

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY SUGENO* UNTUK MENGATUR UMPAN
BALIK INFORMASI PADA *GAME* EDUKASI ARITMATIKA**

SKRIPSI

Oleh :

MAHADIR MUHAMAD ERFIN ABDILAH
NIM. 19650035



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

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY SUGENO* UNTUK MENGATUR
UMPAN BALIK INFORMASI PADA *GAME* EDUKASI ARITMATIKA**

SKRIPSI

Oleh :

MAHADIR MUHAMAD ERFIN ABDILAH
NIM. 19650035

Diajukan kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Malang
Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom)

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY SUGENO* UNTUK MENGATUR
UMPAN BALIK INFORMASI PADA *GAME* EDUKASI ARITMATIKA**

SKRIPSI

Oleh :
MAHADIR MUHAMAD ERFIN ABDILAH
NIM. 19650035


Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 02 Juni 2023

Pembimbing I,



Dr. M. Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

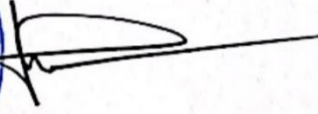
Pembimbing II,



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. Fachrudin Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY SUGENO* UNTUK MENGATUR
UMPAN BALIK INFORMASI PADA *GAME* EDUKASI ARITMATIKA**

SKRIPSI

Oleh :
MAHADIR MUHAMAD ERFIN ABDILAH
NIM. 19650035

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 12 Juni 2023




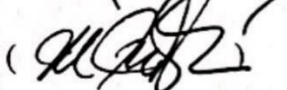
Susunan Dewan Penguji

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

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


Anggota Penguji II : Dr. M. Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mahadir Muhamad Erfin Abdilah

NIM : 19650035

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Skripsi : Implementasi Metode *Fuzzy Sugeno* untuk Mengatur Umpan Balik Informasi pada *Game* Edukasi Aritmatika

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, 12 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Mahadir Muhamad Erfin Abdilah

NIM. 19650035

MOTTO

“Barangsiapa bertakwa kepada Allah niscaya Dia akan membukakan jalan keluar baginya. dan Dia memberinya rezeki dari arah yang tidak disangkanya.” (QS. Ath-Thalaq: 2-3)

HALAMAN PERSEMBAHAN

أَلْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Puji Syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*
Shalawat serta salam kepada Rasulullah *Shallallahu 'alaihi wasallam*

Penulis mempersembahkan karya ini kepada kedua orang tua, dosen, kakak, sahabat, dan semua pihak yang telah memberikan motivasi, doa, dan dukungan sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah *subhanahu wata'ala*, karena berkat rahmat dan limpahan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Metode Fuzzy Sugeno untuk Mengatur Umpan Balik Informasi pada Game Edukasi Aritmatika” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Informatika jenjang Strata-1 Universitas Negeri Islam Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam*, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang lurus yaitu Addinul Islam.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang sudah membantu baik berupa kritik maupun saran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Atas segala bantuan yang telah diberikan penulis menyampaikan ucapan terima kasih seiring doa ditujukan kepada yang terhormat:

1. Ibu, ayah, dan kakak yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta jajarannya.
3. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta jajarannya.

4. Dr. Fachrul Kurniawan ST., M.MT, IPM selaku ketua jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. M. Faisal, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah membantu membimbing dalam penyusunan tugas akhir hingga selesai.
6. Dr. M. Imamudin, Lc., M.A selaku dosen pembimbing II yang telah membantu membimbing dalam penyusunan tugas akhir hingga selesai.
7. Seluruh Dosen dan Jajaran Staf Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
8. Teman-teman Teknik Informatika Angkatan 2019 "ALIEN" atas segala dukungannya untuk memotivasi penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca khususnya penulis sendiri. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 02 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المخلص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Game	10
2.2.1 Pengertian Game	10
2.2.2 Jenis Game	10
2.2.3 Elemen Dasar Game	13
2.3 Hukum Game dalam Islam	14
2.4 Game Edukasi	16
2.5 Aritmatika	17
2.6 Umpan Balik	19
2.7 Logika Fuzzy	20
2.7.1 Himpunan Fuzzy	21
2.7.2 Fungsi Keanggotaan	24
2.8 Fuzzy Sugeno	28
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN	29
3.1 Tahapan Penelitian	29
3.2 Analisis dan Perancangan Game	30
3.2.1 Deskripsi Game	30
3.2.2 Skenario Game	31
3.2.3 Storyboard Game	32
3.2.4 Pelevelan	34
3.2.5 Finite State Machine (FSM)	35
3.3 Perancangan Fuzzy	36
3.3.1 Variabel Fuzzy	36
3.3.2 Nilai Linguistik	37

3.3.3 Fuzzyfikasi	37
3.3.4 Fuzzy Rules	42
3.3.5 Implikasi dan Defuzzyfikasi	43
3.3.6 Contoh Perhitungan Fuzzy	43
3.4 Rancangan Pengujian	47
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Implementasi Desain Sistem	51
4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras	51
4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	51
4.2 Implementasi Tampilan.....	52
4.2.1 Tampilan Main Menu.....	52
4.2.2 Tampilan Pilihan Materi Belajar	53
4.2.3 Tampilan Materi Belajar	54
4.2.4 Tampilan Select Level	55
4.2.5 Tampilan Game	55
4.2.6 Tampilan Umpan Balik Informasi Game	56
4.3 Implementasi Fuzzy Sugeno	57
4.4 Pengujian.....	61
4.4.1 Pengujian Fuzzy Sugeno	61
4.4.2 Pengujian Button Interface Aplikasi	64
4.4.3 Pengujian <i>System Usability Scale</i> (SUS)	66
4.5 Integrasi dengan Islam	68
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Linear Naik	24
Gambar 2.2 Representasi Linear Turun	25
Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga	26
Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium	26
Gambar 2.5 Representasi Kurva Bentuk Bahu	27
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	29
Gambar 3.2 FSM Game	35
Gambar 3.3 Grafik Jumlah Kesalahan	38
Gambar 3.4 Grafik Waktu Penyelesaian	40
Gambar 3.5 Variabel Output	41
Gambar 3.6 Skor dan Rating SUS	50
Gambar 4.1 Tampilan Main Menu	52
Gambar 4.2 Tampilan Pilihan Materi Belajar	53
Gambar 4.3 Tampilan Materi Belajar	54
Gambar 4.4 Tampilan Select Level.....	55
Gambar 4.5 Tampilan Game	56
Gambar 4.6 Tampilan Umpan Balik Informasi Game	57
Gambar 4.7 Pseudocode Derajat Keanggotaan Variabel Jumlah Kesalahan.....	58
Gambar 4.8 Pseudocode Keanggotaan Variabel Waktu Penyelesaian	59
Gambar 4.9 Pseudocode Fuzzy Rules	60
Gambar 4.10 Pseudocode Fungsi Defuzzyfikasi	61
Gambar 4.11 Pseudocode Fungsi Min	61
Gambar 4.12 Grafik Tanggapan Siswa	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	9
Tabel 3.1 Storyboard Game.....	32
Tabel 3.2 Nilai Minimum dan Nilai Output	46
Tabel 3.3 Rancangan Pengujian pada Soal Penjumlahan.....	47
Tabel 3.4 Rancangan Pengujian pada Soal Pengurangan.....	47
Tabel 3.5 Rancangan Pengujian pada Soal Perkalian	48
Tabel 3.6 Rancangan Pengujian pada Soal Pembagian.....	48
Tabel 3.7 Daftar Pernyataan Pengujian SUS.....	49
Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras	51
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	51
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Algoritma Fuzzy Sugeno pada Soal Penjumlahan.....	62
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Algoritma Fuzzy Sugeno pada Soal Pengurangan.....	62
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Algoritma Fuzzy Sugeno pada Soal Perkalian.....	63
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Algoritma Fuzzy Sugeno pada Soal Pembagian	63
Tabel 4.7 Pengujian Button Interface	64
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan SUS.....	66

ABSTRAK

Abdilah, Mahadir Muhamad Erfin. 2023. **Implementasi Metode Fuzzy Sugeno untuk Mengatur Umpan Balik Informasi pada Game Edukasi Aritmatika**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. M. Faisal, M.T (II) Dr. M. Imamudin, Lc., M.A.

Kata kunci: Fuzzy Sugeno, Game, Umpan Balik Informasi

Pembelajaran aritmatika penting untuk diperhatikan karena menjadi dasar dalam mempelajari operasi perhitungan matematika. Aritmatika sudah mulai dipelajari sejak sekolah dasar. Siswa sekolah dasar diketahui masih berada dalam usia yang menyukai permainan. Hal ini dapat dijadikan sebagai salah satu alasan untuk menjadikan game sebagai media pembelajaran aritmatika. Umpan balik informasi pada game dijadikan sebagai informasi yang dapat memberikan petunjuk kepada siswa agar dapat meningkatkan pembelajaran pada suatu materi. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengatur umpan balik informasi pada game dan menilai *usability* dari game yang dibuat. Fuzzy sugeno digunakan sebagai metode untuk mengatur umpan balik pada game sedangkan *System Usability Scale* (SUS) digunakan untuk menilai *usability* dari game. Pengujian fuzzy sugeno pada game yang sudah disesuaikan dengan rule fuzzy yang dibuat didapatkan hasil bahwa fuzzy sugeno dapat diimplementasikan pada game untuk mengatur umpan balik informasi berdasarkan jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Selain itu, pengujian SUS dengan menggunakan media kuesioner dan jumlah responden sebanyak 20 mendapatkan nilai sebesar 69,5 dengan adjektif rating Good sehingga dapat disimpulkan bahwa game berjalan dengan baik sesuai kegunaannya.

ABSTRACT

Abdilah, Mahadir Muhamad Erfin. 2023. **Implementation of the Fuzzy Sugeno Method to Set the Information Feedback in Arithmetic Educational Games.** Undergraduate Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Dr. M. Faisal, M.T (II) Dr. M. Imamudin, Lc., M.A.

Arithmetic learning is important to pay attention to because it forms the basis for learning mathematical calculation operations. Arithmetic has been studied since elementary school. Elementary school students are known to still be at an age that likes games. This can be used as one of the reasons for making games as a medium for learning arithmetic. Information feedback on games is used as information that can provide instructions to students so they can improve learning on certain materials. The research conducted aims to manage information feedback on games and assess the usability of the games made. Fuzzy sugeno is used as a method for managing feedback on the game while the System Usability Scale (SUS) is used to assess the usability of the game. Sugeno fuzzy testing in games that have been adapted to the fuzzy rules created shows that fuzzy sugeno can be implemented in games to manage information feedback based on the number of errors and completion time. In addition, the SUS test used a media questionnaire and a total of 20 respondents obtained a value of 69.5 with an adjective rating of Good so that it can be said that the game can run well.

Keywords: *Fuzzy Sugeno, Games, Information Feedback*

الملخص

عبد الله، مهدي محمد عرفين. 2023. تنفيذ طريقة *Fuzzy Sugeno* لإدارة التغذية الراجعة للمعلومات في الألعاب التعليمية الحاسوبية. البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (I) دكتور محمد فيصل، م. ت. (II) دكتور محمد إمام الدين، ماجستير.

الكلمات المفتاحية: *Fuzzy Sugeno*، لعبة، معلومات ردود الفعل

التعليم الحسوبي مهم في الانتباه لأنه الأساس لتعليم عمليات الحساب الرياضي. بدأت دراسة الحساب منذ المدرسة الابتدائية. من المعروف أن طلاب المدارس الابتدائية ما زالوا في عصر يجب الألعاب. يمكن استخدام هذا كأحد أسباب جعل الألعاب كوسيلة لتعليم الحساب. يتم استخدام ملاحظات المعلومات حول الألعاب كمعلومات يمكن أن توفر تعليمات للطلاب من أجل تحسين التعليم على مادة ما. هدف البحث الذي تم إجراؤه إلى تنظيم ملاحظات المعلومات حول الألعاب وتقييم قابلية (*Usability*) استخدام الألعاب المصنوعة. يستخدم *Fuzzy Sugeno* كطريقة لتنظيم التعليقات على الألعاب بينما يتم استخدام مقياس قابلية استخدام النظام (*System Usability Scale/SUS*) لتقييم قابلية استخدام الألعاب. اختبار *Fuzzy Sugeno* على الألعاب التي تم تعديلها وفقا للقواعد *Fuzzy* التي تم إجراؤها، وجد أنه يمكن تنفيذ *Fuzzy Sugeno* في الألعاب لضبط ملاحظات المعلومات بناء على عدد الأخطاء ووقت الانتهاء. بالإضافة إلى ذلك، حصل اختبار *SUS* باستخدام وسائل الاستبيان وعدد المستجيبين الذين يصل عددهم إلى 20 على قيمة 69,5 مع تصنيف صفة جيد بحيث يمكن القول أن اللعبة يمكن أن تعمل بشكل جيد.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai macam kebutuhan manusia yang semakin meningkat dapat dipenuhi dengan mudah berkat kemajuan teknologi yang cepat. Manusia cenderung lebih memilih mengerjakan sesuatu dengan cara yang mudah daripada melakukan sesuatu dengan cara yang sulit. Hal ini sejalan dengan berkembangnya teknologi yang memudahkan dalam bidang kehidupan, seperti informasi, bisnis, hiburan, komunikasi, dan edukasi. Salah satu wujud dari perkembangan teknologi adalah terwujudnya berbagai macam game yang dimainkan oleh pengguna, baik untuk kepentingan hiburan maupun edukasi.

Game merupakan suatu kegiatan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang dilakukan dengan rasa menyenangkan (Schell, 2015). Rasa menyenangkan dan menarik perhatian membuat game disukai oleh kalangan anak-anak, remaja, maupun dewasa. Game memiliki beraneka ragam jenis, seperti game aksi, simulasi, petualangan, puzzle dan edukasi. Menurut laporan dari website We Are Social yang merupakan sebuah agensi kreatif berbasis sosial global, menyebutkan bahwa pengguna game di Indonesia menempati peringkat ketiga terbanyak setelah Filipina dan Thailand per Januari 2022 dengan persentase 94.7% (We Are Social, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa di Indonesia memiliki banyak pengguna yang menyukai game. Data tersebut merupakan persentase jumlah pengguna game pada semua perangkat, baik melalui laptop/desktop, *smartphone*, tablet, *virtual reality headset*, dan perangkat lainnya. We Are Social (2022) juga menyebutkan bahwa

penggunaan perangkat *smartphone* sebagai perangkat bermain game memiliki persentase sebesar 68.1%. Penggunaan *smartphone* sebagai perangkat bermain game lebih banyak dibandingkan dengan perangkat desktop yang memiliki persentase 36.8%, perangkat game console 25.8%, dan perangkat *virtual reality* 8.7%.

Pemanfaatan game dalam bidang edukasi mampu memberikan pengaruh yang baik. Game edukasi mampu memberikan motivasi belajar kepada siswa karena memiliki tampilan yang menarik dan membuat siswa menjadi penasaran. Siswa akan menjadi aktif dalam pembelajaran dan mengikuti setiap aturan dalam game untuk memenangkan game tersebut. Aturan game yang dibuat bertujuan untuk memberikan edukasi kepada siswa agar dapat menyelesaikan game dengan menyisipkan materi di dalamnya. Hal ini, membuat game edukasi memiliki nilai positif bagi pembelajaran siswa. Penelitian Partovi & Razavi (2019) menyebutkan bahwa game edukasi komputer dapat mempengaruhi motivasi berprestasi bagi siswa menjadi lebih baik pada pembelajaran IPA karena dengan rasa kegembiraan membuat siswa menjadi lebih semangat dalam belajar.

Matematika menjadi salah satu bidang ilmu yang harus dipelajari oleh setiap orang yang menempuh jenjang pendidikan. Matematika harus diajarkan sejak dini agar terbiasa dengan perhitungan sehingga tidak mengalami kesulitan dalam bidang kehidupan yang membutuhkan ilmu matematika. Di sekolah dasar, siswa diajarkan bagaimana caranya berhitung mulai dari perhitungan yang sederhana. Terdapat materi aritmatika yang terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian yang dikenal dengan operasi aritmatika dasar. Mempelajari matematika

sejak dini dapat memberikan manfaat yang besar. Manfaat dari mempelajari matematika, diantaranya dapat membantu membuat pikiran menjadi jernih, membantu berpikir analitis, mempercepat dalam berpikir, meningkatkan kemampuan berhitung, dan membantu dalam kehidupan (Methkal & Algani, 2022). Namun, masih terdapat siswa yang belum menyadari betapa pentingnya matematika, terutama siswa sekolah dasar yang sedang berada pada masa bermain dan bersenang-senang.

Permasalahan yang sering dihadapi siswa di kelas, terutama pada mata pelajaran aritmatika adalah siswa merasa kurang memahami penjelasan guru karena metode pembelajaran yang masih menggunakan buku panduan sehingga membuat siswa merasa kurang termotivasi. Siswa sekolah dasar cenderung menghabiskan waktunya dengan bermain dan bersenang-senang dari pada mendengarkan penjelasan dari guru di kelas. Padahal dalam pembelajaran aritmatika diperlukan latihan yang sering agar terbiasa melakukan perhitungan dan dapat menghindari kesalahan dalam berhitung.

Belajar bagi siswa merupakan suatu keharusan agar dapat memahami materi pembelajaran yang disampaikan di kelas. Dalam Islam diajarkan bahwa belajar atau menuntut ilmu termasuk kewajiban bagi setiap orang Islam. Sebagaimana dalam hadis riwayat Ibnu Majah nomor 224 yang diterjemahkan oleh Abdullah Shonhaji dkk (1992) yang berbunyi sebagai berikut.

