

**PENYEIMBANGAN KESULITAN BERBASIS PROFIL PEMAIN
MENGUNAKAN ATURAN *FUZZY TSUKAMOTO*
PADA *GAME* BERBASIS EDUKASI**

SKRIPSI

**Oleh :
TRILISTIO ARITAMI RIZKY
NIM. 18650016**



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

**PENYEIMBANGAN KESULITAN BERBASIS PROFIL PEMAIN
MENGUNAKAN ATURAN *FUZZY TSUKAMOTO*
PADA *GAME* BERBASIS EDUKASI**

SKRIPSI

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

**Oleh :
TRILISTIO ARITAMI RIZKY
NIM. 18650016**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENYEIMBANGAN KESULITAN BERBASIS PROFIL PEMAIN
MENGUNAKAN ATURAN *FUZZY TSUKAMOTO*
PADA *GAME* BERBASIS EDUKASI**

SKRIPSI

**Oleh :
TRILISTIO ARITAMI RIZKY
NIM. 18650016**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 5 Juni 2025

Pembimbing I,


Ahmad Fahmi Karami, M.Kom
NIP. 19870909 202012 1 001

Pembimbing II,


Dr. M. Imamudin Lc, M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

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




Dr. I. Fachrud Kurniawan S.T., M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PENYEIMBANGAN KESULITAN BERBASIS PROFIL PEMAIN MENGUNAKAN ATURAN *FUZZY TSUKAMOTO* PADA *GAME* BERBASIS EDUKASI

SKRIPSI

Oleh :
TRILISTIO ARITAMI RIZKY
NIM. 18650016

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 25 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji : Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., MT., IPM.
NIP. 19710722 201101 1 001

Anggota Penguji I : Tri Mukti Lestari, M.Kom
NIP. 19911108 202012 2 005

Anggota Penguji II : Ahmad Fahmi Karami, M.Kom
NIP. 19870909 202012 1 001

Anggota Penguji III : Dr. M. Imamudin Lc, M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

()
()
()
()

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



()
Dr. Ir. Fachrul Kurniawan S.T., M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Trilistio Aritami Rizky

NIM : 18650016

Fakultas / Program Studi : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Penyeimbangan Kesulitan Berbasis Profil Pemain
Menggunakan Aturan *Fuzzy Tsukamoto* Pada *Game*
Berbasis Edukasi

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, 25 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,



Trilistio Aritami Rizky
NIM.18650016

MOTTO

Penyesalan adalah hal-hal yang tidak kita lakukan ketika kita punya kesempatan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini dipersembahkan dengan penuh rasa syukur dan hormat kepada:

Allah SWT, Rabb semesta alam,

Yang telah memberikan segala nikmat iman, kesehatan, ilmu, serta kekuatan
hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Nabi Muhammad SAW, suri teladan sepanjang zaman,

Yang telah menjadi teladan hidup dan inspirasi bagi umat muslim.

Orang tua saya dan seluruh keluarga tercinta,

Yang senantiasa mendoakan dan menyemangati penulis sampai titik ini.

Pak Ahmad Fahmi Karami, M.Kom dan Pak Dr. M. Imamudin Lc, M.A

Yang dengan penuh kesabaran dan keikhlasan telah membimbing dan
mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini.

Teman-teman seperjuangan,

Yang telah menjadi bagian dari proses panjang ini dengan doa dan semangat yang
tak ternilai.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, atas syafaatnya yang telah menuntun umat manusia dari jalan kebatilan ke jalan yang benar. Semoga kita semua masuk ke dalam golongan yang dituntun Allah SWT serta mendapatkan pertolongan Nabi Muhammad SAW. *Aamiin.*

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan S.T., M.MT., IPU, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dosen ketua penguji yang telah berkenan mengoreksi dan memberikan saran untuk kebaikan penulis.
4. Ahmad Fahmi Karami, M.Kom dan Dr. M. Imamudin Lc, M.A, selaku pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu untuk bimbingan dan memberikan arahan.

5. Prof. Dr. Muhammad Faisal, M.T selaku wali dosen yang telah berkenan mengoreksi dan memberikan saran untuk kebaikan penulis.
6. Tri Mukti Lestari, M.Kom selaku dosen penguji satu yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan.
7. Nia Faricha, S.Si selaku admin Program Studi Teknik Informatika yang dengan sangat sabar banyak membantu penulis terkait informasi administrasi dan berkas studi.
8. Segenap civitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
9. Orang tua saya yang selalu mendukung putra bungsunya, Alm. Ayah Dede Rachman dan ibu Lily M. Rachman, serta seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan baik secara moril dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
10. Teman-teman Teknik Informatika "UFO" angkatan 2018 dan seluruh keluarga besar Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama menyusun skripsi.

Malang, 25 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait	6
2.2 Penyeimbangan Kesulitan	9
2.3 <i>Game</i> Edukasi	9
2.4 <i>Non-Player Character</i>	10
2.5 Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.6 Taksonomi Bloom	17
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	20
3.1 Desain	20
3.2 Analisis dan Perancangan <i>Game</i>	21
3.2.1 Analisis <i>Game</i>	21
3.2.2 Rancangan Antarmuka	22
3.3 Perancangan Alur Permainan	23
3.4 Implementasi Metode <i>fuzzy Tsukamoto</i>	25
3.4.1 Fuzzifikasi	29
3.4.2 <i>Rule Base</i>	34
3.4.3 Inferensi	36
3.4.4 Defuzzifikasi	36
3.5 Pengujian System Usability Scale (SUS)	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Impelementasi Sistem	39
4.2 Pembahasan dan Hasil Implementasi <i>Fuzzy Tsukamoto</i>	41
4.3 Validasi <i>Game</i>	52

4.4	Hasil Pengujian <i>System Usability Scale</i>	53
4.5	Integrasi Islam	57
4.5.1	<i>Mu'amalah Ma'a Allah</i>	57
4.5.2	<i>Mu'amalah Ma'a an-Nas</i>	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tingkat Kesulitan	9
Gambar 2.2 Proses Fuzzy.....	12
Gambar 2.3 Representasi Linear Naik	14
Gambar 2.4 Representasi Linear Turun	15
Gambar 2.5 Kurva Segitiga.....	16
Gambar 2.6 Kurva Trapesium.....	17
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Gameplay Alur	24
Gambar 3.3 Kurva Variabel Score	30
Gambar 3.4 Kurva Variabel Benda	31
Gambar 3.5 Kurva Variabel Waktu	33
Gambar 3.6 Kurva Variabel Level	34
Gambar 3.7 Aturan Penilaian SUS (Bangor et al., 2009).....	37
Gambar 4.1 Main Menu	39
Gambar 4.2 Tampilan In Game	40
Gambar 4.3 Tampilan Kuis	40
Gambar 4.4 Tampilan Kalah	41
Gambar 4.5 Tampilan Menang.....	41
Gambar 4.6 Soal default.....	42
Gambar 4.7 Log fuzzifikasi percobaan pertama	42
Gambar 4.8 Log defuzzifikasi percobaan pertama.....	43
Gambar 4.9 Kurva input benda bernilai 2.....	43
Gambar 4.10 Kurva input score bernilai 20	44
Gambar 4.11 Kurva input waktu bernilai 293.....	44
Gambar 4.12 Kurva fungsi keanggotaan output bernilai 3	45
Gambar 4.13 Soal mudah hasil percobaan pertama	45
Gambar 4.14 Log fuzzifikasi percobaan kedua.....	46
Gambar 4.15 Log defuzzifikasi percobaan kedua.....	46
Gambar 4.16 Soal sedang hasil percobaan kedua	47
Gambar 4.17 Log fuzzifikasi percobaan ketiga	47
Gambar 4.18 Log defuzzifikasi percobaan ketiga.....	47
Gambar 4.19 Soal sedang hasil percobaan ketiga.....	48
Gambar 4.20 Log fuzzifikasi percobaan keempat.....	48
Gambar 4.21 Log defuzzifikasi percobaan keempat.....	49
Gambar 4.22 Kurva input benda bernilai 13	49
Gambar 4.23 Kurva input score bernilai 80	50
Gambar 4.24 Kurva input waktu bernilai 236.....	50
Gambar 4.25 Kurva fungsi keanggotaan output bernilai 8	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Contoh Rancangan Antarmuka.....	22
Tabel 3.2 Perancangan Soal Default	25
Tabel 3.3 Perancangan Soal Mudah / C1 (remembering)	26
Tabel 3.4 Perancangan Soal Sedang / C2-C3 (understanding-applying)	27
Tabel 3.5 Perancangan Soal Sulit / C4 (analyzing).....	28
Tabel 3.6 Input Score	30
Tabel 3.7 Input Benda	31
Tabel 3.8 Input Waktu	33
Tabel 3.9 Output Level.....	34
Tabel 3.10 Rule Base.....	35
Tabel 3.11 Daftar Kuisisioner	36
Tabel 4.1 Tabel Kriteria Uji Validasi (Sari & Jasiah, 2024).....	52
Tabel 4.2 Uji Validasi Media.....	53
Tabel 4.3 Hasil Kuisisioner.....	54
Tabel 4.4 Hasil Skor SUS.....	55
Tabel 4.5 Hasil Akhir Skor SUS	56

ABSTRAK

Rizky, Trilistio Aritami. 2025. **Penyeimbangan Kesulitan Berbasis Profil Pemain Menggunakan Aturan *Fuzzy Tsukamoto* Pada *Game* Berbasis Edukasi.** Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Ahmad Fahmi Karami, M.Kom (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

Kata Kunci: *Game* Edukasi, *Fuzzy Tsukamoto*, Penyeimbangan Kesulitan, Logika *Fuzzy*, Kuis interaktif.

Game edukasi memiliki potensi untuk menjadi media pembelajaran interaktif yang dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar. Namun, tantangan utamanya adalah menyesuaikan tingkat kesulitan soal dengan kemampuan pemain. Metode *Fuzzy Tsukamoto* digunakan dalam penelitian ini untuk membuat sistem penyeimbangan kesulitan soal kuis pada *game* edukasi. Sistem ini menggunakan tiga variabel *input*, yaitu jumlah objek yang dikumpulkan, skor kuis, dan waktu tersisa. Tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan tingkat kesulitan kuis yang berubah-ubah. Hasil implementasi menunjukkan bahwa metode *fuzzy* memiliki kemampuan untuk membagi soal berdasarkan performa pemain ke dalam kategori mudah, sedang, dan sulit. Ini memungkinkan pengalaman bermain yang seimbang dan sesuai dengan perkembangan kemampuan pemain selama permainan berlangsung.

ABSTRACT

Rizky, Trilistio Aritami. 2025. **Player Profile-based Difficulty Balancing Using Tsukamoto Fuzzy Rules in Educational Based Game**. Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology. State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Ahmad Fahmi Karami, M.Kom (II) Dr. M. Imamudin Lc, MA.

Keywords: Educational game, Tsukamoto Fuzzy, Difficulty Balancing, Fuzzy Logic, Interactive Quiz.

Educational *games* have the potential to serve as interactive learning media that can enhance students' interest in learning. However, the main challenge lies in adjusting the level of question difficulty to match the player's ability. This study utilizes the *Fuzzy Tsukamoto* method to develop a system for balancing quiz difficulty in an educational *game*. The system employs three *input* variables: the number of collected objects, quiz score, and remaining time. Through the processes of fuzzification, inference, and defuzzification, the system dynamically generates appropriate difficulty levels for the quiz. The implementation results demonstrate that the *fuzzy* method effectively classifies questions based on player performance into easy, medium, and hard categories. This approach enables a balanced *gameplay* experience that adapts to the player's skill progression throughout the *game*.

مستخلص البحث

رزقي، ترليستيو أريتامبي. 2025. موازنة صعوبة الأسئلة بناءً على ملف اللاعب بقاعدة سوكاموتو الضبابية في الألعاب التعليمية. البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفان: (1) أحمد فهمي كرامي الماجستير، (2) الدكتور إمام الدين، الماجستير.

الكلمات الأساسية: الألعاب التعليمية، سوكاموتو الضبابي، موازنة الصعوبة، المنطق الضبابي، المسابقات التفاعلية.

تتمتع الألعاب التعليمية بإمكانات كبيرة لتكون وسيلة تعليمية تفاعلية يمكن أن تعزز اهتمام الطلاب بالتعلم. ولذلك، فإن التحدي الرئيسي هو التوفيق بين مستوى صعوبة الأسئلة وقدرة اللاعب. تم استخدام طريقة سوكاموتو الضبابية في هذه الدراسة لإنشاء نظام لموازنة صعوبة الأسئلة في المسابقات داخل الألعاب التعليمية. يعتمد هذا النظام على ثلاثة متغيرات مدخلات، وهي: عدد الأشياء المجمعة، درجات المسابقة، والوقت المتبقي. تم استخدام مراحل التمرية، الاستدلال، وإلغاء التمرية لتوليد مستويات صعوبة الأسئلة المتغيرة. أظهرت نتائج التنفيذ أن الطريقة الضبابية قادرة على تقسيم الأسئلة بناءً على أداء اللاعب إلى فئات سهلة، متوسطة، وصعبة. وهذا يتيح تجربة لعب متوازنة ومتوافقة مع تطور قدرة اللاعب خلال سير اللعبة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin berkembangnya perangkat komunikasi dan TI dapat mendorong kemajuan *game*. Selain karena kualitas grafik yang semakin memanjakan penggemarnya, cerita dan karakter *game* semakin menarik. 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). Para pengembang *game* berlomba-lomba untuk membuat *game* yang lebih menarik dan edukatif untuk para pemainnya dengan cara meningkatkan kelincahan intelektual mereka pada tingkat *gameplay*nya, sehingga *game* tidak hanya sekedar permainan yang menyenangkan dan menarik, tetapi juga merupakan salah satu jenis produk teknologi informasi yang sangat diminati saat ini.

Kemajuan *game* pada saat ini juga berpengaruh pada bidang pendidikan. Hal ini mengharuskan pengajar agar terus berinovasi dalam kegiatan belajar mengajar (Pangestu, 2022). Pengembangan teknologi dapat digunakan sesuai kebutuhan agar bermanfaat bagi pengguna (Gunawan et al., 2022). Penggunaan *game* sebagai media pembelajaran dapat dijadikan alternatif karena siswa lebih memilih bermain *game* daripada haus membaca buku (Nuqisari & Sudarmilah, 2019).

