

**GAME PEMBELAJARAN KOSAKATA BAHASA ARAB
DENGAN LOGIKA *FUZZY INTERVAL TYPE-2*
SEBAGAI PENENTU PERGERAKAN NPC
(*NON PLAYER CHARACTER*)**

SKRIPSI

Oleh:
LAILIATUS SANIAH
NIM. 15650057



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**GAME PEMBELAJARAN KOSAKATA BAHASA ARAB DENGAN
LOGIKA FUZZY INTERVAL TYPE-2 SEBAGAI PENENTU
PERGERAKAN NPC (NON PLAYER CHARACTER)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh:

LAILIATUS SANIAH

NIM. 15650057

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

**GAME PEMBELAJARAN KOSAKATA BAHASA ARAB DENGAN
LOGIKA FUZZY INTERVAL TYPE-2 SEBAGAI PENENTU
PERGERAKAN NPC (NON PLAYER CHARACTER)**

SKRIPSI

Oleh :
LAILIATUS SANIAH
NIM. 15650057

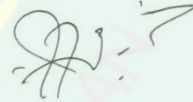
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 7 Juni 2019

Dosen Pembimbing I



Dr. Muhammad Faisal, MT
NIP. 1974501 200501 1 007

Dosen Pembimbing II



Khadijah F.H. Holle, M.Kom
NIDT. 19900626201608012077

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




Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

GAME PEMBELAJARAN KOSAKATA BAHASA ARAB DENGAN LOGIKA *FUZZY INTERVAL TYPE-2* SEBAGAI PENENTU PERGERAKAN NPC (*NON PLAYER CHARACTER*)

SKRIPSI

Oleh:
LAILIATUS SANIAH
NIM. 15650057

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Pada Tanggal 7 Juni 2019

Susunan Dewan Penguji

- | | | |
|-----------------------|---|---|
| 1. Penguji Utama | : | <u>Fachrul Kurniawan, M.MT</u>
NIP. 19771020 200912 1 001 |
| 2. Ketua Penguji | : | <u>Ainatul Mardhiyah, M.Cs</u>
NIDT. 19860330 20160801 2 075 |
| 3. Sekretaris Penguji | : | <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u>
NIP. 19740510 200501 1 007 |
| 4. Anggota Penguji | : | <u>Khadijah F.H. Holle, M.Kom</u>
NIDT. 19900626201608012077 |

Tanda tangan

()
()
()
()

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




Dr. Cahyo Crysdiyan
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lailiatus Saniah

NIM : 15650057

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Infomatika

Judul Skripsi : *Game Pembelajaran Kosakata Bahasa Arab Dengan*

Logika Fuzzy Interval Type-2 Sebagai Penentu Pergerakan NPC (Non Player Character)

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

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

Malang, 22 Mei 2019

Yang membuat pernyataan,



Lailiatus Saniah
NIM. 15650057

HALAMAN MOTTO



“You don’t have to be great to start, but you have to start to be great.”- Zig zagler

HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kupersembahkan karya kecilku ini untuk orang - orang yang kusayangi

Terima kasih kepada orang tua saya yang tidak pernah lelah mendukung dan mendoakan. Selalu mendidik dan mengajarkan segala macam nilai-nilai agama dalam kehidupan. Teruntuk pula adikku dan kembaranku yang selalu memotivasi dengan iringan canda dan tawa dalam suka dan duka. Tak lupa terima kasih kepada sahabat-sahabat seperjuangan keluarga Teknik Informatika Interface 2015 serta keluarga besar Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberikan support, motivasi disaat down, dan hiburan saat jenuh.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang kami beri Judul “Game Pembelajaran Kosakata Bahasa Arab Dengan Logika Fuzzy Interval Type-2 Sebagai Penentu Pergerakan Npc (Non Player Character)”. Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu syarat untuk bisa menempuh ujian sarjana komputer pada Fakultas Sains dan Teknologi (FSAINTEK) Program Studi Teknik Informatika di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crysdian, Selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Muhammad Faisal, M.T, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Khadijah F.H. Holle, M.Kom, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.

6. Fachrul Kurniawan, M.MT, Selaku Dosen penguji yang senantiasa memberikan banyak saran untuk kebaikan penulis.
7. Ainatul Mardhiyah, M.Cs, Selaku Dosen penguji yang senantiasa memberikan banyak saran untuk kebaikan penulis.
8. Orang tua tercinta yang telah banyak memberikan doa dan dukungan kepada penulis secara moril maupun materil hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Adik-adik tercinta juga anggota keluarga dan kerabat yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
10. Teman-teman Teknik Informatika Interface 2015 yang senantiasa memberi motivasi dan berjuang bersama selama menjadi mahasiswa.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

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

Malang, 6 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
المخلص.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II STUDI PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terkait	7
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Game	9
2.2.2. Non Player Character (NPC)	12
2.2.3. Unity 3D.....	12

2.2.4.	Bahasa Arab	13
2.3.	Logika <i>Fuzzy</i>	14
2.2.5.	Himpunan <i>Fuzzy</i>	15
2.2.6.	Fungsi Keanggotaan.....	16
2.2.7.	Operator <i>Fuzzy</i>	16
2.2.8.	Struktur Dasar Logika <i>Fuzzy</i>	17
2.2.9.	Algoritma <i>Fuzzy Type-2</i>	18
2.4.	Perhitungan Persentase	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1.	Analisis dan Perancangan.....	24
3.1.1.	Keterangan Umum <i>Game</i>	24
3.1.2.	<i>Storyline</i>	25
3.1.3.	<i>Layout</i> Aplikasi	28
3.1.4.	Deskripsi Karakter dan Objek.....	30
3.1.5.	FSM.....	35
3.1.6.	Perangkat yang Digunakan Dalam Perancangan <i>Game</i>	35
3.1.7.	Sumber Asset dan Audio yang Digunakan	36
3.2.	Perancangan <i>Fuzzy Type-2</i>	36
3.3.1.	Variabel <i>Fuzzy</i>	37
3.3.2.	Nilai Linguistik	37
3.3.3.	<i>Fuzzyfikasi</i>	38
3.3.4.	Proses Penentuan <i>Rule Base</i>	44
3.3.5.	Reduksi Tipe (<i>Type-Reduction</i>)	47
3.3.6.	Defuzzifikasi	48
3.3.7.	Contoh Perhitungan.....	48
3.3.	Rencana Pengujian	67

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.1. Implementasi	68
4.1.1. Implementasi Perangkat yang Digunakan Dalam Uji Coba	68
4.1.2. Implementasi Antarmuka Game	69
4.1.3. Implementasi Karakter dan Objek yang Digunakan	76
4.1.4. Implementasi <i>Fuzzy Type-2</i>	79
4.2. Pengujian Aplikasi	87
4.2.1. Pengujian Logika <i>Fuzzy Type-2</i>	87
4.3. Integrasi Sains Islam	92
BAB V PENUTUP.....	96
5.1. kesimpulan.....	96
5.2. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perilaku NPC (Kim dkk, 2006)	12
Gambar 2.2 Struktur Dasar Logika <i>Fuzzy</i> (Mendel dkk, 2006).....	17
Gambar 2.3 Sistem Logika <i>Fuzzy Type-2</i> (Mendel dkk, 2006)	19
Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Interval <i>Type-2</i>	20
Gambar 3.1 Karakter Utama	30
Gambar 3.2 NPC Musuh	30
Gambar 3.3 NPC Musyrifah	31
Gambar 3.4 Koin Emas	31
Gambar 3.5 Peti Emas.....	32
Gambar 3.6 Kunci Peti.....	32
Gambar 3.7 Item Buah - buahan	32
Gambar 3.8 FSM.....	35
Gambar 3.9 Perancangan Logika <i>Fuzzy Type-2</i>	37
Gambar 3.10 Grafik <i>Input</i> Variabel Jarak.....	38
Gambar 3.11 <i>Input</i> Variabel Kesehatan NPC	40
Gambar 3.12 Grafik <i>Input</i> Variabel Amunisi	42
Gambar 4.1 Menu Utama.....	69
Gambar 4.2 Panel Mulai Permainan	70
Gambar 4.3 Panel Cara Bermain.....	70
Gambar 4.4 Panel Tentang.....	71
Gambar 4.5 Panel Pengaturan	71
Gambar 4.6 Panel <i>Input</i> Nama Pemain	72
Gambar 4.7 Level 1 (silsilah keluarga)	73
Gambar 4.8 Antarmuka Level 2.....	73
Gambar 4.9 Panel Pause.....	74
Gambar 4.10 Panel <i>Game Over</i>	74
Gambar 4.11 Panel Kuis	75
Gambar 4.12 Panel Skor	76
Gambar 4.13 <i>Output</i> NPC Musuh pada <i>Game</i>	87
Gambar 4.14 Output Simulasi pada Matlab	88
Gambar 4.15 Lanjutan Output Simulasi pada Matlab.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Storyboard</i>	25
Tabel 3.2 <i>Layout Game</i>	28
Tabel 3.3 Daftar Kosakata Bahasa Arab	33
Tabel 3.4 Rule <i>Base</i>	44
Tabel 3.5 Nilai Fungsi Keanggotaan Jarak	61
Tabel 3.6 Nilai Fungsi Keanggotaan Amunisi	61
Tabel 3.7 Nilai Fungsi Keanggotaan Kesehatan NPC	61
Tabel 3.8 Tabel Perhitungan Reduksi Bagian 1	61
Tabel 3.9 Tabel Perhitungan Reduksi Bagian 2	65
Tabel 4.1 Karakter dan Objek	76
Tabel 4.2 Pengujian Logika <i>Fuzzy Type-2</i>	90

ABSTRAK

Saniah, Lailiatu. 2019. ***Game Pembelajaran Kosakata Bahasa Arab Dengan Logika Fuzzy Interval Type-2 Sebagai Penentu Pergerakan NPC (Non Player Character)***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T. (II) Khadijah F.H. Holle, M.Kom.

Kata Kunci : *Fuzzy Type-2, Bahasa Arab, Unity, Game, Pembelajaran, Non Player Character, Matlab.*

Pembelajaran kosakata Bahasa Arab pada usia dini adalah hal yang sangat penting, karena Bahasa Arab merupakan pintu masuk utama manusia dalam memahami semua ajaran islam yang ada dalam Al'Quran. Berangkat dari pentingnya belajar Bahasa Arab dibangunlah sebuah *game* 3D yang bersifat edukatif. *Game* adalah media hiburan yang banyak diminati semua tingkat usia. Kualitas *game* dilihat dari beberapa hal, baik dari kecerdasan buataannya, tema yang diberikan, dan lain sebagainya. Agar menghasilkan perilaku NPC (*Non Player Character*) yang cerdas ditambahkan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). Penggunaan kecerdasan buatan pada perilaku NPC dilakukan dengan penambahan logika khusus sesuai dengan perilaku yang diharapkan.

Penelitian ini membahas perubahan perilaku NPC (*Non Player Character*) yang diatur oleh *Fuzzy Interval Type-2* untuk menghasilkan keputusan perilaku NPC yang variatif. Dalam penelitian ini, digunakan 3 input variabel jarak, kesehatan, dan amunisi dengan menghasilkan 4 *output* perilaku yaitu mengejar, menghindari, menembak, dan berjaga. Pengujian pada *game* ini, dilakukan menggunakan *toolbox fuzzy* pada Matlab. *Game* ini dibuat agar dapat dijadikan salah satu media belajar kosakata Bahasa Arab yang menarik untuk siswa sekolah dasar kelas 4 SD/MI. Penelitian ini membuktikan bahwa *Fuzzy Interval Type-2* dapat diimplementasikan pada *game* yang dibangun, dan menghasilkan rata-rata persentase variabel *output* yaitu berjaga sebesar 20%, menghindari 26.66%, menembak 30%, dan mengejar sebesar 23.33%.

ABSTRACT

Saniah, Lailiatas. 2019. *Arabic Language Vocabulary Learning Game With Type-2 Fuzzy Interval Logic As A Determinant of NPC Movement (Non Player Character)*. Essay. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim of Malang. Counselor: (I) Dr. Muhammad Faisal, M.T. (II) Khadijah F.H. Holle, M.Kom.

Keyword : Fuzzy Type-2, Arabic Language, Unity, Game, Learning, Non Player Character, Matlab.

Learning Arabic vocabulary at an early age is very important, because Arabic is the main entrance for humans in understanding all Islamic teachings in Al-Qur'an. Starting from the importance of learning Arabic, an educative 3D game was created. Games are entertainment media that are in great demand by all ages. Game quality is seen from several aspects, from artificial intelligence, themes given, and others. In order to produce intelligent behavior of NPC (Non Player Character), Artificial Intelligence (AI) is implemented. Use of artificial intelligence on NPC behavior by adding special logic according to the desired behavior.

This study discusses the change in behavior of NPC (Non Player Character) which is governed by Fuzzy Interval Type-2 to produce varied NPC behavior decisions. In this study, 3 variable inputs were used, namely distance, health, and ammunition by producing 4 behavioral outputs namely chasing, avoiding, shooting, and guarding. Testing on this game uses the fuzzy toolbox in Matlab. This game is made so that it can be used as one of the interesting Arabic vocabulary learning media for 4th grade elementary / MI elementary school students. This study proves that Fuzzy Interval Type-2 can be implemented in the game that was built, and produces an average percentage of output variables, namely guarding 20%, avoiding 26.66%, shooting 30%, and chasing 23.33%.

الملخص

الثانية، ليلة. ٢٠١٩. **اللعبة لتعلم المفردات العربية بمنطق فازي نوع-**
٢ كضبط الحركة. NPC (Non Player Character) **البحث الجامعي.** قسم
هندسة المعلوماتية لكلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة مولانا مالك
إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانق. المشرف : (١) الدكتور محمد
فيصل، الماجستير. (٢) خديجة ف. ه. هولي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية : فازي نوع-٢، لغة العربية، وحدة، لعبة، تعلم، Non
Player Character، مختبر المصفوفة.

تعليم المفردات العربية لسن الطفولة المبكرة أمر هام، لأن العربية
المدخل الرئيسي لفهم شريعة الإسلامية في القرآن كافة. بأسس مهمة
التعلم العربية بني اللعبة^٣ ادي المتعلم. اللعبة وسيلة التسلية التي يرغب
فيه كل الأعمار. الممكن نتحري عن نوعية اللعبة كثيرة، يعني من ناحية
ذكاء الإصطناعي، الموضوع، وغيرهما. يزداد الذكاء الإصطناعي أو
Artificial Intellegence (AI) لنيل صفة NPC (Non Player Character) الذكي.
إستخدام الذكاء الإصطناعي في صفة NPC بطريق الزيادة المنطقة
الخاصة المناسبة بصفة الحسبان.

يشرح هذا البحث عن تغيير صفة NPC (Non Player Character) و فازي
الفاصلة نوع-٢ كمرتبته لحصول صفة NPC المتنوعة. يستخدم ٣ إدخال
في هذا البحث، متغير المسافة والصحة والذخيرة وتتجب ٤ إخراج
الحركة هي لحاق ومراوع وهجوم ويقظ. التجريب في هذه اللعبة يحقق
بفازي الأدوات في مختبر المصفوفة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahasa adalah alat berkomunikasi antar manusia di kehidupan sehari-hari. Bahasa dipelajari supaya seseorang bisa berkomunikasi dengan benar dan baik. Bahasa hakikatnya digunakan para pemakai sebagai pembawa pesan yang akan disampaikan kepada orang lain.

Bagi umat Islam, Bahasa Arab memiliki peranan yang sangat penting karena Bahasa Arab adalah bahasa persatuan bagi umat muslim. Proses berkembangnya Bahasa Arab di dunia juga dipengaruhi oleh penyebaran agama Islam dimana sumber ajarannya diambil dari Al-Qur'an serta *As-Sunnah* yang menggunakan Bahasa Arab. Maka dari itu, mempelajari Bahasa Arab merupakan suatu kewajiban umat muslim di seluruh dunia. Bagi seorang muslim, Bahasa Arab sangat penting dipelajari untuk membentuk dan meningkatkan kualitas iman terhadap pemahaman ajaran agama Islam.