حَدَّثَنَا هِشَامُ بْنُ عَمَّارٍ حَدَّثَنَا حَفْصُ بْنُ سُلَيْمَانَ حَدَّثَنَا كَثِيرُ بْنُ شَنْظِيرٍ عَنْ مُحَمَّدِ بْنِ سِيرِينَ عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ وَوَضِيعُ الْعِلْمِ عِنْدَ غَيْرِ أَهْلِهِ كَمَقْلَدِ الْخَنَازِيرِ الْجَوْهَرَ وَاللُّؤْلُؤَ وَالذَّهَبَ

“Telah menceritakan kepada kami Hisyam bin Ammar, telah menceritakan kepada kami Hafsh bin Sulaiman, telah menceritakan kepada kami Katsir bin Syinzhir dari Muhammad bin Sirin dari Anas bin Malik, bahwasannya Rasulullah shallallahu 'alaihi wasallam bersabda: Menuntut ilmu adalah kewajiban bagi setiap muslim. Dan orang yang meletakkan ilmu bukan pada ahlinya, seperti seorang yang mengalungkan mutiara, intan dan emas ke leher babi.” (HR. Ibnu Majah)

Sesuai dengan hadits di atas, menuntut ilmu merupakan kewajiban bagi setiap orang Islam. Setiap orang islam wajib untuk mencari ilmu agama sekaligus ilmu pengetahuan umum. Orang Islam juga harus belajar matematika sebagai salah satu bidang ilmu pengetahuan. Matematika menjadi ilmu dasar yang sangat penting digunakan dalam permasalahan hidup. Untuk memudahkan dalam menuntut ilmu diperlukan media, salah satunya game edukasi. Melalui game edukasi siswa akan menjadi tertarik dan semangat dalam belajar sehingga materi pembelajaran yang tersedia di dalam game edukasi dapat tersampaikan kepada siswa.

Pada game edukasi yang dibuat terdapat juga umpan balik informasi. Umpan balik positif yang ditampilkan di dalam game dapat memberikan motivasi dari dalam diri siswa sedangkan umpan balik negatif dapat mendorong siswa agar dapat melakukan perbaikan terhadap apa yang menjadi kekurangannya (Burgers et al., 2015). Umpan balik yang ada pada game dapat membantu siswa dalam pembelajarannya. Untuk mengatur umpan balik di dalam game diperlukan suatu metode yang dapat membuat aturan game sesuai dengan penalaran manusia. Metode yang dapat digunakan yaitu metode fuzzy sugeno.

Penelitian terdahulu yang membahas mengenai penerapan metode fuzzy di dalam game, yaitu penelitian oleh Hakim & Suprijanto (2021) membahas mengenai game edukasi matematika dengan fuzzy sugeno sebagai metode yang digunakan.

Reward game ditentukan dengan fuzzy sugeno berdasarkan 2 variabel yang berupa waktu dan penyelesaian soal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan fuzzy sugeno pada game berhasil dilakukan dengan persentase keberhasilan pengujian sebanyak 30 kali adalah sebesar 100 %. Penelitian terkait yang lain adalah penelitian oleh Oktavia & Maulidi (2019) yang membahas mengenai penerapan fuzzy sugeno untuk menentukan *reward*. Fuzzy sugeno untuk menentukan *reward* didasarkan pada variabel nyawa, waktu, dan skor. Hasil pengujian dari penelitian menunjukkan bahwa aturan fuzzy dengan *reward* game menunjukkan kesesuaian.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini mengusulkan judul **“Implementasi Metode *Fuzzy Sugeno* untuk Mengatur Umpan Balik Informasi pada *Game* Edukasi Aritmatika”**. Penelitian ini berfokus pada pengaturan umpan balik agar bisa ditampilkan melalui game dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno. Fuzzy Sugeno dipilih karena memiliki konstanta tegas sebagai output sehingga dapat diterapkan langsung pada kasus game (Fikriyah, 2020). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rancangan dan hasil yang baik dalam mengatur umpan balik game.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengimplementasikan metode fuzzy sugeno untuk mengatur umpan balik informasi pada game edukasi aritmatika?
2. Berapa skor dan rating penilaian *System Usability Scale* (SUS) game edukasi aritmatika?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengimplementasikan metode fuzzy sugeno untuk mengatur umpan balik informasi pada game edukasi aritmatika.
2. Mengetahui skor dan rating penilaian *System Usability Scale* (SUS) game edukasi aritmatika.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian difokuskan pada implementasi fuzzy sugeno untuk mengatur umpan balik informasi pada game.
2. Game dijalankan berbasis android.
3. Game berisi materi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian.
4. Game digunakan untuk anak tingkat Sekolah Dasar (SD) kelas 5.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengenalkan angka dan operasi perhitungan aritmatika.
2. Memberikan hiburan sekaligus edukasi kepada siswa.
3. Memberikan motivasi kepada siswa dalam belajar aritmatika.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang penerapan metode fuzzy sugeno pada game sebenarnya sudah banyak ditemukan sebelumnya. Penelitian oleh Hakim & Suprijanto (2021) membahas mengenai game edukasi dengan Fuzzy Sugeno sebagai metodenya. Penelitian dilakukan untuk memudahkan mahasiswa dalam pembelajaran matematika diskrit. Fuzzy sugeno digunakan untuk menentukan *reward* game berdasarkan 2 variabel yang berupa waktu dan penyelesaian soal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan fuzzy sugeno pada game berhasil dilakukan dengan persentase keberhasilan pengujian sebanyak 30 kali adalah sebesar 100 %.

Penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah Fikriyah (2020) membahas mengenai implementasi Fuzzy Sugeno pada Game Go Rescue, sebuah game simulasi pertolongan pertama kecelakaan lalu lintas. Fuzzy Sugeno digunakan untuk mengatur skor pada game yang berbentuk bintang. Penentuan output didasarkan pada 3 variabel input berupa waktu penyelesaian, jumlah korban, dan poin. Hasil percobaan dari penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan berhasil dalam menentukan skor akhir bagi pemain di dalam game.

Penelitian terkait yang lain adalah penelitian oleh Oktavia dan Maulidi (2019) yang membahas mengenai Fuzzy Sugeno untuk menentukan reward pada game. Game Aku Bisa ditujukan bagi anak usia dini sebagai game edukasi agar mewaspadaikan orang asing. Penelitian dilakukan karena banyaknya kasus pelecehan seksual, sehingga game dapat dijadikan sebagai sarana edukasi rasa waspada bagi

anak sejak usia dini. Penerapan Fuzzy Sugeno untuk menentukan *reward* didasarkan pada variabel nyawa, waktu, dan skor. Hasil pengujian dari penelitian menunjukkan bahwa aturan fuzzy dengan *reward* game menunjukkan kesesuaian.

Penelitian selanjutnya, oleh Ramadhani & Qoiriah (2019) yang membahas mengenai implementasi Fuzzy Sugeno dalam mengatur skor akhir pada game *Simple Nomic*. Penelitian tersebut dilakukan untuk menghilangkan kejenuhan dalam pembelajaran kimia dengan menggunakan fuzzy sugeno dalam menentukan skor akhir game yang berupa jumlah bintang. Penentuan skor akhir tersebut didasarkan pada 3 variabel yang berupa jumlah diamond, jumlah nilai, dan waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi fuzzy sugeno dalam game berhasil dilakukan dengan baik sesuai dengan *rule* yang direncanakan.

Penelitian oleh Muqorrobin, dkk. (2021) membahas tentang penerapan fuzzy sugeno dalam mengatur respon NPC kepada player pada game mitigasi bencana gunung meletus. Variabel inputan yang digunakan ada 5 yang berupa variabel pengetahuan, pemahaman, sadar, tanggap, dan sosialisasi. Variabel output berupa 3 keputusan yaitu berupa afwan, syukron, dan alhamdulillah. Berdasarkan 10 kali uji validasi kesesuaian antara output pada game dengan *library* fuzzy Matlab didapatkan bahwa hasil fuzzy sugeno sesuai dengan rule.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan adalah terletak pada variabel yang digunakan serta metode validasi game. Penelitian ini menggunakan waktu dan jumlah kesalahan untuk menentukan umpan balik informasi sedangkan metode validasi menggunakan validasi usability dengan *System Usability Scale*.

Tabel 2.1 merupakan tabel yang berisi perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan.

Tabel 2.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti (Tahun)	Metode	Variabel	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Lukman Hakim dan Rama Utama Putra Suprijanto, (2021)	Fuzzy Sugeno	Variabel waktu dan penyelesaian soal untuk menentukan reward	Hasil uji coba 30 kali menunjukkan persentase keberhasilan 100 %	Variabel input berupa jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Variabel output, yaitu umpan balik informasi
2.	Fadhilah Fikriyah, (2020)	Fuzzy Sugeno	3 variabel input berupa waktu, jumlah poin, dan korban digunakan untuk menentukan bintang	Hasil percobaan dari penelitian menunjukkan bahwa metode yang digunakan berhasil dalam menentukan skor akhir bagi pemain	Variabel input berupa jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Variabel output, yaitu umpan balik informasi
3.	Chaulina Alfianti Oktavia dan Rakhmad Maulidi, (2019)	Fuzzy Sugeno	Variabel nyawa, waktu, dan skor digunakan untuk menentukan reward	Hasil pengujian dari penelitian menunjukkan bahwa aturan fuzzy dengan reward game menunjukkan kesesuaian	Variabel input berupa jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Variabel output, yaitu umpan balik informasi
4.	Respita Yuliana Ramadhani dan Anita Qoiriah, (2019)	Fuzzy Sugeno	Variabel berupa jumlah diamond, jumlah nilai, dan waktu digunakan untuk menentukan skor akhir	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa implementasi Fuzzy Sugeno dalam game berhasil dilakukan dengan baik	Variabel input berupa jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Variabel output, yaitu umpan balik informasi
5.	Yastaqiim Muqorrobin, Fresy Nugroho, dan Suhartono, (2021)	Fuzzy Sugeno dan FSM	Variabel berupa pengetahuan, pemahaman, sadar, tanggap, dan sosialisasi digunakan untuk menentukan output variabel keputusan berupa afwan, syukron, dan alhamdulillah	Fuzzy sugeno berhasil diimplementasi kan untuk mengatur perilaku NPC dengan menyesuaikan output pada game dengan library fuzzy pada Matlab.	Variabel input berupa jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Variabel output, yaitu umpan balik informasi

2.2 Game

Pada bagian ini dijelaskan mengenai pengertian game, jenis game, dan elemen dasar game yang menjadi konsep dasar tentang game.

2.2.1 Pengertian Game

Game memiliki definisi yang berbeda dari setiap ahli. Schell (2015:47) mendefinisikan game sebagai kegiatan penyelesaian suatu masalah yang diatasi dengan pendekatan game yang menyenangkan. Tracy Fullerton (2015:46) mendefinisikan game sebagai sistem formal yang melibatkan pemain untuk menyelesaikan masalah sehingga menghasilkan hasil penyelesaian yang berbeda-beda sedangkan Ernest Adams (2010:2) mengemukakan, game merupakan sebuah aktivitas permainan yang dilaksanakan dengan konteks pura pura tetapi melihatkan realitas yang mana pemain harus memiliki tujuan untuk memenangkan permainan sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Dari pendapat ketiga ahli tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa game merupakan suatu akitivitas untuk bersenang-senang dengan tujuan untuk memenangkan permasalahan yang ada dalam permainan sesuai dengan aturan yang berlaku.

2.2.2 Jenis Game

Menurut Ernest Adams (2010:70-71), game memiliki jenis yang secara umum adalah sebagai berikut.

1. Action Games

Action games berisi game yang memuat tantangan fisik, konflik, teka-teki, dan balapan. Biasanya di antara sebaian kecil game, action game juga

mengandung tantangan ekonomi sederhana, serta game yang mengumpulkan benda-benda. Sebaliknya, action game jarang terdapat tantangan konseptual maupun strategis. Contoh action games adalah Swadow Fight.

2. Strategy Games

Strategy games merupakan game yang mengandung tantangan strategis. Pemain dapat meraih kemenangan dengan merencanakan tindakan terbaik terhadap peluang yang ada. Dalam strategy game terdapat tantangan taktis, eksplorasi, ekonomi, dan logistic. Contoh strategy games adalah Clas of Clans.

3. Role-Playing Games

Role-Playing Games merupakan game dimana pemain memainkan peran dan mengontrol karakter yang terdapat dalam game. Karakter game dapat mengembangkan kemampuan dan kekuatannya dalam memenangkan game. Game ini terdapat unsur pertumbuhan ekonomi, pertempuran taktis, logistik, pemecahan teka-teki, dan eksplorasi. Contoh role-playing games adalah Pokemon.

4. Sports Games

Sports games merupakan game yang mensimulasikan beberapa aspek olahraga atletik, seperti pertandingan dan mengelola tim. Game ini mengandung tantangan fisik, strategis, seta manajemen. Contoh sports games adalah Football League.

5. Vehicle Simulations

Vehicle simulations merupakan game yang berisi simulasi kendaraan dalam berbagai macam lingkungan. Pemain dapat merasakan sensasi mengemudikan kendaraan di tanah, di udara, di air, maupun di luar angkasa. Game ini dapat berbentuk balapan, eksplorasi, maupun sekedar mengendarai kendaraan saja. Contoh game ini adalah Truck Simulation.

6. Construction and Management Simulations

Game simulasi berkaitan dengan tantangan ekonomi dan pertumbuhan. Game ini mensimulasikan kehidupan nyata dalam game sehingga pemain dapat merasakan sensasi membangun sebuah proyek dalam game dengan konstruksi dan manajemen seperti pada kehidupan nyata.

7. Adventure Games

Merupakan game petualangan karakter yang dimainkan oleh pemain untuk melakukan eksplorasi dalam dunia game, memecahkan teka-teki, serta biasanya terdapat unsur pertempuran dan manajemen ekonomi. Game lebih cenderung dalam unsur petualang dimana player akan diajak melakukan eksplorasi dengan menjalankan karakter pada game. Game ini memiliki keseruan tersendiri dengan adanya environment yang menarik unsur petualang di dalamnya. Contoh game ini adalah Adventure Escape Mysteries.

8. Puzzle Games

Puzzle games merupakan game yang bertujuan untuk memecahkan teka-teki yang ada dalam game. Game ini dapat dimainkan dengan mengenali

pola, memahami suatu proses, maupun dengan penalaran yang logis. Game teka teki memiliki unsur yang sederhana tetapi membutuhkan penalaran otak untuk memecahkan permasalahan teka-teki game. Contoh game ini adalah Block Puzzle.

2.2.3 Elemen Dasar Game

Menurut Ernest Adams (2010:4-9) elemen-elemen dasar dalam game, yaitu play atau bermain, pretend atau berpura-pura, goal atau tujuan, dan rules atau peraturan.

1. Play

Bermain merupakan sebuah hiburan yang dihadirkan oleh pemain atau diri sendiri. Berbeda dengan bermain, buku dan teater merupakan hiburan yang dihadirkan oleh penulis kepada pemain. Jadi, bermain memberikan suatu pengalaman yang dapat dipilih oleh pemain dengan memainkan sebuah game.

2. Pretend

Berpura-pura adalah salah satu elemen dasar game yang dapat memberikan kesan nyata dalam pikiran saat memainkan sebuah game. Di dalam game, pemain melakukan tindakan seperti yang dilakukan pada dunia nyata. Akan tetapi hal ini diartikan sebagai tiruan bahwa situasi dan peristiwa dunia game diwujudkan seperti dunia nyata.

3. Goal

Sebuah game harus memiliki suatu tujuan agar dapat dikatakan sebagai game yang memiliki elemen yang lengkap. Game yang tidak memiliki

tujuan berarti sama saja dengan tidak bermain. Game dibuat dengan tujuan tertentu sesuai dengan keinginan dari perancang game.

4. Rules

Rule atau peraturan merupakan instruksi dan definisi yang ada dalam game yang mengikat pemain supaya mengikutinya. Aturan game harus diikuti pemain supaya kemenangan dan tujuan game dapat diraih. Aturan berfungsi untuk memberikan makna dan objek game supaya sesuai dengan peristiwa yang ada pada game. Selain itu, aturan juga memberikan pedoman bagi pemain untuk mengambil tindakan supaya mengarah pada tujuan atau kemenangan game.

2.3 Hukum Game dalam Islam

Hukum game dalam islam dapat disesuaikan dengan kaidah fiqih tentang hukum asal dari segala sesuatu. Kaidah fiqih yang berasal dari jumbuhur ulama termasuk kalangan *syafi'iyah* mengatakan bahwa hukum asal dari segala sesuatu adalah boleh (mubah) sampai ada dalil yang mengharamkannya (Firdaus, 2015). Kaidah fiqih tersebut berbunyi sebagai berikut.

الأصل في الأشياء الإباحة حتى يدل الدليل على التحريم

“Hukum asal segala sesuatu adalah boleh sampai ada dalil yang mengharamkannya.”

Dalam kaidah yang dipakai mazhab Syafi'i tersebut, asal segala sesuatu yang bermanfaat adalah halal selama tidak ada dalil yang mengharamkannya sedangkan hukum asal sesuatu yang membahayakan adalah haram. Segala sesuatu yang tidak ada dalil yang mengharamkannya boleh untuk dilakukan jika hal tersebut

bermanfaat. Sebagaimana dalam Al-Quran surah Al-Jatsiyah ayat 13 yang berbunyi sebagai berikut.

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ لِيَّا فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ

“Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh, dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir.” (QS. Al-Jatsiyah: 13)

Dalam tafsir Jalalain dijelaskan bahwa Allah *subhanahu wa ta'ala* menundukkan apa yang ada di langit berupa matahari, bulan, bintang, air hujan, dan sebagainya. Allah *subhanahu wa ta'ala* juga menundukkan apa yang ada di bumi berupa binatang, pepohonan, tumbuhan, sungai, dan sebagainya. Allah *subhanahu wa ta'ala* bermaksud menciptakan semua itu untuk dimanfaatkan oleh semua manusia. Dan dari semua itu terdapat tanda kebesaran Allah *subhanahu wa ta'ala* bagi mereka yang berfikir sehingga dapat menumbuhkan keimanan.