Game edukasi menurut Andari (2020) adalah sebuah permainan yang digunakan dalam proses pembelajaran dan dalam permainan tersebut mengandung unsur mendidik atau nilai-nilai pendidikan. Pada penelitian ini, *game* yang dirancang selain menjadi sarana hiburan, juga menjadi pendekatan inovatif dalam pembelajaran di bidang pengetahuan umum. *Game* ini akan memberikan pengalaman menarik karena selain bermain, pemain juga diuji pemahamannya di bidang pengetahuan umum. Hal ini akan memberikan motivasi belajar karena pemain akan memperoleh poin ketika menjawab pertanyaan berupa kuis seputar pengetahuan umum. Sebagaimana dikutip dari Hadis riwayat Bukhari dan Muslim sebagai berikut.

عَنْ أَنَسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: يَسِّرُوا وَلَا تُعَسِّرُوا وَيَسِّرُوا وَلَا تُنْفِرُوا

"Dari Anas radhiyallahu 'anhu berkata: Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: 'Permudahlah dan jangan mempersulit, berilah kabar gembira dan jangan membuat orang lari.'" (HR. Bukhari dan Muslim).

Hadis ini mengajarkan bahwa dalam proses pembelajaran, penting untuk menciptakan suasana yang menyenangkan dan memotivasi, bukan malah membuat siswa merasa sulit dan enggan belajar. Sehingga menjadikan permainan ini sebagai media pembelajaran alternatif menjadi relevan.

Game edukasi telah menjadi salah satu sarana yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Namun salah satu tantangan terbesar dalam mengembangkan permainan yang edukatif adalah memastikan tingkat kesulitan permainan tersebut sesuai dengan kemampuan individu siswa. Tingkat kesulitan yang tepat akan menjaga minat pemain, mencegah kebosanan, dan memberikan

tantangan sesuai kemampuan individu (Haryanto, 2016). Penentuan penyeimbangan kesulitan tentunya berbeda-beda tiap pemain karena dipengaruhi oleh profil pemain.

Penyeimbangan kesulitan pada *game* sangat berpengaruh pada profil pemain dikarenakan hal tersebut menjadi dasar seorang dikatakan mampu untuk memecahkan masalah pada permainan. Pemberian tingkat kesulitan setiap pemain akan mempengaruhi kemampuan kognitif, keterampilan, dan strategi setiap pemain dengan maksimal (Guardiola et al., 2010).

Metode penyeimbangan kesulitan menggunakan suatu logika yang dapat menentukan keputusan secara otomatis berdasarkan masukan dari pemain. Salah satu logika yaitu logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berpikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin (Mardiana et al., 2020). Terdapat jenis-jenis metode *fuzzy*, salah satunya adalah *fuzzy Tsukamoto* yang dapat digunakan di berbagai bidang. Pada penelitian sebelumnya, *fuzzy Tsukamoto* digunakan untuk menentukan kelayakan penerimaan penerima beasiswa di suatu sekolah. Pada penelitian tersebut, masukan data berupa persepsi responden, analisa kelayakan, dan uji perbandingan telah menentukan penerima beasiswa dengan tepat (Mulyadi et al., 2020).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini mengajukan penerapan *fuzzy Tsukamoto* untuk penyeimbangan kesulitan dan skenario dalam *game* edukasi.

Fuzzy Tsukamoto akan memberikan nilai keputusan yang optimal untuk menentukan tingkat level kuis yang dimainkan oleh pemain.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana penyeimbangan tingkat kesulitan kuis pada *game* edukasi menggunakan *fuzzy Tsukamoto*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diusung dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. *Software* yang digunakan menggunakan Unity 3D.
- b. *Game* bersifat *single player*.
- c. *Game* yang akan dibangun berbasis *desktop*.
- d. *Game* menggunakan konten edukasi berupa kuis pengetahuan umum.
- e. Pengaturan level kesulitan kuis merupakan hasil perhitungan menggunakan *fuzzy Tsukamoto*.
- f. *Pembuatan game* ini difokuskan untuk pembelajaran siswa kelas 4 sekolah dasar atau sederajat.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membangun *game* edukasi yang mampu beradaptasi dengan kemampuan pemain dengan menerapkan *fuzzy Tsukamoto*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pemain dapat merasakan permainan yang menyenangkan karena tingkat kesulitan kuis yang didapat berdasarkan kemampuan pemain dalam menyelesaikan misi sebelumnya.
- b. *Game* berbasis edukasi ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran alternatif untuk siswa.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Soedargo & Junaedi, 2022) berjudul “*Dynamic Difficulty Adjustment Berbasis Logika Fuzzy Untuk Procedural Content Generation Pada Permainan Roguelike*”, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *game* yang mengintegrasikan *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA) berbasis logika *fuzzy* untuk *Procedural Content Generation* (PCG) pada permainan *roguelike* sehingga dapat menghasilkan tingkat kesulitan yang dinamis. DDA akan mengolah parameter *input* dari keterampilan pemain ketika menyelesaikan map sebelumnya, seperti lama waktu, sisa darah, banyaknya serangan yang diterima, sisa peluru, akurasi pemain, dan jumlah musuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan metode *fuzzy* tidak hanya meningkatkan tantangan dalam permainan tetapi juga memperkaya pengalaman bermain secara keseluruhan.

Penelitian berjudul “*Pengembangan Permainan Edukasi Menggunakan Logika Fuzzy untuk Anak Usia Dini*” oleh (Oktavia & Maulidi, 2018) bertujuan untuk mengembangkan *game* edukasi *mobile* yang menyampaikan pendidikan seksualitas kepada anak usia dini guna mencegah pelecehan seksual. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan tahapan analisis, desain, pengembangan, dan implementasi. Logika *fuzzy* tipe Sugeno diterapkan dalam sistem penilaian permainan (*reward system*) berdasarkan skor, nyawa, dan waktu. *Game* diuji pada berbagai versi Android dan dilakukan pengujian fungsional

serta efektivitas kepada responden. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *game* berjalan optimal pada Android versi ≥ 4.2 dan sebanyak 88% responden menilai konten *game* edukatif, dengan peningkatan pemahaman anak tentang pelecehan seksual setelah bermain.

Penelitian berjudul "*Identifikasi Cognitive Skill Game (CSG) Menggunakan Fuzzy K-Means (FKM) pada Game Android 'Benthik Fiqih'*" oleh (Nugroho, 2014), bertujuan mengklasifikasi keterampilan kognitif siswa saat bermain *game* edukasi berbasis Android menggunakan metode *Fuzzy K-Means*. Data dikumpulkan dari 150 siswa Madrasah Ibtidaiyah, dan dianalisis melalui tahapan pra-proses, segmentasi, penentuan region of interest (ROI), klasifikasi, serta validasi hasil menggunakan nilai partition coefficient (PC) dan classification entropy (CE). Hasil awal klasifikasi dengan 4 cluster belum optimal (PC: 0.5991 dan CE: 0.7609), namun ditemukan bahwa jumlah cluster optimal adalah 7. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan FKM dalam *game* edukasi mampu mengidentifikasi motivasi belajar siswa melalui aspek keaktifan memilih, ketekunan, dan kemauan berusaha, serta berpotensi meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Penelitian berjudul "*Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Quizizz Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Fiqih Kelas XI MAN 1 Trenggalek*" oleh (Afifah, 2022) bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan aplikasi Quizizz sebagai media pembelajaran terhadap hasil belajar siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *True Experimental Design*, melibatkan 98 siswa yang dibagi dalam kelompok

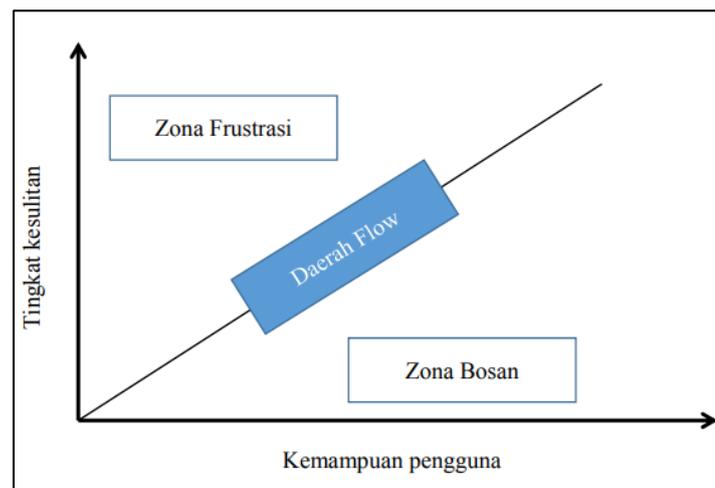
eksperimen dan kontrol. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, serta pretest dan posttest, kemudian dianalisis menggunakan uji Wilcoxon dan Mann Whitney dengan bantuan SPSS 25. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan pada hasil belajar siswa yang menggunakan media Quizizz, dengan nilai posttest rata-rata 83,16 pada kelas eksperimen dibandingkan 65,41 pada kelas kontrol, serta nilai signifikansi 0,000 yang menunjukkan adanya pengaruh positif penggunaan media Quizizz terhadap peningkatan hasil belajar mata pelajaran fiqih.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Reya Wisinggya et al., 2021) berjudul “Tingkat Kesulitan Dinamis Menggunakan Logika *Fuzzy* Pada *Game* Musik Tradisional Jawa Tengah”, tujuan dari penelitian ini yaitu bagaimana menerapkan kesulitan dinamis menggunakan *fuzzy logic* pada permainan musik / *Rhythm Game*. Penelitian ini menyebutkan bahwa penggunaan logika *fuzzy* yakni *fuzzy Tsukamoto* diyakini mampu mengatur perilaku tingkat kesulitan dinamis karena memiliki aturan dan nilai variabel yang tidak terlalu banyak. Hasil dari penelitian ini adalah *fuzzy Tsukamoto* dapat diterapkan pada permainan musik dimana permainan dapat mengikuti kemampuan pemain berdasarkan aturan yang diberikan.

Pada penelitian ini akan menggunakan logika *fuzzy* yang akan tahapannya mengimplementasikan model *fuzzy Tsukamoto* dibantu dengan logika sederhana di dalam fungsi aktivasi sebagai metode untuk menentukan level perubahan kesulitan kuis sebagai keputusan terakhir. Perubahan akan dilakukan secara kontinyu hingga permainan berakhir.

2.2 Penyeimbangan Kesulitan

Penyeimbangan kesulitan dalam *game* adalah aspek penting dalam desain permainan yang memastikan bahwa pengalaman bermain tetap menantang, adil, dan memuaskan bagi pemain.



Gambar 2.1 Tingkat Kesulitan

Grafik tersebut menunjukkan bahwa jika tingkat kesulitan *game* terlalu tinggi dan tidak seimbang dengan kemampuan pemain, maka pemain akan menjadi frustrasi dan berhenti bermain *game*. Jika tingkat kesulitan *game* terlalu rendah dan tidak seimbang dengan kemampuan pemain, juga akan terjadi kebosanan dalam memainkan *game*. Tingkat kesulitan *game* biasanya ditentukan oleh pengembang dan cenderung stabil. Namun, variasi kemampuan pengguna yang terlalu besar membuat *flow* sulit dicapai.

2.3 *Game* Edukasi

Menurut pendapat Masfufah et al. (2017), *game* atau permainan adalah sesuatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu sehingga ada yang menang dan ada yang kalah, biasanya konteks tidak serius dengan tujuan refreshing. *Game*

dapat datang dalam berbagai bentuk, seperti permainan fisik, permainan papan, permainan *video*, dan permainan peran (*role-playing games*). Permainan ini dapat dimainkan baik secara individu maupun dalam kelompok.

Dalam perspektif Islam, hukum bermain *game* pada dasarnya adalah mubah (boleh), namun dapat berubah menjadi makruh atau haram apabila mengandung unsur yang bertentangan dengan syariat atau menyebabkan pelakunya lalai dari kewajiban agama. Penelitian kepustakaan oleh (Arifin & Nuryono, 2021) menegaskan bahwa kecanduan *game online* dalam Islam termasuk kategori israf (berlebihan), yang dilarang sebagaimana tercantum dalam QS. Al-A'raf: 31. Ayat tersebut menegaskan larangan berlebih-lebihan dalam segala hal, termasuk hiburan, karena Allah tidak menyukai orang yang melampaui batas.

Game edukasi adalah permainan yang dirancang khusus untuk tujuan pembelajaran, menggabungkan unsur-unsur pendidikan dengan elemen hiburan. Menurut pendapat Abdullah (2021), *game* edukasi adalah media pembelajaran yang disusun dalam bentuk permainan, memberikan pengalaman belajar kepada para pemainnya secara menyenangkan dan mendidik. Hal ini sejalan dengan pendapat Wibamanto (2020) yang menyatakan bahwa *game* edukasi secara khusus memiliki muatan pembelajaran dan ditujukan untuk meningkatkan kemampuan pemainnya.

2.4 *Non-Player Character*

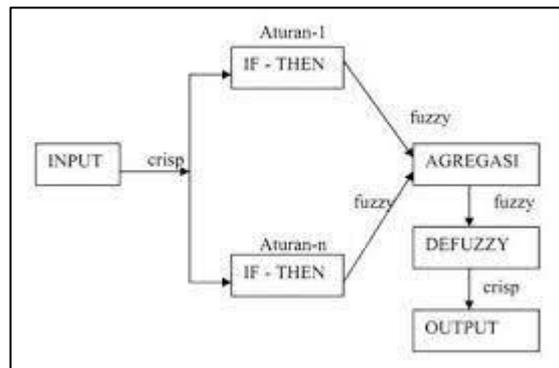
Non-Player Character (NPC) adalah karakter yang tidak berada di bawah kendali pemain dalam suatu lingkungan. Istilah ini berasal dari permainan meja tradisional yang disebut RPG (*Role-Playing Game*), di mana pemain mengatur

cerita yang mengontrol tindakan karakter. Peran NPC dalam permainan digital adalah untuk meniru perilaku dan logika pemain nyata (*Proceedings of the 2008 Conference on Future Play Research, Play, Share*, 2013), bertindak dengan sedikit atau tanpa campur tangan manusia. Industri *game* mengakui bahwa agen tersebut dikendalikan oleh *Artificial Intelligence* (AI). AI adalah cabang ilmu komputer yang telah melakukan penelitian ilmiah tentang permainan *digital* selama puluhan tahun. Industri ini berusaha untuk memenuhi persyaratan pelanggan dengan standar kualitas, sementara ilmu pengetahuan berkonsentrasi pada penciptaan model, metode, dan teknik baru yang membuat NPC lebih dapat dipercaya dalam lingkungan yang diusulkan. Ini menguji pemahaman manusia tentang apa yang nyata atau artifisial.

