatan Suak Tapeh Kabupaten Banyuwasin III)* (Vol. 5). <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jpdk.v5i1.11788>

- Sillaots, M., Jesmin, T., & Rinde, A. (2016). Survey for mapping game elements. *10th European Conference on Game Based Learning (ECGBL)*, 617–626. <http://ludoguru.org/gameelements>.
- Sopiatun, M., Arjudin, & Tahir, M. (2022). Dampak Penggunaan Game Edukasi Alfabeta Dan Numerik Terhadap Keterampilan Berhitung Siswa Kelas II SDN Bundia Tahun Ajaran 2022/2023. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(12), 16686–16697.
- Sukirno, Endang, P. T., Sarwono, T., & Wachid, A. (2009). *Matematika Gemar Berhitung 6*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Teguh Martono, K. (2015). Pengembangan Game dengan Menggunakan Game Engine Game Maker. *Jurnal Sistem Komputer*, 5(1), 23–30.
- Wahyuni, Esa Nur, & Baharuddin. (2007). *Teori Belajar & Pembelajaran*.
- Yulistari, Novita, Atin Fatimah, & Tri Sayekti. (2018). Pengaruh penggunaan alat permainan edukatif maze terhadap kemampuan kognitif anak usia 4-5 tahun. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 125–134.
- Z. Mahmud, N. Nikentari, & E. Suswaini. (2016). Analisa Perbandingan Metode Sugeno Dan Mamdani Dalam Sistem Prediksi Cuaca (Studi Kasus BMKG Kelas III Tanjungpinang). *Tek. Inform*, 1–9.