Berdasarkan tafsir di atas menjelaskan bahwa Allah *subhanahu wa ta'ala* menundukkan segala sesuatu baik di langit maupun di bumi untuk bisa dimanfaatkan oleh manusia supaya bisa menambah keimanan dan ketaatan. Game sebagai salah satu media permainan di zaman sekarang termasuk sesuatu yang telah diberikan oleh Allah *subhanahu wa ta'ala* agar dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia. Segala sesuatu yang tidak ada dasar akan keharamannya berarti hal itu disediakan oleh Allah *subhanahu wa ta'ala* agar dapat dimanfaatkan oleh manusia dengan tujuan yang baik. Demikian juga pada game, jika di dalam game terdapat unsur keharaman atau dapat menimbulkan sesuatu yang diharamkan maka game akan dihukumi menjadi haram. Sebaliknya, jika game dapat dimanfaatkan

dengan baik, memuat unsur kebaikan, tidak digunakan secara berlebihan, dan menimbulkan dampak yang baik, maka game boleh digunakan bahkan bisa dianjurkan karena dapat memfasilitasi kebaikan.

2.4 Game Edukasi

Menurut Najuah, dkk. (2022) game edukasi diartikan sebagai game yang dibuat untuk merangsang pikiran dalam memecahkan masalah. Game edukasi digunakan sebagai media pengajaran untuk menambah pengetahuan kepada penggunanya. Game edukasi biasanya bertujuan sebagai alat pendidikan dalam mengenalkan suatu pembelajaran seperti, mengenal warna, huruf, angka, matematika, dan bahasa asing. Siswa sebagai pengguna dapat merasakan senang dan bahagia dalam bermain sehingga materi yang disampaikan dapat terserap dengan baik.

Game edukasi merupakan sebuah game yang dirancang untuk pembelajaran kepada siswa sehingga dapat memberikan pemahaman materi, motivasi, dan melatih kemampuan siswa dalam bermain game (Annisa, dkk., 2022). Pembelajaran yang dilakukan melalui game membuat siswa semakin semangat dan gembira. Hal ini membuat materi pembelajaran menjadi mudah tersampaikan kepada siswa. Game edukasi yang dirancang dengan materi yang baik dapat membantu dalam mewujudkan tujuan kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu, game edukasi diperlukan dalam kegiatan pembelajaran bagi siswa (Partovi & Razavi, 2019). Dari uraian tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa game edukasi merupakan suatu alat pembelajaran yang diperlukan dalam memotivasi siswa dalam kegiatan pembelajaran agar materi pembelajaran dapat dipahami siswa.

2.5 Aritmatika

Aritmatika atau bisa disebut dengan aritmetika berasal dari bahasa Yunani, dari kata αριθμός yang berarti angka atau nomor. Di masa lalu, ilmu hitung yang dikenal sebagai aritmatika merupakan salah satu disiplin tertua dalam matematika yang mempelajari operasi dasar pada bilangan. Istilah "aritmatika" sering kali dianggap oleh orang awam sebagai sinonim dari teori bilangan. Namun, perlu dicatat bahwa bidang ini mencakup tingkatan yang lebih tinggi dari aritmatika dasar. Aritmatika merupakan bagian dari ilmu matematika yang mengkaji operasi dasar dalam penghitungan, seperti penambahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Dikatakan sebagai operasi dasar aritmatika karena bidang ini mempelajari ilmu hitung dasar penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian.

1. Jumlah/Penjumlahan (+)

Operasi dasar aritmatika yang dikenal sebagai penjumlahan melibatkan penggabungan dua bilangan menjadi sebuah bilangan baru. Selain itu, terdapat juga operasi penjumlahan berulang yang melibatkan penambahan dari lebih dari dua bilangan, yang juga dikenal sebagai penjumlahan total atau sum total. Dalam konteks ini, penjumlahan total juga mencakup penjumlahan dari barisan bilangan tak terbatas.

2. Kurang/Pengurangan (-)

Operasi yang menjadi lawan dari penjumlahan dikenal dengan pengurangan. Pengurangan didapatkan dari hasil mencari selisih antara dua bilangan, misalnya selisih antara bulangan A dan B atau bisa ditulis dengan

$A - B$. Selisih akan bernilai positif, apabila nilai A lebih besar daripada B . Apabila terdapat perbedaan antara dua nilai dan selisihnya adalah nol, maka dapat disimpulkan bahwa nilai A dan nilai B adalah sama. Sebaliknya, jika selisih tersebut bernilai negatif, maka dapat disimpulkan bahwa nilai A lebih kecil daripada nilai B .

3. Kali/Perkalian (*)

Proses perkalian melibatkan penambahan berulang kali dimana ketika dua bilangan dikalikan, akan menghasilkan hasil perkalian dari kedua bilangan tersebut.

4. Bagi/Pembagian (/)

Pembagian merupakan bagian dari operasi dasar aritmatika yang penting. Operasi ini akan membagi suatu bilangan berdasarkan pembagi yang digunakan. Contoh, ketika dua bilangan A dan B dibagi, dapat dituliskan sebagai A / B , dan akan menghasilkan hasil pembagian. Jika pembagian dilakukan dengan pembagi berupa angka nol (0), hasilnya tidak memiliki definisi. Selanjutnya, jika hasil pembagian lebih besar dari satu, maka nilai bilangan A lebih besar daripada nilai bilangan B . Jika hasil pembagian adalah satu, maka nilai bilangan A sama dengan nilai bilangan B . Jika hasil pembagian kurang dari satu, maka nilai bilangan A lebih kecil dari nilai bilangan B .

Materi aritmatika di sekolah dasar biasanya disesuaikan dengan kemampuan dari siswa berdasarkan tingkatan kelas. Angka yang digunakan berkisar dari puluhan hingga ratusan hingga ribuan. Dalam memberikan pembelajaran aritmatika

diperlukan latihan dan pemahaman yang baik terhadap sifat dari operasi dasar aritmatika. Oleh karena itu, untuk memberikan motivasi belajar siswa diperlukan game edukasi yang membantu dalam proses belajar siswa.

2.6 Umpan Balik

Umpan balik menurut KBBI berarti tanggapan atau hasil dari kelakuan individu yang berguna sebagai dorongan untuk melakukan perbaikan. Umpan balik dapat digunakan dalam berbagai bidang kehidupan yang berguna dalam memberikan masukan atau saran agar individu dapat melakukan perbaikan kedepannya. Dalam bidang edukasi, umpan balik menurut Uno & Lamatenggo (2016) merupakan efek berupa hasil belajar yang disampaikan melalui saluran tertentu. Umpan balik dalam pendidikan yang dihasilkan biasanya ada 2 macam, yakni umpan balik hasil belajar yang baik (positif) dan umpan balik hasil belajar yang kurang baik (negatif). Umpan balik positif diberikan agar individu bisa termotivasi untuk melakukan sesuatu dengan lebih baik lagi sedangkan umpan balik negatif diberikan agar individu bisa berbenah diri sehingga menjadi baik. Sehingga umpan balik yang diberikan dalam pembelajaran di kelas sangat penting adanya dalam membentuk karakter maupun kemampuan siswa.

Umpan balik perlu diberikan selama pembelajaran. Umpan balik yang dapat membentuk kemampuan siswa. Salah satu bentuk pemberian umpan balik dapat dilakukan setelah melakukan tes. Tes yang dilakukan selama proses belajar mengajar akan memberikan gambaran sejauh mana keberhasilan kegiatan belajar siswa. Umpan balik yang diberikan kepada siswa bermaksud agar dapat memotivasi siswa dalam meningkatkan belajarnya. Umpan balik ini dijadikan sebagai sarana

bagi guru dan siswa untuk mengetahui sejauh mana kemajuan kegiatan pembelajaran (Wulan & Rusdiana, 2014).

Umpan balik yang diterapkan dalam game edukasi dapat memudahkan dalam penyampaian umpan balik selama pembelajaran. Umpan balik dalam game edukasi dapat berupa umpan balik informasi maupun umpan balik hasil. Umpan balik informasi yang berisi tentang kesalahan yang dilakukan siswa dalam game dapat memberikan dorongan dari dalam siswa untuk melakukan perbaikan sehingga siswa akan lebih bersemangat dalam bermain game sambil belajar. Sedangkan umpan balik berupa hasil memberikan motivasi kepada siswa terhadap pencapaian yang sudah didapatkan. Game edukasi yang terdapat umpan balik informasi dapat meningkatkan efektifitas pembelajaran (Liu, dkk., 2021).

2.7 Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy telah diperkenalkan pertama kalinya oleh profesor dari Universitas of California bernama Lotfi A. Zadeh. Logika fuzzy memiliki perbedaan dengan logika diskrit atau logika digital. Logika diskrit atau digital hanya memiliki dua nilai, yakni nilai 1 dan 0 sedangkan logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dari 0 sampai 1. Logika fuzzy digunakan untuk mengartikan suatu besaran menggunakan bahasa atau ungkapan linguistik. Sebagai contoh, dalam menggambarkan kecepatan kendaraan, besaran tersebut dapat dijelaskan dengan kata-kata seperti "pelan", "agak cepat", "cepat", dan "sangat cepat". Logika fuzzy mempunyai kemampuan untuk memproses nilai-nilai yang tidak pasti dengan menggunakan batasan seperti "sangat", "sedikit", dan "kurang lebih". Dengan pendekatan seperti ini, logika fuzzy dapat membantu komputer dalam mengolah

ketidakpastian dan digunakan dalam pengambilan keputusan yang membutuhkan pemikiran manusia (Budiharto, dkk., 2014).

Keunggulan dari logika fuzzy, yang beroperasi dengan cara yang mirip dengan penalaran manusia, meliputi beberapa hal berikut (Budiharto, dkk., 2014):

1. Konsep matematis logika fuzzy sederhana dan mudah dipahami.
2. Logika fuzzy memiliki fleksibilitas yang tinggi.
3. Logika fuzzy mampu menoleransi data yang tidak tepat atau tidak akurat.
4. Logika fuzzy dapat memodelkan fungsi-fungsi non-linear yang kompleks.
5. Logika fuzzy mampu mengaplikasikan pengetahuan pakar secara langsung.
6. Logika fuzzy dapat bekerja secara sinergis dengan teknik kendali konvensional.
7. Dasar dari logika fuzzy berakar pada bahasa alami.

2.7.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy adalah himpunan yang memiliki batasan yang tidak tegas. Pada dasarnya, teori fuzzy mengusung konsep bahwa setiap elemen memiliki potensi sebagai himpunan yang memiliki variasi derajat keanggotaan, tidak terbatas pada nilai 0 atau 1 saja, tetapi juga dapat mencakup sebagian besar atau sebagian kecil dengan tingkat tertentu (Budiharto, dkk., 2014). Dalam himpunan tegas (crisp), elemen-elemen hanya dapat memiliki nilai 0 atau 1, sedangkan dalam himpunan fuzzy, rentang fungsi karakteristiknya meliputi bilangan real dalam interval 0 hingga 1. Nilai keanggotaan fuzzy mengindikasikan bahwa suatu item

dalam domain pembicaraan tidak terbatas pada 0 atau 1 saja, tetapi juga mencakup nilai-nilai di antara kisaran tersebut. Nilai kebenaran dari suatu item tidak terbatas pada benar atau salah saja, tetapi juga mencerminkan nilai-nilai di antara 0 dan 1. Misalnya, klasifikasi umur terdapat 3 klasifikasi, yaitu muda dengan umur kurang dari 35 tahun, setengah baya dengan umur di antara 35 tahun dan 55 tahun, dan tua dengan umur di atas 55 tahun. Dalam hal ini, apabila menggunakan pendekatan *crisp*, maka setengah baya tidak bisa direpresentasikan karena bilangan *crisp* terdiri dari 0 dan 1 berarti hanya muda dan tua saja. Sedangkan jika menggunakan pendekatan logika fuzzy, maka muda bisa diberi nilai 0, tua diberi nilai 1, dan setengah baya diberi nilai pecahan di antara 0 dan 1 (Kusumadewi, 2003).

Himpunan fuzzy memiliki dua jenis atribut yang dapat dikenali, yaitu atribut linguistik dan atribut numerik (Kusumadewi, 2003).

1. Atribut linguistik mengacu pada penggunaan bahasa alami untuk memberikan nama kepada kelompok yang mewakili kondisi tertentu. Misalnya, istilah seperti "muda," "parobaya," dan "tua" digunakan sebagai atribut linguistik.
2. Atribut numerik adalah atribut yang terdiri dari angka atau nilai yang menggambarkan ukuran variabel. Contohnya, angka seperti 20, 25, dan 50 dapat digunakan sebagai atribut numerik.

Terdapat beberapa konsep penting yang harus diperhatikan dalam sistem fuzzy agar dapat mengetahui dan memahami konsep-konsep yang ada pada fuzzy, di antara yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut (Kusumadewi, 2003).

1. Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy adalah variabel yang tercakup dalam sistem fuzzy, seperti “umur”, “temperatur”, dan “kecepatan”.

2. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy adalah kelompok atau himpunan yang merepresentasikan kondisi tertentu dalam variabel fuzzy. Sebagai contoh, jika variabel temperatur dibagi menjadi lima himpunan fuzzy, maka himpunannya dapat mencakup “dingin”, “sejuk”, “normal”, “hangat”, dan “panas”.

3. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan merupakan kumpulan nilai yang meliputi rentang dari nilai terkecil hingga nilai terbesar yang diizinkan dalam variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang selalu meningkat dari kiri ke kanan dan dapat mencakup bilangan positif dan negatif. Sebagai contoh, semesta pembicaraan untuk variabel temperatur adalah $[0 \ 40]$.

4. Domain

Domain fuzzy merupakan kumpulan nilai yang diizinkan semesta pembicaraan dan dapat digunakan dalam suatu himpunan fuzzy. Sebagai contohnya, domain "BERAT" digunakan untuk menunjukkan berat badan remaja putri Indonesia yang memiliki rentang antara 40 kg hingga 60 kg.

2.7.2 Fungsi Keanggotaan

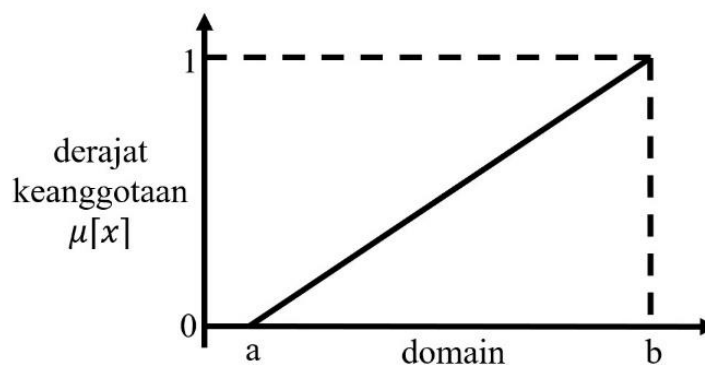
Fungsi keanggotaan merupakan suatu grafik atau kurva yang digunakan untuk memetakan titik-titik data input ke dalam tingkat keanggotaan yang memiliki rentang antara 0 hingga 1 (Kusumadewi, 2003). Derajat keanggotaan disimbolkan dengan $\mu(x)$ yang berarti derajat keanggotaan dari variabel x . Sehingga dapat dikatakan fungsi keanggotaan dapat memetakan suatu elemen x pada semesta nilai keanggotaan menggunakan sebuah bentuk fungsi.

Ada beberapa jenis fungsi yang digunakan dalam pemetaan tersebut, termasuk di antaranya terdapat fungsi linear, kurva segitiga, kurva trapesium, dan kurva bentuk bahu (Budiharto, dkk., 2014).

1. Representasi Linear

Representasi linear digunakan untuk menggambarkan derajat keanggotaan input dalam bentuk garis lurus yang terdapat dua bentuk representasi linear.

Pada kurva linear naik, himpunan dimulai dari domain dengan derajat terendah yang bergerak ke kanan menuju domain yang lebih tinggi. Contoh kurva linear naik dapat ditemukan pada gambar 2.1.

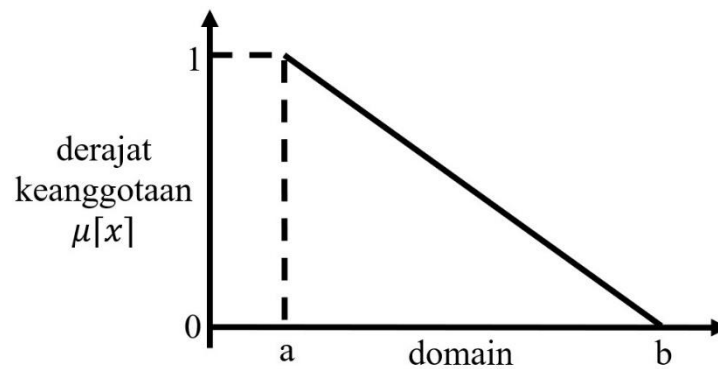


Gambar 2.1 Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaan dari gambar 2.1 adalah:

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

Sedangkan penggambaran kurva linear turun berkebalikan dengan kurva linear naik. Himpunan dimulai dari domain derajat keanggotaan [1] menuju ke kiri dengan domain yang lebih kecil. Berikut adalah kurva representasi linear turun yang dapat dilihat pada gambar 2.2.