2.5 Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* dikembangkan pada tahun 1965 dan diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California (Chen & Gustientiedina, 2024). Metode *fuzzy* dikembangkan berdasarkan nilai logika Boolean. Perbedaannya terletak pada nilai keanggotaan. Dalam logika boolean, nilai keanggotaan hanya memiliki dua kemungkinan, yaitu 0 atau 1. Sedangkan dalam logika *fuzzy*, nilai keanggotaan dapat berupa bilangan antara 0 dan 1, termasuk nilai desimal. Jika dalam nilai logika boolean hanya ada “hitam dan putih”, maka pada *fuzzy* terdapat nilai keanggotaan yang lebih banyak seperti “hitam, keabuan, dan putih” (Ravita & Alisah, 2012).

Secara garis besar, diagram blok sistem inferensi *fuzzy* (Kusumadewi, 2004) dinyatakan pada Gambar 2.2 sebagai berikut:

Gambar 2.2 Proses *Fuzzy*

Pada Gambar 2.2, setelah *input* crisp diterima oleh sistem inferensi *fuzzy*, *input* ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi aturan *fuzzy* dalam format IF-THEN. Pada setiap aturan, fire strength akan dicari. Jika ada lebih dari satu aturan, maka akan dilakukan agresi dari semua aturan. Kemudian hasil agresi akan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai crisp sebagai *output* sistem.

Metode *fuzzy Tsukamoto* merupakan implementasi *fuzzy* yang digunakan untuk mengolah data untuk diambil kesimpulan (Ferdiansyah & Hidayat, 2018). *Fuzzy* memiliki beberapa metode, yaitu metode *fuzzy Tsukamoto*, metode *fuzzy Sugeno*, dan metode *fuzzy Mamdani* (Athiyah et al., 2021). Pada penelitian ini menggunakan *fuzzy Tsukamoto* sebagai metode utama. Metode *Tsukamoto* memiliki beberapa tahapan adalah sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses perubahan *inputan* yang bersifat nilai tegas atau crisp menjadi himpunan *fuzzy* untuk menentukan derajat keanggotaan pada himpunan *fuzzy*.

2. Pembentukan Rule

Proses merubah himpunan *fuzzy* yang telah melalui proses fuzzifikasi membentuk rule IF – THEN pada keanggotaan *fuzzy*.

3. Mesin Inferensi

Proses merubah masukan *fuzzy* dengan fuzzifikasi tiap rule menggunakan fungsi MIN. Sehingga didapatkan nilai alpha-predikat pada setiap rule. Nilai alpha predikat yang diperoleh digunakan untuk menghitung output setiap rule (mencari nilai z).

4. Defuzzifikasi

Proses merubah hasil dari mesin inferensi menjadi nilai tegas atau crisp. Hasil akhir diperoleh dengan metode *Weight Average* atau metode Rata-rata. Metode *Weight Average* dihitung dengan membagi nilai sigma alpha-predikat dikali nilai z dengan sigma alpha-predikat.

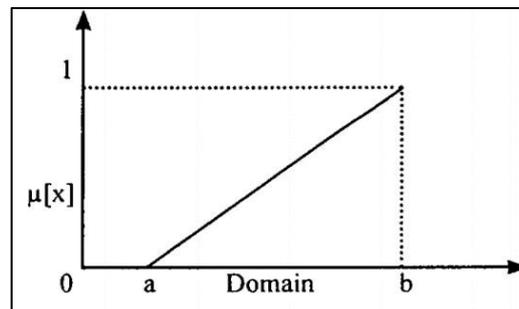
Fuzzy Tsukamoto memiliki *membership function* atau fungsi keanggotaan yang menggambarkan titik *input* data dalam nilai keanggotaan yang tersebar di antara interval 0 sampai 1. Untuk menggambarkan persebaran titik titik *input* data dapat menggunakan pendekatan fungsi, di antaranya:

1. Fungsi Linear

Fungsi Linear merupakan fungsi yang *input* data membentuk suatu garis lurus. Fungsi ini merupakan pemetaan yang paling sederhana dan dapat menjelaskan konsep yang kurang jelas. Terdapat dua jenis fungsi linear, ialah:

a. Fungsi Linear Naik

Fungsi Linear Naik merupakan fungsi Linear yang nilai keanggotaan dimulai dari 0 bergerak ke arah kanan menuju nilai domain yang derajat keanggotaannya lebih tinggi. Representasi linear naik di gambarkan dalam gambar 2.3.



Gambar 2.3 Representasi Linear Naik

Pada Gambar 2.3 menggambarkan mengenai linear naik, fungsi keanggotaan pada linear naik tercantum pada rumus.

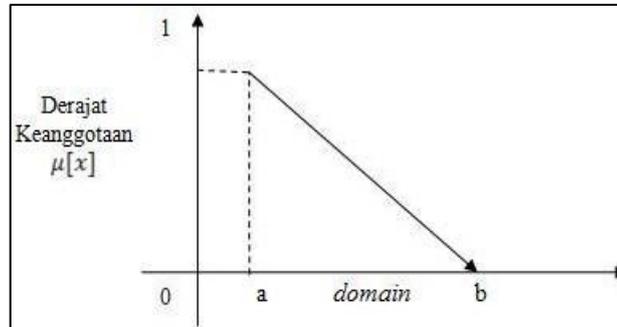
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x - a)}{(b - a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.1)$$

Pada rumus 2.1, merupakan rumus fungsi keanggotaan, jika nilai kurang dari sama dengan a maka bernilai 0, jika nilai lebih dari a dan nilai kurang dari b maka nilainya adalah perhitungan dari x dikurangi a dibagi b dikurangi a, dan jika nilai lebih dari sama dengan b maka bernilai 1.

b. Fungsi Linear Turun

Fungsi Linear Turun merupakan fungsi Linear yang nilai keanggotaannya dimulai dari derajat keanggotaan tinggi pada sisi kiri kemudian turun sampai derajat

keanggotaan lebih rendah pada sisi kanan. Representasi linear turun digambarkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Representasi Linear Turun

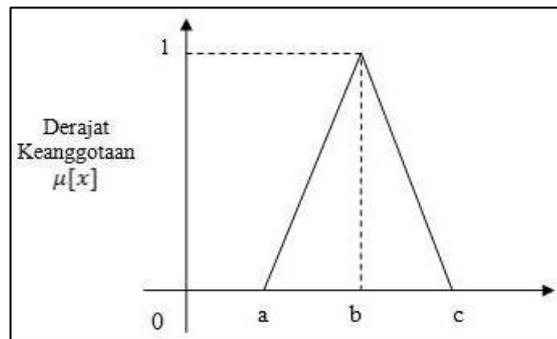
Pada Gambar 2.4 menggambarkan mengenai linear turun, fungsi keanggotaan pada linear turun tercantum pada rumus.

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.2)$$

Pada rumus 2.2, jika nilai kurang dari sama dengan a maka bernilai 1, jika nilai lebih dari a dan nilai kurang dari b maka nilainya dari perhitungan b dikurangi x dibagi dengan a dikurangi dari x, dan jika x lebih dari sama dengan b maka nilainya 0.

2. Fungsi Kurva Segitiga

Fungsi Kurva Segitiga merupakan fungsi keanggotaan yang terdiri dari gabungan fungsi linear naik dan fungsi linear turun sehingga membentuk fungsi segitiga. Representasi fungsi kurva segitiga digambarkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kurva Segitiga

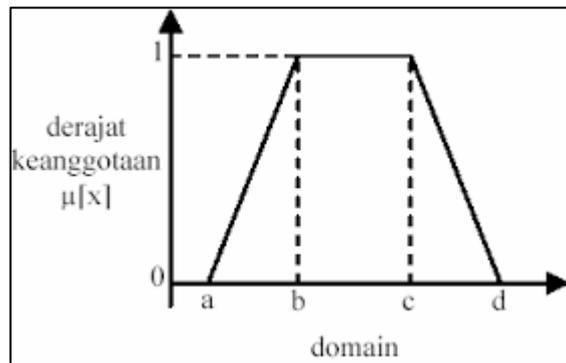
Pada Gambar 2.5 menggambarkan mengenai kurva segitiga, fungsi keanggotaan pada kurva segitiga tercantum pada rumus

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x - a)}{(b - a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(b - x)}{(c - a)} & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.3)$$

Pada rumus 2.3, jika nilai x kurang dari sama dengan a atau nilai x lebih dari sama dengan c maka bernilai 0, jika nilai x lebih dari a dan nilai x kurang dari b maka nilai *fuzzy* dihitung dengan x dikurangi a dibagi b dikurangi a , sedangkan jika nilai x lebih dari b dan nilai x kurang dari c , maka nilai *fuzzy* dihitung dengan b dikurangi x dibagi c dikurangi a .

3. Fungsi Kurva Trapesium

Fungsi Kurva Trapesium merupakan fungsi keanggotaan yang memiliki gabungan fungsi linear naik dan fungsi linear turun, namun ada derajat keanggotaan yang bernilai 1 yang gambarkan dengan satu garis lurus datar. Representasi fungsi kurva trapesium digambarkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kurva Trapesium

Pada Gambar 2.6 menggambarkan mengenai kurva trapesium, fungsi keanggotaan pada kurva trapesium tercantum, pada rumus.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & c \leq x \leq d \\ 1; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.4)$$

Pada rumus 2.4, jika nilai x kurang dari sama dengan a dan nilai x lebih dari sama dengan d maka nilai *fuzzy* adalah 0, jika nilai x lebih dari a dan nilai x kurang dari b maka nilai *fuzzy* didapatkan dari x dikurangi a dibagi b dikurangi a , jika nilai x lebih dari c dan nilai x kurang dari d maka nilai *fuzzy* didapatkan dari d dikurangi x dan dibagi dengan d dikurangi c , dan jika nilai x lebih dari b dan nilai x kurang dari c maka nilai *fuzzy* bernilai 1.

2.6 Taksonomi Bloom

Taksonomi Bloom merupakan salah satu pendekatan konseptual yang digunakan secara luas dalam dunia pendidikan untuk mengklasifikasikan tujuan pembelajaran ke dalam level kognitif. Taksonomi ini pada awalnya dikembangkan

oleh Benjamin Bloom, dan terus mengalami pengembangan dalam penerapannya, termasuk dalam konteks teknologi pembelajaran dan media digital. Penggunaan taksonomi ini dalam pengembangan soal kuis bertujuan untuk memastikan bahwa soal yang disajikan tidak hanya mengukur kemampuan mengingat, tetapi juga kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti pemahaman, penerapan, dan analisis.

Tingkatan kognitif yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. C1 – *Remembering* (Mengingat)

Kemampuan untuk mengingat kembali informasi dasar seperti fakta, nama, atau istilah. Contoh soal seperti “Apa ibu kota dari provinsi Jawa Tengah?” dikategorikan sebagai soal mudah, karena hanya membutuhkan akses informasi jangka pendek tanpa proses berpikir kompleks.

2. C2 – *Understanding* (Memahami)

Kemampuan memahami arti atau makna suatu informasi dan menjelaskannya kembali dalam bentuk yang berbeda. Soal pada level ini mendorong peserta didik untuk memberikan penjelasan atau alasan berdasarkan pemahaman konsep. Contoh: “Mengapa terjadi siang dan malam?” dikategorikan sebagai soal sedang.

3. C3 – *Applying* (Menerapkan)

Kemampuan untuk menggunakan informasi dalam konteks baru. Soal pada level ini mengharuskan siswa menyelesaikan persoalan atau situasi konkret

menggunakan pengetahuan sebelumnya. Soal seperti ini dapat berkategori sedang hingga sulit, tergantung konteks dan struktur logikanya

4. C4 – *Analyzing* (Menganalisis)

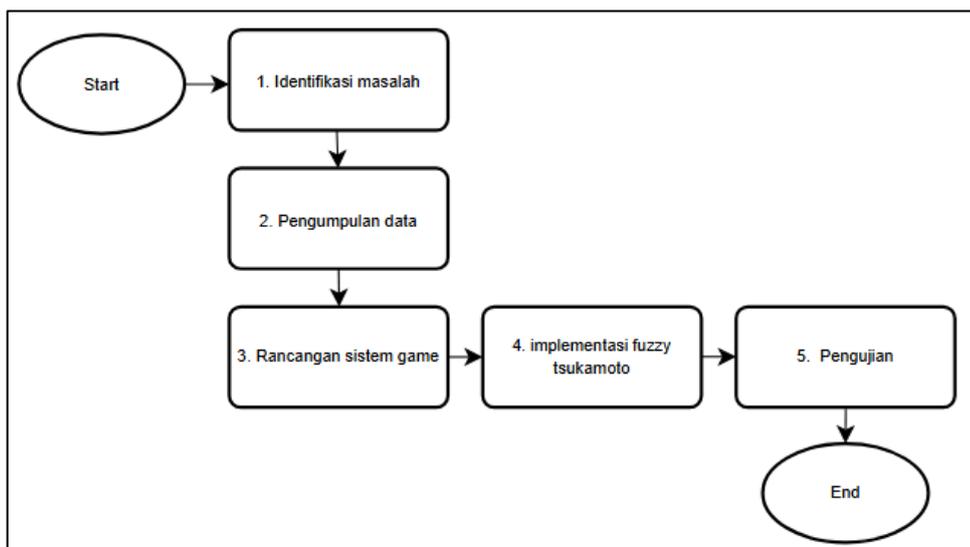
Kemampuan untuk membagi informasi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, mengenali hubungan antar bagian, dan menarik kesimpulan. Level ini termasuk soal sulit, karena menuntut kemampuan berpikir kritis dan pemahaman mendalam terhadap struktur informasi.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Desain

Peneliti akan berfokus pada pembuatan *game* dengan mengatur penyeimbangan kesulitan pada level soal menggunakan *fuzzy Tsukamoto* sebagai algoritmanya. Peran dari penyeimbangan kesulitan ini akan memberikan tantangan bagi pemain sehingga *game* akan menjadi lebih seru dengan tingkat kesulitan soal yang adaptif.