Dalam ayat Al-Quran surat An-Nahl ayat 103 mengenai Al-Quran yang dalam Bahasa Arab yang terang:

وَلَقَدْ نَعْلَمُ أَنَّهُمْ يَقُولُونَ إِنَّمَا يُعَلِّمُهُ بَشَرٌ لِّسَانُ الَّذِي يُلْحِدُونَ إِلَيْهِ أَعْجَمِيٌّ وَهَذَا لِسَانٌ عَرَبِيٌّ مُبِينٌ

Artinya :

“Dan sesungguhnya Kami mengetahui bahwa mereka berkata: “Sesungguhnya Al Quran itu diajarkan oleh seorang manusia kepadanya (Muhammad).” Padahal bahasa orang yang mereka tuduhkan (bahwa) Muhammad belajar kepadanya bahasa ‘Ajam, sedang Al Quran adalah dalam Bahasa Arab yang terang. (An Nahl: 103)”

Berdasarkan ayat Al-Quran surat An Nahl ayat 103, Bahasa Arab adalah bahasa yang terang. Bahasa Arab merupakan pintu masuk utama manusia dalam memahami semua pembelajaran islam yang ada didalam Al'Quran. Dengan mengerti serta memahami Bahasa Arab manusia tidak akan tersesat dalam memahami arti yang terkandung dalam Al-Quran.

Di Indonesia sendiri proses pengajaran Bahasa Arab rata-rata masih dengan cara ceramah dan hanya menggunakan buku panduan belajar Bahasa Arab, tanpa disertai media belajar yang bisa meningkatkan antusias siswa saat belajar Bahasa Arab. Sehingga kemampuan Bahasa Arab sejumlah siswa masih rendah, rata-rata masalah siswa adalah belum hafal dengan mufrodad dasar Bahasa Arab. Untuk itu dibutuhkan suatu media yang dapat memotivasi belajar siswa dan membimbing siswa untuk belajar mufrodad – mufrodad Bahasa Arab dengan antusias.

Hasil studi kasus pada siswa kelas VIII MTsN Yogyakarta II menunjukkan motivasi belajar Bahasa Arab masih rendah. Hasil tersebut didapatkan berdasarkan jawaban siswa dari beberapa soal angket yang disebar. Beberapa faktor yang mempengaruhi rendahnya motivasi dalam belajar Bahasa Arab adalah:

- a. Latar belakang pendidikan siswa yang mayoritas dari SD.
- b. Rasa ingin tahu siswa yang besar terhadap Bahasa Arab kurang didukung dengan sikap dan usaha untuk mencapai tujuan dalam pembelajaran Bahasa Arab.
- c. Sarana dan media pembelajaran yang masih sederhana.
- d. Variasi dalam penyampaian materi kurang diminati siswa. (Baroroh, 2012)

Berdasarkan penelitian pada siswa VIII MTsN Yogyakarta II menunjukkan minat siswa dalam mempelajari Bahasa Arab masih kurang dikarenakan penyajian materi yang masih monoton dan sederhana. Salah satu media belajar yang menarik serta dapat diterima oleh anak-anak adalah *game*. Di era modern ini banyak sekali anak – anak, hingga dewasa yang bermain *game*. Sifat *game* yang kolaboratif, membuat kecanduan, memotivasi dan menyenangkan membuat aktivitas bermain *game* ini digemari oleh banyak orang. Karakteristik permainan inilah dapat dimanfaatkan untuk media pembelajaran. *Game* sendiri memiliki banyak jenis, salah satu jenis *game* adalah *game* edukasi. *Game* ini memancing minat belajar pemain pada suatu mata pelajaran. Sehingga setelah bermain *game* pemain tidak hanya mendapat hiburan saja, namun juga mendapatkan ilmu.

Sebuah permainan akan menarik dan menghibur untuk dicoba jika cerita pada *game* tersebut berisi berbagai tantangan. Perubahan perilaku tersebut dapat membuat rasa penasaran pemain. Logika yang bisa digunakan untuk mengambil keputusan untuk perubahan perilaku NPC agar permainan lebih menarik adalah logika *Fuzzy Interval Fuzzy Type-2*. *Fuzzy Interval Fuzzy Type-2* adalah algoritma yang mampu mengatasi ketidakpastian dalam mengambil sebuah keputusan. *Fuzzy Interval Tipe-2* merupakan pengembangan dari sistem logika *fuzzy Tipe-1* yang bertujuan untuk memperbaiki logika *Fuzzy Tipe-1*. *Fuzzy Interval Tipe-2* dapat mengakomodasi ketidakpastian dan ketidakpresisian data lebih baik dibandingkan *Fuzzy Tipe-1* (Agung & Arifin). *Fuzzy Tipe-2* mempunyai performa lebih bagus dibandingkan dengan *Fuzzy Tipe-1* (Mendel dkk, 2006). *Fuzzy Interval Tipe-2* juga mempunyai komputasi yang mudah diatur dan diimplementasikan secara matematis.

Dilihat dari pentingnya Bahasa Arab sebagaimana telah dijelaskan diatas dan manfaat *game* serta keunggulan dari *Fuzzy interval Tipe-2* maka pada skripsi ini dibuat sebuah ***Game Pembelajaran Kosakata Bahasa Arab Dengan Logika Fuzzy Interval Type-2 Sebagai Penentu Pergerakan NPC (Non Player Character)*** Diharapkan *game* ini dapat menjadi media pembelajaran yang efektif dan menarik.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dipaparkan, maka pertanyaan penelitian yang akan diangkat adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan logika *Fuzzy Interval Type-2* pada game pembelajaran kosakata Bahasa Arab untuk mengatur pergerakan NPC (*Non Player Character*) ?
2. Berapakah persentase rata-rata perilaku NPC musuh yang dihasilkan setelah diberikan logika *Fuzzy Interval Type-2* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengimplementasikan logika *Fuzzy Interval Type-2* pada game pembelajaran kosakata Bahasa Arab untuk mengatur pergerakan NPC (*Non Player Character*).
2. Untuk mengetahui persentase rata-rata perilaku NPC musuh yang dihasilkan setelah diberikan logika *Fuzzy Interval Type-2*.

1.4 Batasan Masalah

Pembahasan pada penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal berikut:

1. Materi Bahasa Arab yang dimasukkan kedalam *game* bersumber dari Buku Siswa Bahasa Arab Kurikulum 2013 kelas 4.
2. Logika *fuzzy interval type-2* digunakan untuk penentu pergerakan NPC.
3. Pada *game* ini digunakan 3 variabel input dan 4 variabel output.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai salah satu sarana belajar kosataka Bahasa Arab dalam pembelajaran kosakata Bahasa Arab. Sehingga tidak hanya hiburan saja yang didapat, namun ilmu juga didapatkan setelah bermain *game*.

1.6 Sistematika Penulisan

Uraian dalam laporan skripsi penulis menyusun dengan urutan penulisan seperti berikut ini:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada pendahuluan ini, berisi tentang latar belakang, pernyataan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi tentang materi yang berhubungan dengan permasalahan penelitian dari *game* yang akan dibuat, selanjutnya digunakan pada bagian pembahasan dan sebagai dasar dalam pembuatan sistem.

BAB III :METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisikan tentang perancangan sebuah *game* 3D meliputi metode penelitian yang digunakan, perancangan *game* 3D yang akan dibuat.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dan perancangan berisikan tentang analisa sistem aplikasi dan perancangannya

BAB V : PENUTUPAN

Didalam bab terakhir ini, berisi kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil yang telah didapatkan dari pembahasan.



BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Berikut penelitian yang terkait dengan penelitian, yaitu:

1. Penelitian oleh Bambang Riyanto dan Wakhyu Dwiono. Jurusan teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, Program Studi Teknik Elektro FT Universitas Muhammadiyah Purwokerto (2006) dengan judul “Sistem Kendali *Fuzzy* Bertipe-2 Interval dengan Struktur Adaptif Beracuan Model”. Penelitian ini menyajikan rancangan dan implementasi struktur pengendali adaptif beracuan model. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pengendalian logika *fuzzy* bertipe-2 pada penelitian ini memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan pengendali adaptif bertipe-1.
2. Penelitian dari Yunifa M Arif, Fachrul Kurniawan, Fressy Nugroho. Jurusan Teknik Informatika, UIN Malang (2011) “Desain Perubahan pada *NPC Game* Menggunakan Logika *Fuzzy*”. Pada Penelitian ini, menerangkan bagaimana menerapkan logika *fuzzy* pada NPC. Pada penelitian ini terdapat dua *NPC* yang akan diterapkan logika *fuzzy* yaitu *NPC Scout* dan *NPC Sniper*. Model *fuzzy* yang digunakan adalah Sugeno dengan dua variabel yaitu jumlah amunisi dan kesehatan. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa *fuzzy* bisa digunakan untuk membuat pergerakan NPC bervariasi sesuai dengan variabel input.
3. Penelitian oleh Agung Wibowo Teknik Informatika STMIK Nusa Mandiri Sukabumi (2015) yang berjudul “Uji Komparasi Perhitungan

Indeks Masa Tubuh (IMT) Menggunakan *Type-1 Fuzzy Logic* dan Interval *Type-2 Fuzzy Logic Metode Mamdani*". Penelitian ini melakukan uji komparasi antara T1FL dengan IT2FL. Hasil pengujian menggunakan *sampling* data primer diketahui perhitungan menggunakan IT2FL lebih baik dari T1FL dalam menentukan indeks masa tubuh dimana 6 dari 10 hasil pengujian menunjukkan nilai lebih kecil dari T1FL dan untuk pembacaan hasil menunjukkan bahwa 6 dari 10 memberikan hasil pembacaan yang sama dengan hasil pembacaan menggunakan perhitungan IMT manual.

4. Penelitian oleh Gita Fadila Fitriana, Husnawati, Siti Nurmaini. Jurusan Magister Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya (2016) dengan judul "*Robot Swarm Leader Follower Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy Interval Tipe 2*". Penelitian ini membahas tentang implementasi Algoritma Logika Fuzzy Interval Tipe 2 pada pergerakan kontrol formasi robot *leader follower*. Robot bergerak secara beriringan, dimana robot dibelakang disebut robot *follower* dan robot pemimpin disebut robot *leader*. Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa metode yang diterapkan pada robot *swarm leader follower* menggunakan algoritma LFIT 2 lebih baik dari algoritma Logika Fuzzy Type (LFT) 1.
5. Penelitian oleh Andry Meylani, Ade Silva, Ciksadan. Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang (2017) dengan judul "*Perbandingan Kinerja Sistem Logika Fuzzy Type-1 dan Interval Type-2 pada Aplikasi Mobile Robot*".

Penelitian ini membahas tentang perbandingan antara logika *fuzzy Type-1* dan *Fuzzy Type-2* pada aplikasi robot swarm. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa *type-1* memiliki struktur matematis yang sederhana, sedangkan pada *type-2* sebaliknya. Namun, *type-1* tidak mempunyai kemampuan menangani tingkat ketidakpastian yang kompleks seperti yang dapat dilakukan oleh *type-2*. Perbedaan tersebut sangat jelas, mengingat pada *type-2* terdapat proses reduksi untuk memperoleh hasil dari nilai ketidakpastian tersebut. Dari semua yang dijelaskan menunjukkan bahwa *type-2* lebih kompleks dan lebih baik dalam mengimplementasikan logika *fuzzy* pada aplikasi *mobile robot*.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Game

Game memiliki arti permainan, jika diterjemahkan kedalam bahasa Indonesia. Permainan biasanya semata-mata dilakukan hanya untuk mendapatkan hiburan ataupun digunakan sebagai alat pendidikan. Permainan adalah kegiatan yang kompleks yang didalamnya terdapat aturan (Wicaksana, 2014). *Game* ada yang dimainkan sendiri, dalam tim, atau *online*. Berdasarkan representasi tampilannya, *game* dibagi menjadi 2 jenis yaitu 3 dimensi (3D) dan *game* 2 dimensi (2D).

Teori permainan ditemukan oleh John Von N and Oscar M, menurutnya *game* dibuat dengan kumpulan aturan-aturan yang membentuk suasana persaingan dari dua hingga beberapa orang untuk memaksimalkan kemenangan sendiri. Aturan – aturan tersebut memberikan kemungkinan perilaku untuk setiap *player*.

Menurut buku “*Fundamentals of Game Design*” ada beberapa jenis *game*, antara lain :

a. RPG (*Role Playing Game*)

Pada jenis *game* ini, pemain akan diperkenankan untuk memilih satu karakter untuk dimainkannya. Ketika pemain berhasil menyelesaikan misinya dan naik ke level selanjutnya maka pemain dapat meningkatkan kemampuannya juga dapat mendapatkan senjata tambahan, nyawa tambahan, maupun skor tambahan sesuai dengan *game* yang dimainkannya.

b. Action

Game ini memiliki jumlah peminat yang paling banyak. Tema dari *game* jenis ini berupa tantangan. Contohnya saja *game* FPS dimana pada permainan jenis ini dibutuhkan kecepatan dan refleksi. Pada permainan ini, pemain seperti sedang berada di situasi tersebut.

c. Adventure

Pada *game* ini, pemain diajak untuk melakukan petualangan untuk menjelajahi suatu alam permainan tersebut untuk dapat menyelesaikan misi dari *game* tersebut. Pada *game* petualangan biasanya tersedia mode bebas dan mode misi.

d. Puzzle

Game puzzle biasanya memiliki aturan yaitu karakter diharuskan memecahkan suatu masalah ataupun sebuah *game* teka-teki seperti menyusun balok, menemukan pola, melewati labirin, maupun mencari kesamaan sebuah benda. Pada *game* puzzle ini juga bisa bersifat edukasi dan petualangan.

e. Online Game

Game ini membutuhkan sebuah koneksi ke sebuah server dari *game* tersebut. Dan kebanyakan jenis dari *game online* ini berupa *multiplayer game* dimana antar pemain akan terhubung pada sebuah jaringan.

f. Strategi

Pada *game* ini, dibutuhkan kemampuan berfikir dan organisasi. Dimana dalam permainan dibutuhkan strategi yang baik untuk memenangkan misinya. *Game* strategi dibagi menjadi 2, *Turn Base Strategy* dan *real Time Strategy*. Pada *game* RTS, para pemain diharuskan membuat sebuah keputusan guna mengimbangi pihak lawan sehingga menimbulkan serangkaian kejadian dalam waktu yang sebenarnya. Sedangkan pada *game* TBS, taktik dijalankan secara bergantian antara pemain dan lawannya.

g. Sport

Game olahraga ini memvisualisasikan berbagai aspek dari olahraga atletik nyata maupun imajiner. Contohnya pada *game* PES (*Pro Evolution Soccer*), dimana *player* dapat memilih berbagai jenis permainan, mulai dari memainkan sebuah tim, memainkan menjadi seorang pemain bola, maupun bisa menjadi seorang pelatih dalam suatu tim.

h. CMS (*Construction and Management Simulation*)

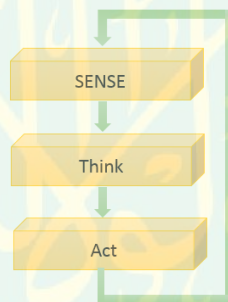
Pada jenis *game* ini, hal yang ditekankan adalah bagaimana proses-proses yang dilalui oleh seorang pemain. Apabila pemain mengerti dan mengatur proses yang ada dalam permainan tersebut semakin sukses sesuatu yang ia bangun.

(Adams, 2014).

2.2.2. *Non Player Character* (NPC)

Karakter NPC merupakan karakter permainan video yang dikendalikan oleh kecerdasan buatan *game* (AI) dan bukan oleh *player*. Karakter NPC ini menggambarkan karakter yang berinteraksi dengan *player* disepanjang permainan. NPC ada yang berkarakter sebagai musuh dan juga non musuh. NPC adalah objek yang tidak diatur oleh *player*, melainkan NPC akan bergerak secara otomatis terkendali oleh komputer (Aristantia, 2016).

Pada dasarnya NPC memiliki perilaku 3 tahap mengulangi perilaku dalam sebuah permainan yaitu rasa, pikiran, dan aksi (Kim dkk, 2006). Seperti yang terlihat Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Perilaku NPC (Kim dkk, 2006)

2.2.3. Unity 3D

Unity3D merupakan salah satu *game engine* yang terintegrasi dan dapat digunakan untuk membuat sebuah video permainan atau konten lain contohnya seperti visualisasi arsitektur atau animasi yang bersifat *real-time* dalam bentuk 2D ataupun 3D (Aristantia, 2016). *Game Engine* ini dapat menggunakan beberapa bahasa diantaranya *framework Monodevelop*, C#, JavaScript dan Python. Pada Unity pengguna dapat membuat *game* berbasis 3D dan 2D. Unity memiliki sistem navigasi yang bebas dalam membuat *game*. Seperti saat menggunakan Blender 3D. Didalam Unity3D pengguna dapat menggolongkan *asset*, animasi, tekstur,

suara serta dapat mengimport model 3D dari aplikasi modeler lainnya seperti Blender.