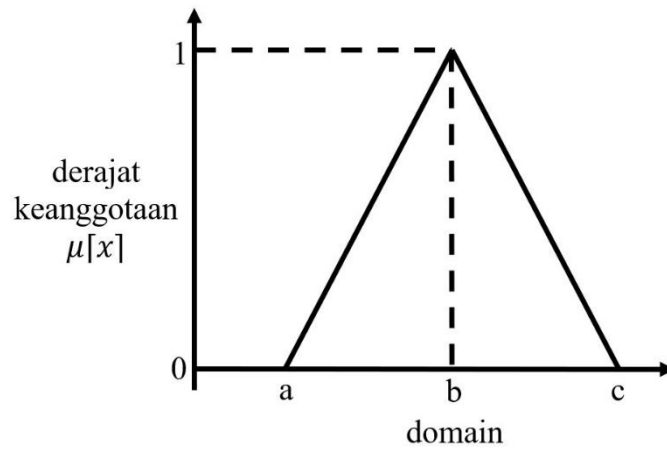
Gambar 2.2 Representasi Linear Turun

Fungsi keanggotaan dari gambar 2.2 adalah:

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

2. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga digunakan untuk menggambarkan kombinasi dari dua garis linear yang membentuk bentuk segitiga. Contoh representasi kurva segitiga dapat ditemukan pada Gambar 2.3.



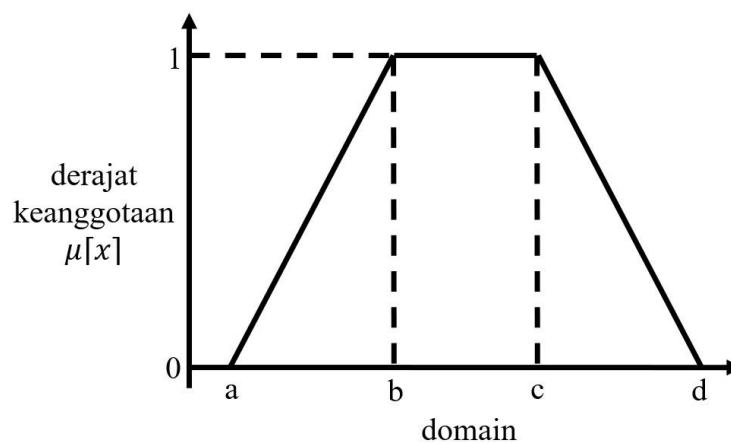
Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan dari gambar 2.3 adalah:

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

3. Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium berbentuk seperti segitiga yang memiliki dua titik derajat keanggotaan bernilai 1. Gambar 2.4 merupakan representasi kurva trapesium.



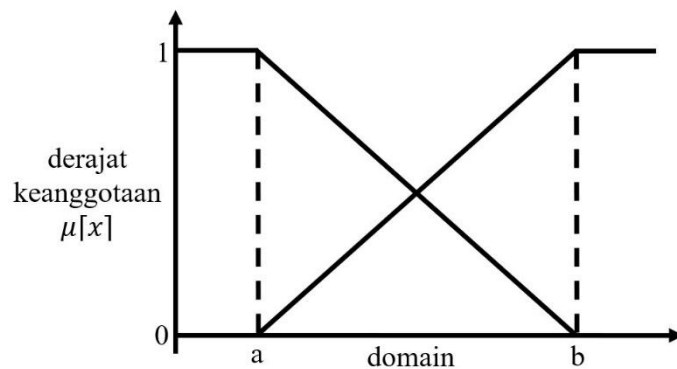
Gambar 2.4 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan dari gambar 2.4 adalah

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

4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Representasi kurva bentuk bahu digunakan untuk mengakhiri variabel domain fuzzy yang nilai derajat keanggotaannya konstan atau yang nilainya biasanya 1. Contoh representasi kurva bentuk bahu dapat ditemukan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Bentuk Bahu

Fungsi keanggotaan dari gambar 2.5 adalah:

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

2.8 Fuzzy Sugeno

Fuzzy Sugeno menjadi cabang dari logika fuzzy yang menggunakan metode inferensi fuzzy dengan aturan IF - THEN. Dalam metode ini, output dari sistem berupa konstanta bukan himpunan fuzzy. Pada tahun 1985, Fuzzy Sugeno diperkenalkan Takagi-Sugeno Kang dengan model fungsi keanggotaan tunggal yang mengimplikasikan bahwa fungsi keanggotaan menetapkan derajat keanggotaan 1 untuk nilai crisp tertentu dan 0 untuk nilai crisp lainnya (Kusumadewi, 2003).

Dalam inferensinya, logika fuzzy sugeno memiliki tahapan sebagai berikut (Sutojo, dkk., 2011):

1. Fuzzyfikasi

Fuzzifikasi mengacu pada proses mengubah besaran numerik menjadi besaran fuzzy.

2. Rule fuzzy dengan aturan IF ... THEN.

3. Mesin inferensi

Menggunakan mesin inferensi dengan fungsi Minimal.

4. Defuzzifikasi

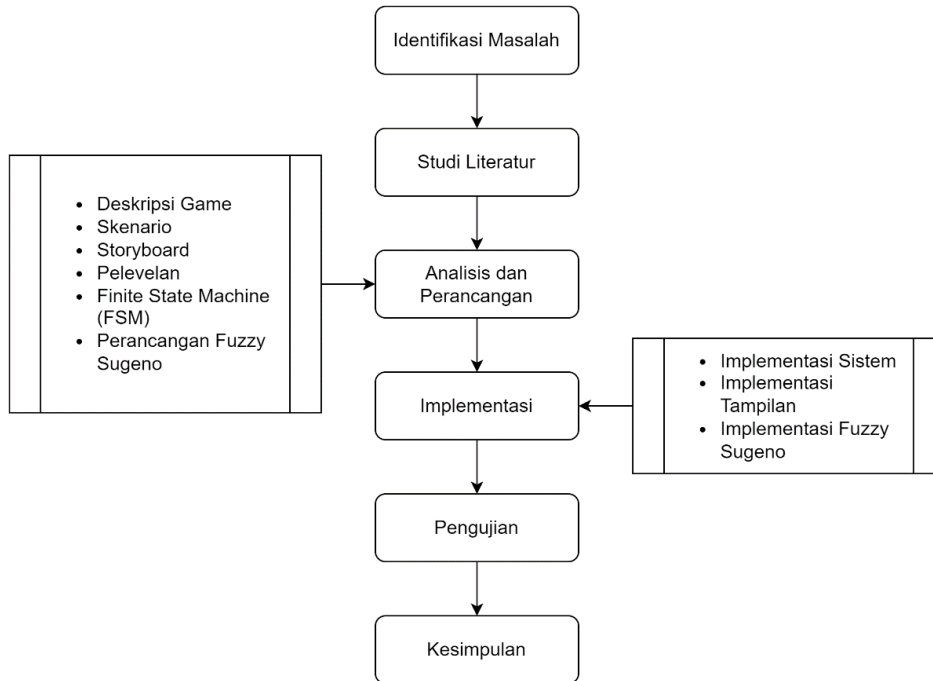
Defuzzifikasi mengacu pada proses mengubah besaran fuzzy menjadi besaran numerik. Dalam Fuzzy Sugeno, metode Average digunakan untuk defuzzifikasi.

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan seperti pada gambar 3.1, diantaranya Identifikasi Masalah, Studi Literatur, Analisis dan Perancangan, Implementasi, Pengujian, dan Kesimpulan. Pada tahap Identifikasi Masalah, melakukan identifikasi permasalahan yang didapatkan. Tahap Studi Literatur, melakukan studi literatur melalui referensi jurnal, buku, atau website terpercaya yang sesuai dengan topik penelitian. Tahap Analisis dan Perancangan, melakukan analisis dan perancangan game edukasi dan fuzzy sugeno. Tahap Implementasi, melakukan implementasi sistem, tampilan, dan fuzzy sugeno. Tahap Pengujian, melakukan pengujian fuzzy sugeno terhadap hasil umpan balik yang muncul pada

game, pengujian button interface, dan pengujian *System Usability Scale* (SUS) game. Tahap Terakhir, membuat kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

3.2 Analisis dan Perancangan Game

Pada bagian ini dijelaskan beberapa hal terkait konsep yang digunakan untuk merencanakan pembuatan game, mulai dari deskripsi game, storyboard, skenario, konsep level, *Finite State Machine* sampai perancangan fuzzy.

3.2.1 Deskripsi Game

Game edukasi yang dirancang merupakan game tentang pembelajaran operasi aritmatika dasar berbasis mobile. Game edukasi aritmatika dibuat untuk siswa tingkat SD/MI kelas 5 untuk mengasah kemampuan berhitung penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Terdapat umpan balik informasi di dalam game berupa informasi pengulangan materi. Umpan balik informasi di dalam game bertujuan untuk membantu dalam mengasah kemampuan berhitung siswa melalui informasi pengulangan materi sehingga siswa mendapat dorongan untuk mempelajari materi yang harus diulang. Di dalam game, pemain dapat melakukan pembelajaran materi tentang operasi perhitungan aritmatika. Selain itu, pemain juga dapat menjalankan kuis untuk melatih kemampuan berhitungnya. Ketika pemain telah selesai menjalankan kuis, maka umpan balik informasi berupa informasi pengulangan materi akan muncul. Umpan balik informasi ini akan menjadi informasi berupa petunjuk bagi siswa dalam mengulang materi belajar yang perlu untuk dipelajari lagi.

3.2.2 Skenario Game




Pada game, pemain dihadapkan dengan soal operasi dasar aritmatika yang mana game dimulai dari level 1 dari 3 level yang disediakan. Pemain harus menjawab soal dengan memilih 1 jawaban yang dirasa benar dari 4 pilihan jawaban yang disediakan. Pertanyaan yang disediakan berjumlah 10 soal penjumlahan, 10 soal pengurangan, 10 soal perkalian, dan 10 soal pembagian sehingga total soal berjumlah 40 soal pertanyaan. Waktu 20 menit merupakan total waktu untuk menyelesaikan semua soal. Pemain harus menyelesaikan soal dengan benar dalam waktu yang sudah ditentukan untuk mendapatkan umpan balik informasi berhasil tanpa mengulang belajar. Pemain harus mendapatkan umpan balik tidak mengulang belajar maka agar dapat naik level. Apabila umpan balik informasi yang didapatkan pemain adalah mengulang belajar materi, maka pemain tidak dapat naik level.

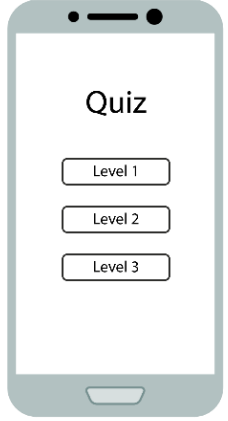
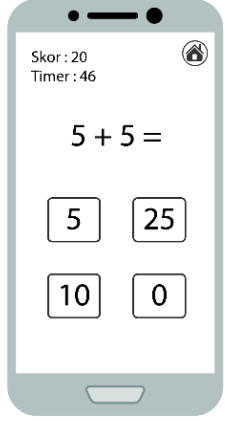
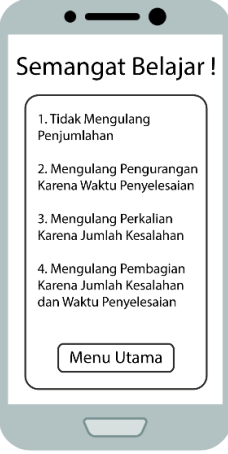
Pada level 1, pemain akan dihadapkan dengan soal yang terdiri dari bilangan satuan. Pada level 2, pemain akan dihadapkan dengan soal yang terdiri dari bilangan satuan dan belasan. Sedangkan pada level 3, pemain akan dihadapkan dengan soal yang terdiri dari bilangan satuan dan puluhan. Pemain yang tidak dapat naik level harus mengulang materi belajar aritmatika pada menu belajar materi. Pada menu belajar materi terdapat materi belajar dan latihan menjawab soal dengan benar.

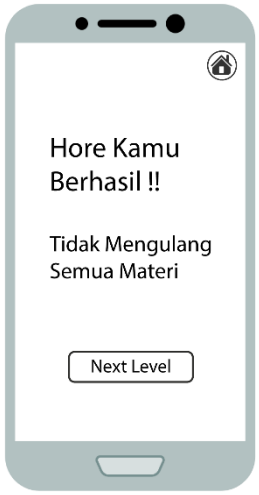
3.2.3 Storyboard Game

Storyboard game edukasi yang akan dibuat dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Storyboard Game

No.	Gambar	Keterangan
1.		<p>Halaman menu utama, terdapat beberapa pilihan menu dan ikon yang dapat dipilih pada halaman ini. User dapat memilih menu Mulai Quiz untuk memulai quiz, Materi Belajar untuk belajar aritmatika, Petunjuk menampilkan halaman petunjuk game, tentang menampilkan halaman tentang game. Ikon setting digunakan untuk pengaturan game, sedangkan ikon exit digunakan untuk keluar dari game.</p>
2.		<p>Halaman materi belajar, menampilkan pilihan menu belajar penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian.</p>
3.		<p>Halaman belajar, menampilkan halaman pembelajaran materi aritmatika yang dipilih.</p>

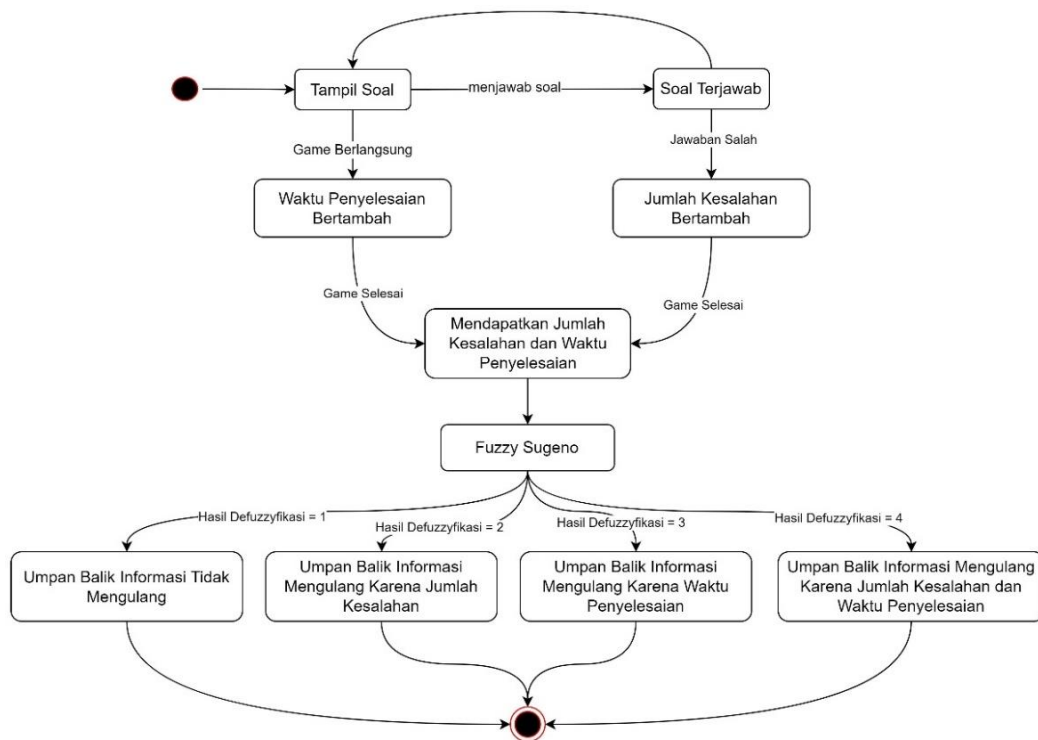
No.	Gambar	Keterangan
4.		<p>Halaman quiz, apabila user memilih menu Mulai Quiz, maka halaman quiz akan ditampilkan. Terdapat 3 pilihan level yang dapat dipilih. User dapat memilih mulai dari level 1.</p>
5.		<p>Halaman quiz yang sudah dimulai, pada halaman ini terdapat soal, jawaban, skor, timer, dan ikon home untuk kembali ke main menu. Selain itu, pada halaman ini juga terdapat unsur yang penting, yaitu soal dan pilihan jawaban.</p>
6.		<p>Halaman umpan balik ini muncul apabila quiz sudah diselesaikan dan masih terdapat banyak materi yang perlu diulang. Pilihan yang dapat diambil jika halaman ini muncul adalah kembali ke halaman menu utama untuk belajar materi atau mulai quiz lagi.</p>

No.	Gambar	Keterangan
7.		<p>Halaman ini muncul apabila quiz sudah diselesaikan tanpa ada pengulangan materi. Pilihan yang dapat diambil jika halaman ini muncul ada 2, yaitu kembali ke halaman menu utama dengan mengklik ikon home atau lanjut ke level berikutnya dengan mengklik tombol next level.</p>

3.2.4 Pelevelan

Level yang ada pada game berjumlah 3. Level 1 berisi soal dengan bilangan satuan. Level 2 berisi soal dengan kombinasi antara bilangan belasan dan satuan. Level 3 berisi soal dengan bilangan satuan, belasan, dan puluhan. Pelevelan ditentukan berdasarkan hasil umpan balik informasi. Pemain dapat naik level apabila telah mendapatkan umpan balik informasi yang menyatakan bahwa tidak perlu mengulang pada semua materi pembelajaran operasi aritmatika. Jika pemain mendapatkan umpan balik mengulang pada suatu materi, maka pemain tidak dapat lanjut level sehingga pemain harus mengulang level tersebut. Pelevelan pada game dimulai dari level 1 sedangkan level 2 dan level 3 tidak bisa diakses sebelum menyelesaikan level 1 terlebih dahulu. Apabila pemain dapat menyelesaikan level 1 dengan baik dan mendapatkan umpan balik yang menyatakan tidak mengulang materi belajar, maka level berikutnya akan terbuka dan pemain dapat mengakses level yang terbuka tersebut.