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Desain penelitian dan rancangan ini memiliki ide langkah-langkah yang bertujuan untuk mengembangkan *game* edukasi dengan lima langkah alur penelitian sebagai berikut:

1. Menanggapi permasalahan yang ada yaitu kurang minat anak dalam mempelajari pengetahuan umum, maka dibangun sesuatu inovasi berupa *game* edukatif. Agar *game* edukasi yang dibuat menjadi lebih menarik,

keseimbangan kesulitan kuis dibuat sesuai pada profil pemain yang berbeda agar menjaga minat dari pemain.

2. Melakukan pengumpulan data sebagai dasar dari proses training dan testing. Dalam proses ini akan menghasilkan nilai bobot yang diimplementasikan pada metode *fuzzy Tsukamoto*.
3. Rancangan dari *game* terdapat analisis *game*, rancangan antarmuka, dan perancangan alur permainan.
4. Sistem akan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* sebagai pengaturan penyeimbangan kesulitan kuis.
5. Pada tahap ini, dilakukan implementasi hasil perhitungan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* berdasarkan profil pemain yang akan digunakan. *Output* dihasilkan dalam bentuk tingkat kesulitan kuis dari level mudah, sedang, dan sulit.

3.2 Analisis dan Perancangan *Game*

Analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah analisis *game*, dan rancangan antarmuka.

3.2.1 Analisis *Game*

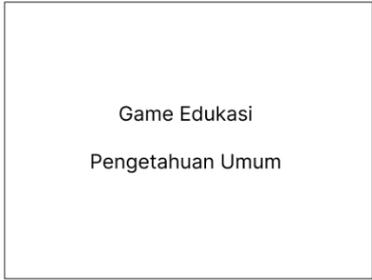
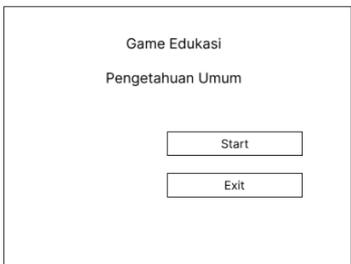
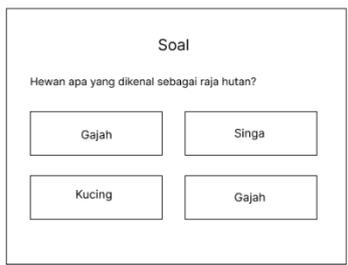
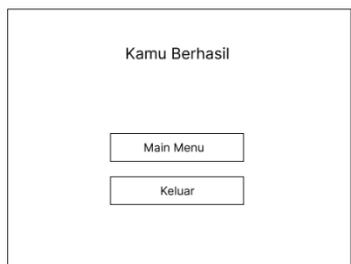
Game edukasi ini menceritakan seorang anak berusaha menjelajahi suatu alam untuk mengumpulkan benda dan harta karun. Setiap benda-benda yang dikumpulkan akan menjadi *score* dan apabila mendapatkan harta karun maka pemain harus menjawab isi harta karun berupa kuis seputar pengetahuan umum. Pemain diharapkan dapat mengumpulkan dan menjawab kuis sebanyak dan semampunya hingga permainan berakhir ketika waktu habis.

3.2.2 Rancangan Antarmuka

Adapun rancangan antarmuka pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel

3.1 berikut:

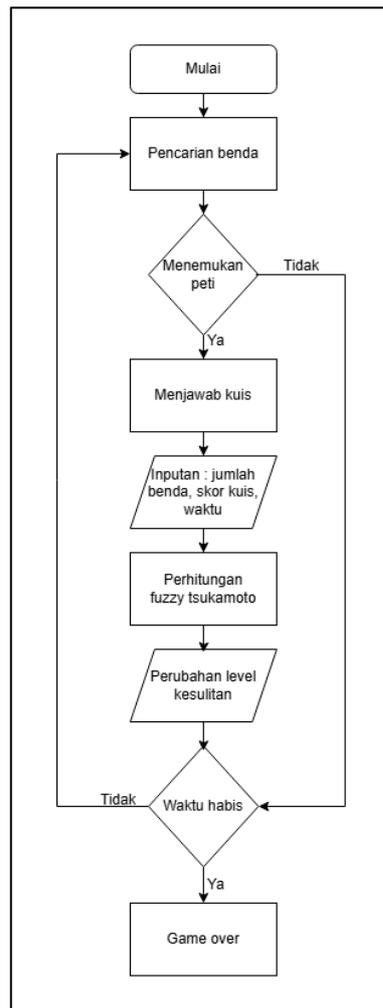
Tabel 3.1 Contoh Rancangan Antarmuka

No	Gambar	Keterangan
1	<p style="text-align: center;"><i>Splash Screen</i></p> 	<p>Bagian ini terdapat <i>title</i> atau judul dari <i>game</i> ini.</p>
2	<p style="text-align: center;"><i>Main Menu</i></p> 	<p>Pada halaman ini menampilkan beberapa <i>button</i> yang dapat dipilih pemain.</p>
3	<p style="text-align: center;">Tampilan Kuis</p> 	<p>Tampilan ini merupakan tampilan kuis berisi 1 pertanyaan dengan 4 opsi jawaban yang harus dipilih pemain.</p>
4	<p style="text-align: center;">Menang</p> 	<p>Tampilan ini akan muncul jika pemain berhasil menyelesaikan permainan, tampilan ini memiliki 2 tombol untuk dipilih pemain.</p>

No	Gambar	Keterangan
5	<p style="text-align: center;">Kalah</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Kamu Kalah</p> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> <input type="button" value="Ulangi"/> </div> <div style="text-align: center;"> <input type="button" value="Main Menu"/> </div> </div>	Tampilan ini akan muncul jika pemain gagal menyelesaikan permainan, tampilan ini memiliki 2 tombol untuk dipilih pemain.

3.3 Perancangan Alur Permainan

Karena pentingnya meningkatkan pengalaman pemain maka alur dalam permainan menjadi sangat penting. Pada awal permainan, pemain dapat mengumpulkan barang sebanyak-banyaknya dalam waktu tertentu untuk mendapatkan skor. Kemudian pemain juga menemukan harta karun yang berisi pertanyaan kuis untuk mendapatkan skor tambahan jika berhasil menjawabnya. Dalam penelitian ini, perancangan alur permainan yang menerapkan metode *fuzzy Tsukamoto* pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 *Gameplay* Alur

Keterangan *flowchart*:

1. Pemain memulai permainan dan mulai mencari dan mengumpulkan benda-benda
2. Selama permainan, pemain juga bisa menemukan peti berisi pertanyaan kuis yang harus dijawab untuk mendapatkan *score* kuis.
3. Setelah menjawab kuis, akan menghasilkan inputan berupa jumlah benda yang dikumpulkan, *score* kuis, dan waktu yang didapat selama bermain.
4. Hasil *input* tersebut akan diproses dengan perhitungan *fuzzy Tsukamoto*.

5. Hasil *output* berupa perubahan tingkat kesulitan soal yang akan didapatkan selanjutnya diantara level mudah, sedang, dan sulit.
6. Pemain bisa terus bermain hingga waktu habis, yang menjadi kondisi *game over*.

3.4 Implementasi Metode *fuzzy Tsukamoto*

Dalam *game* edukasi ini, *fuzzy Tsukamoto* digunakan untuk mengatur tingkat kesulitan level berdasarkan kemampuan pemain. Dalam penelitian ini *fuzzy Tsukamoto* menggunakan variabel *input* seperti *score*, benda, dan waktu yang nanti akan menghasilkan *output* berupa level. Pada *game* edukasi ini terdapat juga harta karun yang berisikan pertanyaan yang harus dijawab jika menyentuhnya. Seluruh pertanyaan dan jawaban didapatkan dari Ensiklopedia Umum untuk Pelajar yang bersumber dari internet. Penulis mengkategorikan tingkat soal mudah, sedang, dan sulit dengan menyesuaikan materi pelajaran kelas 4 SD/ sederajat. Ketiga kategori soal ini akan di tempatkan ke masing-masing level kesulitan berdasarkan tabel-tabel berikut. Namun untuk kategori soal *default*, akan di tempatkan pada awal pemain memulai permainan. Dengan begitu perhitungan *fuzzy Tsukamoto* akan dilakukan setelah menyelesaikan soal *default*.

Tabel 3.2 Perancangan Soal *Default*

No.	Soal	Jawaban	Score
1.	Apa fungsi akar pada tumbuhan ?	a. Tempat fotosintesis b. Menyerap air dan nutrisi dari tanah c. Menghasilkan buah dan biji	20
2.	Sebutkan 3 negara yang terletak di benua Afrika !	a. Mesir, Nigeria, Afrika Selatan. b. Brazil, Argentina, Chile c. India, China, Jepang	20

No.	Soal	Jawaban	Score
3.	Apa perbedaan antara hewan herbivora, karnivora, dan omnivora?	a. Herbivora makan daging, karnivora, makan tumbuhan, omnivora makan segalanya b. Herbivora makan tumbuhan, karnivora makan daging, omnivora makan tumbuhan dan daging c. Herbivora makan serangga, karnivora makan ikan, omnivora makan biji-bijian	20
4.	Planet apa yang kita tinggali?	a. Mars b. Jupiter c. Bumi	20
5.	Apa fungsi utama dari mulut dalam sistem pencernaan?	a. Menyerap nutrisi b. Mengolah makanan secara mekanik dan kimiawi c. Mendorong Makanan ke lambung	20

Pada tabel 3.2, merupakan soal kuis *default* yang akan didapatkan oleh pemain ketika permainan dimulai. Dari kelima soal ini akan muncul satu soal kuis yang akan dijawab oleh pemain.

Dalam penelitian ini, soal kuis diklasifikasikan menjadi tiga kategori tingkat kesulitan, yaitu mudah, sedang, dan sulit. Pengelompokan ini tidak melibatkan pendekatan taksonomi Bloom yang mengelompokkan tingkat kemampuan.

Tabel 3.3 Perancangan Soal Mudah / C1 (*remembering*)

No.	Soal	Jawaban	Score
1.	Hewan apa yang makanannya rumput?	a. Harimau b. Singa c. Sapi	20
2.	Apa nama benua tempat Indonesia berada?	a. Asia b. Afrika c. Amerika	20
3.	Apa nama alat musik yang dimainkan dengan cara ditiup dan memiliki banyak lubang?	a. Gitar b. Piano c. Suling	20
4.	Apa warna Pelangi setelah merah?	a. Kuning b. Hijau c. Biru	20
5.	Apa nama ibukota provinsi Jawa Timur?	a. Semarang b. Surabaya c. Malang	20

Pada tabel 3.3, merupakan soal kuis mudah yang akan didapatkan oleh pemain saat bermain. Dari kelima soal ini, setidaknya muncul salah satu soal yang akan dijawab oleh pemain setiap menemukan harta karun.

Tabel 3.4 Perancangan Soal Sedang / C2-C3 (*understanding-applying*)

No.	Soal	Jawaban	Score
1.	Apa perbedaan antara siang dan malam?	a. Siang lebih terang, malam lebih gelap b. Siang lebih panas, malam lebih dingin c. Semua jawaban benar	20
2.	Apa fungsi dari kulit bagi tubuh manusia?	a. Melindungi tubuh dari Kuman dan panas b. Mengatur suhu tubuh c. Semua jawaban benar	20
3.	Mengapa matahari tampak terbit dari arah timur setiap pagi?	a. Karena matahari mengelilingi bumi b. Karena bumi berputar dari timur ke barat c. Karena bumi berputar dari barat ke timur	20
4.	Apa fungsi utama akar bagi tumbuhan?	a. Menyerap air dan mineral dari tanah b. Mengedarkan air ke seluruh tubuh c. Menghasilkan makanan	20
5.	Setelah berolahraga, Riko merasa kehausan dan badannya berkeringat. Apa sebaiknya yang dilakukan Riko agar tubuhnya tetap sehat?	a. Tidur tanpa minum b. Makan makanan berminyak c. Minum air putih secukupnya	20

Pada tabel 3.4, merupakan soal kuis sedang yang akan didapatkan oleh pemain saat bermain. Dari kelima soal ini, setidaknya muncul salah satu soal yang akan dijawab oleh pemain setiap menemukan harta karun.

Tabel 3.5 Perancangan Soal Sulit / C4 (*analyzing*)

No.	Soal	Jawaban	Score
1.	Jelaskan secara singkat bagaimana proses terjadinya gerhana matahari!	a. Bulan berada di antara Matahari dan Bumi b. Bumi berada di antara Matahari dan Bulan c. Matahari berada di antara Bumi dan Bulan	20
2.	Apa saja manfaat dari hutan bagi kehidupan manusia dan lingkungan?	a. Sebagai paru-paru dunia b. Tempat tinggal hewan dan tumbuhan c. Semua jawaban benar	20
3.	Apa perbedaan antara gaya gravitasi dan gaya magnet?	a. Gaya gravitasi menarik benda ke pusat Bumi, gaya magnet menarik benda logam b. Gaya gravitasi menarik semua benda, gaya magnet hanya menarik benda tertentu c. Semua jawaban benar	20
4.	Bagaimana cara menjaga kesehatan organ pernapasan kita?	a. Tidak merokok b. Menghindari polusi udara c. Semua jawaban benar	20
5.	Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan?	a. Cahaya matahari b. Air dan nutrisi c. Semua jawaban benar	20

Pada tabel 3.5, merupakan soal kuis sulit yang akan didapatkan oleh pemain saat bermain. Dari kelima soal ini, setidaknya muncul salah satu soal yang akan dijawab oleh pemain setiap menemukan harta karun.