Selain dapat digunakan secara gratis, Unity3D juga memudahkan pengguna dalam membuat sebuah *game3D* dengan mudah dan cepat, pengguna dapat dengan mudah mengunduh *asset* gratis maupun yang berbayar di *asset store*. Beberapa fitur Unity3D diantaranya : *Asset Store, Scripting, Asset Tracking, Platforms, Physics, Rendering* (Aristantia, 2016)

2.2.4. Bahasa Arab

Bahasa adalah media komunikasi antar manusia. Salah satu bahasa yang ada didunia adalah Bahasa Arab. Di Indonesia sendiri, Bahasa Arab sudah dikenal sejak lama. Walaupun demikian, perkembangan Bahasa Arab di Indonesia tidak secepat bahasa asing lainnya seperti bahasa Inggris. Bahasa Arab merupakan bahasa kitab Al-Quran dan tuntunan agama umat islam seluruh dunia, oleh karena itu Bahasa Arab merupakan bahasa yang paling besar signifikansinya bagi milyaran muslim seluruh dunia. Diantara bahasa-bahasa didunia, Bahasa Arab menjadi bahasa tertua dan sudah lama digunakan di dunia. Bahasa Arab digunakan sebagai Bahasa kedua di sebagian negara islam . (Nurbayan, 2008).

Bahasa Arab sebagai bahasa yang Allah gunakan untuk menyampaikan wahyu-Nya untuk manusia. Seperti yang dijelaskan pada surat Thoha ayat 113:

وَكَذَلِكَ أَنْزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا وَصَرَّفْنَا فِيهِ مِنَ الْوَعِيدِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ أَوْ يُحْدِثُ لَهُمْ ذِكْرًا

Artinya :

“Dan demikianlah Kami menurunkan Al Quran dalam Bahasa Arab, dan Kami telah menerangkan dengan berulang kali, di dalamnya sebahagian dari ancaman,

agar mereka bertakwa atau (agar) Al Quran itu menimbulkan pengajaran bagi mereka.” (Thoha: 113)

Penulisan Bahasa Arab juga sangat berbeda dengan yang lainnya. Penulisan dimulai dari kanan dan nada ketentuan tersendiri untuk menulisnya. Terdapat 29 huruf hijaiyah yang digunakan untuk menyusun kalimat dengan Bahasa Arab.

2.3. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* menurut bahasa dapat didefinisikan seperti kabur atau samar yang memiliki arti bahwa suatu nilai bisa benar maupun salah secara bersamaan. Logika kabur adalah kebalikan dari logika tegas. Logika tegas mempunyai dua himpunan: himpunan iya (0) dan tidak (1), sedangkan logika *fuzzy* mempunyai nilai antara 0 sampai 1. Nilai kebenaran serta kesalahan bergantung pada bobot keanggotaan yang dimiliki. Logika *fuzzy* ini muncul di tahun 1965 ditemukan seorang ilmuwan bernama Lotfi A. Z dia merupakan professor dari Universitas California di Berkley dari makalah yang dibuatnya dengan judul “*Fuzzy Sets*”. Tujuan “logika *fuzy*” adalah membuat komputer berjalan seperti layaknya logika pada manusia serta menghilangkan batas diantara manusia dengan kemampuan komputer (Pandjaitan, 2007).

Logika *fuzzy* ini memberikan mekanisme untuk mewakili ukuran variabel linguistik contohnya seperti “buruk”, “sangat buruk”, “baik”. Contohnya saja seseorang dengan berat 65kg dapat dikatakan gemuk sedangkan nilai dibawah itu dikatakan tidak gemuk untuk kasus biner. Contohnya, jika gemuk didefinisikan dengan berat 65kg maka berat 64,9 kg akan dianggap tidak gemuk oleh perhitungan komputer. Jika menggunakan logika *fuzzy*, nilai 64,9 kg dapat

dikatakan gemuk namun memiliki bobot keanggotaan tertentu. Berikut alasan kenapa banyak peneliti menggunakan *fuzzy*, diantaranya:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
5. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami (Widodo & Handayanto, 2012).

2.2.5. Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan himpunan yang mengandung elemen yang mempunyai derajat keanggotaan. Didalam himpunan *fuzzy* terdapat 2 atribut yaitu numeris serta atribut linguistik:

1. Linguistik, merupakan penamaan grub yang mewakili keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami seperti : tidak sehat, sehat, kurang sehat, sakit.
2. Numeris, adalah suatu nilai (angka) yang menunjukkan nilai dari suatu variabel seperti: 15,20,30, dan lain - lain (Pandjaitan, 2007).

Beberapa hal yang perlu dimengerti dalam mempelajari sistem *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *fuzzy*, adalah variabel yang dibahas pada suatu sistem *fuzzy*.
Contohnya: umur, kecepatan, suhu, dan sebagainya.
2. Himpunan *fuzzy*, adalah grub yang mewakili kondisi tertentu pada suatu variabel *fuzzy*. Contohnya: variabel umur dibagi menjadi 2 himpunan *fuzzy* yaitu tua dan muda.
3. Semesta pembicaraan, adalah keseluruhan nilai yang dibolehkan untuk digunakan dalam suatu variabel *fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif, adakalanya bernilai tak terhingga.
Contoh : Semesta variabel suhu $[-15 \ 80]$.
4. Domain himpunan, adalah keseluruhan nilai yang dibolehkan pada semesta pembicaraan serta diperbolehkan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contohnya : kecil $[0 \ 15]$, sedang $[10,30]$, besar $[25 \ 50]$.

2.2.6. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menampilkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya, yang mempunyai interval 0-1. Cara yang bisa digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan salah satunya dengan melalui pendekatan fungsi. Beberapa fungsi keanggotaan diantaranya: linear naik, linear turun, segitiga, trapezium dan lain-lain. (Widodo & Handayanto, 2012).

2.2.7. Operator *Fuzzy*

Seperti pada himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengombinasi dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Berikut ini beberapa operasi logika *fuzzy* konvensional yang didefinisikan oleh Zadeh yaitu: *AND*, *OR*.

- Operator *AND* (*Meet*)

Operator AND berhubungan dengan operasi *intersection* (irisan) pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND didapatkan dengan mengambil nilai keanggotaan paling kecil diantara elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2.1)$$

- Operator OR (*Join*)

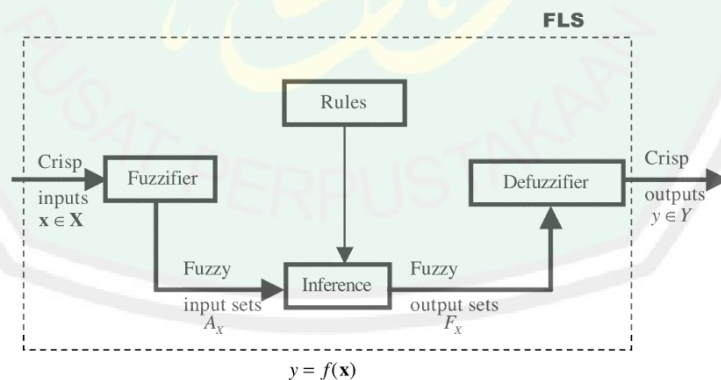
Operator OR berhubungan dengan operasi union (gabungan) pada himpunan α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR didapatkan dengan mengambil nilai keanggotaan paling besar antar elemen pada himpunan yang bersangkutan.

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y]) \quad (2.2)$$

(Setiawan dkk, 2018)

2.2.8. Struktur Dasar Logika Fuzzy

Tahap membangun sistem *fuzzy* tergantung dari metode yang digunakan, ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam membangun sistem *fuzzy*. Namun secara garis besar dapat disimpulkan seperti Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Struktur Dasar Logika Fuzzy (Mendel dkk, 2006)

a. Fuzzifikasi (*Fuzzifier*)

Fuzzifikasi adalah proses merubah suatu masukan dalam bentuk tegas/*real* menjadi *fuzzy* (variabel linguistik) yang biasanya disajikan dalam bentuk

himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.

$$\text{fuzzyfikasi} : x \rightarrow \mu(x) \quad (2.3)$$

b. Aturan Dasar (Rule Based)

Aturan dasar ini berisi aturan *fuzzy* yang digunakan untuk pengendalian sistem. Aturan ini dibuat berdasarkan logika serta intuisi manusia. Aturan yang ditetapkan digunakan sebagai jembatan antara variabel masukan serta variabel keluaran. Aturan ini berbentuk ‘JIKA-MAKA’ (*IF-THEN*). Berikut bentuk implikasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Jika } X = A \text{ dan } Y = B \text{ maka } Z = C.$$

Dimana A,B dan C merupakan nilai lingustik yang didefinisikan dalam rentang variabel X,Y dan Z. Pendefinisian “X=A dan X=B” disebut *antecedent* atau premis. Pendefinisian “Z=C” disebut dengan *consequent* atau kesimpulan.

c. Inferensi (*Inference*)

Inferensi merupakan suatu proses implikasi dalam merepresentasikan nilai masukan sebagai penentuan nilai keluaran yang menghasilkan keputusan.

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses pengubahan himpunan *fuzzy* ke himpunan tegas.

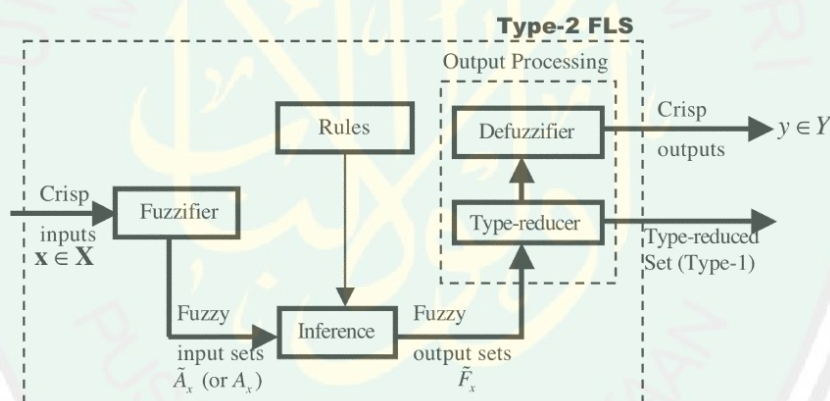
Proses ini adalah kebalikan dari proses *fuzzyfikasi* (Meylani, 2017).

2.2.9. Algoritma *Fuzzy Type-2*

Logika *Fuzzy Interval Tipe-2* merupakan pengembangan dari Logika *Fuzzy Tipe-1*. Logika *fuzzy Tipe-2* (T2FL) diawali oleh Zadeh pada tahun 1960. Saat itu kemampuan dalam komputerisasi masih terbatas oleh karena itu penggunaan *Fuzzy Tipe-2* kurang terkenal. Namun, pada tahun 2000-an *Fuzzy*

Tipe-2 banyak digunakan peneliti walaupun memiliki komputasi yang kompleks (Humaira, 2014).

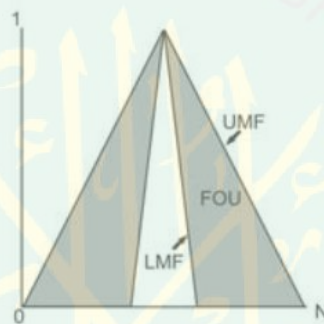
Fuzzy Logic Type-2 (T2 FL) memiliki performa yang lebih baik dalam mengatasi ketidakpastian jika dibandingkan dengan *Fuzzy Logic Type-1* (T1FL) karena perhitungannya yang lebih kompleks, dan penggunaan logika *fuzzy interval type-2 fuzzy* lebih mudah dimengerti, selain itu komputasi dengan logika *fuzzy interval Type-2* mudah diatur sehingga menjadikannya mudah dalam pengaplikasiannya serta mampu meningkatkan akurasi (Mendel dkk, 2006). Berikut gambaran logika *fuzzy* bertipe 2 secara umum dijelaskan pada Gambar 2.3:



Gambar 2.3 Sistem Logika Fuzzy Type-2 (Mendel dkk, 2006)

Logika *Fuzzy Interval Tipe-2* memiliki kesamaan dengan Logika *fuzzy Tipe-2* yaitu proses fuzzifikasi, pengambilan keputusan (inferensi) dan *output processor*. *Output processor*, meliputi reduksi tipe (yang mengubah *Fuzzy Interval Tipe-2* menjadi *fuzzy* bertipe 1) dan defuzzifier kemudian menampilkan hasil suatu *output* berupa nilai *crisp* (Meylani, 2017). Proses reduksi inilah yang membedakan *Fuzzy Interval Tipe-2* dan *fuzzy Tipe-1*.

Logika *fuzzy* Interval Tipe-2 memiliki perbedaan dengan logika *fuzzy* Tipe-1, yaitu terletak pada proses pencarian centroid pada logika *fuzzy* interval Tipe-2 *fuzzy set* dilakukan dengan *Upper Membership Function* (UMF) dan *Lower Membership Function* (LMF). Fungsi keanggotaan dalam logika *fuzzy* interval Tipe-2 diatur sebagai daerah yang disebut *Footprint of Uncertainty* (FOU) dimana dibatasi dengan 2 Tipe-1 fungsi keanggotaan *fuzzy* logic UMF dan LMF (Robandi & Kharisma, 2008). Fungsi keanggotaan dalam logika *fuzzy* interval Tipe-2 *fuzzy* logic dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini:



**Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Interval Tipe-2
(Robandi & Kharisma, 2008)**

Berdasarkan gambar diatas, segitiga garis terluar adalah *upper MF*, sedangkan garis tipis adalah *lower MF*. Kemudian operasi pada interval *type-2* hampir sama dengan *type-1*, hanya saja pada interval *type-2* operasi dilakukan pada dua interval : atas (UMF) dan bawah LMF sekaligus (Robandi & Kharisma, 2008).

IT2FLS dilambangkan sebagai $\tilde{A}$, sedangkan derajat keanggotaan x dalam $\tilde{A}$, dilambangkan dengan simbol $\mu_{\tilde{A}}(x)$. Tahap pertama pada logika *fuzzy* interval Tipe-2 adalah fuzzifikasi. *Fuzzifikasi* merupakan proses mengubah masukan dalam nilai tegas/*real* menjadi *fuzzy* (variabel linguistik) yang biasanya disajikan

dalam bentuk himpunan *fuzzy* yang menghasilkan batas-batas dari LMF dan UMF (Mendel dkk, 2007).

Tahap kedua adalah pembuatan aturan (*Rule base*). Aturan dasar ini berisi aturan-aturan *fuzzy* yang digunakan untuk pengendalian sistem. Prosedur pembuatan *rule base* ini sama dengan logika *fuzzy* Tipe-1. Aturan yang telah ditetapkan digunakan sebagai jembatan antara variabel masukan dan variabel keluaran. Berikut representasi aturannya:

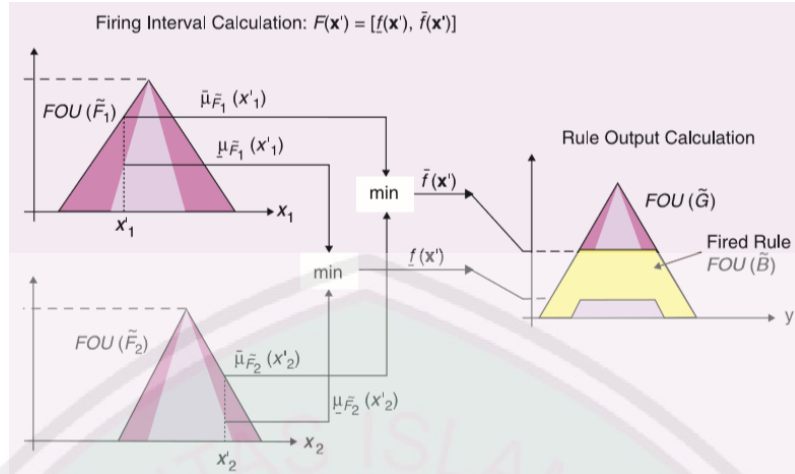
$$R^i : \text{If } x_1 \text{ is } \tilde{F}_1^i \text{ and } \dots \text{ and } x_j \text{ is } \tilde{F}_j^i \text{ then } y^i \text{ is } \tilde{G}^i \quad (2.4)$$

Dimana R^i adalah *fuzzy rule* sejumlah i . $\tilde{F}_l^i$ dan $\tilde{G}^i$ adalah istilah linguistik pada logika *fuzzy interval* Tipe-2, $i = \{1, \dots, M\}$ dimana M adalah jumlah dari *rule*, $j = \{1, \dots, N\}$ dimana N adalah jumlah dari *atecedents (input)*, x_j adalah *input* dan y^i adalah *output*. (Antao, 2016).