3.2.5 Finite State Machine (FSM)



Gambar 3.2 FSM Game

Gambar 3.2 merupakan alur bagaimana game berjalan. Ketika pemain membuka Quiz, maka akan soal akan ditampilkan. Lalu pemain diharuskan untuk menjawab soal. Apabila suatu soal sudah terjawab maka akan tampil soal berikutnya dan jika ada kesalahan pada soal tersebut maka jumlah kesalahan akan bertambah 1. Pada saat soal tampil, waktu akan berjalan sampai game berakhir. Total jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian akan didapatkan saat game berakhir. Lalu fuzzy sugeno akan mengatur umpan balik informasi yang ditampilkan. Jika hasil defuzzifikasi bernilai 1 maka umpan balik informasi tidak mengulang akan ditampilkan. Jika hasil defuzzifikasi bernilai 2 maka umpan balik informasi mengulang karena jumlah kesalahan akan ditampilkan. Jika hasil defuzzifikasi bernilai 3 maka umpan balik informasi mengulang karena waktu

penyelesaian akan ditampilkan. Jika hasil defuzzyfikasi bernilai 4 maka umpan balik informasi mengulang karena jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian akan ditampilkan.

3.3 Perancangan Fuzzy

Algoritma fuzzy digunakan untuk mengatur umpan balik informasi berupa tidak mengulang, mengulang karena jumlah kesalahan banyak, mengulang karena waktu penyelesaian lama, mengulang karena jumlah kesalahan banyak dan waktu penyelesaian lama. Algoritma fuzzy sugeno yang dirancang memiliki 2 variabel input dan 1 variabel output. Perancangan fuzzy dibedakan menjadi 2, perancangan pertama digunakan untuk soal penjumlahan dan pengurangan, sedangkan perancangan kedua digunakan untuk soal perkalian dan pembagian. Fuzzy sugeno digunakan untuk setiap jenis soal penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian dalam menentukan umpan balik informasi pada masing-masing jenis soal tersebut.

3.3.1 Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy sebagai variabel inputan ada 2 sedangkan variabel output ada 1. Variabel input fuzzy berupa variabel jumlah kesalahan, dan variabel waktu penyelesaian. Sedangkan output fuzzy yang dihasilkan adalah umpan balik informasi mengulang belajar materi aritmetika yang ditunjukkan dengan variabel output umpan balik.

3.3.2 Nilai Linguistik

Nilai linguistik dari variabel input dan variabel output adalah sebagai berikut.

1. Nilai Linguistik pada Variabel Input

- a. Variabel Jumlah Kesalahan terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu “Sedikit”, “Sedang”, dan “Banyak”.
- b. Variabel Waktu Penyelesaian terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu “Cepat”, “Sedang”, dan “Lama”.

2. Nilai Linguistik pada Variabel Output

Variabel Umpan Balik Informasi dibagi menjadi 4, yaitu:

- a. Tidak Mengulang
- b. Mengulang Karena Jumlah Kesalahan
- c. Mengulang Karena Waktu Penyelesaian
- d. Mengulang Karena Jumlah Kesalahan dan Waktu Penyelesaian

3.3.3 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan tahapan dalam sistem fuzzy yang mengubah nilai numeris menjadi himpunan fuzzy dan menentukan derajat keanggotaannya tersebut. Penjelasan mengenai fuzzyfikasi yang dilakukan dijelaskan sebagai berikut.

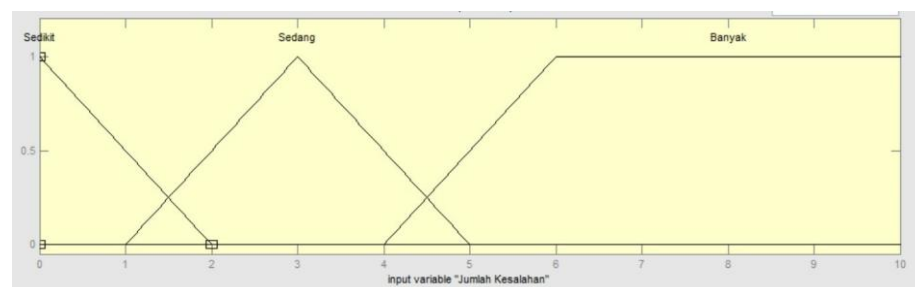
3.3.3.1 Fuzzyfikasi Input

Fuzzyfikasi input dilakukan untuk membuat fungsi keanggotaan pada inputan yang dijelaskan sebagai berikut ini.

1. Variabel Jumlah Kesalahan

Variabel jumlah kesalahan terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu "Sedikit", "Sedang" dan "Banyak". Variabel jumlah kesalahan memiliki nilai dari 0 – 15 yang ditunjukkan sebagai berikut.

- Sedikit = 0 – 2
- Sedang = 1 – 5
- Banyak = 4 – 10



Gambar 3.3 Grafik Jumlah Kesalahan

Grafik pada Gambar 3.3 mengilustrasikan variabel input "jumlah kesalahan" dengan rentang nilai antara 0 hingga 10. Terdapat tiga himpunan fuzzy yang terkait dengan variabel jumlah kesalahan, yaitu "Sedikit", "Sedang", dan "Banyak", yang memiliki nilai yang berbeda. Himpunan fuzzy "Sedikit" memiliki nilai antara 0 hingga 2. Himpunan fuzzy "Sedang" memiliki nilai antara 1 hingga 5. Sedangkan himpunan fuzzy "Banyak" memiliki nilai antara 4 hingga 10.

Himpunan "sedikit" dapat direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan yang memiliki representasi linier turun. Himpunan "sedang" dapat direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan yang memiliki representasi kurva segitiga. Sementara itu, himpunan "banyak"

dapat direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan yang memiliki representasi linier naik.

- Linier Turun

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

- Kurva Segitiga

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 5 \\ \frac{x-1}{3-1}; & 1 < x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3}; & 3 < x < 5 \end{cases}$$

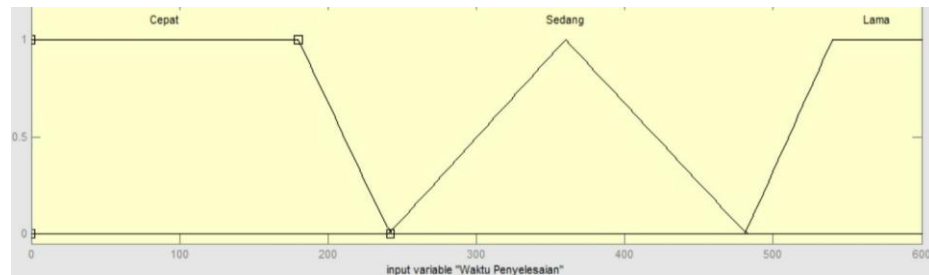
- Linier Naik

$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 4 \\ \frac{x-4}{6-4}; & 4 < x < 6 \\ 1; & x \geq 6 \end{cases}$$

2. Variabel Waktu Penyelesaian

Variabel waktu penyelesaian ada tiga himpunan, yaitu "Cepat", "Sedang", dan "Lama". Rentang nilai variabel waktu penyelesaian adalah antara 0 hingga 600, sebagaimana terlihat dalam representasi berikut.

- Cepat = 0 – 242
- Sedang = 241 – 482
- Lama = 481 – 600



Gambar 3.4 Grafik Waktu Penyelesaian

Pada Gambar 3.4 terdapat grafik yang menggambarkan variabel input waktu penyelesaian dengan rentang nilai antara 0 hingga 600. Terdapat tiga himpunan dalam variabel waktu penyelesaian, yaitu "Cepat", "Sedang", dan "Lama", yang memiliki rentang nilai yang berbeda. Himpunan fuzzy "Cepat" memiliki rentang nilai antara 0 hingga 242. Himpunan fuzzy "Sedang" memiliki rentang nilai antara 241 hingga 482. Sedangkan himpunan fuzzy "Lama" memiliki rentang nilai antara 481 hingga 600.

Fungsi representasi himpunan "sedikit" digambarkan sebagai fungsi linier yang menurun. Fungsi representasi himpunan "sedang" digambarkan sebagai fungsi kurva segitiga. Sementara itu, fungsi representasi himpunan "lama" digambarkan sebagai fungsi linier yang naik. Di bawah merupakan perhitungan secara manual untuk masing-masing fungsi.

- Linier Turun

$$\mu_{Cepat}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{122 - x}{122 - 100}; & 100 < x < 122 \\ 0; & x \geq 122 \end{cases}$$

- Kurva Segitiga

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 121 \text{ atau } x \geq 182 \\ \frac{x - 121}{150 - 121}; & 121 < x \leq 150 \\ \frac{182 - x}{182 - 150}; & 150 < x < 182 \end{cases}$$

- Linier Naik

$$\mu_{Lama}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 181 \\ \frac{x - 181}{200 - 181}; & 181 < x < 200 \\ 1; & x \geq 200 \end{cases}$$

3.3.3.2 Output

Variabel output Umpan Balik Informasi yang terdiri dari 4 himpunan diberikan konstanta sebagai berikut.

1. Tidak Mengulang
2. Mengulang Karena Jumlah Kesalahan
3. Mengulang Karena Waktu Penyelesaian
4. Mengulang Karena Jumlah Kesalahan dan Waktu Penyelesaian



Gambar 3.5 Variabel Output

3.3.4 Fuzzy Rules

Aturan atau kaidah fuzzy yang diterapkan pada ketentuan mengulang materi operasi aritmetika berjumlah 9 rules, yaitu:

1. If (Jumlah Kesalahan is Sedikit) and (Waktu Penyelesaian is Cepat)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang)
2. If (Jumlah Kesalahan is Sedang) and (Waktu Penyelesaian is Cepat)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang)
3. If (Jumlah Kesalahan is Banyak) and (Waktu Penyelesaian is Cepat)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Jumlah Kesalahan)
4. If (Jumlah Kesalahan is Sedikit) and (Waktu Penyelesaian is Sedang)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang)
5. If (Jumlah Kesalahan is Sedang) and (Waktu Penyelesaian is Sedang)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang)
6. If (Jumlah Kesalahan is Banyak) and (Waktu Penyelesaian is Sedang)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Jumlah Kesalahan)
7. If (Jumlah Kesalahan is Sedikit) and (Waktu Penyelesaian is Lama) then
(Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Waktu Penyelesaian)
8. If (Jumlah Kesalahan is Sedang) and (Waktu Penyelesaian is Lama)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Waktu Penyelesaian)
9. If (Jumlah Kesalahan is Banyak) and (Waktu Penyelesaian is Lama)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Jumlah Kesalahan dan Waktu Penyelesaian)

3.3.5 Implikasi dan Defuzzyfikasi

Fungsi implikasi yang diterapkan pada fuzzy ini berupa implikasi MIN. Proses defuzzifikasi bertujuan untuk mengubah himpunan fuzzy menjadi nilai numerik yang konkret. Selanjutnya, metode defuzzifikasi menggunakan rata-rata (Average) dengan menggunakan rumus berikut.

$$z^* = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \quad (3.1)$$

Keterangan:

z_i adalah nilai output dari rule ke i

α_i adalah nilai minimum dari rule ke i

3.3.6 Contoh Perhitungan Fuzzy

Contoh perhitungan secara manual dilakukan terhadap algoritma fuzzy Sugeno yang telah direpresentasikan dalam 9 aturan fuzzy yang terbentuk.

Jika suatu soal penjumlahan yang sudah dikerjakan memiliki jumlah kesalahan = 1 dan waktu penyelesaian = 500. Maka tahapan untuk mendapatkan hasil umpan balik informasi berdasarkan nilai tersebut dijelaskan seperti berikut.

a. Fuzzyfikasi

Pada tahap fuzzyfikasi, terjadi pemetaan nilai numerik dari variabel jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian ke dalam himpunan fuzzy. Lalu ditentukan derajat keanggotaannya. Berikut ini proses perhitungannya.

1. Perhitungan Fuzzyfikasi Variabel Jumlah Kesalahan

$$\mu_{Sedikit}[1] = \frac{2 - 1}{2 - 0} = \frac{1}{2} = 0.5; 0 < \text{Jumlah Kesalahan} < 2$$

$$\mu_{Sedang}[1] = 0; \text{ Jumlah Kesalahan} \leq 1$$

$$\mu_{Banyak}[1] = 0; \text{ Jumlah Kesalahan} \leq 4$$

Dari hasil perhitungan dengan fungsi linier didapatkan derajat keanggotaan kesalahan pengurangan sebagai berikut.

a. $\mu_{Sedikit}[1] = 0.5.$

b. $\mu_{Sedang}[1] = 0.$

c. $\mu_{Banyak}[1] = 0.$

2. Perhitungan Fuzzyfikasi Variabel Waktu Penyelesaian

$$\mu_{Cepat}[500] = 0; \text{ Waktu Penyelesaian} \geq 242$$

$$\mu_{Sedang}[500] = 0; \text{ Waktu Penyelesaian} \geq 482$$

$$\mu_{Lama}[500] = \frac{500 - 481}{540 - 481} = \frac{19}{59} = 0.32; 481$$

$$< \text{ Waktu Penyelesaian} < 540$$

Dari hasil perhitungan dengan fungsi linier didapatkan derajat keanggotaan waktu pengurangan sebagai berikut.

a. $\mu_{Cepat}[500] = 0.$

b. $\mu_{Sedang} [500] = 0.$

c. $\mu_{Lama} [500] = 0.32.$

b. Implikasi

Pada langkah ini, hasil perhitungan dari tahap fuzzyfikasi akan mengambil nilai minimum dari variabel yang ada pada setiap aturan. Berikut ini adalah hasil tahap implikasi.

1. If (Jumlah Kesalahan is Sedikit) and (Waktu Penyelesaian is Cepat)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang) Nilai Min dari
 $(0.5, 0) = 0$
2. If (Jumlah Kesalahan is Sedang) and (Waktu Penyelesaian is Cepat)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang) Nilai Min dari $(0,$
 $0) = 0$
3. If (Jumlah Kesalahan is Banyak) and (Waktu Penyelesaian is Cepat)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Jumlah
Kesalahan) Nilai Min dari $(0, 0) = 0$
4. If (Jumlah Kesalahan is Sedikit) and (Waktu Penyelesaian is Sedang)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang) Nilai Min dari
 $(0.5, 0) = 0$
5. If (Jumlah Kesalahan is Sedang) and (Waktu Penyelesaian is Sedang)
then (Umpan Balik Informasi is Tidak Mengulang) Nilai Min dari $(0,$
 $0) = 0$
6. If (Jumlah Kesalahan is Banyak) and (Waktu Penyelesaian is Sedang)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Jumlah
Kesalahan) Nilai Min dari $(0, 0) = 0$
7. If (Jumlah Kesalahan is Sedikit) and (Waktu Penyelesaian is Lama)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Waktu
Penyelesaian) Nilai Min dari $(0.5, 0.32) = 0.32$

8. If (Jumlah Kesalahan is Sedang) and (Waktu Penyelesaian is Lama)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Waktu Penyelesaian) Nilai Min dari $(0, 0.32) = 0$
9. If (Jumlah Kesalahan is Banyak) and (Waktu Penyelesaian is Lama)
then (Umpan Balik Informasi is Mengulang Karena Jumlah Kesalahan dan Waktu Penyelesaian) Nilai Min dari $(0, 0.32) = 0$

c. Defuzzyfikasi

Menghitung nilai defuzzyfikasi dengan rumus persamaan 3.1.

Tabel 3.2 Nilai Minimum dan Nilai Output

Rule Fuzzy ke- (i)	Nilai minimum (α)	Nilai output (z)
1	0	1
2	0	1
3	0	2
4	0	1
5	0	1
6	0	2
7	0.32	3
8	0	3
9	0	4

Data nilai minimum dan nilai output pada tabel 3.2 digunakan untuk menghitung nilai akhir pada tahap defuzzyfikasi. Nilai minimum dan nilai output tersebut dimasukkan ke dalam rumus defuzzyfikasi dan dihitung sebagai berikut.

Nilai Akhir

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 2 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 2 + 0.32 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 4}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.32 + 0 + 0} \\
 &= \frac{0.96}{0.32} \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil nilai akhir dari tahap proses defuzzyfikasi maka umpan balik informasi yang didapat adalah Mengulang Penjumlahan Karena Waktu Penyelesaian yang ditunjukkan dengan konstanta 3.

3.4 Rancangan Pengujian

Pengujian game edukasi ini dilakukan melalui 3 pengujian, yaitu pengujian pada fuzzy sugeno yang diimplementasikan pada game, pengujian button interface aplikasi game dengan menggunakan metode *blackbox*, dan pengujian *usability* aplikasi game dengan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS).

3.4.1 Rancangan Pengujian Fuzzy Sugeno

Pengujian dilakukan dengan memeriksa kesesuaian antara output yang dihasilkan dalam game dengan aturan fuzzy yang telah dibuat menggunakan MATLAB. Pengujian bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan implementasi fuzzy Sugeno dalam game sesuai dengan desain fuzzy yang telah disusun sebelumnya. Pengujian fuzzy sugeno dilakukan pada masing-masing soal, yaitu soal penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Adapun tabel rancangan pengujian adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Rancangan Pengujian pada Soal Penjumlahan

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.					
2.					

Tabel 3.4 Rancangan Pengujian pada Soal Pengurangan

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.					
2.					

Tabel 3.5 Rancangan Pengujian pada Soal Perkalian

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.					
2.					

Tabel 3.6 Rancangan Pengujian pada Soal Pembagian

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.					
2.					