Himpunan *fuzzy* untuk variabel *input* dan *output* masing-masing adalah sebagai berikut:

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

Adapun terbagi menjadi beberapa tahap perhitungan metode *fuzzy Tsukamoto*, di antaranya:

1. Fuzzifikasi
2. Pembentukan *Rule Base*
3. Inferensi
4. Defuzzifikasi

3.4.1 Fuzzifikasi

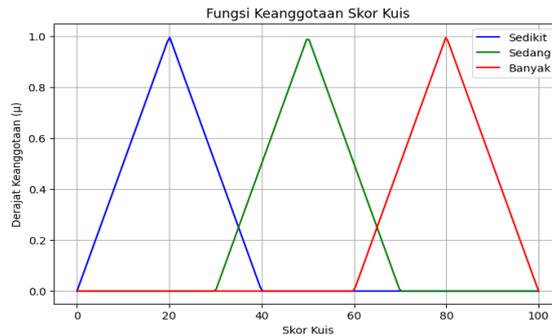
Fuzzifikasi adalah pemetaan himpunan *fuzzy* baik nilai *input* maupun *output* ke dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Komponen penting dalam tahap ini adalah fungsi keanggotaan.

1. Variabel *Input Score*

Variabel *input score* terdapat nilai selisih tertinggi yaitu 100. Sehingga nilai 100 tersebut dibagi terhadap 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Adapun nilai pada interval 0 – 40 merupakan sedikit, interval 30 – 70 merupakan sedang, dan interval 60 – 100 merupakan banyak. Penentuan penggunaan kurva turun untuk himpunan *fuzzy* sedikit karena memiliki nilai domain minimal yaitu 0 dan memiliki nilai *fuzzy* 1. Sehingga tidak memungkinkan untuk adanya bentuk kurva lain karena nilai *score* tidak mungkin bernilai negatif. Penentuan penggunaan kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* sedang karena memiliki nilai domain tengah di antara 2 himpunan *fuzzy* lainnya. Sedangkan penentuan penggunaan kurva naik untuk himpunan *fuzzy* banyak karena memiliki nilai domain maksimal yaitu 100 dan memiliki nilai *fuzzy* 1. Sehingga tidak memungkinkan untuk adanya bentuk kurva lain karena nilai *score* tidak mungkin melebihi nilai maksimal. Tabel 3.6 menunjukkan pembagian domain untuk masing-masing himpunan *fuzzy*, dan Gambar 3.3 menunjukkan kurva variabel *score*.

Tabel 3.6 *Input Score*

Variabel <i>fuzzy</i>	Himpunan <i>fuzzy</i>	Fungsi keanggotaan	Domain	Parameter
<i>Score</i>	Sedikit	Linear turun	0 - 40	[0 20 40]
	Sedang	Segitiga	30 - 70	[30 50 70]
	Banyak	Linear naik	60 - 100	[60 80 100]

Gambar 3.3 Kurva Variabel *Score*

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel *score*:

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 20 \\ \frac{(40 - x)}{(40 - 20)}; & 20 \leq x \leq 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} \frac{(x - 30)}{(50 - 30)} & 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{(70 - x)}{(70 - 50)} & 50 < x \leq 70 \\ 0; & x \leq 30 \text{ atau } x < 70 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{(x - 60)}{(80 - 60)}; & 60 \leq x \leq 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases} \quad (3.3)$$

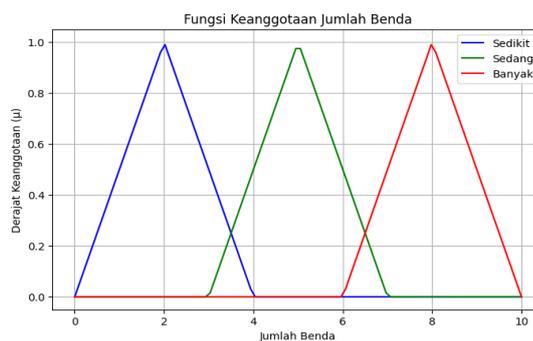
2. Variabel *Input* Benda

Variabel *input* benda terdapat nilai selisih tertinggi yaitu 10. Sehingga nilai 10 tersebut dibagi terhadap 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Adapun nilai pada interval 0 – 4 merupakan sedikit, interval 3 – 7 merupakan

sedang, dan interval 6 – 10 merupakan banyak. Penentuan penggunaan kurva turun untuk himpunan *fuzzy* sedikit karena memiliki nilai domain minimal yaitu 0 dan memiliki nilai *fuzzy* 1. Sehingga tidak memungkinkan untuk adanya bentuk kurva lain karena nilai benda tidak mungkin bernilai negatif. Penentuan penggunaan kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* sedang karena memiliki nilai domain tengah di antara 2 himpunan *fuzzy* lainnya. Sedangkan penentuan penggunaan kurva naik untuk himpunan *fuzzy* banyak karena memiliki nilai domain maksimal yaitu 10 dan memiliki nilai *fuzzy* 1. Sehingga tidak memungkinkan untuk adanya bentuk kurva lain karena nilai benda tidak mungkin melebihi nilai maksimal. Tabel 3.7 menunjukkan pembagian domain untuk masing-masing himpunan *fuzzy*, dan Gambar 3.4 menunjukkan kurva variabel benda.

Tabel 3.7 *Input Benda*

Variabel <i>fuzzy</i>	Himpunan <i>fuzzy</i>	Fungsi keanggotaan	Domain	Parameter
Benda	Sedikit	Linear turun	0 - 4	[0 2 4]
	Sedang	Segitiga	3 – 7	[3 5 7]
	Banyak	Linear naik	6 - 10	[6 8 10]



Gambar 3.4 Kurva Variabel Benda

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel benda:

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ \frac{(4-x)}{(4-2)}; & 2 < x < 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases} \quad (3.4)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} \frac{(x-3)}{(5-3)} & 3 \leq x \leq 5 \\ \frac{(7-x)}{(7-5)}; & 5 < x \leq 7 \\ \frac{(x-3)}{(7-5)} & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 7 \\ 0; & \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} 0; & x < 6 \\ \frac{(x-6)}{(8-6)}; & 6 \leq x \leq 8 \\ 1; & x \geq 8 \end{cases} \quad (3.6)$$

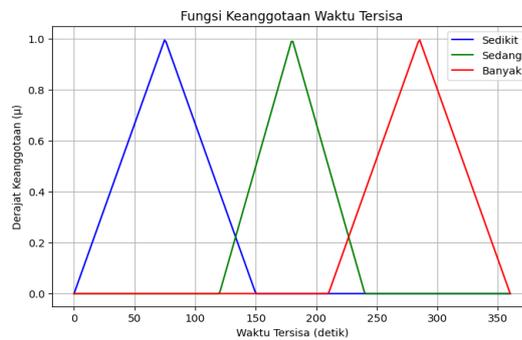
3. Variabel *Input* Waktu

Variabel *input* waktu terdapat nilai selisih tertinggi yaitu 360 detik. Sehingga nilai 360 tersebut dibagi terhadap 3 himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Adapun nilai pada interval 0 – 150 merupakan sedikit, interval 120 – 240 merupakan sedang, dan interval 210 – 360 merupakan banyak. Penentuan penggunaan kurva turun untuk himpunan *fuzzy* sedikit karena memiliki nilai domain minimal yaitu 0 dan memiliki nilai *fuzzy* 1. Sehingga tidak memungkinkan untuk adanya bentuk kurva lain karena nilai benda tidak mungkin bernilai negatif. Penentuan penggunaan kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* sedang karena memiliki nilai domain tengah di antara 2 himpunan *fuzzy* lainnya. Sedangkan penentuan penggunaan kurva naik untuk himpunan *fuzzy* banyak karena memiliki nilai domain maksimal yaitu 10 dan memiliki nilai *fuzzy* 1. Sehingga tidak memungkinkan untuk adanya bentuk kurva lain karena nilai benda tidak mungkin

melebihi nilai maksimal. Tabel 3.8 menunjukkan pembagian domain untuk masing-masing himpunan *fuzzy*, dan Gambar 3.5 menunjukkan kurva variabel waktu.

Tabel 3.8 *Input Waktu*

Variabel <i>fuzzy</i>	Himpunan <i>fuzzy</i>	Fungsi keanggotaan	Domain	Parameter
Waktu	Sedikit	Linear turun	0 - 150	[0 75 150]
	Sedang	Segitiga	120 - 240	[120 180 240]
	Banyak	Linear naik	210 - 360	[210 285 360]



Gambar 3.5 Kurva Variabel Waktu

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel waktu:

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 75 \\ \frac{(150-x)}{(150-75)}; & 75 < x < 150 \\ 0; & x \geq 150 \end{cases} \quad (3.7)$$

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

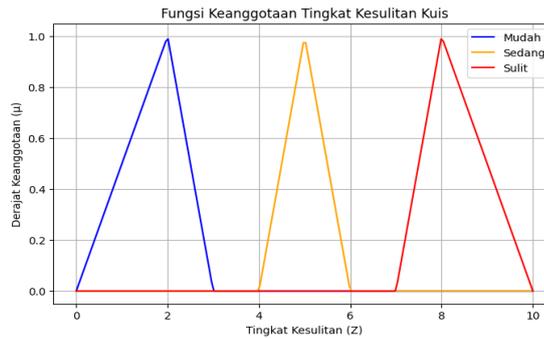
$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} 0; & x < 210 \\ \frac{(x-210)}{(285-210)}; & 210 < x < 285 \\ 1; & x \geq 285 \end{cases} \quad (3.9)$$

4. Variabel *Output* Level

Variabel *output* level terdapat nilai selisih tertinggi yaitu 10. Sehingga nilai 360 tersebut dibagi terhadap 3 himpunan *fuzzy* yaitu mudah, sedang, dan sulit.

Tabel 3.9 *Output Level*

Variabel <i>fuzzy</i>	Himpunan <i>fuzzy</i>	Fungsi keanggotaan	Rentang nilai
Level	Mudah	Linear turun	0 - 3
	Sedang	Segitiga	4 - 6
	Sulit	Linear naik	7 - 10



Gambar 3.6 Kurva Variabel Level

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* variabel level:

$$\mu_{Mudah}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 0 \\ \frac{(3-x)}{(3-0)}; & 0 < x \leq 3 \\ 0; & x > 3 \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 4 \text{ dan } x > 10 \\ \frac{(x-3)}{(6-3)}; & 4 < x \leq 6 \\ \frac{(10-x)}{(10-6)} & 6 < x \leq 10 \end{cases} \quad (3.11)$$

$$\mu_{Sulit}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 7 \\ \frac{(x-6)}{(10-6)}; & 7 < x \leq 10 \\ 1; & x > 10 \end{cases} \quad (3.12)$$

3.4.2 Rule Base

Setelah proses fuzzifikasi selesai, aturan *fuzzy* atau batasan-batasan nilai ditetapkan. Secara matematis, jika terdapat tiga variabel *input* dengan masing-masing memiliki n_1 , n_2 , n_3 himpunan *fuzzy*, maka jumlah aturan *fuzzy* yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Jumlah Aturan} = n_1 \times n_2 \times n_3$$

Dengan demikian, jumlah aturan *fuzzy* (*rule base*) yang digunakan dalam sistem adalah:

$$\text{Jumlah Aturan} = 3 \times 3 \times 3 = 27$$

Sehingga diperoleh jumlah kombinasi sebanyak 27 kemungkinan yang akan terjadi. Aturan-aturan tersebut akan mencakup semua kombinasi ketiga variabel *input* dan menghasilkan himpunan *fuzzy* variabel *output*, yaitu level kuis (mudah, sedang, sulit). Prinsip ini memungkinkan sistem untuk melakukan penyesuaian berdasarkan profil pemain. Adapun 27 aturan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Rule Base

Rules	IF				THEN
	Benda		Score		
R1	Sedikit		Sedikit		Mudah
R2	Sedikit		Sedikit		Mudah
R3	Sedikit		Sedikit		Mudah
R4	Sedikit		Sedang		Mudah
R5	Sedang		Sedikit		Mudah
R6	Sedang		Sedikit		Sedang
R7	Sedang		Sedikit		Sedang
R8	Sedang		Sedang		Sedang
R9	Sedang		Sedang		Sedang
R10	Sedikit		Sedang		Sedang
R11	Sedikit		Sedang		Sedang
R12	Sedikit		Banyak		Sedang
R13	Banyak	AND	Sedang	AND	Sedang
R14	Banyak		Sedikit		Sedang
R15	Banyak		Sedikit		Sedang
R16	Banyak		Sedikit		Sedang
R17	Banyak		Sedang		Sedang
R18	Banyak		Sedang		Sedang
R19	Sedikit		Banyak		Sulit
R20	Sedikit		Banyak		Sulit
R21	Sedang		Sedang		Sulit
R22	Sedang		Banyak		Sulit
R23	Banyak		Sedang		Sulit
R24	Sedang		Banyak		Sulit
R25	Banyak		Banyak		Sulit
R26	Banyak		Banyak		Sulit
R27	Banyak		Banyak		Sulit

3.4.3 Inferensi

Inferensi *fuzzy* dilakukan dengan mengevaluasi aturan-aturan *fuzzy* yang telah dibuat berdasarkan *input* yang diterima dalam permainan. Setiap aturan memiliki tingkat keanggotaan yang akan digunakan dalam perhitungan defuzzifikasi.

3.4.4 Defuzzifikasi

Tahap akhir adalah defuzzifikasi yang bertujuan untuk mengonversi hasil *fuzzy* menjadi nilai konkret yang dapat digunakan dalam *game*. Metode yang digunakan adalah metode rata-rata terbobot (*Weighted Average Method*). Pendekatan dirumuskan dalam rumus.

$$Z = \frac{\sum(\mu A(x) * zi)}{dx \sum \mu A(x)} \quad (3.13)$$

3.5 Pengujian System Usability Scale (SUS)

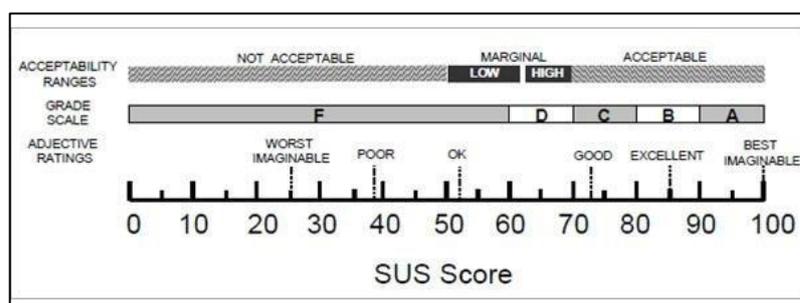
System Usability Scale (SUS) mengukur kegunaan sistem dengan melibatkan responden untuk menilai *game*. Melalui sistem SUS, kita dapat mengetahui tingkat kepuasan pengguna dan efektivitas sistem *game* edukasi yang telah dikembangkan apakah berhasil (Yogananti et al., 2022). Pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam menguji *game* ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.11 Daftar Kuisisioner

No.	Pertanyaan
Q1	Saya rasa saya akan sering memainkan <i>game</i> ini.
Q2	Saya menemukan bagian dari <i>game</i> yang kompleks dan tidak diperlukan.
Q3	Saya merasa <i>game</i> ini mudah untuk dimainkan.
Q4	Saya berpikir saya membutuhkan bantuan dari orang teknis untuk dapat memainkan <i>game</i> ini.