Selanjutnya adalah proses inferensi. Perbedaan terlihat antara logika *fuzzy* Tipe-1 dan logika *fuzzy interval* Tipe-2. Berikut proses inferensi pada logika *fuzzy interval* Tipe-2:

$$\tilde{\mu}_{F_j^i}(x_j) = [\underline{\mu}_{F_j^i}(x_j), \overline{\mu}_{F_j^i}(x_j)] \quad (2.5)$$

Dimana x_j adalah *input*. Didalam logika *fuzzy interval* Tipe-2 terdapat beberapa operasi logika *fuzzy* yang dapat digunakan. Diantaranya : *union (s-norm)*, *intersection (t-norm)*. Penggunaanya sama seperti yang telah dijelaskan pada operator dasar *fuzzy*. Berikut representasi antara *input* menggunakan operasi *t-norm* pada Gambar 2.5:



Gambar 2.5 Representasi operasi fuzzy logic t-norm

(Mendel dkk, 2007)

Karena logika fuzzy interval Tipe-2 memiliki batas atas (UMF) dan batas bawah (LMF) maka operator *t-norm* didefinisikan sebagai berikut:

$$\underline{f}^i = T_{j=1}^N \underline{\mu}_{\tilde{F}_j}(x_j) \quad \bar{f}^i = T_{j=1}^N \bar{\mu}_{\tilde{F}_j}(x_j) \quad (2.6)$$

Dimana T adalah *t-norm*. Prosedur ini dilakukan dengan mempertimbangkan batas atas (UMF) dan bawah (LMF).

Setelah melewati tahap system inferensi, lalu masuk ke tahap reduksi. Reduksi berfungsi untuk mengubah himpunan interval fuzzy *Type-2* yang dihasilkan pada proses sebelumnya menjadi himpunan fuzzy *Type-1* (Meylani dkk, 2017). Pada penelitian ini digunakan reduksi tipe algoritma Karnik-Mendel (KM). Algoritma KM adalah proses berulang yang memungkinkan seseorang untuk mendapatkan interval ketidakpastian yang diberikan oleh $[y_l, y_r]$. Berikut reduksi tipe KM (*center-of-set*), dengan rumus:

$$C_l = y_l = \frac{\sum_{i=1}^L y^i \underline{\mu}_B^i + \sum_{i=L+1}^N y^i \bar{\mu}_B^i}{\sum_{i=1}^L \underline{\mu}_B^i + \sum_{i=L+1}^N \bar{\mu}_B^i} \quad (2.7)$$

$$C_r = y_r = \frac{\sum_{i=1}^R y^i \underline{\mu}_B^i + \sum_{i=R+1}^N y^i \bar{\mu}_B^i}{\sum_{i=1}^R \underline{\mu}_B^i + \sum_{i=R+1}^N \bar{\mu}_B^i} \quad (2.8)$$

Dimana y adalah centroid konsekuen, dan $\bar{\mu}_{\tilde{B}}^i$ adalah UMF (*Upper Membership Function*), $\underline{\mu}_{\tilde{B}}^i$ adalah LMF (*Lower Membership Function*). $\tilde{B}$ adalah daerah FOU (*Footprint of Uncertainty*)

Tahap terakhir pada algoritma T2FL adalah defuzzifikasi. Defuzzifikasi merupakan proses yang mengubah nilai himpunan menjadi nilai tegas. Proses Defuzzifikasi dapat dihitung dengan menghitung rata-rata dari interval kiri (y_l) dan kanan (y_r).

$$y_{out} = \frac{y_l + y_r}{2} \quad (2.9)$$

2.4. Perhitungan Persentase

Perhitungan persentase dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Bagian}}{\text{Keseluruhan}} \times 100 \quad (2.10)$$

Keterangan:

Bagian = Jumlah bagian yang akan dihitung persentasenya.

Keseluruhan = Jumlah keseluruhan data (Syaifuddien, 2018).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Analisis dan Perancangan

3.1.1. Keterangan Umum *Game*

Permainan yang akan dibuat pada penelitian ini merupakan *game* single player bergenre *serious game* berbasis desktop. Dalam permainan ini dikisahkan perjuangan dari karakter santri sebagai pemeran utama yang ingin belajar bahasa arab. Pemain harus melewati beberapa rintangan yang ada. Disepanjang menyusuri jalan setapak terdapat koin emas yang harus dikumpulkan pemain agar mendapatkan point serta buah-buahan untuk menambah nyawa. Selain itu pemain juga akan bertemu dengan musyrifah yang akan memberikan materi bahasa arab yang harus dipelajari pemain, agar dapat menjawab soal-soal didalam peti diakhir misi nanti. Perjalanan santri tidak mudah karena terdapat NPC disepanjang perjalanan yang menghalangi santri menyelesaikan misi agar tidak bisa mengumpulkan kunci peti. Kunci peti digunakan untuk membuka peti soal. Santri dapat menyerang NPC dengan cara menembaknya. Objek penelitian ini merupakan desain perilaku NPC musuh yang diatur oleh komputer menggunakan logika *fuzzy* interval Tipe-2. NPC musuh akan bergerak berdasarkan penerapan dari logika *fuzzy* interval Tipe-2 baik berupa berjaga, menembak, mengejar atau menghindar.

Unsur edukasi didalam permainan ini terdapat didalam pertanyaan yang diberikan, dimana pertanyaan tersebut berupa materi pembelajaran bahasa arab. *Game* ini dibangun dengan model 3D (3 Dimensi) yang menarik dan terlihat nyata.

3.1.2. Storyline

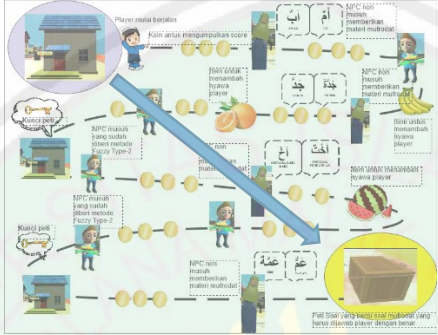
Game ini menceritakan seorang santri yang ingin sekali bisa berbahasa arab, untuk itu santri harus menghadapi NPC musuh dan menemukan peti yang berisi soal bahasa arab. Berikut skenario *game* yang akan dimainkan :

- Terdapat koin emas yang harus dikumpulkan pemain untuk mendapatkan point.
- Terdapat buah – buahan yang berfungsi untuk menambah nyawa.
- NPC musuh akan tersebar disepanjang jalan. Sehingga player tidak mudah dalam mengumpulkan kunci.
- Terdapat musyrifah pembimbing di beberapa sudut kampung yang akan memberikan materi bahasa arab kepada *player*.
- Diakhir permainan *player* harus menjawab pertanyaan dengan benar agar bisa memenangkan permainan.

Untuk lebih jelasnya, akan digambarkan dalam *storyboard* pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 *Storyboard*.

No.	Gambar	Keterangan
1.		Saat permainan dimulai, pemain siap untuk bermain. Beberapa karakter dan objek dalam <i>game</i> ini diantaranya: NPC musuh, NPC

No.	Gambar	Keterangan
		musyrifah, buah-buahan, koin emas, peti emas.
2.		Misi pemain adalah dapat membuka peti emas dan menjawab pertanyaan yang ada didalam peti emas. Perjalanan <i>player</i> tidak mudah karena harus melewati beberapa NPC musuh.
3.		Pemain harus mengumpulkan koin emas disepanjang perjalanan.
4.		Pemain akan bertemu dengan NPC non musuh yang bertugas memberikan materi bahasa arab.

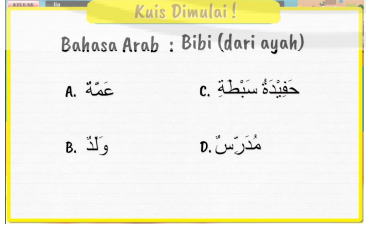
No.	Gambar	Keterangan
5.		Pemain juga akan menemukan bonus berupa buah-buahan yang berfungsi untuk menambah nyawa.
6.		NPC musuh menyerang pemain dengan logika <i>fuzzy</i> interval Tipe-2. Pemain diharuskan dapat mengambil kunci peti yang berfungsi untuk membuka peti soal.
7.		Peti emas ini berisi soal yang harus dijawab <i>player</i>. Jika <i>player</i> dapat menjawab soal dengan benar maka <i>player</i> telah berhasil menyelesaikan misinya.

3.1.3. Layout Aplikasi

Berikut desain aplikasi *game* pada Tabel 3.2:

Tabel 3.2 Layout Game.

No.	Frame	Tombol	Keterangan
1.		Menu Utama - Mulai - Cara Bermain - Keluar - Tentang	- Tombol Mulai digunakan untuk memulai memilih sub tema. - Tombol Petunjuk untuk melihat aturan permainan. - Tombol Keluar untuk keluar - Tombol Tentang untuk melihat profil penulis
2.		Tema permainan yang dapat dipilih	Berisi sub tema yang dapat dipilih pemain

No.	Frame	Tombol	Keterangan
3.		Aturan permainan	Berisi aturan permainan ditiap level.
4.		Tentang	Berisi profil penulis.
5.		Keluar	Frame saat player memilih tombol keluar.
6.		Lingkungan n Game	Tampilan frame saat permainan dimulai. Tiap level memiliki lingkungan yang berbeda-beda.
7.		Antar Muka Kuis	Tampilan frame pertanyaan dan pilihan jawaban

3.1.4. Deskripsi Karakter dan Objek

Pada *game* ini terdapat 3 tokoh utama yaitu : 1 *player* utama sebagai pemain, NPC (*Non Player Character*) musuh sebagai musuh serta musyrifah sebagai pembimbing, serta beberapa objek. Berikut detail karakter dan objek dalam *game* :

a) Karakter Utama (Santri).



Gambar 3.1 Karakter Utama

Karakter utama berperan sebagai seorang santri diilustrasikan seperti pada Gambar 3.1. *Player* memiliki misi dapat menjawab soal – soal bahasa arab yang ada didalam peti emas. Banyak rintangan yang harus dihadapi disepanjang perjalanan. Sebelum menjawab soal santri diajarkan mufrodat bahasa arab oleh musyrifah, sehingga diakhir *game* santri dapat menjawab semua soal.

b) NPC (*Non Player Character*) Musuh.



Gambar 3.2 NPC Musuh

Merupakan karakter jahat yang menghalangi santri dalam menyelesaikan misi yang diilustrasikan pada Gambar 3.2. NPC akan menyerang santri yang ingin menyelesaikan misi. NPC musuh akan bergerak berdasarkan penerapan dari logika *fuzzy* interval Tipe-2 baik berupa berjaga, menembak, mengejar atau menghindar.

c) NPC (*Non Player Character*) Musyrifah



Gambar 3.3 NPC Musyrifah

Karakter musyrifah pembimbing yang diilustrasikan pada Gambar 3.3. Jika *player* bertemu musyrifah pembimbing maka *player* akan diajarkan mufrodat bahasa arab. Musyrifah ini akan berada di sekitar perjalanan santri.

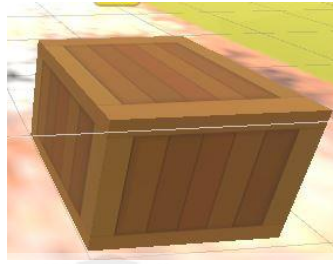
d) Koin Emas



Gambar 3.4 Koin Emas

Koin emas ini akan disebar disepanjang perjalanan dengan bentuk ilustrasi seperti pada Gambar 3.4. Koin ini harus dikumpulkan oleh *player* agar mendapatkan point. Koin ini dikumpulkan dapat menyelesaikan misi.

e) Peti Emas



Gambar 3.5 Peti Emas

Peti Emas ini berada di akhir perjalanan dalam keadaan terkunci. Peti ini diilustrasikan seperti pada Gambar 3.5. Untuk membukanya dibutuhkan kunci peti yang harus dikumpulkan player sebanyak 2 kunci. Didalam peti emas terdapat pertanyaan – pertanyaan yang harus dijawab santri.

f) Kunci Peti



Gambar 3.6 Kunci Peti

Kunci peti yang diilustrasikan pada Gambar 3.6 berfungsi untuk membuka peti emas agar pemain dapat menjawab pertanyaan dan mendapat point.

g) Item Buah – Buahan



Gambar 3.7 Item Buah - buahan

Item yang digambarkan seperti pada Gambar 3.7 merupakan salah satu bonus berbentuk buah - buahan yang berfungsi untuk menambah nyawa *player*. Jika *player* tidak mengambil bonus ini maka nyawa *player* tidak akan bertambah.

h) Item Mufrodat Bahasa Arab

Didalam game ini digunakan beberapa kosakata Bahasa Arab yang bersumber dari Buku Siswa Bahasa Arab Pendekatan Saintifik Kurikulum 2013 dan kamus Bahasa Arab. Berikut daftar kosakata Bahasa Arab yang ada di dalam game ini:

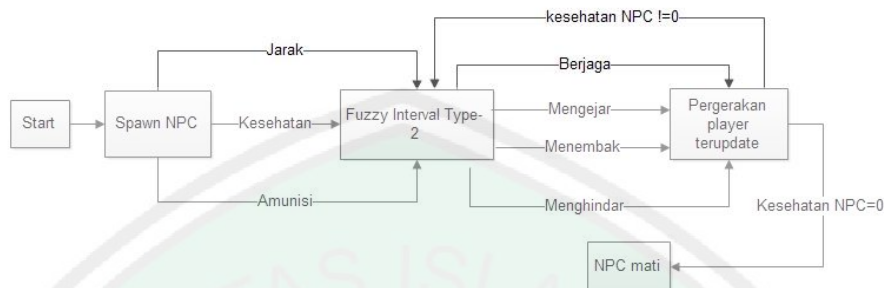
Tabel 3.3 Daftar Kosakata Bahasa Arab

No.	Bahasa Indonesia	Bahasa Arab	Bahasa Indonesia	Bahasa Arab
1.	Ayah	أَبٌ	Guru	مُدَرِّسٌ
2.	Ibu	أُمٌ	Polisi	شُرْطِيٌّ
3.	Anak Perempuan	بِنْتُ	Dokter	طَبِيبٌ
4.	Anak Laki - Laki	وَلَدٌ	Tentara	جُنْدِيٌّ
5.	Anak Sulung	الْوَلَدُ الْأَكْبَرُ	Petani	فَلَّاحٌ
6.	Anak Bungsu	الْوَلَدُ الْأَصْغَرُ	Pelajar	طَالِبٌ
7.	Sepupu laki-laki	إِبْنُ الْأُمِّ	Arsitek	مُهَنْدِسٌ مِعْمَارِيٌّ
8.	Sepupu Perempuan	بِنْتُ الْأُمِّ	Pedagang	تَاجِرٌ
9.	Kakek	جَدٌّ	Hakim	قَاضٍ
10.	Nenek	جَدَّةٌ	Nelayan	صَيَّادُ السَّمَكِ
11.	Bibi (dari pihak ayah)	عَمَّةٌ	Dokter gigi	طَبِيبُ أَسْنَانٍ
12.	Paman (dari pihak ayah)	عَمٌّ	Pemadam kebakaran	رَجُلُ الْمَطْفِئِ
13.	Bibi (dari pihak ibu)	خَالَةٌ	Penjahit	خَيَّاطٌ
14.	Paman (dari pihak ibu)	خَالَ	Perawat	مُمَرِّضٌ

No.	Bahasa Indonesia	Bahasa Arab	Bahasa Indonesia	Bahasa Arab
	ibu)			
15.	Saudara Perempuan	أُخْتُ	Pilot	طَيَّارٌ
16.	Saudara Laki-laki	أَخٌ	Bidan	قَابِلَةٌ
17.	kakak laki-laki	أَخٌ كَبِيرٌ	Insinyur	مُهَنْدِسٌ
18.	Kakak perempuan	أُخْتُ كَبِيرَةٌ	Jurnalis	صَحْفِيٌّ
19.	Suami	زَوْجٌ	Koki	طَبَّاحٌ
20.	Istri	زَوْجَةٌ	Kontraktor	مُقَاوِلٌ
21.	Adik laki-laki	أَخٌ الصَّغِيرُ	Pelaut	بَحَّارٌ
22.	Adik Perempuan	أُخْتُ الصَّغِيرَةِ	Pelukis	رَسَّامٌ
23.	Menantu Laki-laki	خَتَنٌ	Pengacara	مُحَامٍ
24.	Menantu Perempuan	خَتْنَةٌ	Penyanyi	مُغَنٍّ
25.	Buyut	سَبَطٌ	Penyiar radio	مُذَبِّحٌ
26.	Cucu Laki-Laki	خَفِيدٌ سَبَطٌ	Pramugari	مُضَيِّقَةٌ
27.	Cucu Perempuan	خَفِيدَةٌ سَبَطَةٌ	Programmer	مُبْرَمِجٌ
28.	Sekretaris	سَكْرَتِيرٌ	Wartawan	صَحَافِيٌّ
29.	Pustakawan	أَمِينُ الْمَكْتَبَةِ		

3.1.5. FSM

3.1.5.1. FSM NPC



Gambar 3.8 FSM

Pada Gambar 3.8 dijelaskan FSM dari NPC musuh. Perilaku karakter utama mengikuti perintah dari pemain yang sedang memainkan *game*. Pada awal *game* NPC musuh memiliki kesehatan 100% dan amunisi 100%. Setiap pergerakan NPC akan selalu ter-*update* sehingga perilaku NPC akan selalu berubah sesuai pergerakan dari karakter utama. Perilaku dari NPC dipengaruhi oleh tiga variabel yaitu kesehatan npc, jarak dan amunisi. Proses *update* NPC akan berakhir apabila nilai kesehatan *player* bernilai 0 (nyawa habis).