3.4.2 Rancangan Pengujian Button Interface Aplikasi

Selanjutnya pengujian aplikasi game dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox*. Pengujian dengan metode *blackbox* dilakukan untuk menguji fungsionalitas dari aplikasi game berupa fungsi button interface aplikasi. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi tombol-tombol game apakah sesuai dengan fungsinya atau tidak.

3.4.3 Rancangan Pengujian System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) dilakukan untuk menguji tingkat *usability* aplikasi game. Langkah pengujian ini dimulai dengan memberikan kesempatan kepada pengguna dalam menjalankan aplikasi game. Setelah itu, pengguna akan dijadikan responden dalam mengisi kuesioner yang akan diberikan. Kuesioner SUS terdiri dari 10 pernyataan dengan rentang skor dari 1 sampai 5. Nilai 1 berarti “sangat tidak setuju”, 2 berarti “tidak setuju”, 3 berarti “netral”, 4 berarti “setuju” dan 5 berarti “sangat setuju”.. Tabel 3.7 adalah daftar pernyataan yang akan dijadikan sebagai kuesioner kepada responden.

Tabel 3.7 Daftar Pernyataan Pengujian SUS

No.	Pernyataan
1.	Saya menyukai game ini sehingga akan menjalankannya berkali-kali
2.	Saya merasa game ini terlalu rumit untuk dijalankan
3.	Saya merasa game ini mudah untuk dijalankan
4.	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk menjalankan game ini
5.	Saya menganggap tombol-tombol pada game berfungsi dengan baik
6.	Saya merasa game ini memiliki banyak ketidaksesuaian
7.	Saya merasa orang lain akan dapat memahami cara menjalankan game ini dengan cepat
8.	Saya merasa game ini membingungkan
9.	Saya merasa sangat percaya diri dalam menjalankan game ini
10.	Saya merasa perlu belajar banyak hal sebelum menjalankan game ini

Setelah jawaban kuesioner dari responden didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung hasil jawaban tersebut dengan rumus sebagai berikut.

- a. Pernyataan ganjil, yaitu pernyataan pada nomor 1, 3, 5, 7, dan 9 dihitung dengan rumus pada persamaan 3.2.

$$\text{skor SUS ganjil} = Px - 1 \quad (3.2)$$

Px : pernyataan yang dipilih

- b. Pernyataan genap, yaitu pernyataan pada nomor 2, 4, 6, 8, dan 10 dihitung dengan rumus pada persamaan 3.3.

$$\text{skor SUS genap} = 5 - Px \quad (3.3)$$

Px : pernyataan yang dipilih

- c. Mencari skor untuk setiap responden dengan cara jumlah nilai konversi yang didapatkan dengan 2,5 melalui persamaan 3.4.

$$x = \sum \text{skor SUS} \times 2.5 \quad (3.4)$$

x : skor SUS responden

- d. Mencari skor rata-rata dari semua responden dengan persamaan 3.5.

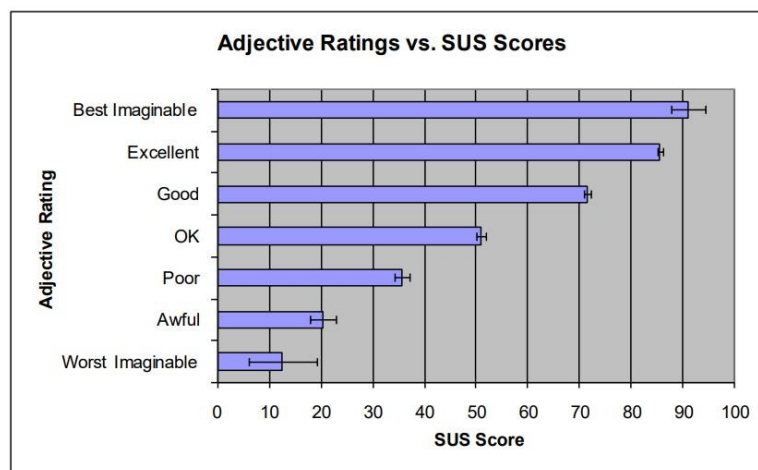
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.5)$$

\bar{x} : skor rata – rata

x : skor SUS responden

n : jumlah responden

Dari rumus yang diberikan dalam persamaan 3.5, akan dihasilkan rata-rata dari semua skor penilaian oleh responden. Selanjutnya untuk menentukan kesimpulan penilaian dilakukan dengan melihat diagram skor SUS dan adjektif rating pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Skor dan Rating SUS (Bangor, dkk., 2009)

Gambar 3.6 menunjukkan diagram skor SUS dan rating adjektif yang memiliki 7 tingkatan mulai dari 0 – 100. Nilai 0 – 12,5 menunjukkan kategori *Worst Imaginable*, nilai 12,5 – 20,3 menunjukkan kategori *Awful*. Penilaian selanjutnya ada kategori *Poor* dengan nilai 20,3 – 35,7 dan kategori *OK* dengan nilai 35,7 – 50,9. Pada nilai 50,9 – 71,4 kategori yang diberikan yaitu *Good* dan nilai 71,4 – 85,5 menunjukkan kategori *Excellent*. Rating tertinggi dengan nilai 85,5 – 90,9 menunjukkan kategori *Best Imaginable*.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Desain Sistem

Bab 4 menjelaskan tentang hasil implementasi dari rancangan sistem, implementasi tampilan game, implementasi fuzzy sugeno, pengujian fuzzy sugeno pada game, pengujian fungsionalitas, dan pengujian *usability* game. Spesifikasi *hardware* dan *software* dalam membangun aplikasi game adalah sebagai berikut.

4.1.1 Hardware Requirements

Hardware requirements dalam implementasi pembuatan game ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hardware Requirements

No.	Hardware	Specification
1.	<i>Laptop</i>	IdeaPad 3 14ALC6
2.	<i>Processor</i>	AMD Ryzen 5 5500U with Radeon Graphics 2.10 GHz
3.	<i>RAM</i>	8.00 GB
4.	<i>SSD</i>	512 GB
5.	<i>Monitor</i>	14 Inch

4.1.2 Software Requirements

Software requirements dalam implementasi pembuatan game yang berkaitan dengan sistem operasi, game engine, desain, editor, dan pengujian ditunjukkan pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Software Requirements

No.	Software	Specification
1.	<i>Operating System</i>	<i>Windows 10 Home</i>
2.	<i>Game Engine</i>	<i>Unity 2021.3.9f1</i>
3.	<i>2D Design</i>	<i>Adobe Illustrator CC 2020</i>
4.	<i>Text Editor</i>	<i>Microsoft Visual Studio 2019</i>
5.	<i>Validation</i>	<i>MATLAB R2013a</i>

4.2 Implementasi Tampilan

Implementasi tampilan disesuaikan dengan perangkat mobile berbasis android. Berikut hasil implementasi tampilan game.

4.2.1 Tampilan Main Menu

Ketika pertama kali membuka aplikasi game, main menu akan ditampilkan. Pada main menu terdapat judul game dan tombol-tombol yang membantu pemain dalam menjelajahi aplikasi. Terdapat 5 tombol pada game, yaitu tombol belajar, quiz, petunjuk, pengaturan, dan keluar.



Gambar 4.1 Tampilan Main Menu

Gambar 4.1 merupakan tampilan dari main menu. Terdapat beberapa tombol yang dapat dipilih pada main menu. Apabila tombol belajar diklik, maka pemain akan diarahkan pada pilihan materi belajar. Apabila tombol quiz diklik, maka pemain akan diarahkan pada *select level* game. Apabila tombol petunjuk diklik,

maka pemain akan diarahkan pada halaman petunjuk. Apabila pengaturan diklik, maka pemain diarahkan pada pengaturan yang disediakan pada game. Apabila tombol keluar diklik, maka pemain akan keluar dari game.

4.2.2 Tampilan Pilihan Materi Belajar

Tampilan pilihan materi belajar berfungsi untuk memberikan pilihan materi belajar kepada pemain. Pemain dapat memilih materi pelajaran penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Pilihan materi belajar disediakan untuk membantu pemain dalam mempelajari suatu materi operasi perhitungan yang ingin ditingkatkan.



Gambar 4.2 Tampilan Pilihan Materi Belajar

Gambar 4.2 merupakan tampilan pilihan materi belajar. Pada pilihan materi belajar terdapat tombol kembali dan 4 tombol yang akan mengarahkan pada materi belajar yang dipilih. 4 tombol materi yang disediakan, yaitu materi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Apabila tombol penjumlahan diklik, maka

akan diarahkan pada materi penjumlahan, begitu pula pada tombol pengurangan, perkalian, dan pembagian akan diarahkan pada pilihan materi sesuai dengan tombol yang dipilih.

4.2.3 Tampilan Materi Belajar

Pada tampilan materi belajar disediakan materi materi belajar operasi dasar aritmatika beserta contoh soal dan penyelesaiannya. Pada bagian ini, pemain dapat belajar materi yang sudah disediakan.

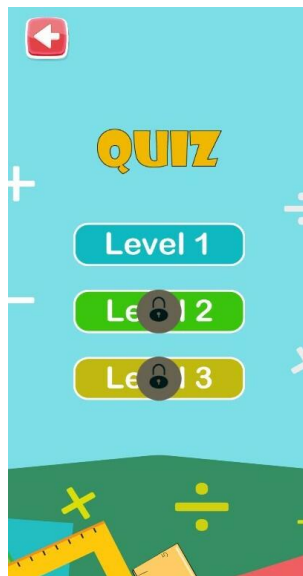


Gambar 4.3 Tampilan Materi Belajar

Gambar 4.3 merupakan tampilan dari materi belajar pada materi penjumlahan. Terdapat judul materi, *scroll view* materi, dan tombol home untuk kembali ke menu utama. Materi belajar ditampilkan dalam bentuk *scroll view* dimana pemain dapat menggulir tampilan materi ke atas sampai materi yang ditampilkan habis. Jika pemain ingin kembali ke main menu, maka dapat memilih tombol home yang ada di pojok kanan atas.

4.2.4 Tampilan Select Level

Tampilan select level memberikan pilihan level yang dapat dipilih oleh pemain. Level game dapat dipilih apabila tidak ada ikon gembok pada tombol pilihan level. Terdapat 3 level yang disediakan pada tampilan select level.



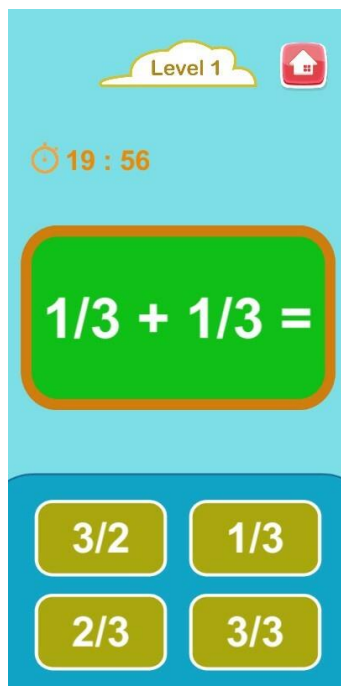
Gambar 4.4 Tampilan Select Level

Gambar 4.4 merupakan tampilan select level. Pada tampilan select level disediakan 3 pilihan level. Pemain memulai game mulai dari level 1. Level 2 dan 3 terkunci dan akan terbuka jika pemain dapat menyelesaikan level sebelumnya dengan baik. Untuk menyelesaikan level dengan baik, maka pemain harus mendapatkan umpan balik informasi yang menyatakan bahwa pemain tidak mengulang pada semua materi belajar.

4.2.5 Tampilan Game

Pada bagian ini, pemain harus menjawab soal dengan memilih satu dari 4 pilihan jawaban yang disediakan. Pemain disediakan 40 soal, yang terdiri dari 10 soal penjumlahan, 10 soal pengurangan, 10 soal perkalian, dan 10 soal pembagian.

Waktu yang disediakan dalam menjawab semua soal adalah 20 menit. Jika pemain sudah menjawab semua soal, maka umpan balik akan ditampilkan.



Gambar 4.5 Tampilan Game

Gambar 4.5 menunjukkan tampilan game dimana ada judul level yang sedang dijalankan, tombol home untuk melakukan pause, timer yang memberikan batas waktu dalam menyelesaikan game, tampilan soal, dan 4 pilihan jawaban. Pemain harus menjawab soal dengan benar dan cepat agar dapat menyelesaikan game dengan baik.

4.2.6 Tampilan Umpan Balik Informasi Game

Pada tampilan umpan balik informasi game, pemain akan mendapatkan umpan balik informasi berdasarkan jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian soal pada game. Jika umpan balik informasi menunjukkan bahwa pemain tidak mengulang pada semua materi belajar, maka pemain dapat lanjut ke level

berikutnya. Sebaliknya jika umpan balik informasi menunjukkan bahwa pemain perlu mengulang suatu materi belajar, maka pemain tidak dapat naik level.



Gambar 4.6 Tampilan Umpan Balik Informasi Game

Gambar 4.6 merupakan tampilan umpan balik informasi pada game. Pada tampilan tersebut terdapat judul dan 4 umpan balik informasi yang ditampilkan. Umpan balik yang pertama ditampilkan berdasarkan hasil dari penyelesaian soal penjumlahan. Umpan balik yang kedua ditampilkan berdasarkan hasil dari penyelesaian soal pengurangan. Umpan balik yang ketiga ditampilkan berdasarkan hasil dari penyelesaian soal perkalian. Dan umpan balik yang keempat ditampilkan berdasarkan hasil dari penyelesaian soal pembagian.

4.3 Implementasi Fuzzy Sugeno

Fuzzy sugeno pada game edukasi ini digunakan untuk menentukan umpan balik informasi pada game. Fuzzy sugeno yang dirancang memiliki 2 variabel input

dan 1 variabel output. Variabel input terdiri dari jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian sedangkan variabel output adalah umpan balik informasi mengulang materi belajar.

Proses implementasi diawali dari menentukan tingkat keanggotaan variabel jumlah kesalahan. Variabel jumlah kesalahan memiliki himpunan fuzzy berupa kesalahanSedikit, kesalahanSedang, dan kesalahanBanyak. Berikut implementasi dari derajat keanggotaan variabel jumlah kesalahan.

```
function GetSalah(kesalahan):
    kesalahanSedikit = 0
    kesalahanSedang = 0
    kesalahanBanyak = 0

    // SEDIKIT
    if kesalahan >= 2:
        kesalahanSedikit = 0
    else if kesalahan > 0 and kesalahan < 2:
        kesalahanSedikit = (2 - kesalahan) / (2 - 0)
    else if kesalahan <= 0:
        kesalahanSedikit = 1

    // SEDANG
    if kesalahan <= 1 or kesalahan >= 5:
        kesalahanSedang = 0
    else if kesalahan > 1 and kesalahan <= 3:
        kesalahanSedang = (kesalahan - 1) / (3 - 1)
    else if kesalahan > 3 and kesalahan < 5:
        kesalahanSedang = (5 - kesalahan) / (5 - 3)

    // BANYAK
    if kesalahan <= 4:
        kesalahanBanyak = 0
    else if kesalahan > 4 and kesalahan < 6:
        kesalahanBanyak = (kesalahan - 4) / (6 - 4)
    else if kesalahan >= 6:
        kesalahanBanyak = 1

    hasil = [kesalahanSedikit, kesalahanSedang, kesalahanBanyak]
    return hasil
```

Gambar 4.7 *Pseudocode* Derajat Keanggotaan Variabel Jumlah Kesalahan

Gambar 4.7 merupakan *pseudocode* dari fungsi `GetSalah` yang menerima argumen kesalahan. *Pseudocode* ini digunakan untuk mencari derajat keanggotaan dari variabel jumlah kesalahan dengan menghitung nilai `kesalahanSedikit`, `kesalahanSedang`, dan `kesalahanBanyak`. Kemudian nilai-nilai tersebut dimasukkan ke dalam array hasil yang dikembalikan sebagai hasil fungsi. Setelah derajat keanggotaan dari variabel jumlah kesalahan ditentukan, selanjutnya menentukan untuk waktu penyelesaian dengan himpunan berupa `waktuCepat`, `waktuSedang`, dan `waktuLama`. Berikut implementasi proses penentuan untuk variabel waktu penyelesaian tersebut.

```
function GetWaktu(waktu):
    waktuCepat = 0
    waktuSedang = 0
    waktuLama = 0

    // CEPAT
    if waktu >= 122:
        waktuCepat = 0
    else if waktu > 100 and waktu < 122:
        waktuCepat = (122 - waktu) / (122 - 100)
    else if waktu <= 100:
        waktuCepat = 1

    // SEDANG
    if waktu <= 121 or waktu >= 182:
        waktuSedang = 0
    else if waktu > 121 and waktu <= 150:
        waktuSedang = (waktu - 121) / (150 - 121)
    else if waktu > 150 and waktu < 182:
        waktuSedang = (182 - waktu) / (182 - 150)

    // LAMA
    if waktu <= 181:
        waktuLama = 0
    else if waktu > 181 and waktu < 200:
        waktuLama = (waktu - 181) / (200 - 181)
    else if waktu >= 200:
        waktuLama = 1

    hasil = [waktuCepat, waktuSedang, waktuLama]
    return hasil
```

Gambar 4.8 *Pseudocode* Derajat Keanggotaan Variabel Waktu Penyelesaian

Gambar 4.8 merupakan *pseudocode* dari fungsi GetWaktu yang menerima argumen waktu. *Pseudocode* ini digunakan untuk mencari derajat keanggotaan dari variabel penyelesaian dengan menghitung nilai waktuSedikit, waktuSedang, dan waktuBanyak. Kemudian nilai-nilai tersebut dimasukkan ke dalam array hasil yang dikembalikan sebagai hasil fungsi. Setelah mendapatkan derajat keanggotaan dari variabel jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian, langkah berikutnya adalah menentukan nilai α -predikat dengan menggunakan fungsi implikasi MIN. Kemudian, defuzzyfikasi digunakan untuk menentukan hasil dari setiap rule.

```
function FuzzyRule(kesalahanSedikit, kesalahanSedang,
kesalahanBanyak,waktuCepat, waktuSedang, waktuLama):
    min = new float[9]
    min[0] = Min(kesalahanSedikit, waktuCepat)
    min[1] = Min(kesalahanSedang, waktuCepat)
    min[2] = Min(kesalahanBanyak, waktuCepat)
    min[3] = Min(kesalahanSedikit, waktuSedang)
    min[4] = Min(kesalahanSedang, waktuSedang)
    min[5] = Min(kesalahanBanyak, waktuSedang)
    min[6] = Min(kesalahanSedikit, waktuLama)
    min[7] = Min(kesalahanSedang, waktuLama)
    min[8] = Min(kesalahanBanyak, waktuLama)

    rule = Defuzzyfikasi(min)
    return rule
```

Gambar 4.9 *Pseudocode* Fuzzy Rules

Gambar 4.9 merupakan *pseudocode* dari fungsi FuzzyRule yang digunakan untuk menentukan aturan fuzzy. Fungsi tersebut menerima argumen dari variabel jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Nilai minimum dari kombinasi variabel kesalahan dan waktu pada 9 aturan digunakan untuk menentukan rule melalui fungsi defuzzyfikasi. Berikut adalah implementasi fungsi defuzzyfikasi dan fungsi min.

```

function Defuzzyfikasi(min):
    aZ = min[0] * 1 + min[1] * 1 + min[2] * 2 + min[3] * 1 +
        min[4] * 1 + min[5] * 2 + min[6] * 3 + min[7] * 3 +
        min[8] * 4

    a = min[0] + min[1] + min[2] + min[3] + min[4] +
        min[5] + min[6] + min[7] + min[8]

    hasil = aZ / a

    return Round(hasil)

```

Gambar 4.10 *Pseudocode* Fungsi Defuzzyfikasi

```

function Min(a, b):
    min = new float[2]
    min[0] = a
    min[1] = b

    nilaiTerkecil = min[0]
    for i = 0 to min.Length - 1:
        if min[i] < nilaiTerkecil:
            nilaiTerkecil = min[i]

    return nilaiTerkecil

```

Gambar 4.11 *Pseudocode* Fungsi Min

4.4 Pengujian

4.4.1 Pengujian Fuzzy Sugeno

Fuzzy sugeno diuji dengan tujuan untuk mengetahui persentase keberhasilan implementasi algoritma fuzzy sugeno untuk menentukan umpan balik informasi. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan kesesuaian antara output yang didapatkan pada game dengan rule fuzzy yang didapatkan pada matlab.