No.	Pertanyaan
Q5	Saya menemukan bahwa terdapat berbagai macam fungsi yang terintegrasi dengan baik dalam <i>game</i> .
Q6	Saya rasa terlalu banyak hal tidak konsisten di dalam <i>game</i> ini.
Q7	Saya dapat membayangkan banyak orang akan mempelajari <i>game</i> ini dengan cepat.
Q8	Saya menemukan <i>game</i> ini sangat rumit dan tidak praktis untuk digunakan.
Q9	Saya merasa puas dengan pengalaman bermain <i>game</i> ini.
Q10	Saya perlu belajar banyak hal sebelum saya dapat menggunakan <i>game</i> ini.

Setiap pertanyaan mewakili aspek penting dari pengalaman bermain *game*, mulai dari tingkat kenikmatan secara keseluruhan, dan akan menjadi alat evaluasi penting untuk menilai respons pengguna terhadap *game* edukasi. Selain itu, kerangka penilaian yang jelas terdiri dari nilai 1 sangat tidak setuju, 2 tidak setuju, 3 cukup, 4 setuju, dan 5 sangat setuju diberikan oleh skala *Likert* lima derajat. Ini memungkinkan penulis untuk menganalisis reaksi pengguna dengan lebih tepat dan ilmiah. Pertanyaan 1, 3, 5, 7, dan 9 memiliki perhitungan di mana skor yang diberikan responden ditambahkan dengan nilai pertama. Sebaliknya, pertanyaan 2, 4, 6, 8, dan 10 mengharuskan pengurangan skor dengan nilai mulai dari angka 5. Skala SUS ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.7 Aturan Penilaian SUS (Bangor et al., 2009)

Pada gambar 3.3, dengan nilai mulai dari 0 hingga 100. Skala ini dibagi menjadi beberapa bagian yang mewakili berbagai tingkat keberterimaan. Kata sifat

dan rentang keberterimaan digunakan untuk menandai penilaiannya. Dimulai dengan "*Worst Imaginable*" (Terburuk yang Dapat Dibayangkan), "*Poor*" (Buruk), "OK" (Cukup), "*Good*" (Baik), "*Excellent*" (Sangat Baik), dan "*Best Imaginable*". Interval keberterimaan digambarkan sebagai "*Not Acceptable*" (Tidak Dapat Diterima), yang mencakup dari awal skala hingga sebelum angka 50, "*Marginal Low*" (Batas Bawah), yang mencakup sekitar 50, "*Marginal High*" (Batas Atas) sedikit di atas 50, dan "*Acceptable*" (Dapat Diterima), yang mencakup sekitar 70 hingga 100.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Pengembangan *game* berbasis edukasi berfokus pada penerapan aturan *fuzzy Tsukamoto* untuk menyesuaikan tingkat kesulitan kuis. Akan tetapi juga tidak boleh dilewatkan dalam pengembangan *game* adalah merancang antarmuka pengguna (UI) dan tampilan visual yang mendukung pengalaman bermain. Desain tampilan akan berfokus pada kesederhanaan dan kemudahan navigasi, sehingga pemain dapat dengan mudah memahami status permainan dan berinteraksi dengan elemen-elemen yang ada.

1. Tampilan Main Menu



Gambar 4.1 Main Menu

Pada gambar 4.1, *game* menampilkan tampilan awal yang terdiri dari tampilan nama *game*, tombol Mulai, dan Keluar.

2. Tampilan *In Game*



Gambar 4.2 Tampilan *In Game*

Dalam gambar 4.2, menampilkan ketika permainan berlangsung pemain harus mengumpulkan benda-benda untuk mendapatkan skor, dan terdapat harta karun yang jika pemain menyentuhnya akan memunculkan soal kuis.

3. Tampilan Kuis



Gambar 4.3 Tampilan Kuis

Dalam gambar 4.3, menampilkan soal kuis yang akan dijawab oleh pemain. Tampilan berupa 1 soal dengan 3 opsi pilihan.

4. Tampilan Kalah



Gambar 4.4 Tampilan Kalah

Dalam gambar 4.4, menampilkan tampilan kalah ketika pemain gagal menyelesaikan permainan.

5. Tampilan Menang



Gambar 4.5 Tampilan Menang

Dalam gambar 4.5, menampilkan tampilan menang ketika pemain berhasil menyelesaikan permainan.

4.2 Pembahasan dan Hasil Implementasi *Fuzzy Tsukamoto*

Game edukasi ini menceritakan seorang anak bernama Ruslan berusaha menjelajahi suatu hutan untuk mengumpulkan berbagai macam benda dan harta karun berupa peti. Ruslan diharapkan dapat mengumpulkan benda-benda dan menjawab kuis sebanyak dan semampunya hingga permainan berakhir ketika waktu habis.

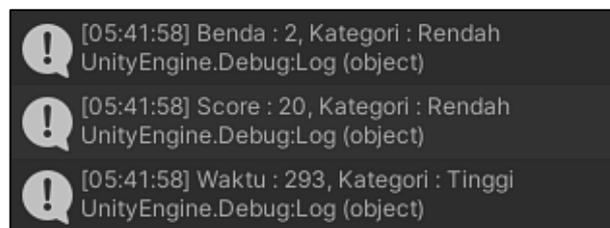
Game ini menggunakan platform unity dan bahasa pemrograman *C#* untuk mengimplementasikan algoritma *fuzzy Tsukamoto*. Ada 4 kali skenario percobaan yang dijalankan secara berturut-turut. Hal ini untuk mengetahui level kesulitan kuis yang didapatkan berdasarkan profil pemain. Hasil ini akan dibandingkan dengan aturan yang sudah ditetapkan pada *rules base* Tabel 3.10, untuk memastikan apakah perhitungan sistem *fuzzy Tsukamoto* sesuai atau tidak.

1. Percobaan Pertama

Pada percobaan ini, ketika pertama kali bermain pemain saat menemukan peti berupa kuis akan menggunakan soal *default* seperti Gambar 4.6 karena soal ini belum dilakukan perhitungan *fuzzy Tsukamoto*. Setelah menjawab soal ini, saat bermain didapatkan *input* 2 benda, 20 skor, dan 293 waktu yang jika melewati proses fuzzifikasi menghasilkan variabel *fuzzy* sedikit, sedikit, dan banyak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Soal *default*



Gambar 4.7 Log fuzzifikasi percobaan pertama

Setelah mendapatkan hasil fuzzifikasi, dilakukan proses impilkasi min menghasilkan aktivasi 1 dan nilai total area centroid 3. Kemudian nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi seperti pada Gambar 4.8.

```
[06:02:08] Total Aktivasi (jumlah A) : 1
UnityEngine.Debug:Log (object)

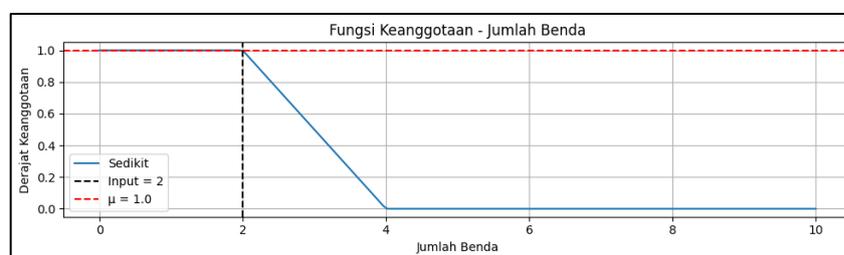
[06:02:08] Total Area Centroid (jumlah Z) : 3
UnityEngine.Debug:Log (object)

[06:02:08] Hasil Defuzzifikasi : 3,00, Level Soal
Soal Mudah
```

Gambar 4.8 Log defuzzifikasi percobaan pertama

Hasilnya defuzzifikasi menunjukkan 3 maka kategori level soal yang didapatkan adalah soal mudah ketika menemukan peti selanjutnya. Jika melihat kembali *rule base* Tabel 3.10, dimana benda sedikit, *score* sedikit, dan waktu banyak, maka level adalah mudah = R3, maka ini sudah sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy Tsukamoto*.

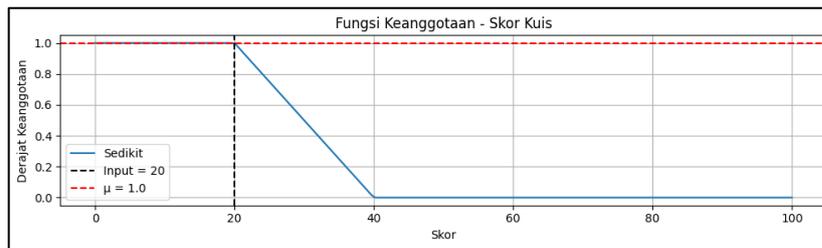
Adapun untuk perhitungan *fuzzy* demi membuktikan jika pada implementasi didalam *game* sudah benar, dilakukan perhitungan manual dengan himpunan *input fuzzy* yang ada dan akan membentuk kurva seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Kurva *input* benda bernilai 2

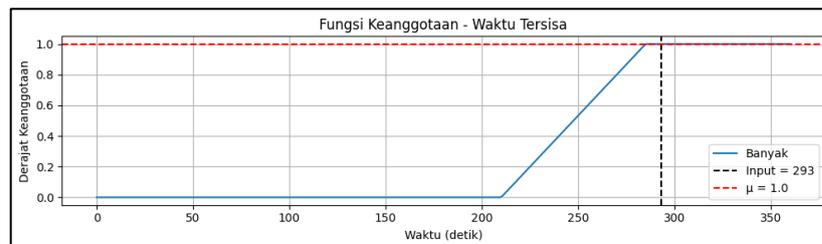
$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 2 \\ \frac{(4-x)}{(4-2)}; & 2 < x < 4 \\ 0; & x \geq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedikit}(2) = 1; x \leq 2$$

Gambar 4.10 Kurva *input score* bernilai 20

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 40 \\ \frac{(40-x)}{(40-20)}; & 20 < x < 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedikit}(20) = 1; x \leq 20$$

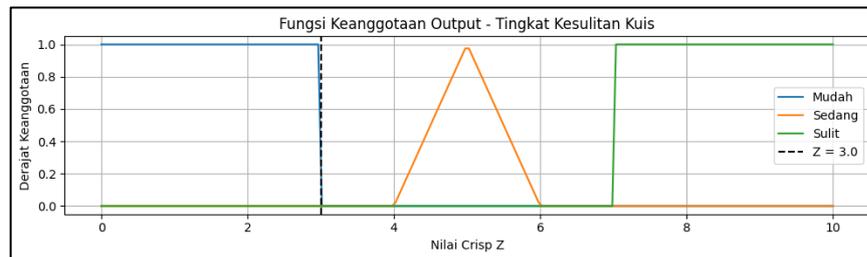
Gambar 4.11 Kurva *input waktu* bernilai 293

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

$$\mu_{Banyak}(293) = 1; x \geq 285$$

Untuk defuzzifikasinya, ditentukan bahwa nilai derajat α adalah 1, dan nilai z bernilai 0 sehingga defuzzifikasinya adalah 3 dengan perhitungan dan kurva variabelnya sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{\sum(\mu A(x) * z_i)}{dx \sum \mu A(x)} = \frac{1.0 * 3}{1.0} = 3.0$$



Gambar 4.12 Kurva fungsi keanggotaan *output* bernilai 3

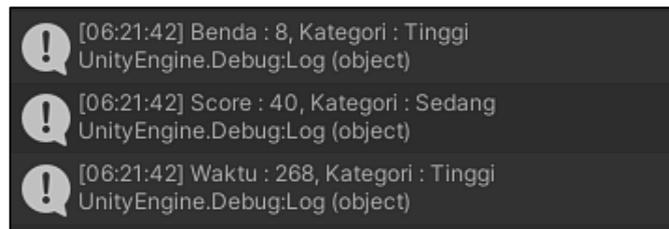
2. Percobaan Kedua

Pada percobaan ini, pemain kembali bermain dan ketika menemukan peti, akan muncul soal level mudah yang sudah dihitung sebelumnya seperti pada Gambar 4.13.



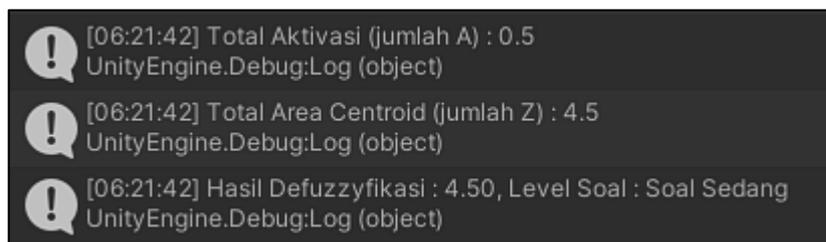
Gambar 4.13 Soal mudah hasil percobaan pertama

Setelah menjawab soal tersebut, saat bermain didapatkan *input* 8 benda, 40 skor, dan 268 waktu yang jika melewati proses fuzzifikasi menghasilkan variabel *fuzzy* banyak, sedang, dan banyak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Log fuzzifikasi percobaan kedua

Setelah mendapatkan hasil fuzzifikasi, dilakukan proses impilkasi min menghasilkan aktivasi 0,5 dan nilai total area centroid 4,5. Kemudian nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi seperti pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Log defuzzifikasi percobaan kedua

Hasilnya defuzzifikasi menunjukkan 4,50 maka kategori level soal yang didapatkan adalah soal sedang ketika menemukan peti selanjutnya. Jika melihat kembali *rule base* Tabel 3.10, dimana benda banyak, *score* sedang, dan waktu banyak, maka level adalah sedang = R13, maka ini sudah sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy Tsukamoto*.