3.1.6. Perangkat yang Digunakan Dalam Perancangan Game

3.1.6.1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Spesifikasi Laptop yang digunakan dalam perancangan game adalah :

- Processor : Intel(R) Core (TM) i3-6006U 2.00 GHz
- RAM 4GB.
- Harddisk 500GB.
- Speaker* Aktif.
- Mouse* dan *keyboard* aktif.

3.1.6.2. Perangkat Lunak (*Software*)

Software yang digunakan adalah :

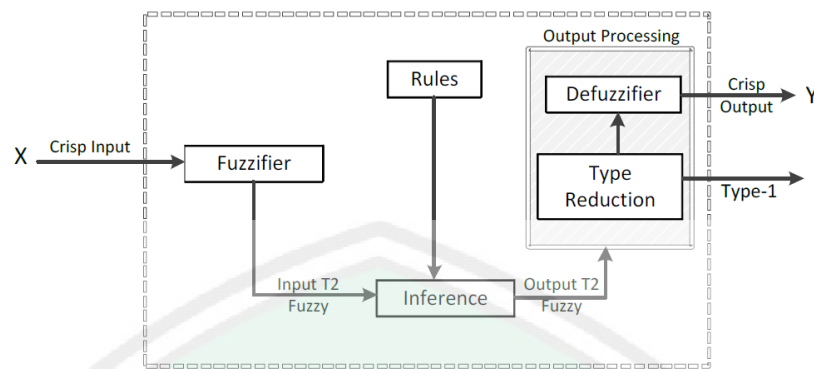
- a. Windows 10
- b. Unity3D
- c. Blender
- d. Matlab
- e. Monodevelop Editor
- f. Corel Draw.

3.1.7. Sumber Asset dan Audio yang Digunakan

1. Audio : <https://freesound.org/>
2. Asset 3D : <https://www.assetstore.unity.com>
3. Icon : <http://www.iconarchive.com>

3.2. Perancangan *Fuzzy Type-2*

Didalam *game* pembelajaran ini logika *fuzzy interval* Tipe-2 digunakan untuk mengarahkan pergerakan dari NPC musuh. Logika yang diimplementasikan pada permainan ini yaitu *fuzzy interval* Tipe-2. Dengan diterapkannya logika ini, NPC bisa mengubah perilakunya sesuai dengan variabel input. Beberapa *output* yang digunakan adalah menembak, menghindari, mengejar dan berjaga. Berikut tahapan dalam perancangan metode *Fuzzy interval Type-2* dijelaskan pada Gambar 3.9 :



Gambar 3.9 Perancangan Logika *Fuzzy* Type-2

3.3.1. Variabel *Fuzzy*

Permainan yang dibangun menggunakan 3 inputan, yaitu inputan kesehatan, amunisi serta jarak. Sedangkan keluarannya adalah keputusan perilaku NPC.

3.3.2. Nilai Linguistik

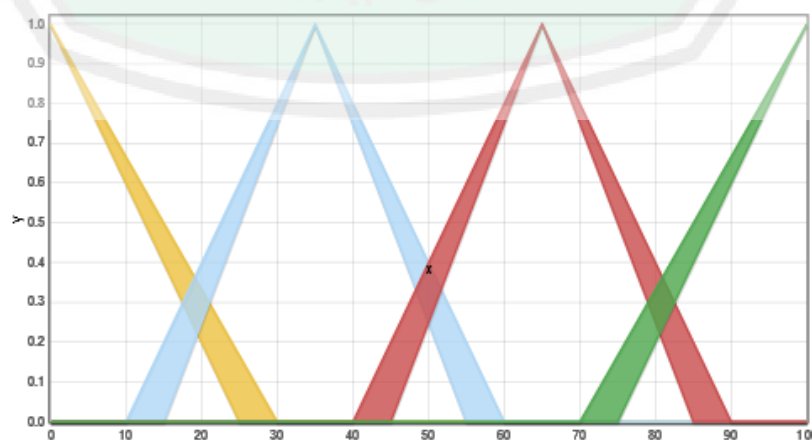
Berdasarkan 4 inputan yang diimplementasikan, maka nilai linguistiknya adalah:

1. Variabel Kesehatan NPC terbagi menjadi empat himpunan *Fuzzy*: Sangat Buruk, buruk, sedang dan baik.
2. Variabel Jarak antara NPC dengan *player* terbagi menjadi empat himpunan *Fuzzy*: Sangat dekat, dekat, sedang, jauh.
3. Variabel amunisi NPC terbagi menjadi empat himpunan *Fuzzy*: Sangat sedikit, sedikit, sedang, jauh.
4. Variabel *output* keputusan terbagi menjadi tiga himpunan *Fuzzy*: Berjaga, menembak, mengejar dan menghindar.

3.3.3. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan mekanisme yang dapat mengubah suatu nilai masukan menjadi bentuk tegas (*crisp*) menjadi bentuk linguistik yang biasa ditampilkan dalam bentuk himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya masing-masing. Secara garis besar pemetaan nilai numerik menjadi linguistik dijelaskan seperti berikut ini :

1. Variabel jarak, terbagi jadi empat himpunan diantaranya: sangat dekat, dekat, sedang, jauh. Rentang nilai pada linguistik kesehatan antara 0 sampai 100 dengan penjabaran sebagai berikut :
 - a. Sangat Dekat (0 – 30) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (0-30) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (0-25).
 - b. Dekat (10 – 60) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (10-60) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (15-55).
 - c. Sedang (40 – 90) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (40 – 90) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (45 – 85).
 - d. Jauh (70 – 100) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (70 – 100) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (75 – 100).



Gambar 3.10 Grafik *Input* Variabel Jarak

Berdasarkan grafik yang memiliki rentang nilai 0 – 100, tiap nilai yang ada pada grafik tersebut seperti sangat dekat, dekat, sedang, jauh memiliki nilai keanggotaan yang berbeda-beda. Nilai *fuzzyfikasi* diperoleh dari beberapa fungsi.

Berikut ini proses perhitungan secara manual berdasarkan fungsi diatas :

Bahu Kiri : Sangat Dekat

$$\mu_{SangatDekatUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 30 \\ \frac{30-x}{30-0}; & 0 < x < 30 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{SangatDekatLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 25 \\ \frac{25-x}{25-0}; & 0 < x < 25 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

Segitiga : Dekat

$$\mu_{DekatUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 60 \text{ atau } x \leq 10 \\ \frac{x-10}{35-10}; & 10 < x \leq 35 \\ \frac{60-x}{60-35}; & 35 < x < 60 \end{cases}$$

$$\mu_{DekatLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 55 \text{ atau } x \leq 15 \\ \frac{x-15}{35-15}; & 15 < x \leq 35 \\ \frac{55-x}{55-35}; & 35 < x < 55 \end{cases}$$

Segitiga : Sedang

$$\mu_{sedangUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 90 \text{ atau } x \leq 40 \\ \frac{x-40}{65-40}; & 40 < x \leq 65 \\ \frac{90-x}{90-65}; & 65 < x < 90 \end{cases}$$

$$\mu_{sedangLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 85 \text{ atau } x \leq 45 \\ \frac{x-45}{65-45}; & 45 < x \leq 65 \\ \frac{85-x}{85-65}; & 65 < x < 85 \end{cases}$$

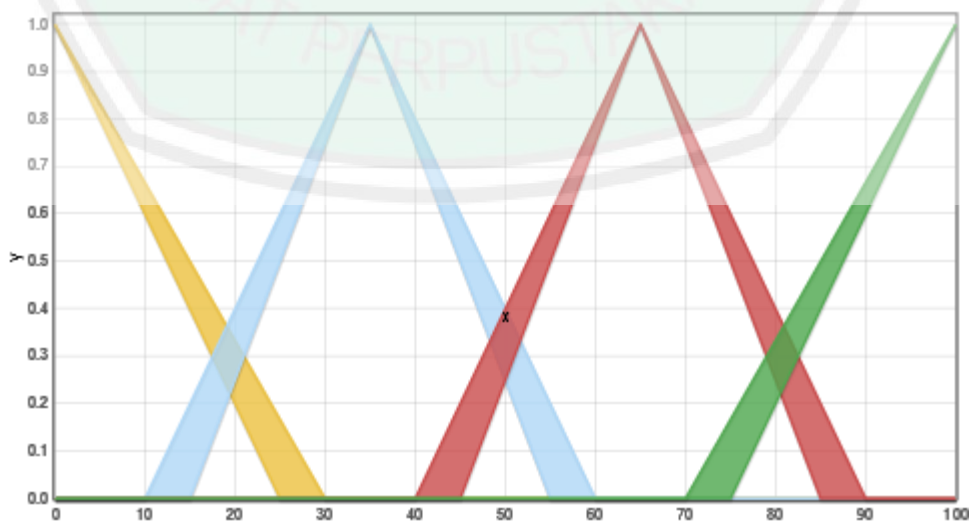
Bahu Kanan : Jauh

$$\mu_{jauhUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 70 \\ \frac{x-70}{100-70}; & 70 < x < 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{jauhLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 75 \\ \frac{x-75}{100-75}; & 75 < x < 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

2. Variabel kesehatan NPC, dibagi jadi empat yaitu: sangat buruk, buruk, sedang, baik. *Range* nilai pada variabel linguistik kesehatan antara 0 sampai 100 yang dijabarkan sebagai berikut:

- Sangat Buruk (0 – 30) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (0 – 30) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (0 – 25).
- Buruk (10 – 60) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (10 – 60) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (15 – 55).
- Sedang (40 – 90) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (40 – 90) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (45 – 85).
- Baik (70 – 100) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (70 – 100) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (75 – 100).



Gambar 3.11 *Input Variabel Kesehatan NPC*

Berdasarkan grafik dengan rentang nilai 0 sampai 100, tiap nilai yang ada pada grafik variabel kesehatan seperti sangat buruk, buruk, sedang, baik memiliki nilai *fuzzyfikasi* yang berbeda. Berikut rincian dari perhitungan secara manual dari fungsi diatas:

Bahu Kiri : Sangat Buruk

$$\mu_{SangatBurukUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 30 \\ \frac{30-x}{30-0}; & 0 < x < 30 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{SangatBurukLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 25 \\ \frac{25-x}{25-0}; & 0 < x < 25 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

Segitiga : Buruk

$$\mu_{BurukUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 60 \text{ atau } x \leq 10 \\ \frac{x-10}{35-10}; & 10 < x \leq 35 \\ \frac{60-x}{60-35}; & 35 < x < 60 \end{cases}$$

$$\mu_{BurukLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 55 \text{ atau } x \leq 15 \\ \frac{x-15}{35-15}; & 15 < x \leq 35 \\ \frac{55-x}{55-35}; & 35 < x < 55 \end{cases}$$

Segitiga : Sedang

$$\mu_{sedangUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 90 \text{ atau } x \leq 40 \\ \frac{x-40}{65-40}; & 40 < x \leq 65 \\ \frac{90-x}{90-65}; & 65 < x < 90 \end{cases}$$

$$\mu_{sedangLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 85 \text{ atau } x \leq 45 \\ \frac{x-45}{65-45}; & 45 < x \leq 65 \\ \frac{85-x}{85-65}; & 65 < x < 85 \end{cases}$$

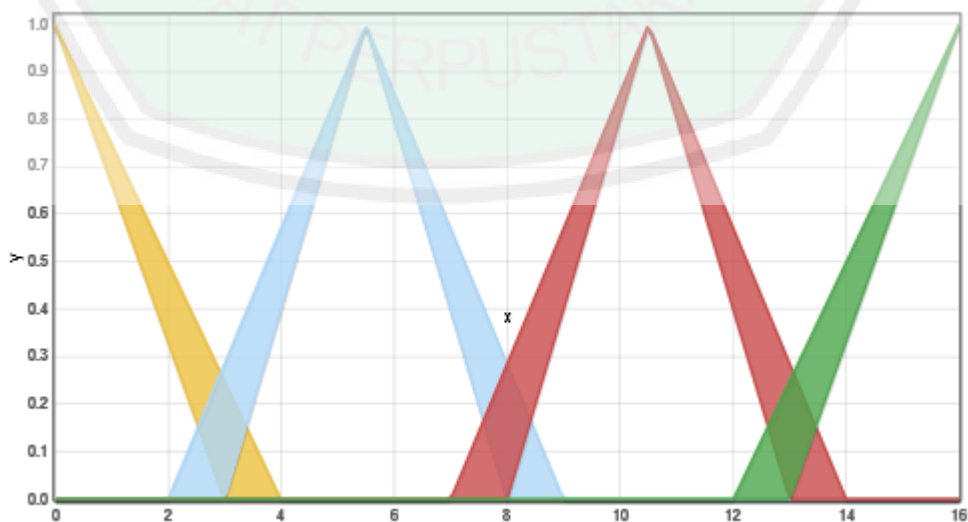
Bahu Kanan : Baik

$$M_{BaikUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 70 \\ \frac{x-70}{100-70}; & 70 < x < 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

$$M_{BaikLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 75 \\ \frac{x-75}{100-75}; & 75 < x < 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

3. Variabel amunisi, dibagi menjadi empat himpunan: sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak. Rentang nilai dari variabel amunisi antara 0 sampai 16 yang dijabarkan sebagai berikut:

- Sangat Sedikit (0 – 4) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (0 – 4) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (0 – 3).
- Sedikit (2 – 9) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (2 – 9) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (3 – 8).
- Sedang (7 – 14) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (7 – 14) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (8 – 13).
- Banyak (12 – 16) dengan nilai fungsi keanggotaan *Upper* (12 – 16) dan nilai fungsi keanggotaan *Lower* (13 -16).



Gambar 3.12 Grafik *Input* Variabel Amunisi

Berdasarkan Gambar 3.12 menampilkan grafik linguistik amunisi yang memiliki rentang nilai dari 0 – 16, tiap nilai linguistik yang ada pada grafik variabel linguistik amunisi seperti sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak memiliki nilai keanggotaan yang berbeda-bed. Berikut perhitungan secara manual dari fungsi diatas:

Bahu Kiri : Sangat Sedikit

$$M_{SangatSedikitUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 4 \\ \frac{4-x}{4-0}; & 0 < x < 4 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

$$M_{SangatSedikitLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 3 \\ \frac{3-x}{3-0}; & 0 < x < 3 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

Segitiga : Sedikit

$$\mu_{SedikitUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 9 \text{ atau } x \leq 2 \\ \frac{x-2}{5,5-2}; & 2 < x \leq 5,5 \\ \frac{9-x}{9-5,5}; & 5,5 < x < 9 \end{cases}$$

$$\mu_{SedikitLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 8 \text{ atau } x \leq 3 \\ \frac{x-3}{5,5-3}; & 3 < x \leq 5,5 \\ \frac{8-x}{8-5,5}; & 5,5 < x < 8 \end{cases}$$

Segitiga : Sedang

$$\mu_{SedangUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 14 \text{ atau } x \leq 7 \\ \frac{x-7}{10,5-7}; & 7 < x \leq 10,5 \\ \frac{14-x}{14-10,5}; & 10,5 < x < 14 \end{cases}$$

$$\mu_{SedangLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 13 \text{ atau } x \leq 8 \\ \frac{x-8}{10,5-8}; & 8 < x \leq 10,5 \\ \frac{13-x}{13-10,5}; & 10,5 < x < 13 \end{cases}$$

Bahu Kanan : Banyak

$$\mu_{banyakUpper}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 12 \\ \frac{x-12}{16-12}; & 12 < x < 16 \\ 1; & x \geq 16 \end{cases}$$

$$\mu_{banyakLower}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 13 \\ \frac{x-13}{16-13}; & 13 < x < 16 \\ 1; & x \geq 16 \end{cases}$$

4. Variabel keputusan atau aksi, rentang nilai keputusan dikelompokkan menjadi empat himpunan diantaranya : menembak, menghindar, berjaga, mengejar yang mempunyai *range* 1 – 4 berikut penjabarannya:

- a. Menghindar = 1
- b. Berjaga = 2
- c. Menembak = 3
- d. Mengejar = 4

3.3.4. Proses Penentuan Rule Base

Pada tahap ini, dilakukan penentuan *rules* yang akan diimplementasikan pada perilaku NPC. Pada Tabel 3.4 berisi *rules based* yang akan menentukan perilaku NPC:

Tabel 3.4 Rule Base.