Pengujian algoritma fuzzy sugeno dilakukan sebanyak 20 kali pada masing-masing soal, yaitu soal penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Output bernilai 1 memiliki keanggotaan output Tidak Mengulang, output bernilai 2 memiliki keanggotaan output Mengulang Karena Jumlah Kesalahan, output bernilai 3 memiliki keanggotaan output Mengulang Karena Waktu Penyelesaian, dan output bernilai 4 memiliki keanggotaan output Mengulang Karena Jumlah

Kesalahan dan Waktu Penyelesaian. Berikut tabel hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Fuzzy Sugeno pada Soal Penjumlahan

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.	2	120	1	1	Sesuai
2.	3	96	1	1	Sesuai
3.	5	115	2	2	Sesuai
4.	6	80	2	2	Sesuai
5.	5	70	2	2	Sesuai
6.	2	130	1	1	Sesuai
7.	1	150	1	1	Sesuai
8.	2	190	3	3	Sesuai
9.	1	208	3	3	Sesuai
10.	5	140	2	2	Sesuai
11.	6	100	2	2	Sesuai
12.	2	134	1	1	Sesuai
13.	3	104	1	1	Sesuai
14.	7	103	2	2	Sesuai
15.	7	185	4	4	Sesuai
16.	5	187	4	4	Sesuai
17.	0	118	1	1	Sesuai
18.	2	128	1	1	Sesuai
19.	1	210	3	3	Sesuai
20.	5	200	4	4	Sesuai

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Fuzzy Sugeno pada Soal Pengurangan

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.	1	99	1	1	Sesuai
2.	5	139	2	2	Sesuai
3.	3	151	1	1	Sesuai
4.	6	140	2	2	Sesuai
5.	3	211	3	3	Sesuai
6.	1	101	1	1	Sesuai
7.	0	96	1	1	Sesuai
8.	2	195	3	3	Sesuai
9.	6	128	2	2	Sesuai
10.	6	149	2	2	Sesuai
11.	5	223	4	4	Sesuai
12.	1	146	1	1	Sesuai
13.	2	123	1	1	Sesuai
14.	5	118	2	2	Sesuai
15.	2	185	3	3	Sesuai
16.	6	218	4	4	Sesuai
17.	2	125	1	1	Sesuai
18.	3	109	1	1	Sesuai
19.	8	204	4	4	Sesuai
20.	1	150	1	1	Sesuai

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Fuzzy Sugeno pada Soal Perkalian

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.	3	116	1	1	Sesuai
2.	5	130	2	2	Sesuai
3.	4	87	1	1	Sesuai
4.	5	95	2	2	Sesuai
5.	2	89	1	1	Sesuai
6.	2	103	1	1	Sesuai
7.	3	140	1	1	Sesuai
8.	5	198	4	4	Sesuai
9.	9	188	4	4	Sesuai
10.	6	132	2	2	Sesuai
11.	7	143	2	2	Sesuai
12.	0	141	1	1	Sesuai
13.	2	123	1	1	Sesuai
14.	6	155	2	2	Sesuai
15.	3	230	3	3	Sesuai
16.	3	211	3	3	Sesuai
17.	3	106	1	1	Sesuai
18.	2	100	1	1	Sesuai
19.	5	100	3	3	Sesuai
20.	5	144	3	3	Sesuai

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Fuzzy Sugeno pada Soal Pembagian

No.	Input		Output		Hasil Uji Coba
	Jumlah Kesalahan	Waktu Penyelesaian	Game	Matlab	
1.	2	100	1	1	Sesuai
2.	3	200	3	3	Sesuai
3.	2	145	1	1	Sesuai
4.	1	132	1	1	Sesuai
5.	6	122	2	2	Sesuai
6.	3	111	1	1	Sesuai
7.	3	102	1	1	Sesuai
8.	1	135	1	1	Sesuai
9.	4	213	3	3	Sesuai
10.	6	98	2	2	Sesuai
11.	7	129	2	2	Sesuai
12.	3	126	1	1	Sesuai
13.	1	121	1	1	Sesuai
14.	5	106	2	2	Sesuai
15.	8	187	4	4	Sesuai
16.	3	186	3	3	Sesuai
17.	2	143	1	1	Sesuai
18.	2	119	1	1	Sesuai
19.	5	190	4	4	Sesuai
20.	6	202	4	4	Sesuai

Dari hasil pengujian pada tabel 4.3, tabel 4.4, tabel 4.5, dan tabel 4.6 didapatkan persentase keberhasilan implementasi fuzzy sugeno pada soal penjumlahan sebesar 100%, persentase keberhasilan implementasi fuzzy sugeno pada soal pengurangan sebesar 100%, persentase keberhasilan implementasi fuzzy sugeno pada soal perkalian sebesar 100%, dan persentase keberhasilan implementasi fuzzy sugeno pada soal pembagian sebesar 100%. Hasil tersebut didapatkan dari persentase jumlah hasil pengujian yang sesuai dibandingkan dengan total pengujian yang dilakukan.

4.4.2 Pengujian Button Interface Aplikasi

Pengujian button interface aplikasi dilakukan dengan metode blackbox untuk menguji reaksi sistem pada setiap fitur. Pengujian ini meliputi pengujian setiap button, animasi, dan scene yang ditampilkan pada game. Pengujian dilakukan untuk mengetahui fungsionalitas game apakah sudah berjalan sebagaimana mestinya atau belum. Pengujian button interface ditunjukkan pada tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Pengujian Button Interface

No.	Scene	Aksi Pengguna	Reaksi Sistem	Hasil Uji
1.	Menu Utama	Menekan tombol Belajar	Menampilkan pilihan meteri belajar	Sesuai
		Menekan tombol Quiz	Menampilkan select level	Sesuai
		Menekan tombol Petunjuk	Menampilkan petunjuk dalam menjalankan game	Sesuai
		Menekan tombol Setting	Menampilkan panel setting	Sesuai
		Menekan tombol Keluar	Menampilkan panel exit	Sesuai

No.	Scene	Aksi Pengguna	Reaksi Sistem	Hasil Uji
2.	Menu Belajar	Menekan tombol Penjumlahan	Menampilkan materi penjumlahan	Sesuai
		Menekan tombol Pengurangan	Menampilkan materi pengurangan	Sesuai
		Menekan tombol Perkalian	Menampilkan materi perkalian	Sesuai
		Menekan tombol Pembagian	Menampilkan materi pembagian	Sesuai
		Menekan tombol Kembali	Kembali ke Menu Utama	Sesuai
3.	Menu Quiz	Menekan tombol Level 1	Menjalankan game quiz level 1	Sesuai
		Menekan tombol Level 2	Menjalankan game quiz level 2	Sesuai
		Menekan tombol Level 3	Menjalankan game quiz level 3	Sesuai
		Menekan tombol Kembali	Kembali ke Menu Utama	Sesuai
4.	Game Quiz	Menekan tombol jawaban benar	Menampilkan animasi jawaban benar	Sesuai
		Menekan tombol jawaban salah	Menampilkan animasi jawaban salah	Sesuai
		Menekan tombol Home	Menampilkan panel home dan game akan berhenti sebentar (pause)	Sesuai
		Menjawab semua soal	Menampilkan Halaman Umpan Balik	Sesuai
5.	Halaman Umpan Balik	Menekan tombol Menu Utama	Kembali ke halaman menu utama	Sesuai
		Menekan tombol Next Level	Lanjut ke game quiz level berikutnya	Sesuai
6.	Panel Home	Menekan tombol Lanjut	Melanjutkan bermain game	Sesuai
		Menekan tombol Setting	Menampilkan panel setting	Sesuai
		Menekan tombol Menu Utama	Kembali ke halaman menu utama	Sesuai
7.	Panel Setting	Menggeser slider background musik dan efek suara game ke kanan	Suara background musik dan efek suara game semakin besar	Sesuai
		Menggeser slider background musik dan efek suara game ke kiri	Suara background musik dan efek suara game semakin kecil	Sesuai
		Menekan tombol keluar	Menutup panel setting	Sesuai
8.	Panel Petunjuk	Menekan tombol keluar	Kembali ke halaman menu utama	Sesuai
9.	Panel Exit	Menekan ikon centang	Keluar dari game	Sesuai
		Menekan ikon silang	Kembali ke halaman menu utama	Sesuai

Tabel 4.7 merupakan hasil pengujian button interface aplikasi game yang dilakukan untuk 9 scene, yaitu Menu Utama, Menu Belajar, Menu Quiz, Game Quiz, Halaman Umpan Balik, Panel Home, Panel Setting, Panel Petunjuk, dan Panel Exit. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui kesesuaian fungsi yang

terdapat dalam sistem sesuai aksi yang dilakukan oleh pengguna. Dari hasil pengujian, persentase keberhasilan yang didapatkan adalah 100% yang berarti bahwa keseluruhan fungsi game terutama fungsi button interface sudah berjalan dengan semestinya. Ketika pengguna melakukan suatu aksi, maka sistem akan memberikan reaksi sistem yang sesuai.

4.4.3 Pengujian System Usability Scale (SUS)

Pengujian *System Usability Scale* (SUS) dilakukan setelah pengguna menjalankan aplikasi game. Pengujian ditujukan pada siswa SDN Ketawanggede Malang kelas 5. Pengujian ini menggunakan media kuesioner dengan jumlah responden sebanyak 20 siswa. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengisian kuesioner, dilakukan perhitungan SUS dengan menggunakan rumus persamaan (3.2), (3.3), (3.4), dan (3.5). Tabel 4.8 adalah hasil perhitungan SUS berdasarkan data kuesioner yang didapatkan.

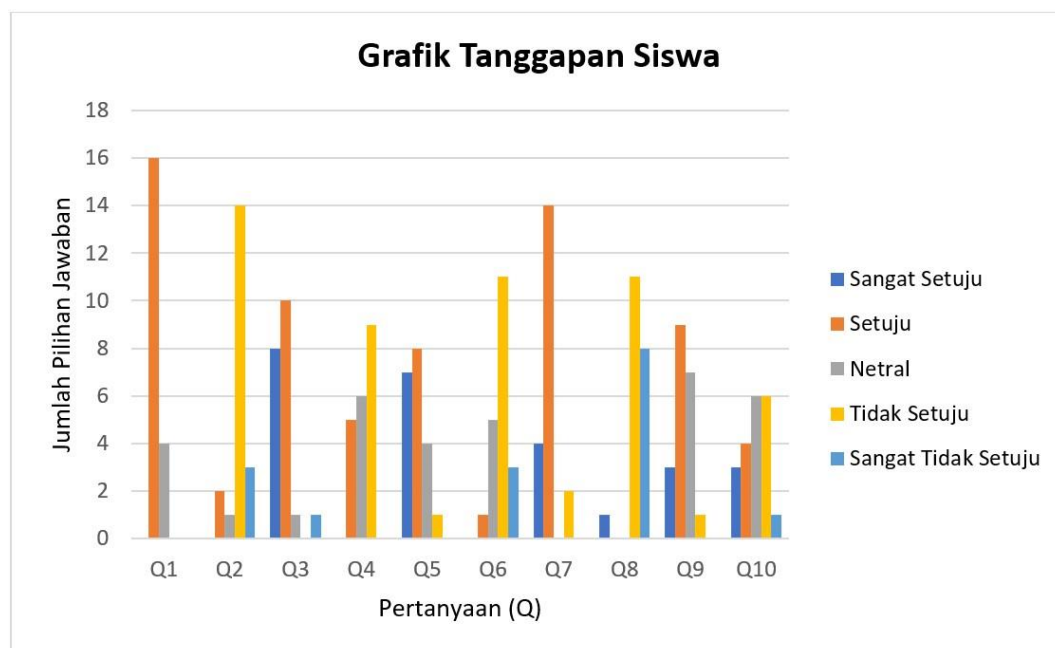
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan SUS

No.	R	Skor Pernyataan										Skor SUS (x)
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
1.	R1	3	4	0	3	4	4	4	4	4	2	80
2.	R2	2	1	4	1	2	2	3	0	3	0	45
3.	R3	2	4	4	3	3	2	3	4	2	1	70
4.	R4	3	3	4	3	3	3	1	3	3	3	72.5
5.	R5	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	65
6.	R6	3	3	3	2	3	3	3	4	3	2	72.5
7.	R7	3	1	3	2	1	1	3	3	2	2	52.5
8.	R8	3	3	3	3	3	3	1	3	3	1	65
9.	R9	3	3	4	2	4	3	3	4	3	2	77.5
10.	R10	3	3	3	1	2	2	3	3	4	4	70
11.	R11	3	3	4	3	4	3	4	4	3	2	82.5
12.	R12	3	3	3	2	3	3	3	3	2	1	65
13.	R13	3	3	3	1	2	3	3	3	2	3	65
14.	R14	2	2	4	2	4	2	4	3	2	0	62.5
15.	R15	2	3	2	2	2	2	3	4	2	3	62.5
16.	R16	3	3	4	1	4	3	3	3	2	2	70

No.	R	Skor Pernyataan										Skor SUS (\bar{x})
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
17.	R17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	75
18.	R18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	75
19.	R19	3	3	3	3	4	4	3	4	1	3	77.5
20.	R20	3	4	4	3	4	4	4	4	4	0	85
Skor Rata-rata SUS (\bar{x})												69.5

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 4.8, dapat diketahui bahwa pengujian kuesioner SUS sebanyak 20 siswa mendapatkan nilai rata-rata SUS sebesar 69,5. Kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan standar penilaian *System Usability Scale* (SUS) oleh Bangor, dkk., (2009) yang dapat dilihat pada gambar 3.6 sehingga menghasilkan adjektif rating berupa *Good*.

Adapun grafik yang menunjukkan visualisasi jumlah tanggapan siswa terhadap pertanyaan kuesioner yang telah diberikan adalah sebagai berikut.



Gambar 4.12 Grafik Tanggapan Siswa

Dari gambar 4.12 dapat diketahui visualisasi jumlah tanggapan siswa terhadap pertanyaan kuesioner. Pertanyaan kuesioner yang berjumlah 10 terdiri dari pernyataan positif dan negatif. Pernyataan positif terdapat pada pertanyaan 1, 3, 5, 7, dan 9 sedangkan pernyataan negatif terdapat pada pernyataan 2, 4, 6, 8, dan 10. Dapat dilihat pada gambar 4.11 bahwa jumlah tanggapan tertinggi pada pernyataan positif adalah Setuju. Kemudian jumlah tanggapan tertinggi pada pernyataan negatif adalah Tidak Setuju pada pertanyaan 2, 4, 6, 8 dan mendapatkan jumlah yang sama antara Tidak Setuju dan Netral pada pertanyaan 10.

4.5 Integrasi dengan Islam

Penelitian ini berkaitan dengan dua konsep muamalah, yaitu hubungan manusia dengan Allah (*muamalah ma'a Allah*) dan hubungan manusia dengan sesama manusia (*muamalah ma'a an-nas*). Konsep *muamalah ma'a Allah* terdapat pada aspek keutamaan menuntut ilmu sedangkan konsep *muamalah ma'a an-nas* terdapat pada aspek tolong menolong dengan sesama manusia.