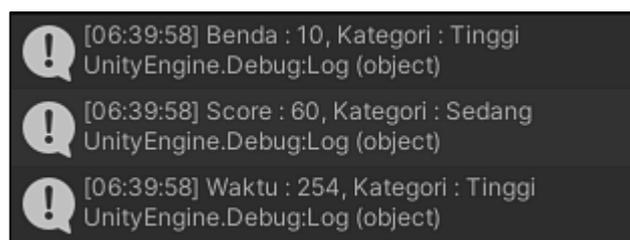
3. Percobaan Ketiga

Pada percobaan ini, pemain kembali bermain dan ketika menemukan peti, akan muncul soal level sedang yang sudah dihitung sebelumnya seperti pada Gambar 4.16.



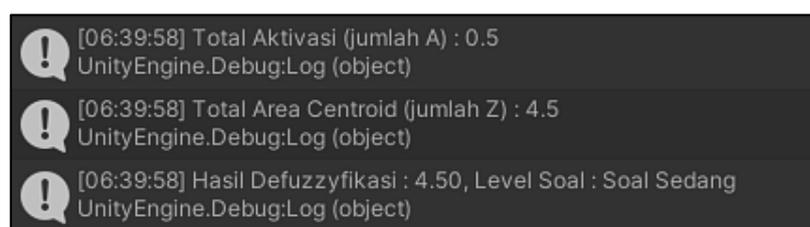
Gambar 4.16 Soal sedang hasil percobaan kedua

Setelah menjawab soal tersebut, saat bermain didapatkan *input* 10 benda, 60 skor, dan 254 waktu yang jika melewati proses fuzzifikasi menghasilkan variabel *fuzzy* banyak, sedang, dan banyak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Log fuzzifikasi percobaan ketiga

Setelah mendapatkan hasil fuzzifikasi, dilakukan proses impilkasi min menghasilkan aktivasi 0,5 dan nilai total area centroid 4,5. Kemudian nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi seperti pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Log defuzzifikasi percobaan ketiga

Hasilnya defuzzifikasi menunjukkan 4,50 maka kategori level soal yang didapatkan adalah soal sedang ketika menemukan peti selanjutnya. Jika melihat kembali *rule base* Tabel 3.10, dimana benda banyak, *score* sedang, dan waktu banyak, maka level adalah mudah = R13, maka ini sudah sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy Tsukamoto*.

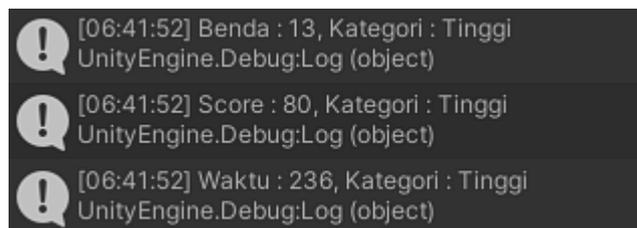
4. Percobaan Keempat

Pada percobaan ini, pemain kembali bermain dan ketika menemukan peti, akan muncul soal level mudah yang sudah dihitung sebelumnya seperti pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Soal sedang hasil percobaan ketiga

Setelah menjawab soal tersebut, saat bermain didapatkan *input* 13 benda, 80 skor, dan 236 waktu yang jika melewati proses fuzzifikasi menghasilkan variabel *fuzzy* banyak, banyak, dan banyak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Log fuzzifikasi percobaan keempat

Setelah mendapatkan hasil fuzzifikasi, dilakukan proses impilkasi min menghasilkan aktivasi 0,067 dan nilai total area centroid 8. Kemudian nilai aktivasi ini akan dibagi dengan total area centroid sebagai proses defuzzifikasi seperti pada Gambar 4.21.

```
[06:02:08] Total Aktivasi (jumlah A) : 0.067
UnityEngine.Debug:Log (object)

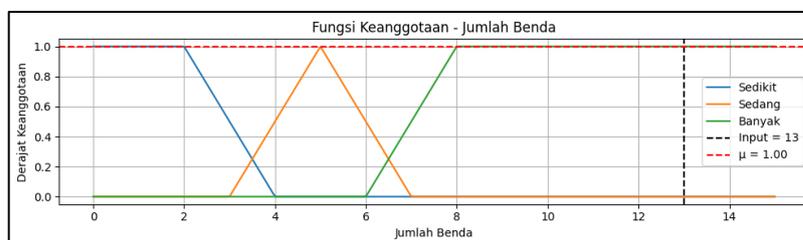
[06:02:08] Total Area Centroid (jumlah Z : 8
UnityEngine.Debug:Log (object)

[06:02:08] Hasil Defuzzyfikasi : 8.0, Level Soal Sulit
UnityEngine.Debug:Log (object)
```

Gambar 4.21 Log defuzzifikasi percobaan keempat

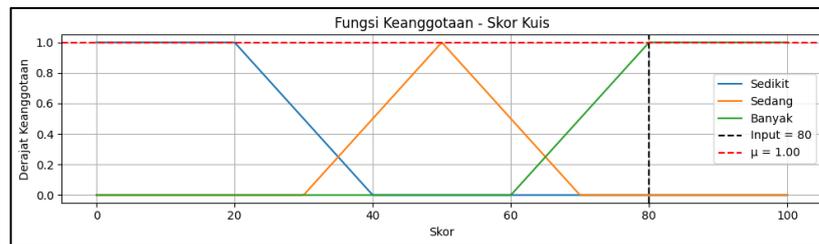
Hasilnya defuzzifikasi menunjukkan 8,0 maka kategori level soal yang didapatkan adalah soal sulit ketika menemukan peti selanjutnya. Jika melihat kembali *rule base* pada Tabel 3.10, dimana benda banyak, *score* banyak, dan waktu banyak, maka level adalah sulit = R27, maka ini sudah sesuai dengan hasil perhitungan *fuzzy Tsukamoto*.

Adapun untuk perhitungan *fuzzy* demi membuktikan jika pada implementasi didalam *game* sudah benar, dilakukan perhitungan manual dengan himpunan *input fuzzy* yang ada dan akan membentuk kurva seperti pada gambar-gambar berikut.



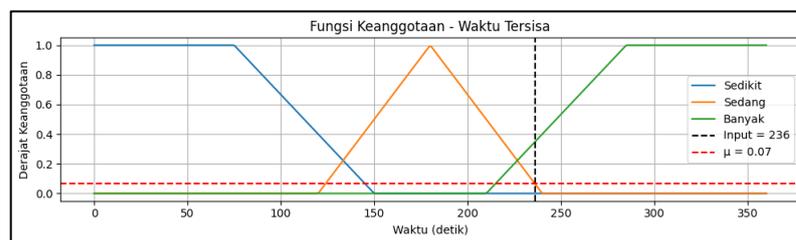
Gambar 4.22 Kurva *input* benda bernilai 13

Pada gambar 4.22, *input* jumlah benda sebesar 13 berada di luar rentang segitiga "Banyak", namun sistem dirancang sedemikian rupa sehingga nilai di atas titik maksimum fungsi "Banyak" tetap memiliki derajat keanggotaan maksimal yaitu $\mu = 1.0$. Hal ini divisualisasikan oleh garis horizontal merah pada level $\mu = 1.0$, serta garis vertikal putus-putus hitam yang menandai titik *input* di posisi 13.



Gambar 4.23 Kurva *input* score bernilai 80

Pada gambar 4.23, *input* Pada pengujian ini, nilai input skor kuis adalah 80. Berdasarkan grafik, nilai ini berada tepat di puncak fungsi keanggotaan kategori "Banyak", sehingga derajat keanggotaannya mencapai nilai maksimal, yaitu $\mu = 1.0$. Hal ini divisualisasikan pada grafik dengan garis putus-putus vertikal hitam pada posisi skor 80, serta garis horizontal merah yang menandai derajat keanggotaan $\mu = 1.0$.



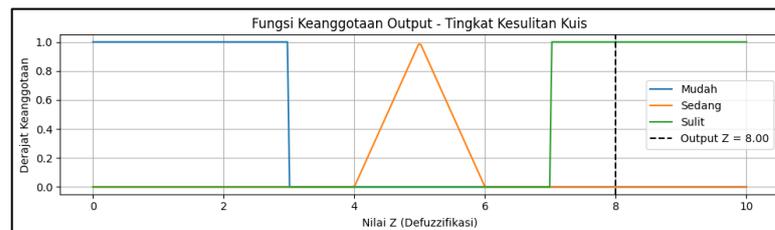
Gambar 4.24 Kurva *input* waktu bernilai 236

Pada gambar 4.22, *input* waktu Dalam pengujian ini, *input* waktu yang diberikan adalah 236 detik. Berdasarkan fungsi keanggotaan fuzzy, nilai tersebut

berada di bagian kanan segitiga "Sedang", sehingga nilai derajat keanggotaan fuzzy terhadap kategori Sedang dapat dihitung dari lereng menurun, menghasilkan $\mu = 0.07$. Hal ini ditampilkan melalui garis horizontal merah pada ketinggian $\mu = 0.07$ dan garis vertikal putus-putus hitam pada posisi *input* 236.

Untuk defuzzifikasinya, ditentukan bahwa nilai derajat α adalah 1, dan nilai z bernilai 0 sehingga defuzzifikasinya adalah 3 dengan perhitungan dan kurva variabelnya sebagai berikut

$$Z^* = \frac{\sum(\mu A(x) * z_i)}{dx \sum \mu A(x)} = \frac{0.067 * 8}{0.067} = 8$$



Gambar 4.25 Kurva fungsi keanggotaan *output* bernilai 8

Keempat skenario percobaan yang dilakukan secara berturut-turut ini mencatat semua *input* performa, bukan hanya satu variabel. Dengan mekanisme ini, sistem memastikan bahwa:

- a. Pemain profil rendah tidak dibebani soal sulit, sehingga tidak cepat kehilangan motivasi
- b. Pemain dengan profil tinggi tetap diberikan tantangan soal yang sepadan, sehingga tidak merasa bosan.
- c. Proses pembelajaran melalui *game* tetap berlangsung secara progresif dan adil.

Oleh karena itu, percobaan yang sudah dilakukan dikatakan seimbang karena *game* mampu menjaga kesesuaian antara kondisi pemain dengan tingkat kesulitan, dan hal ini direalisasikan secara dinamis melalui perhitungan logika *fuzzy*. Penyesuaian ini membentuk keseimbangan atau *balance* dalam pengalaman belajar dan bermain.

4.3 Validasi *Game*

Untuk mendapatkan data, peneliti melakukan wawancara, membuat *game* berdasarkan permasalahan yang ditemukan, dan kemudian mengujinya dengan ahli media. Setelah *game* edukasi selesai, penelitian ini juga menggunakan uji validasi, yang terdiri dari uji validasi ahli media dengan menggunakan angket Skala *Likert* sebagai instrumen penelitian.

$$P = \frac{\sum f}{n} \times 100\% \quad (4.1)$$

Tabel 4.1 Tabel Kriteria Uji Validasi (*Sari & Jasiah, 2024*)

Tingkat Nilai Pencapaian	Kriteria
≥ 85 skor ≤ 100	Sangat Valid
≥ 65 skor ≤ 84	Valid
≥ 45 skor ≤ 64	Cukup Valid
≥ 0 skor ≤ 44	Kurang Valid

Hasil dari instrumen kedua angket tersebut akan diperiksa terlebih dahulu oleh dosen pembimbing serta divalidasi untuk memastikan serta untuk mengetahui apakah angket tersebut sudah bisa dikatakan valid atau layak digunakan atau tidak. Jika instrumen angket tadi sudah divalidasi oleh ahli/dosen pembimbing, maka validator dapat melakukan validasi untuk angket media. Validasi media akan didapatkan dari hasil angket yang akan dihitung menggunakan Skala *Likert*, yang

menunjukkan bahwa pemberian skor pada tingkat Sangat Setuju (SS) nilainya adalah 4, Setuju (S) nilainya adalah 3, Kurang Setuju (KS) adalah nilainya 2, dan Tidak Setuju (TS) nilainya adalah 1.

Tabel 4.2 Uji Validasi Media

No	Aspek	Pernyataan	Total Skor	Keterangan
1	Desain Antarmuka	Tampilan <i>game</i> menarik dan sesuai untuk anak-anak	39	Sangat Valid untuk digunakan
2	Fungsi Fitur	Semua fitur berjalan dengan baik	40	
3	Integrasi Media	Penggunaan suara, dan animasi mendukung pembelajaran	38	
Total keseluruhan			117	
Presentase			81,25%	

Berdasarkan validasi ahli media terdapat presentase sebesar 81,25% dan masuk kategori “Valid”.