No	Input			Output
	Kesehatan	Amunisi	Jarak	
1.	Sangat Buruk	Sangat Sedikit	Sangat Dekat	Menghindar
2.	Sangat Buruk	Sangat Sedikit	Dekat	Menghindar
3.	Sangat Buruk	Sangat Sedikit	Sedang	Menghindar
4.	Sangat Buruk	Sangat Sedikit	Jauh	Berjaga

No	Input			Output
	Kesehatan	Amunisi	Jarak	
5.	Sangat Buruk	Sedikit	Sangat Dekat	Menghindar
6.	Sangat Buruk	Sedikit	Dekat	Menghindar
7.	Sangat Buruk	Sedikit	Sedang	Menghindar
8.	Sangat Buruk	Sedikit	Jauh	Berjaga
9.	Sangat Buruk	Sedang	Sangat Dekat	Menembak
10.	Sangat Buruk	Sedang	Dekat	Mengejar
11.	Sangat Buruk	Sedang	Sedang	Berjaga
12.	Sangat Buruk	Sedang	Jauh	Berjaga
13.	Sangat Buruk	Banyak	Sangat Dekat	Menembak
14.	Sangat Buruk	Banyak	Dekat	Mengejar
15.	Sangat Buruk	Banyak	Sedang	Berjaga
16.	Sangat Buruk	Banyak	Jauh	Berjaga
17.	Buruk	Sangat Sedikit	Sangat Dekat	Menghindar
18.	Buruk	Sangat Sedikit	Dekat	Menghindar
19.	Buruk	Sangat Sedikit	Sedang	Menghindar
20.	Buruk	Sangat Sedikit	Jauh	Berjaga
21.	Buruk	Sedikit	Sangat Dekat	Menembak
22.	Buruk	Sedikit	Dekat	Mengejar
23.	Buruk	Sedikit	Sedang	Berjaga
24.	Buruk	Sedikit	Jauh	Berjaga
25.	Buruk	Sedang	Sangat Dekat	Menembak

No	Input			Output
	Kesehatan	Amunisi	Jarak	
26.	Buruk	Sedang	Dekat	Mengejar
27.	Buruk	Sedang	Sedang	Mengejar
28.	Buruk	Sedang	Jauh	Berjaga
29.	Buruk	Banyak	Sangat Dekat	Menembak
30.	Buruk	Banyak	Dekat	Mengejar
31.	Buruk	Banyak	Sedang	Mengejar
32.	Buruk	Banyak	Jauh	Berjaga
33.	Sedang	Sangat Sedikit	Sangat Dekat	Menghindar
34.	Sedang	Sangat Sedikit	Dekat	Mengejar
35.	Sedang	Sangat Sedikit	Sedang	Berjaga
36.	Sedang	Sangat Sedikit	Jauh	Berjaga
37.	Sedang	Sedikit	Sangat Dekat	Menembak
38.	Sedang	Sedikit	Dekat	Mengejar
39.	Sedang	Sedikit	Sedang	Berjaga
40.	Sedang	Sedikit	Jauh	Berjaga
41.	Sedang	Sedang	Sangat Dekat	Menembak
42.	Sedang	Sedang	Dekat	Mengejar
43.	Sedang	Sedang	Sedang	Berjaga
44.	Sedang	Sedang	Jauh	Berjaga
45.	Sedang	Banyak	Sangat Dekat	Menembak
46.	Sedang	Banyak	Dekat	Mengejar

No	Input			Output
	Kesehatan	Amunisi	Jarak	
47.	Sedang	Banyak	Sedang	Berjaga
48.	Sedang	Banyak	Jauh	Berjaga
49.	Baik	Sangat Sedikit	Sangat Dekat	Menghindar
50.	Baik	Sangat Sedikit	Dekat	Menghindar
51.	Baik	Sangat Sedikit	Sedang	Menghindar
52.	Baik	Sangat Sedikit	Jauh	Berjaga
53.	Baik	Sedikit	Sangat Dekat	Menembak
54.	Baik	Sedikit	Dekat	Mengejar
55.	Baik	Sedikit	Sedang	Berjaga
56.	Baik	Sedikit	Jauh	Berjaga
57.	Baik	Sedang	Sangat Dekat	Menembak
58.	Baik	Sedang	Dekat	Mengejar
59.	Baik	Sedang	Sedang	Berjaga
60.	Baik	Sedang	Jauh	Berjaga
61.	Baik	Banyak	Sangat Dekat	Menembak
62.	Baik	Banyak	Dekat	Mengejar
63.	Baik	Banyak	Sedang	Berjaga
64.	Baik	Banyak	Jauh	Berjaga

3.3.5. Reduksi Tipe (*Type-Reduction*)

Proses reduksi tipe (*type-reduction*) adalah proses yang khusus dimiliki *Fuzzy Type-2*. Reduksi tipe ini digunakan untuk mengubah himpunan interval *Fuzzy Type-2* yang diperoleh sebelumnya menjadi *Fuzzy Type-1*. Himpunan

reduksi tipe kemudian didefuzzifikasikan untuk mendapatkan hasil keluaran. Pada aplikasi ini metode reduksi tipe yang digunakan adalah *center-of-set*.

3.3.6. Defuzzifikasi

Setelah proses reduksi, dilanjutkan dengan proses defuzzifikasi yang akan menghasilkan keluaran. Berikut rumus defuzzifikasi yang dilakukan dengan menggunakan rata – rata interval kanan dan kiri :

$$y_{out} = \frac{y_l + y_r}{2} \quad (3.1)$$

3.3.7. Contoh Perhitungan

Berdasarkan rule yang telah dibuat akan dilakukan percobaan perhitungan secara manual pada logika *Fuzzy Type-2*. Dengan nilai kesehatan NPC 80, jarak 60, amunisi 7 maka proses untuk memperoleh keluaran keputusan adalah seperti berikut:

3.3.7.1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah mekanisme pemetaan suatu nilai tegas input kesehatan, amunisi, serta jarak pada himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan derajat keanggotaan.

Berikut perhitungan fuzzifikasi variabel jarak dengan nilai 60:

1. Fungsi Keanggotaan *Upper*:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Jarak Sangat Dekat}} [60] &= 0 \\ \mu_{\text{Jarak Dekat}} [60] &= 0 \\ \mu_{\text{Jarak Sedang}} [60] &= \frac{60-40}{65-40} = 0,8 \\ \mu_{\text{Jarak Jauh}} [60] &= 0 \end{aligned}$$

2. Fungsi Keanggotaan *Lower*:

$$\begin{aligned}\mu \text{ Jarak Sangat Dekat [60]} &= 0 \\ \mu \text{ Jarak Dekat [60]} &= 0 \\ \mu \text{ Jarak Sedang [60]} &= \frac{60-45}{65-45} = 0,75 \\ \mu \text{ Jarak Jauh [60]} &= 0\end{aligned}$$

Perhitungan fuzzifikasi untuk variabel amunisi dengan nilai 7:

1. Fungsi Keanggotaan *Upper*:

$$\begin{aligned}\mu \text{ Amunisi Sangat Sedikit [7]} &= 0 \\ \mu \text{ Amunisi Sedikit [7]} &= \frac{9-7}{9-5.5} = 0.57 \\ \mu \text{ Amunisi Sedang [7]} &= 0 \\ \mu \text{ Amunisi Banyak [7]} &= 0\end{aligned}$$

2. Fungsi Keanggotaan *Lower*:

$$\begin{aligned}\mu \text{ Amunisi Sangat Sedikit [7]} &= \frac{8-7}{8-5.5} = 0.4 \\ \mu \text{ Amunisi Sedikit [7]} &= 0 \\ \mu \text{ Amunisi Sedang [7]} &= 0 \\ \mu \text{ Amunisi Banyak [7]} &= 0\end{aligned}$$

Perhitungan fuzzifikasi untuk variabel kesehatan dengan nilai 80:

1. Fungsi Keanggotaan *Upper*:

$$\begin{aligned}\mu \text{ Kesehatan Sangat Buruk [80]} &= 0 \\ \mu \text{ Kesehatan Buruk [80]} &= 0 \\ \mu \text{ Kesehatan Sedang [80]} &= \frac{90-80}{90-65} = 0,8 \\ \mu \text{ Kesehatan Baik [80]} &= \frac{80-70}{100-70} = 0.33\end{aligned}$$

2. Fungsi Keanggotaan *Lower*:

$$\mu \text{ Kesehatan Sangat Buruk [80]} = 0$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Kesehatan Buruk}}[80] &= 0 \\ \mu_{\text{Kesehatan Sedang}}[80] &= \frac{85-80}{85-65} = 0,25 \\ \mu_{\text{Kesehatan Baik}}[80] &= \frac{80-75}{100-75} = 0,2\end{aligned}$$

3.3.7.2. Inferensi

Pada proses ini akan dihitung nilai dari tiap variable sesuai dengan aturan / rule *Fuzzy Type-2* yang telah dibuat, yaitu sebagai berikut:

1. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$\begin{aligned}Upper &= (0,0,0) = (0) \\ Lower &= (0,0,4,0) = (0)\end{aligned}$$
2. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$\begin{aligned}Upper &= (0,0,0) = (0) \\ Lower &= (0,0,4,0) = (0)\end{aligned}$$
3. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$\begin{aligned}Upper &= (0,0,0,8) = (0) \\ Lower &= (0,0,4,0,75) = (0)\end{aligned}$$
4. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$\begin{aligned}Upper &= (0,0,0) = (0) \\ Lower &= (0,0,4,0) = (0)\end{aligned}$$

5. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0,0.57,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

6. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0,0.57,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

7. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0,0.57,0.8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0.75) = (0)$$

8. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0.57,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

9. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

10. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

11. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0.8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0.75) = (0)$$

12. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

13. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

14. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

15. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0.8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0.75) = (0)$$

16. Jika (Kesehatan NPC adalah Sangat Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

17. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,4,0) = (0)$$

18. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,4,0) = (0)$$

19. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0,0,0,8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,4,0,75) = (0)$$

20. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,4,0) = (0)$$

21. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0,0,57,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

22. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,57,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

23. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0.57,0.8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0.75) = (0)$$

24. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0.57,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

25. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

26. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

27. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,0.8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0.75) = (0)$$

28. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

29. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

30. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

31. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0,0,0.8) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0.75) = (0)$$

32. Jika (Kesehatan NPC adalah Buruk) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0,0,0) = (0)$$

33. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0.8,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0.25,0.4,0) = (0)$$

34. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.8,0,0) = (0)$$

$$Lower = (0.25,0.4,0) = (0)$$

35. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0, 0.8) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0.4, 0.75) = (0.25)$$

36. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0.4, 0) = (0)$$

37. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0.8, 0.57, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

38. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.8, 0.57, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0.67, 0) = (0)$$

39. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0.57, 0.8) = (0.57)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0.75) = (0)$$

40. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0.57, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

41. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

42. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

43. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0, 0.8) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0.75) = (0)$$

44. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

45. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

46. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

47. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0, 0.8) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0.75) = (0)$$

48. Jika (Kesehatan NPC adalah Sedang) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.8, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.25, 0, 0) = (0)$$

49. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0.4, 0) = (0)$$

50. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0.4, 0) = (0)$$

51. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Menghindar)

$$Upper = (0.33, 0, 0.8) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0.4, 0.75) = (0.2)$$

52. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sangat Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0.4, 0) = (0)$$

53. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0.33, 0.57, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

54. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.33, 0.57, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

55. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0.57, 0.8) = (0.33)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0.75) = (0)$$

56. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedikit) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0.57, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

57. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0.8, 0) = (0)$$

58. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

59. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0, 0.8) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0.75) = (0)$$

60. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Sedang) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

61. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sangat Dekat) maka (Keputusan adalah Menembak)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

62. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Dekat) maka (Keputusan adalah Mengejar)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

63. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Sedang) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0, 0.8) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0.75) = (0)$$

64. Jika (Kesehatan NPC adalah Baik) dan (Amunisi adalah Banyak) dan (Jarak adalah Jauh) maka (Keputusan adalah Berjaga)

$$Upper = (0.33, 0, 0) = (0)$$

$$Lower = (0.2, 0, 0) = (0)$$

3.3.7.3. Reduksi Tipe dan Defuzzifikasi

Langkah selanjutnya melakukan perhitungan reduksi tipe dan defuzzifikasi, yang bertujuan untuk mengubah interval Tipe-2 menjadi Tipe-1 dan menentukan nilai *output* tegas dari komputasi dengan rumus reduksi Karnik Mendel (Center-of-sets) didapatkan keputusan dengan hasil yaitu **berjaga**. Berikut detail perhitungannya:

Inputan : Kesehatan NPC = 80, jarak = 60, amunisi = 7.

Tabel 3.5 Nilai Fungsi Keanggotaan Jarak

	μ Sangat Dekat	μ Dekat	μ Sedang	μ Jauh
Upper	0	0	0.8	0
Lower	0	0	0.75	0

Tabel 3.6 Nilai Fungsi Keanggotaan Amunisi

	μ Sangat Sedikit	μ Sedikit	μ Sedang	μ Jauh
Upper	0	0.57	0	0
Lower	0	0.4	0	0

Tabel 3.7 Nilai Fungsi Keanggotaan Kesehatan NPC

	μ Sangat Buruk	μ Buruk	μ Sedang	μ Baik
Upper	0	0	0.8	0.33
Lower	0	0	0.25	0.2

Proses reduksi menggunakan rumus pada persamaan 2.7 dan 2.8 berikut hasilnya pada Tabel 3.8:

Tabel 3.8 Tabel Perhitungan Reduksi Bagian 1

	μ UMF	μ LMF
--	-----------	-----------

Rule Ke-	Kesehatan	Amunisi	Jarak	Kesehatan	Amunisi	Jarak
1.	0	0	0	0	0.4	0
2.	0	0	0	0	0.4	0
3.	0	0	0.8	0	0.4	0.75
4.	0	0	0	0	0.4	0
5.	0	0.57	0	0	0	0
6.	0	0.57	0	0	0	0
7.	0	0.57	0.8	0	0	0.75
8.	0	0.57	0	0	0	0
9.	0	0	0	0	0	0
10.	0	0	0	0	0	0
11.	0	0	0.8	0	0	0.75
12.	0	0	0	0	0	0
13.	0	0	0	0	0	0
14.	0	0	0	0	0	0
15.	0	0	0.8	0	0	0.75
16.	0	0	0	0	0	0
17.	0	0	0	0	0.4	0
18.	0	0	0	0	0.4	0
19.	0	0	0.8	0	0.4	0.75
20.	0	0	0	0	0.4	0
21.	0	0.57	0	0	0	0

	μ UMF			μ LMF		
Rule Ke-	Kesehatan	Amunisi	Jarak	Kesehatan	Amunisi	Jarak
22.	0	0.57	0	0	0	0
23.	0	0.57	0.8	0	0	0.75
24.	0	0.57	0	0	0	0
25.	0	0	0	0	0	0
26.	0	0	0	0	0	0
27.	0	0	0.8	0	0	0.75
28.	0	0	0	0	0	0
29.	0	0	0	0	0	0
30.	0	0	0	0	0	0
31.	0	0	0.8	0	0	0.75
32.	0	0	0	0	0	0
33.	0.8	0	0	0.25	0.4	0
34.	0.8	0	0	0.25	0.4	0
35.	0.8	0	0.8	0.25	0.4	0.75
36.	0.8	0	0	0.25	0.4	0
37.	0.8	0.57	0	0.25	0	0
38.	0.8	0.57	0	0.25	0.67	0
39.	0.8	0.57	0.8	0.25	0	0.75
40.	0.8	0.57	0	0.25	0	0
41.	0.8	0	0	0.25	0	0

	μ UMF			μ LMF		
Rule Ke-	Kesehatan	Amunisi	Jarak	Kesehatan	Amunisi	Jarak
42.	0.8	0	0	0.25	0	0
43.	0.8	0	0.8	0.25	0	0.75
44.	0.8	0	0	0.25	0	0
45.	0.8	0	0	0.25	0	0
46.	0.8	0	0	0.25	0	0
47.	0.8	0	0.8	0.25	0	0.75
48.	0.8	0	0	0.25	0	0
49.	0.33	0	0	0.2	0.4	0
50.	0.33	0	0	0.2	0.4	0
51.	0.33	0	0.8	0.2	0.4	0.75
52.	0.33	0	0	0.2	0.4	0
53.	0.33	0.57	0	0.2	0	0
54.	0.33	0.57	0	0.2	0	0
55.	0.33	0.57	0.8	0.2	0	0.75
56.	0.33	0.57	0	0.2	0	0
57.	0.33	0	0	0.2	0.8	0
58.	0.33	0	0	0.2	0	0
59.	0.33	0	0.8	0.2	0	0.75
60.	0.33	0	0	0.2	0	0
61.	0.33	0	0	0.2	0	0