4.5.1 Muamalah Ma'a Allah

Muamamah Ma'a Allah berarti mengacu pada hubungan manusia dengan Allah *subhanahu wa ta'ala*. Islam menganjurkan setiap orang untuk senantiasa melakukan tugas dan kewajibannya sebagai bentuk pengabdian dan kepatuhan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala*. Seseorang yang taat dan patuh kepada perintah Allah *subhanahu wa ta'ala* pasti akan mendapat kebaikan dan balasan yang sangat besar di sisi Allah *subhanahu wa ta'ala*. Dalam bidang pendidikan, seseorang diperintahkan untuk mencari ilmu karena memiliki keutamaan yang besar di sisi

Allah *subhanahu wa ta'ala*. Sebagaimana difirmankan dalam Al-Quran surah Al-Mujadalah ayat 11 yang berbunyi sebagai berikut.

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُرُوا فَانشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

“Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan, “Berdirilah kamu,” maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Dan Allah Mahateliti apa yang kamu kerjakan.” (QS. Al-Mujadalah: 11)

Dalam tafsir Jalalain menjelaskan bahwa apabila dikatakan kepada orang-orang beriman untuk melapangkan tempat di dalam majlis sehingga orang yang baru datang dapat tempat untuk duduk, maka Allah *subhanahu wa ta'ala* akan membalas kebaikan orang yang mau melapangkan tempat tersebut dengan balasan kelapangan di surga. Apabila disampaikan agar kita bangkit untuk melaksanakan shalat dan berbagai amal kebaikan lainnya, maka hendaklah kita melaksanakannya dengan sungguh-sungguh. Dengan berpegang pada ketaatan dalam melakukan amal kebaikan tersebut, yakinlah bahwa Allah *subhanahu wa ta'ala* akan mengangkat orang-orang yang beriman ke derajat yang lebih tinggi. Selain itu, Allah *subhanahu wa ta'ala* juga akan meninggikan derajat orang-orang yang diberi pengetahuan di surga kelak.

Jika dikaitkan dengan penelitian yang telah dilakukan, game edukasi dapat dijadikan sebagai media dalam mengabdikan dan mematuhi Allah *subhanahu wa ta'ala* dalam bidang pendidikan. Hal ini dikarenakan game edukasi memuat unsur pendidikan yang membantu dalam meningkatkan ilmu pengetahuan sebagaimana

yang sudah dianjurkan dalam ajaran islam. Game edukasi aritmatika yang dibuat dapat membantu siswa dalam memahami materi pelajaran operasi dasar aritmatika. Operasi dasar menghitung penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian menjadi bidang ilmu pengetahuan yang penting dalam kehidupan karena menjadi dasar perhitungan yang dilakukan dalam berbagai permasalahan. Seseorang yang belajar aritmatika dengan baik dan mampu mengamalkan ilmunya dengan tujuan yang baik sebagai bentuk pengabdian kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* tentunya oleh Allah *subhanahu wa ta'ala* akan dibalas sebagai kebaikan dengan derajat kebaikan yang tinggi di dunia dan derajat yang tinggi di surga.

4.5.2 *Muamalah Ma'a An-Nas*

Hubungan manusia dengan sesama manusia dalam penelitian ini berkaitan dengan tolong-menolong dalam membuat sebuah media yang dapat memudahkan proses belajar. Islam mengajarkan bagaimana cara tolong menolong antar sesama manusia. Al-Quran surah Al-Maidah Ayat 2 menjelaskan sebagai berikut.

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ

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

Menurut tafsir Ibnu Katsir yang diterjemahkan oleh M. Abdul Ghoffar E. M., dkk. (2004), Allah *subhanahu wa ta'ala* memerintah hambanya agar tolong-menolong dalam kebaikan dan dan meninggalkan perbuatan mungkar sehingga hambanya yang dapat melaksanakan perintahnya dan menjauhi larangannya bisa disebut dengan takwa. Allah *subhanahu wa ta'ala* melarang untuk tolong menolong

dalam berbuat dosa atau sesuatu yang diharamkan. Penafsiran Ibnu Jarir mengatakan bahwa dosa berarti meninggalkan apa yang diperintahkan oleh Allah *subhanahu wa ta'ala* untuk dikerjakan, sedangkan pengingkaran berarti melampaui batasan dan melupakan apa yang diwajibkan oleh Allah *subhanahu wa ta'ala*.

Jika dikaitkan dengan penelitian yang telah dilakukan, game edukasi merupakan media yang dapat membantu guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran. Pengembangan media game edukasi dalam bidang pendidikan menjadi contoh tolong-menolong dalam ketakwaan karena dilakukan dengan tujuan kebaikan, yaitu memudahkan guru dan siswa dalam kegiatan pembelajaran. Game edukasi dapat membantu guru dalam menyampaikan pembelajaran di kelas. Guru dapat memberikan materi pelajaran melalui game, sehingga tidak perlu berulang kali menuliskan materi pelajaran melalui papan tulis. Selain itu, game edukasi juga memberikan kemudahan dan kesenangan bagi siswa dalam memahami materi pembelajaran. Siswa sekolah dasar yang menjalankan game edukasi dapat mengetahui materi pembelajaran yang ada di dalam game, melakukan quiz untuk mengasah kemampuan, dan mendapatkan umpan balik informasi sebagai petunjuk dalam mengulang materi belajar. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa game edukasi yang dibuat dapat memberikan bantuan berupa kebaikan karena membantu guru dalam menyampaikan materi belajar dan membantu siswa dalam proses belajarnya sehingga ilmu yang ada dalam game dapat dipahami oleh siswa dengan baik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang sudah dilakukan pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Fuzzy sugeno untuk mengatur umpan balik informasi pada game berhasil diimplementasikan sesuai dengan *rule* yang dibuat. Input fuzzy sugeno terdiri dari 2, yaitu jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Output fuzzy sugeno berupa umpan balik informasi yang menunjukkan pengulangan materi belajar ada 4, yaitu tidak mengulang, mengulang karena jumlah kesalahan, mengulang karena waktu penyelesaian, dan mengulang karena jumlah kesalahan dan waktu penyelesaian. Berdasarkan hasil dari 20 kali pengujian fuzzy sugeno yang disesuaikan dengan *rule* fuzzy, maka dapat dikatakan bahwa umpan balik informasi pada game dapat ditampilkan pada game sesuai *rule* dengan persentase keberhasilan sebesar 100%.
2. Berdasarkan hasil pengujian *System Usability Scale* (SUS) game yang dilakukan terhadap 20 responden melalui media kuesioner, didapatkan skor penilaian sebesar 69,5 dan rating penilaian dengan kategori *Good*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, penulis mengajukan saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Menambahkan genre game yang lain agar permainan semakin menarik.

2. Menggunakan metode pengujian selain *System Usability Scale (SUS)* agar mengetahui perbedaan hasil yang didapatkan atau mengoptimalkan hasil pengujian game.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Shonhaji, dkk. (1992). *Tarjamah Sunan Ibnu Majah*. Semarang: CV. Asy Syifa'.
- Adams, E. (2010). *Fundamentals of Game Design*. New Readers Press.
- Algani, Y. M. A. (2022). Role, need and benefits of mathematics in the development of society. *Journal for the Mathematics Education and Teaching Practices*, 3(1), 23–29.
- Ayu Annisa, N., Rusdiyani, I., & Nulhakim, L. (2022). Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Melalui Aplikasi Game Edukasi Berbasis Android. *Akademika*, 11(01), 201–213.
- Bangor, A., Kortum, P., and Miller, J. (2009). *Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale*. *J Usability Stud.*, 4 (3), 114–123.
- Budiharto, W., & Suhartono, D. (2014). *Artificial Intelligence*. Yogyakarta: Andi.
- Burgers, C., Eden, A., Van Engelenburg, M. D., & Buningh, S. (2015). How feedback boosts motivation and play in a brain-training game. *Computers in Human Behavior*, 48, 94–103.
- Falatehan, A. I., Hidayat, N., & Brata, K. C. (2018). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Hati Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, 2(8), 2373–2381.
- Fikriyah, F. (2020). *Implementasi Logika Fuzzy Sugeno Untuk Pengaturan Game Scoring Dalam Game Simulasi Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan Lalu Lintas (Go Rescue)*. Skripsi. Malang: Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Firdaus. (2015). *Al-Qowaid Al-Fiqhiyyah Membahas Kaidah-Kaidah Pokok dan Populer Fiqh*. Padang: Imam Bonjol Press.
- Fitriani, D. (2018). *Pembuatan Game Edukasi Aritmatika Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier Untuk Memvisualisasi Tingkatan Level Berbasis Android*. Skripsi. Malang: Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Fullerton, T. (2015). *Game Design Workshop*. CRC Press.
- Hakim, L., & Suprijanto, R. U. P. (2021). Education Game Math Menggunakan Algoritma Fuzzy Sugeno. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 4(2), 156–166.

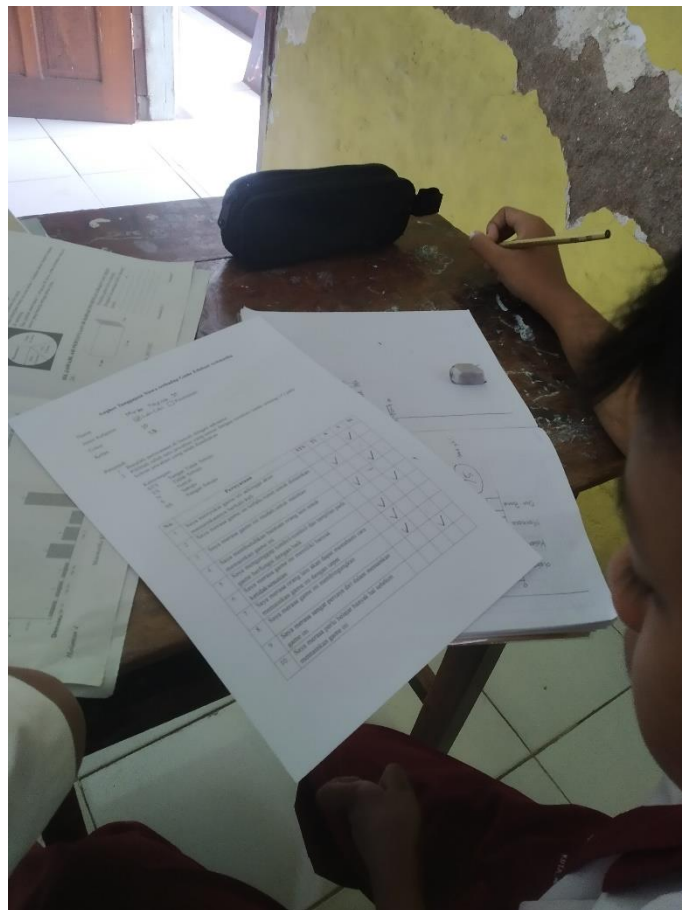
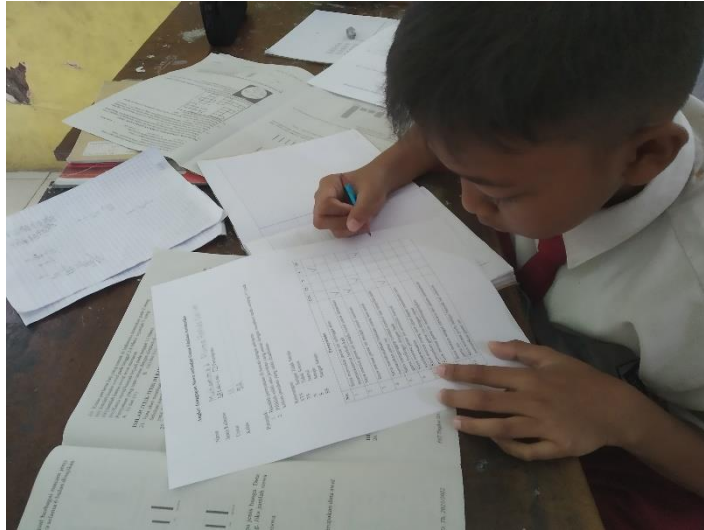
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Liu, Y. C., Wang, W. T., & Lee, T. L. (2021). An Integrated View of Information Feedback, Game Quality, and Autonomous Motivation for Evaluating Game-Based Learning Effectiveness. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 3–40.
- M. Abdul Ghoftar E. M., dkk. (2007). *Tafsir Ibnu katsir*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Muqorrobin, Y., dkk. (2021). Implementasi Game Sebagai Media Sosialisai Mitigasi Gunung Meletus Pada Siswa SD Kelas 4 Dengan Menggunakan Metode Finite State Machine dan Fuzzy Sugeno. *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 13(2), 57-62.
- Najuah, dkk. (2022). *Game Edukasi: Strategi dan Evaluasi Belajar Sesuai Abad 21*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Oktavia, C. A., & Maulidi, R. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Reward Pada Game Edukasi Aku Bisa. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 17(2), 117.
- Partovi, T., & Razavi, M. R. (2019). The effect of game-based learning on academic achievement motivation of elementary school students. *Learning and Motivation*, 68(August), 101592.
- Ramadhani, R. Y., & Qoiriah, A. (2019). Implementasi Algoritma Fuzzy Sugeno sebagai Pendukung Keputusan dalam Penentuan Skor Akhir pada Game Edukasi Simple Nomic. *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, 1(01), 48–55.
- Schell, J. (2015). *The Art of Game Design* (2nd ed.). CRC Press.
- Sutojo, T., dkk. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Uno, H. B., & Lamatenggo, N. (2016). *Landasan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- We Are Social. (2022). *Digital 2022: Another Year Of Bumper Growth*. <https://wearesocial.com/uk/blog/2022/01/digital-2022-another-year-of-bumper-growth-2>. Diakses pada tanggal 26 Januari 2023.
- Wulan, E. R., & Rusdiana. (2014). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Pustaka Setia.

LAMPIRAN

A. Gambar Dokumentasi Pengujian Game



B. Gambar Dokumentasi Pengambilan Kuesioner



C. Hasil Pengambilan Kuesioner

Angket Tanggapan Siswa terhadap Game Edukasi Aritmatika

Nama : Aditya Oktavia
 Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan
 Umur : 12
 Kelas : 5A

Petunjuk:

- Bacalah pernyataan di bawah dengan seksama.
- Pilihlah salah satu jawaban yang sesuai dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom jawaban yang telah disediakan.

Keterangan:

STS : Sangat Tidak Setuju
 TS : Tidak Setuju
 N : Netral
 S : Setuju
 SS : Sangat Setuju

No.	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1.	Saya menyukai game ini sehingga akan memainkannya berkali-kali			✓		
2.	Saya merasa game ini terlalu rumit untuk dimainkan				✓	
3.	Saya merasa game ini mudah untuk mainkan					✓
4.	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memainkan game ini				✓	
5.	Saya menganggap tombol-tombol dan tampilan pada game berfungsi dengan baik			✓		
6.	Saya merasa game ini memiliki banyak ketidaksesuaian			✓		
7.	Saya merasa orang lain akan dapat memahami cara memainkan game ini dengan cepat				✓	
8.	Saya merasa game ini membingungkan					✓
9.	Saya merasa sangat percaya diri dalam memainkan game ini				✓	
10.	Saya merasa perlu belajar banyak hal sebelum memainkan game ini					✓

Angket Tanggapan Siswa terhadap Game Edukasi Aritmatika

Nama : Rifky S.P.
 Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan
 Umur : 12
 Kelas : 5.A.12

Petunjuk:

- Bacalah pernyataan di bawah dengan seksama.
- Pilihlah salah satu jawaban yang sesuai dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom jawaban yang telah disediakan.

Keterangan:

STS : Sangat Tidak Setuju
 TS : Tidak Setuju
 N : Netral
 S : Setuju
 SS : Sangat Setuju

No.	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1.	Saya menyukai game ini sehingga akan memainkannya berkali-kali				✓	
2.	Saya merasa game ini terlalu rumit untuk dimainkan		✓			
3.	Saya merasa game ini mudah untuk mainkan					✓
4.	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memainkan game ini		✓			
5.	Saya menganggap tombol-tombol dan tampilan pada game berfungsi dengan baik				✓	
6.	Saya merasa game ini memiliki banyak ketidaksesuaian		✓			
7.	Saya merasa orang lain akan dapat memahami cara memainkan game ini dengan cepat		✓			
8.	Saya merasa game ini membingungkan		✓			
9.	Saya merasa sangat percaya diri dalam memainkan game ini				✓	
10.	Saya merasa perlu belajar banyak hal sebelum memainkan game ini		✓			

Angket Tanggapan Siswa terhadap Game Edukasi Aritmatika

Nama : Muhammad Alvino Hafidz Salim
 Jenis Kelamin : Laki-Laki Perempuan
 Umur : 11
 Kelas : 5A

Petunjuk:

- Bacalah pernyataan di bawah dengan seksama.
- Pilihlah salah satu jawaban yang sesuai dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom jawaban yang telah disediakan.

Keterangan:

STS : Sangat Tidak Setuju
 TS : Tidak Setuju
 N : Netral
 S : Setuju
 SS : Sangat Setuju

No.	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS
1.	Saya menyukai game ini sehingga akan memainkannya berkali-kali				✓	
2.	Saya merasa game ini terlalu rumit untuk dimainkan	✓				
3.	Saya merasa game ini mudah untuk mainkan	✓				
4.	Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memainkan game ini		✓			
5.	Saya menganggap tombol-tombol dan tampilan pada game berfungsi dengan baik					✓
6.	Saya merasa game ini memiliki banyak ketidaksesuaian	✓				
7.	Saya merasa orang lain akan dapat memahami cara memainkan game ini dengan cepat					✓
8.	Saya merasa game ini membingungkan	✓				
9.	Saya merasa sangat percaya diri dalam memainkan game ini					✓
10.	Saya merasa perlu belajar banyak hal sebelum memainkan game ini			✓		