4.4 Hasil Pengujian *System Usability Scale*

Pada survei 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* edukasi, responden diminta mengisi kuesioner *usability* dan didapatkan hasil pada tabel 4.3 berikut

Tabel 4.3 Hasil Kuisisioner

Responden	Pertanyaan									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
R1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R2	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R3	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R4	3	4	3	3	5	2	4	3	4	5
R5	4	2	5	1	4	3	5	1	5	1
R6	4	1	4	2	4	2	4	2	4	3
R7	2	1	5	4	5	2	4	2	4	2
R8	4	2	4	2	3	3	4	2	4	4
R9	3	2	4	1	3	2	4	2	4	2
R10	3	2	4	2	4	3	4	2	5	2
R11	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4
R12	4	2	4	3	4	2	5	1	5	2
R13	3	2	4	2	4	2	4	1	5	1
R14	2	3	2	1	4	1	5	3	5	1
R15	3	2	4	1	3	3	4	2	4	1
R16	4	1	5	2	4	2	4	4	5	2
R17	4	2	4	3	4	2	5	2	5	4
R18	5	1	5	1	5	1	5	5	5	1
R19	4	1	4	1	4	1	5	2	5	2
R20	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R21	4	2	5	3	5	1	5	2	4	1
R22	5	1	3	3	5	1	5	2	4	1
R23	4	1	4	1	4	2	5	2	5	1
R24	5	1	3	3	3	1	5	3	3	1

Data yang dikumpulkan dari kuisisioner yang telah diisi harus diproses sesuai dengan kriteria perhitungan skor SUS, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Berikut adalah aturan untuk penilaian kuisisioner:

1. Untuk setiap pertanyaan ganjil, skor jawaban responden akan dikurangi 1
2. Untuk setiap pertanyaan genap, skor jawaban responden akan dikurangi 5

3. Setelah semua jawaban soal dijumlahkan, skor akhir SUS akan dihitung dengan mengalikan hasilnya dengan 2,5.

Pada titik ini, aturan perhitungan nomor 1 dan 2 akan digunakan. Setelah itu, skor keseluruhan untuk setiap responden akan dihitung, yang disajikan dalam tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Skor SUS

Responden	Pertanyaan										Total
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
R1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
R2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
R3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
R4	2	1	2	4	3	3	3	2	3	1	24
R5	3	3	4	4	3	2	4	4	4	4	35
R6	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	30
R7	1	4	4	3	4	3	3	3	3	3	31
R8	3	3	3	3	2	2	3	3	3	1	26
R9	2	3	3	4	2	3	3	3	3	3	29
R10	2	3	3	3	3	2	3	3	4	3	29
R11	3	3	3	1	3	1	3	1	3	1	22
R12	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	32
R13	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	32
R14	1	2	3	4	5	4	4	2	4	4	31
R15	2	3	3	4	2	2	3	3	3	4	29
R16	3	4	4	3	1	3	3	1	4	3	29
R17	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	31
R18	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	36
R19	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	38
R20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
R21	3	3	4	2	4	3	3	4	4	2	32
R22	4	4	2	2	4	4	4	3	3	4	34
R23	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	36
R24	4	4	2	2	2	4	4	2	2	4	30

Setelah nilai total untuk setiap responden dihitung, skor SUS dan skor rata-rata SUS akan dihitung sesuai dengan ketentuan sebelumnya.

Tabel 4.5 Hasil Akhir Skor SUS

Responden	Skor Sus (Total x 2.5)
R1	100
R2	100
R3	100
R4	60
R5	87,5
R6	75
R7	77,5
R8	65
R9	72,5
R10	72,5
R11	56,25
R12	80
R13	80
R14	77,5
R15	72,5
R16	72,5
R17	77,5
R18	90
R19	95
R20	100
R21	80
R22	85
R23	90
R24	76
Total Skor SUS	1942,25
Skor Rata-Rata SUS	79,11

Tabel 4.5 menunjukkan hasil akhir dari perhitungan skor SUS. Kemudian, skor rata-rata SUS akan dibandingkan dengan penilaian SUS. Ini juga mencakup kategori mana dari hasil pengujian yang dibandingkan dengan skor rata-rata yang telah diterima sebelumnya.

Menurut gambar 3.3 Aturan Penilaian SUS, menunjukkan secara keseluruhan skor rata-rata SUS yang didapatkan pada pengujian *usability* 79,11

termasuk dalam kategori *Good* dan *Acceptable*. Klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa responden menilai *game* terbilang baik dan diterima untuk dimainkan.

4.5 Integrasi Islam

Adapun pada penelitian ini memiliki hubungan integrasi Islam dengan tiga konsep muamalah. Konsep muamalah tersebut adalah interaksi manusia dengan Allah (*Muamalah Ma'a Allah*), dan interaksi sesama manusia (*Muamalah Ma'a an-Nas*). Kedua konsep muamalah ini membentuk fondasi untuk memahami cara menghadapi tantangan dan keyakinan bahwa kemudahan pasti akan datang setelah tantangan, sebagaimana dijanjikan dalam ajaran Islam.

4.5.1 *Mu'amalah Ma'a Allah*

Mu'amalah Ma'a Allah merupakan interaksi manusia dengan Allah. Setiap manusia akan mengalami cobaan dalam hidupnya. Setiap cobaan yang diberikan Allah SWT tidak pernah melebihi kemampuan seseorang, sehingga memberikan rasa tenang dan pengharapan bagi mereka yang sedang berjuang. Allah berfirman dalam surah Al-Baqarah ayat 286:

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِنْ قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ ۗ وَاعْفُ عَنَّا وَارْحَمْنَا أَنْتَ مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ ﴿٢٨٦﴾

“Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya. Baginya ada sesuatu (pahala) dari (kebajikan) yang diusahakannya dan terhadapnya ada (pula) sesuatu (siksa) atas (kejahatan) yang diperbuatnya. (Mereka berdoa,) “Wahai Tuhan kami, janganlah Engkau hukum kami jika kami lupa atau kami salah. Wahai Tuhan kami, janganlah Engkau bebani kami dengan beban yang berat sebagaimana Engkau bebankan kepada orang-orang sebelum kami. Wahai Tuhan kami, janganlah Engkau pikulkan kepada kami apa yang tidak sanggup kami memikulnya. Maafkanlah kami, ampunilah kami, dan rahmatilah kami. Engkaulah

pelindung kami. Maka, tolonglah kami dalam menghadapi kaum kafir.”(Q.S. Al-Baqarah 286)

Menurut Prof. Dr. AG. K.H Muhammad Quraish Shihab, Lc., M.A., dalam Tafsir Al-Misbah, ayat ini menegaskan bahwa Allah mengetahui batas kemampuan setiap individu dan tidak akan memberikan cobaan yang melampaui batas tersebut (Ahsanul Khuluq & Rifqi Falah Al Farabi, 2024). Karena itu pengembang membuat tingkat kesulitan kuis dalam permainan yang seimbang sesuai dengan kemampuan pemainnya.

4.5.2 *Mu’amalah Ma’a an-Nas*

Mu’amalah Ma’a an-Nas merupakan interaksi hubungan antara sesama manusia. Islam mendorong setiap orang untuk membantu orang lain, terutama saat menghadapi kesulitan. Ayat 2 dari surah Al-Maidah menunjukkan hal ini:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تُلْجُوا شَعَائِرَ اللَّهِ وَلَا الشُّهُرَ الْحَرَامَ وَلَا الْهَدْيَ وَلَا الْقَلَائِدَ وَلَا آمِينَ الْبَيْتِ الْحَرَامِ يَبْتَغُونَ فَضْلًا مِّن رَّبِّهِمْ وَرِضْوَانًا وَإِذَا حَلَلْتُمْ فَاصْطَادُوا وَلَا يَجْرِمَنَّكُمْ شَنَا نُ قَوْمٍ أَن صَدَّقْتُم مِّنَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ أَن تَعْتَدُوا وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ ﴿٢﴾

“Wahai orang-orang yang beriman, janganlah kamu melanggar syiar-syiar (kesucian) Allah, jangan (melanggar kehormatan) bulan-bulan haram, jangan (menggangu) hadyu (hewan-hewan kurban) dan qalā'id (hewan-hewan kurban yang diberi tanda), dan jangan (pula mengganggu) para pengunjung Baitulharam sedangkan mereka mencari karunia dan rida Tuhannya! Apabila kamu telah bertahalul (menyelesaikan ihram), berburulah (jika mau). Janganlah sekali-kali kebencian(-mu) kepada suatu kaum, karena mereka menghalang-halangi dari Masjidilharam, mendorongmu berbuat melampaui batas (kepada mereka). Tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan. Bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah sangat berat siksaan-Nya.”(Q.S. Al-Maidah 2)

Menurut M. Abdul Ghoffar dalam tafsir Ibnu Katsir menyatakan bahwa Allah meminta umat-Nya untuk menghindari perbuatan jahat dan saling membantu

dalam amal shaleh. Oleh karena itu, orang yang bertakwa adalah mereka yang mengikuti perintah-Nya dan meninggalkan larangan-Nya. Allah membenci dan melarang membantu seseorang melakukan dosa atau melakukan sesuatu yang dilarang. Pengingkaran adalah melampaui apa yang diwajibkan oleh Allah, sedangkan dosa adalah menolak penunjuk Allah, menurut Ibnu Jarir.

Dalam konteks ayat tersebut, *game* edukatif menjadi salah satu media untuk membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran. Pada penelitian ini, pemain selain bermain *game* yang mana harus mengumpulkan benda-benda, juga diharapkan menjawab pertanyaan berupa kuis sesuai kemampuannya dalam bermain. Dalam hal ini, *game* dapat membentuk lingkungan belajar yang kolaboratif antara guru dan siswa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan menerapkan aturan *fuzzy Tsukamoto* pada penyeimbangan kesulitan berbasis profil pemain pada *game* edukasi, dapat diambil kesimpulan bahwa penerapan metode *fuzzy Tsukamoto* untuk melakukan penyeimbangan tingkat kesulitan kuis berdasarkan profil pemain dibangun menggunakan parameter *score*, waktu, dan jumlah benda yang dikumpulkan untuk menentukan level kesulitan secara otomatis dan adaptif. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, metode *fuzzy Tsukamoto* terbukti mampu menyeimbangkan kesulitan soal kuis dalam *game* sesuai profil pemain, yang ditunjukkan dengan perubahan level kuis ke dalam kategori mudah, sedang, atau sulit secara dinamis.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak potensi yang dapat dikembangkan untuk memberikan hasil yang lebih baik, diantaranya yaitu.

1. Agar pengalaman bermain menjadi lebih interaktif, disarankan untuk mengembangkan *game* dengan versi *multiplatform*, seperti berbasis Android maupun iOS.
2. Sistem adaptif yang dibangun dapat ditingkatkan dengan memasukkan parameter tambahan seperti tingkat kesalahan menjawab atau kecepatan respon pemain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & Hasan Wahyudi, M. (2017). Game Tradisional Go Egrang Berbasis Android. *J-TIIES*, 1(1).
- Afifah, J. A. (2022). *Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Quizizz Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Fiqih Kelas XI MAN 1 Trenggalek*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ahsanul Khuluq, A., & Rifqi Falah Al Farabi, M. (2024). Keseimbangan Antara Ujian Dan Kemampuan Manusia: Telaah Tafsir Surat Al-Baqarah Ayat 286 Dalam Tafsir Al-Mishbah. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2, 16–25. <https://journal.banjaresepacific.com/index.php/jimr>
- Andari, R. (2020). *Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Kahoot! Pada Pembelajaran Fisika*. 6(1). <https://scholar.google.co.kr/citations?u>
- Arifin, N., & Nuryono, W. (2021). Studi Kepustakaan Kecanduan Game Online Dalam Perspektif Islam Dan Cara Penanganannya. *JKBI*, 12(1), 610–623.
- Athiyah, U., Handayani, A. P., Aldean, M. Y., & Putra, N. P. (2021). Sistem Inferensi Fuzzy : Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 1(2), 73–76. <https://doi.org/10.31940/matrix.v10i2.1841>
- 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.
- Chen, J., & Gustientiedina, G. (2024). Implementation of Fuzzy Expert System to Detect Parkinson's Disease Based on Mobile. *Journal of Applied Business and Technology*, 5(2), 72–81. <https://doi.org/10.35145/jabt.v5i2.145>
- Ferdiansyah, Y., & Hidayat, N. (2018). *Implementasi Metode Fuzzy-Tsukamoto Untuk Diagnosis Penyakit Pada Kelamin Laki Laki* (Vol. 2, Issue 12). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Guardiola, E., Natkin, S., & Natkin, S. (2010). *Player's model: criteria for a gameplay profile measure*. 10. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15399-0_39i
- Gunawan, E., Rusdiana, L., Informatika, T., Palangkaraya, S., GObos No, J., & Raya, P. (2022). Aplikasi Game Edukasi Matematika Tingkat Dasar Berbasis Android. In *Jurnal TEKNOINFO* (Vol. 16, Issue 1).

- 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. In *Journal of Applied Intelligent System* (Vol. 1, Issue 2).
- Mardiana, A., Zalilludin, D., & Fitriani, D. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Keluarga Miskin Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto. *INFOTECH Journal*, 6(2), 6.
- Masfufah, E., Rohman, M. G., & Susilo, H. (2017). Aplikasi Game Petualangan Si Kancil Berbasis Android. In *JOUTICLA* (Vol. 3, Issue 2).
- Mulyadi, D., Brillyan, D., & Pamungkas, P. (2020). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Kelayakan Penerimaan Beasiswa. 10, 65–80. <https://doi.org/10.36350/jbs.v10i1>
- Nugroho, F. (2014). Identifikasi Kognitif Skill Game (CSG) Menggunakan Fuzzy K-Means (FKM) Pada Game Android “Benthik Fiqh.”
- Nuqisari, R., & Sudarmilah, E. (2019). Pembuatan Game Edukasi Tata Surya dengan Construct 2 berbasis Android. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 19(2), 86–92. <https://doi.org/10.23917/emitor.v19i2.7987>
- Oktavia, C. A., & Maulidi, R. (2018). Pengembangan Permainan Edukasi Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Anak Usia Dini.
- Pangestu, Y. A. (2022). Pengembangan Game Edukasi Perkalian Matematika Untuk Anak SD Kelas 4 Di SD Negeri Mranggen 1 Kabupaten Sukoharjo. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Proceedings of the 2008 Conference on Future Play Research, Play, Share.* (2013). ACM Digital Library.
- Ravita, E. S., & Alisah, E. (2012). *Studi Tentang Persamaan Fuzzy.*
- Reya Wisinggya, K., Haryanto, H., Mulyanto, E., & Dolphina, E. (2021). Tingkat Kesulitan Dinamis Menggunakan Logika Fuzzy Pada Game Musik Tradisional Jawa Tengah. In *Teknologi Informasi dan Komputer* (Vol. 56, Issue 2). Online.
- Sari, M., & Jasiah. (2024). Pengembangan Game Blooket untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Pada Materi Fiqih Muamalah Sebagai Media Pembelajaran di MTS Hidayatul Muhajirin Palangka Raya. *Jurnal Nakula : Pusat Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Ilmu Sosial*, 3(1), 118–134. <https://doi.org/10.61132/nakula.v3i1.1481>
- Soedargo, D. S. O., & Junaedi, H. (2022). Dynamic Difficulty Adjustment Berbasis Logika Fuzzy Untuk Procedural Content Generation Pada Permainan

Roguelike. *Teknika*, *11*(2), 98–105.
<https://doi.org/10.34148/teknika.v11i2.468>

Yogananti, A. F., Pratama, B. C., & Akrom, A. (2022). Kolaborasi Teori Nielsen dan System Usability Scale (SUS) terhadap Usability Game Lokapala. In *Journal of Animation and Games Studies* (Vol. 8, Issue 1).