	μ UMF			μ LMF		
Rule Ke-	Kesehatan	Amunisi	Jarak	Kesehatan	Amunisi	Jarak
62.	0.33	0	0	0.2	0	0
63.	0.33	0	0.8	0.2	0	0.75
64.	0.33	0	0	0.2	0	0

Tabel 3.9 Tabel Perhitungan Reduksi Bagian 2

y^i	$\bar{\mu}_{\bar{B}}^i$	$\underline{\mu}_{\bar{B}}^i$	$\sum_{i=1}^L y^i \bar{\mu}_{\bar{B}}^i$	$\sum_{i=L+1}^N y^i \underline{\mu}_{\bar{B}}^i$	$\sum_{i=1}^R y^i \underline{\mu}_{\bar{B}}^i$	$\sum_{i=R+1}^N \bar{\mu}_{\bar{B}}^i$
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0

y^i	$\bar{\mu}_B^i$	$\underline{\mu}_B^i$	$\sum_{i=1}^L y^i \bar{\mu}_B^i$	$\sum_{i=L+1}^N y^i \underline{\mu}_B^i$	$\sum_{i=1}^R y^i \underline{\mu}_B^i$	$\sum_{i=R+1}^N \bar{\mu}_B^i$
4	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0.25	0	0.5	0.5	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0.57	0	1.14	0	0	1.14
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0.2	0	0.4	0.4	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0.33	0	0.66	0	0	0.66
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0

y^i	$\bar{\mu}_B^i$	$\underline{\mu}_B^i$	$\sum_{i=1}^L y^i \bar{\mu}_B^i$	$\sum_{i=L+1}^N y^i \underline{\mu}_B^i$	$\sum_{i=1}^R y^i \underline{\mu}_B^i$	$\sum_{i=R+1}^N \bar{\mu}_B^i$
2	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0

$$y_{\text{out}} = \frac{y_l + y_r}{2} = \left(\frac{\sum_{i=1}^L y^i \bar{\mu}_B^i + \sum_{i=L+1}^N y^i \underline{\mu}_B^i}{\sum_{i=1}^L \bar{\mu}_B^i + \sum_{i=L+1}^N \underline{\mu}_B^i} + \frac{\sum_{i=1}^R y^i \underline{\mu}_B^i + \sum_{i=R+1}^N y^i \bar{\mu}_B^i}{\sum_{i=1}^R \underline{\mu}_B^i + \sum_{i=R+1}^N \bar{\mu}_B^i} \right) / 2 = 2$$

Setelah didapatkan hasil reduksi yang mengubah fuzzy type-2 menjadi fuzzy type-2 maka untuk mendapatkan nilai tegas dapat dilakukan dengan cara mencari rata-rata dari nilai y_l dan y_r .

3.3. Rencana Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada game pembelajaran kosakata Bahasa Arab. Pengujian yang dilakukan yaitu uji coba *logika Fuzzy Interval Type 2* dengan melihat kesesuaian nilai output dari setiap perubahan perilaku NPC (*Non Player Character*) pada game dengan nilai pada simulasi Matlab. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali uji coba dengan inputan yang berbeda-beda. Kemudian dihitung persentase dari masing – masing variable output yang dihasilkan dengan menggunakan rumus 2.10.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi serangkaian percobaan dan pengujian hasil pembuatan *game* pembelajaran kosakata Bahasa Arab dengan mengimplementasikan logika *Fuzzy Type 2* sebagai penentu pergerakan NPC (*Non Player Character*) musuh. Uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah permainan tersebut berjalan sesuai rancangan. Hal tersebut bertujuan agar mendapatkan saran serta kesimpulan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan *game*.

4.1. Implementasi

Adalah proses penerapan hasil rancangan ke dalam *game* yang akan dibangun sesuai dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya pada bab III. Setelah proses implementasi maka akan dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah permainan tersebut telah berjalan sesuai dengan perancangan. Berikut spesifikasi perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam perancangan *game*:

4.1.1. Implementasi Perangkat yang Digunakan Dalam Uji Coba

A. Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Processor : Intel(R) Core (TM) i3-6006U 2.00 GHz
2. RAM 4GB.
3. Harddisk 500GB.
4. Speaker Aktif.
5. Keyboard dan mouse aktif.

B. Perangkat Lunak (*Software*)

1. OS Windows 10 64 bit.

2. *Unity 3D*
3. *Blender*
4. *Monodevelop Editor*
5. *Matlab*
6. *Corel Draw.*

4.1.2. Implementasi Antarmuka Game

Implementasi antarmuka merupakan pengaplikasian tampilan dari perancangan *game* yang telah dibuat. Dalam pengimplementasian antarmuka pada *game* ini, dibutuhkan beberapa *scene* untuk menampung semua prosesnya. Setiap proses memiliki fungsi sendiri namun saling memiliki kaitan satu sama lain.

4.1.2.1. Tampilan Antarmuka Menu Utama

Merupakan menu utama yang akan terlihat pertama kali setelah *splashscreen* muncul. Terdapat 5 tombol yang mempunyai fungsi tertentu diantaranya : “mulai permainan”, “pengaturan”, “tentang”, “keluar”, “cara bermain”.



Gambar 4.1 Menu Utama

4.1.2.2. Tampilan Antarmuka Panel Mulai Permainan

Setelah pemain menekan tombol mulai permainan, maka pemain akan diarahkan ke panel pemilihan tema *game*. Terdapat 2 game yang dapat dipilih oleh pemain diantaranya tema “Silsilah Keluarga” dan “Pekerjaan”.



Gambar 4.2 Panel Mulai Permainan

4.1.2.3. Tampilan Antarmuka Panel Cara Bermain

Setelah pemain menekan tombol cara bermain maka pemain akan dihadapkan pada panel yang berisi peraturan permainan yang harus dilaksanakan pemain agar pemain dapat menyelesaikan misi dan maju ke misi berikutnya.



Gambar 4.3 Panel Cara Bermain

4.1.2.4. Tampilan Antarmuka Panel Tentang

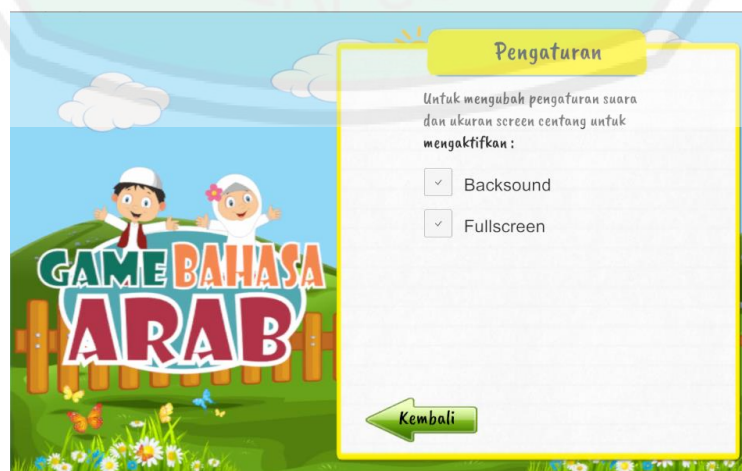
Setelah pemain menekan tombol tentang maka pemain akan dihadapkan pada panel yang berisi keterangan pembuat.



Gambar 4.4 Panel Tentang

4.1.2.5. Tampilan Antarmuka Panel Pengaturan

Setelah pemain menekan tombol pengaturan maka pemain akan dihadapkan pada panel yang berisi *toggle* pengaturan *backsound* dan *fullscreen*. Apabila terdapat *ceklist* pada *toggle* *backsound* maka suara menyala dan sebaliknya. Apabila terdapat *ceklist* pada *toggle* *fullscreen* maka layar akan otomatis *maximize*.



Gambar 4.5 Panel Pengaturan

4.1.2.6. Tampilan Antarmuka Panel *Input* Nama Pemain

Setelah pemain memilih tema permainan yang akan dimainkan maka pemain akan diarahkan ke scene input nama pemain. Pemain diharuskan mengisi nama pemain sebagai keterangan pemain yang sedang melangsungkan permainan.



Gambar 4.6 Panel *Input* Nama Pemain

4.1.2.7. Tampilan Antarmuka Level 1

Setelah memasukkan nama pemain, maka pemain otomatis masuk kedalam *scene* permainan yang telah dipilih. Pemain harus melewati beberapa rintangan yang ada. Disepanjang menyusuri jalan setapak terdapat koin emas yang harus dikumpulkan pemain agar mendapatkan point serta buah-buahan untuk menambah nyawa. Selain itu pemain juga akan bertemu dengan musyrifah yang akan memberikan materi bahasa arab yang harus dipelajari pemain, agar dapat menjawab soal-soal didalam peti diakhir misi nanti. Perjalanan santri tidak mudah karena terdapat NPC musuh disepanjang perjalanan yang menghalangi santri menyelesaikan misi agar tidak bisa mengumpulkan kunci peti. Kunci peti digunakan untuk membuka peti soal. Santri dapat menyerang NPC dengan cara menembak dengan pistol air. Ada 3 jenis nilai yang salah satunya menjadi skor

pemain yaitu : mumtaz (sempurna), maqbul (cukup), dhoif (kurang). Apabila skor yang didapatkan pemain belum mumtaz maka pemain tidak dapat melanjutkannya.



Gambar 4.7 Level 1 (silsilah keluarga)

4.1.2.8. Tampilan Antarmuka Level 2

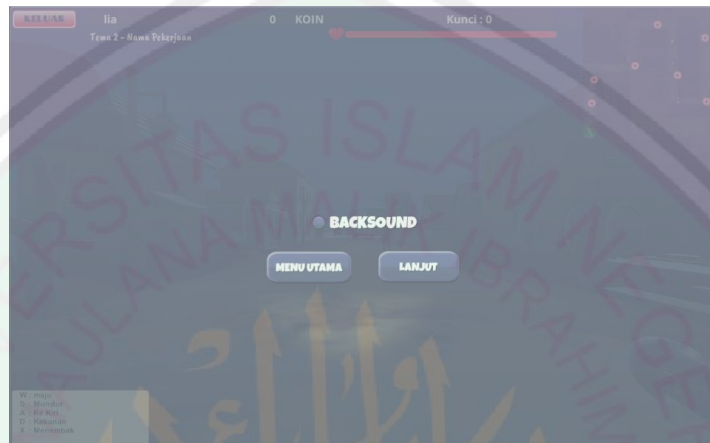
Apabila pemain mendapatkan skor mumtaz maka pemain dapat melanjutkan ke tema selanjutnya. Pada tema kedua ini adalah tema kosakata mengenai pekerjaan. Pada tema ini suasana dimalam hari, sehingga permainan lebih menantang karena pemain hanya membawa senter kecil untuk menerangi perjalanannya.



Gambar 4.8 Antarmuka Level 2

4.1.2.9. Tampilan Antarmuka Panel Pause

Pada saat player ingin menjeda permainan beberapa saat, pemain dapat menekan tombol *esc* pada *keyboard*. Pada panel pause terdapat dua tombol “lanjut” dan “menu utama”



Gambar 4.9 Panel Pause

4.1.2.10. Tampilan Antarmuka Panel Game Over

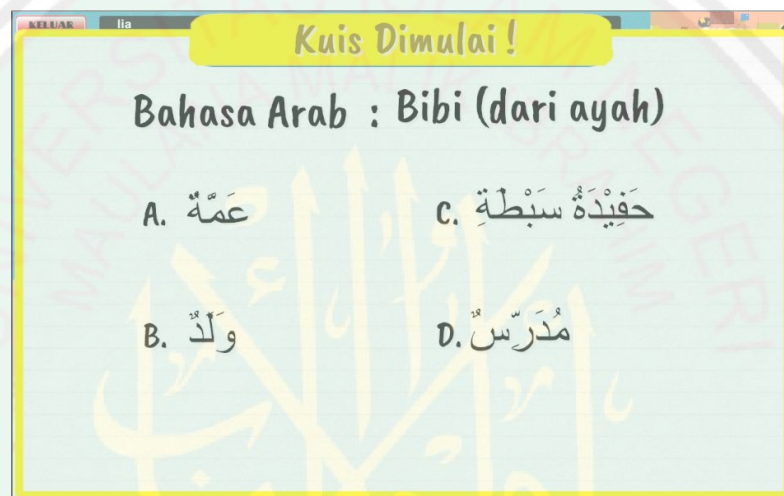
Pada saat pemain menyelesaikan misi dan kehabisan nyawa maka otomatis pemain akan *game over* dan akan diarahkan ke panel *game over* pada panel ini terdapat tombol “menu utama” yang mengarah ke halaman awal permainan.



Gambar 4.10 Panel Game Over

4.1.2.11. Tampilan Antarmuka Kuis

Pada saat pemain berhasil mengumpulkan semua koin dan kunci maka peti akan terbuka dan akan muncul soal kuis yang berisi sepuluh soal mengenai kosakata Bahasa Arab yang telah diajarkan oleh musyrifah kepada pemain disepanjang perjalanan. Soal kuis ini bertipe pilihan ganda, dimana pemain harus memilih jawaban yang benar agar mendapatkan skor.



Gambar 4.11 Panel Kuis

4.1.2.12. Tampilan Antarmuka Skor

Setelah pemain menjawab semua soal maka jumlah jawaban benar akan mempengaruhi jumlah bintang yang didapatkan oleh pemain. Jika pemain memiliki skor dengan rentang nilai 0-3 maka pemain akan mendapatkan nilai dhoif dengan 1 bintang. Jika pemain memiliki skor dengan rentang nilai 4-7 maka pemain akan mendapatkan nilai maqbul dengan 2 bintang. Jika pemain memiliki skor dengan rentang nilai 8-10 maka pemain akan mendapatkan nilai mumtaz dengan bintang 3.



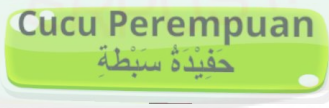
Gambar 4.12 Panel Skor

4.1.3. Implementasi Karakter dan Objek yang Digunakan

Tabel 4.1 Karakter dan Objek

No.	Nama Karakter	Gambar	Keterangan
1.	NPC Musuh		NPC musuh ini adalah karakter yang memiliki perilaku yang berubah – ubah berdasarkan <i>fuzzy type-2</i> . Ketika NPC musuh menyerang maka kesehatan player akan berkurang.
2.	NPC Musyrifah		NPC mushrifah ini bertugas untuk memberi kosakata Bahasa Arab kepada pemain. Jika pemain mendekati

No.	Nama Karakter	Gambar	Keterangan
			musyrifah dengan jarak dekat maka akan muncul kosakata Bahasa Arab beserta terjemahannya.
3.	Koin Emas		Koin emas ini harus dikumpulkan pemain hingga mencapai 100 point. Jika koin tidak mencapai 100 maka peti tidak dapat dibuka.
4.	Kunci Peti		Kunci peti ini berfungsi untuk membuka peti soal. Ada 2 kunci yang harus di kumpulkan pemain.
5.	Peti Kuis		Peti sebagai tujuan akhir yang harus dibuka oleh pemain. Dimana didalamnya terdapat kuis yang harus dijawab oleh pemain.

No.	Nama Karakter	Gambar	Keterangan
6.	Bonus Buah		Objek buah ini berfungsi sebagai bonus untuk menambah kesehatan pemain. Jika pemain mengambil buah ini maka kesehatan pemain bertambah.
7.	Player		Karakter FPS yang dikontrol oleh pemain. Pemain dapat melakukan serangan pistol air kepada NPC musuh. Ketika NPC tertembak maka kesehatan NPC musuh akan berkurang.
8.	Item Pembelajaran dari Musrifah		Kosa kata Bahasa Arab yang akan muncul ketika pemain mendekati musyrifah. Kosakata ini akan selalu teracak sehingga permainan tidak membosankan. Terdapat

No.	Nama Karakter	Gambar	Keterangan
			58 kosakata Bahasa Arab yang digunakan dalam permainan ini.

4.1.4. Implementasi *Fuzzy Type-2*

Pada implementasi *Fuzzy Type-2* pada NPC musuh digunakan 3 inputan yaitu kesehatan, jarak, dan amunisi dengan masing – masing inputan memiliki 4 himpunan fuzzy. dan 4 output yaitu berjaga, mengejar, menghindari, dan menembak. Berikut *source code* yang digunakan dalam mengimplementasikan *Fuzzy Type-2* :

1) Proses Fuzzifikasi Kesehatan NPC musuh

Kesehatan NPC musuh memiliki empat himpunan yaitu sangat buruk, buruk, sedang, baik. Pada tiap-tiap himpunan *fuzzy* mempunyai nilai fungsi keanggotaan *upper* dan *lower* dengan rincian: Sangat Buruk memiliki *range* (0 – 30) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (0-30) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (0-25). Buruk memiliki *range* (10 – 60) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (10-60) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (15-55). Sedang memiliki *range* (40 – 90) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (40 – 90) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (45 – 85). Baik memiliki *range* (70 – 100) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (70 – 100) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (75 – 100).

```
//Kesehatan Sangat Buruk Upper
if (kesehatanUpper >= 30){
    kesehatanSangatBurukUpper = 0;
}else if (kesehatanUpper < 30 && kesehatanUpper > 0){
    kesehatanSangatBurukUpper = (30 - kesehatanUpper) / (30 - 0);
}else if (kesehatanUpper <= 0){
```

```

    kesehatanSangatBurukUpper = 1;
}
//Kesehatan Sangat Buruk Lower
if(kesehatanLower >= 25){
    kesehatanSangatBurukLower = 0;
}else if(kesehatanLower < 25 && kesehatanLower > 0){
    kesehatanSangatBurukLower = (25 - kesehatanLower)/(25 -
0);
}else if(kesehatanLower <= 0){
    kesehatanSangatBurukLower = 1;
}
//Kesehatan Buruk Upper
if(kesehatanUpper >=60 || kesehatanUpper <= 10){
    kesehatanBurukUpper = 0;
}else if(kesehatanUpper > 10 && kesehatanUpper <= 35){
    kesehatanBurukUpper = (kesehatanUpper - 10)/(35 - 10);
}else if(kesehatanUpper < 60 && kesehatanUpper > 35){
    kesehatanBurukUpper = (60 - kesehatanUpper) / (60 - 35);
}
//Kesehatan Buruk Lower
if(kesehatanLower >=55 || kesehatanLower <= 15){
    kesehatanBurukLower = 0;
}else if(kesehatanLower > 15 && kesehatanLower <= 35){
    kesehatanBurukLower = (kesehatanLower - 15)/(35 - 15);
}else if(kesehatanLower < 55 && kesehatanLower > 35){
    kesehatanBurukLower = (55 - kesehatanLower) / (55 - 35);
}
//Kesehatan Sedang Upper
if(kesehatanUpper >=90 || kesehatanUpper <= 40){
    kesehatanSedangUpper = 0;
}else if(kesehatanUpper > 40 && kesehatanUpper <= 65){
    kesehatanSedangUpper = (kesehatanUpper - 40)/(65 - 40);
}else if(kesehatanUpper < 90 && kesehatanUpper > 65){
    kesehatanSedangUpper = (90 - kesehatanUpper) / (90 - 65);
}
//Kesehatan Sedang Lower
if(kesehatanLower >=85 || kesehatanLower <= 45){
    kesehatanSedangLower = 0;
}else if(kesehatanLower > 45 && kesehatanLower <= 65){
    kesehatanSedangLower = (kesehatanLower - 45)/(65 - 45);
}else if(kesehatanLower < 85 && kesehatanLower > 65){
    kesehatanSedangLower = (85 - kesehatanLower) / (85 - 65);
}
//Kesehatan Baik Upper
if(kesehatanUpper <= 70){
    kesehatanBaikUpper = 0;
}else if(kesehatanUpper > 70 && kesehatanUpper < 100){
    kesehatanBaikUpper = (kesehatanUpper - 70)/(100 - 70);
}else if(kesehatanUpper >= 100){
    kesehatanBaikUpper = 1;
}
//Kesehatan Baik Lower
if(kesehatanLower <= 75){
    kesehatanBaikLower = 0;
}else if(kesehatanLower > 75 && kesehatanLower < 100){
    kesehatanBaikLower = (kesehatanLower - 75)/(100 - 75);
}else if(kesehatanLower >= 100){
    kesehatanBaikLower = 1;
}
}

```


2) Proses Fuzzifikasi Amunisi NPC musuh

Amunisi NPC musuh memiliki empat himpunan *fuzzy* yaitu amunisi sangat sedikit, amunisi sedikit, amunisi sedang, amunisi banyak. Pada tiap - tiap himpunan *fuzzy* mempunyai nilai fungsi keanggotaan *upper* dan *lower* dengan rincian: Sangat sedikit memiliki *range* (0 – 4) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (0 – 4) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (0 – 3). Sedikit memiliki *range* (2 – 9) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (2 – 9) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (3 – 8). Sedang memiliki *range* (7 – 14) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (7 – 14) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (8 – 13). Banyak memiliki *range* (12 – 16) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (12 – 16) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (13 – 16).

```
//Amunisi Sangat Sedikit Upper
if(amunisiUpper >= 4){
    amunisiSangatSedikitUpper = 0;
}else if(amunisiUpper < 4 && amunisiUpper > 0){
    amunisiSangatSedikitUpper = (4 - amunisiUpper)/(4 - 0);
}else if(amunisiUpper <= 0){
    amunisiSangatSedikitUpper = 1;
}
//Amunisi Sangat Sedikit Lower
if(amunisiLower >= 3){
    amunisiSangatSedikitLower = 0;
}else if(amunisiLower < 3 && amunisiLower > 0){
    amunisiSangatSedikitLower = (3 - amunisiLower) / (3 - 0);
}else if(amunisiLower <= 0){
    amunisiSangatSedikitLower = 1;
}
//Amunisi Sedikit Upper
if(amunisiUpper >= 9 || amunisiUpper <= 2){
    amunisiSedikitUpper = 0;
}else if(amunisiUpper > 2 && amunisiUpper <= 5.5){
    amunisiSedikitUpper = (amunisiUpper - 2)/(5 - 2);
}else if(amunisiUpper < 9 && amunisiUpper > 5.5){
    amunisiSedikitUpper = (9 - amunisiUpper) / (9 - 5);
}
//Amunisi Sedikit Lower
if(amunisiLower >= 8 || amunisiLower <= 3){
    amunisiSedikitLower = 0;
}else if(amunisiLower > 3 && amunisiLower <= 5.5){
    amunisiSedikitLower = (amunisiLower - 3)/(5 - 3);
}else if(amunisiLower < 8 && amunisiLower > 5.5){
```

```

    amunisiSedikitLower = (8 - amunisiLower) / (8 - 5);
}
//Amunisi Sedang Upper
if(amunisiUpper >= 14 || amunisiUpper <= 7){
    amunisiSedangUpper = 0;
}else if(amunisiUpper > 7 && amunisiUpper <= 10.5){
    amunisiSedangUpper = (amunisiUpper - 7)/(10 - 7);
}else if(amunisiUpper < 14 && amunisiUpper > 10.5){
    amunisiSedangUpper = (14 - amunisiUpper) / (14 - 10);
}
//Amunisi Sedang Lower
if(amunisiLower >= 13 || amunisiLower <= 8){
    amunisiSedangLower = 0;
}else if(amunisiLower > 8 && amunisiLower <= 10.5){
    amunisiSedangLower = (amunisiLower - 8)/(10 - 8);
}else if(amunisiLower < 13 && amunisiLower > 10.5){
    amunisiSedangLower = (13 - amunisiLower) / (13 - 10);
}
//Amunisi Banyak Upper
if(amunisiUpper <= 12){
    amunisiBanyakUpper = 0;
}else if(amunisiUpper > 12 && amunisiUpper < 16){
    amunisiBanyakUpper = (amunisiUpper - 12)/(16 - 12);
}else if(amunisiUpper >= 16){
    amunisiBanyakUpper = 1;
}
//Amunisi Sedang Lower
if(amunisiLower <= 13){
    amunisiBanyakLower = 0;
}else if(amunisiLower > 13 && amunisiLower < 16){
    amunisiBanyakLower = (amunisiLower - 13)/(16 - 13);
}else if(amunisiLower >= 16){
    amunisiBanyakLower = 1;
}
}

```

3) Proses Fuzzifikasi Jarak NPC Musuh Terhadap Pemain

Jarak NPC musuh dengan pemain memiliki empat himpunan *fuzzy* yaitu jarak sangat dekat, jarak dekat, jarak sedang, jarak jauh. Pada tiap - tiap himpunan mempunyai nilai *upper* dan *lower* dengan rincian: Sangat dekat memiliki *range* (0 – 30) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (0-30) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (0-25). Dekat memiliki *range* (10 – 60) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (10-60) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (15-55). Sedang memiliki *range* (40 – 90) dengan nilai fungsi keanggotaan *upper* (40 – 90) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (45 – 85). Jauh memiliki *range* (70 – 100) dengan

nilai fungsi keanggotaan *upper* (70 – 100) dan nilai fungsi keanggotaan *lower* (75 – 100).

```
//Jarak Sangat Dekat Upper
if (jarakUpper >= 30){
    jarakSangatDekatUpper = 0;
}else if(jarakUpper < 30 && jarakUpper > 0){
    jarakSangatDekatUpper = (30 - jarakUpper)/(30 - 0);
}else if(jarakUpper <= 0){
    jarakSangatDekatUpper = 1;
}
//Jarak Sangat Dekat Lower
if (jarakLower >= 25){
    jarakSangatDekatLower = 0;
}else if(jarakLower < 25 && jarakLower > 0){
    jarakSangatDekatLower = (25 - jarakLower) / (25 - 0);
}else if(jarakLower <= 0){
    jarakSangatDekatLower = 1;
}
//Jarak Dekat Upper
if(jarakUpper >= 60 || jarakUpper <= 10){
    jarakDekatUpper = 0;
}else if(jarakUpper > 10 && jarakUpper <= 35){
    jarakDekatUpper = (jarakUpper - 10)/(35 - 10);
}else if(jarakUpper < 60 && jarakUpper > 35){
    jarakDekatUpper = (60 - jarakUpper) / (60 - 35);
}
//Jarak Dekat Lower
if(jarakLower >= 55 || jarakLower <= 15){
    jarakDekatLower = 0;
}else if(jarakLower > 15 && jarakLower <= 35){
    jarakDekatLower = (jarakLower - 15)/(35 - 15);
}else if(jarakLower < 55 && jarakLower > 35){
    jarakDekatLower = (55 - jarakLower) / (55 - 35);
}
//Jarak Sedang Upper
if(jarakUpper >= 90 || jarakUpper <= 40){
    jarakSedangUpper = 0;
}else if(jarakUpper > 40 && jarakUpper <= 65){
    jarakSedangUpper = (jarakUpper - 40)/(65 - 40);
}else if(jarakUpper < 90 && jarakUpper > 65){
    jarakSedangUpper = (90 - jarakUpper) / (90 - 65);
}
//Jarak Sedang Lower
if(jarakLower >= 85 || jarakLower <= 45){
    jarakSedangLower = 0;
}else if(jarakLower > 45 && jarakLower <= 65){
    jarakSedangLower = (jarakLower - 45)/(65 - 45);
}else if(jarakLower < 85 && jarakLower > 65){
    jarakSedangLower = (85 - jarakLower) / (85 - 65);
}
//Jarak Jauh Upper
if(jarakUpper <= 70){
    jarakJauhUpper = 0;
}else if(jarakUpper > 70 && jarakUpper < 100){
    jarakJauhUpper = (jarakUpper - 70)/(100 - 70);
}
```

```

}else if(jarakUpper >= 100){
    jarakJauhUpper = 1;
}
//Jarak Jauh Lower
if(jarakLower <= 75){
    jarakJauhLower = 0;
}else if(jarakLower > 75 && jarakLower < 100){
    jarakJauhLower = (jarakLower - 75)/(100 - 75);
}else if(jarakLower >= 100){
    jarakJauhLower = 1;
}

```

4) Proses Inferensi

Dalam proses inferensi, fungsi implikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah MIN (minimum), fungsi ini digunakan untuk memperoleh nilai terkecil dari nilai a-predikat yang telah dihitung sebelumnya dalam proses *fuzzifikasi* pada tiap aturan. Array `miuUpper [ ]` dan `miuLower [ ]` digunakan untuk menyatukan hasil dari nilai terkecil tiap rule baik pada *lower* maupun *upper*.

```

//Upper
miuUpper[0]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukUpper, amunisiSangatSedik
itUpper, jarakSangatDekatUpper);
miuUpper[1]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukUpper, amunisiSangatSedik
itUpper, jarakDekatUpper);
miuUpper[2]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukUpper, amunisiSangatSedik
itUpper, jarakSedangUpper);
miuUpper[3]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukUpper, amunisiSangatSedik
itUpper, jarakJauhUpper);
.
.
.
miuUpper[60]=Mathf.Min(kesehatanBaikUpper, amunisiBanyakUpper, jarak
SangatDekatUpper);
miuUpper[61]=Mathf.Min (kesehatanBaikUpper, amunisiBanyakUpper,
jarakDekatUpper);
miuUpper[62]=Mathf.Min(kesehatanBaikUpper, amunisiBanyakUpper,
jarakSedangUpper);
miuUpper[63]= Mathf.Min (kesehatanBaikUpper, amunisiBanyakUpper,
jarakJauhUpper);
//Lower
miuLower[0]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukLower, amunisiSangatSedik
itLower, jarakSangatDekatLower);
miuLower[1]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukLower, amunisiSangatSedik
itLower, jarakDekatLower);
miuLower[2]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukLower, amunisiSangatSedik
itLower, jarakSedangLower);
miuLower[3]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukLower, amunisiSangatSedik
itLower, jarakJauhLower);
miuLower[4]=Mathf.Min(kesehatanSangatBurukLower, amunisiSedikitLowe
r, jarakSangatDekatLower);

```

```

.
.
.
miuLower[60]=Mathf.Min(kesehatanBaikLower, amunisiBanyakLower, jarak
SangatDekatLower);
miuLower[61]=Mathf.Min(kesehatanBaikLower, amunisiBanyakLower, jarak
DekatLower);
miuLower[62]=Mathf.Min(kesehatanBaikLower, amunisiBanyakLower, jarak
SedangLower);
miuLower[63]=Mathf.Min(kesehatanBaikLower, amunisiBanyakLower, jarak
JauhLower);

```

5) Proses Reduksi dan Defuzzifikasi

Setelah mendapatkan nilai a-predikat dan nilai terkecil tiap rule, tahap selanjutnya adalah reduksi dan *defuzzifikasi*. Proses reduksi dan *defuzzifikasi* ini proses yang menghasilkan nilai tegas yang akan digunakan untuk mengatur perilaku dari NPC musuh. Diakhir proses dilakukan proses reset nilai yMiuUpper, yMiuLower, TotalMiuUpper, dan TotalMiuLower.

```

for (i = 0; i<miuUpper.Length; i++){
    y = keputusan[i];
    yMiuUpper += keputusan[i] * miuUpper[i];
    yMiuLower += keputusan[i] * miuLower[i];
    TotalmiuUpper += miuUpper[i];
    TotalmiuLower += miuLower[i];
}
hasil=((yMiuUpper+yMiuLower)/(TotalmiuUpper+TotalmiuLower))
+ ((yMiuLower + yMiuUpper)/(TotalmiuLower+TotalmiuUpper))/2;
y = 0;
yMiuUpper = 0;
yMiuLower = 0;
TotalmiuUpper = 0;
TotalmiuLower = 0;

```

6) Penerapan Output Fuzzy pada Perilaku NPC Musuh

Perilaku yang dihasilkan NPC Musuh diatur oleh output hasil implementasi *Fuzzy Type*-, berikut output yang akan digunakan:

- Output 1 maka perilaku NPC Musuh adalah menghindari.
- Output 2 maka perilaku NPC Musuh adalah berjaga.
- Output 3 maka perilaku NPC Musuh adalah menembak.
- Output 4 maka perilaku NPC Musuh adalah mengejar.


```

if (hasil == 1){
    GetComponent<navMeshPathFinder>().keputusan = 1;
}else if (hasil == 2) {
    GetComponent<navMeshPathFinder>().keputusan = 2;
}else if (hasil == 3) {
    GetComponent<navMeshPathFinder>().keputusan = 3;
}else if (hasil == 4){
    GetComponent<navMeshPathFinder>().keputusan = 4; }

```

7) Method yang digunakan untuk keputusan Berjaga

```

else if (keputusan == 2) {
    anim.SetBool("Distance", false);
    anim.SetBool("EnemyAttack", false);
    if(Vector3.Distance(waypoint[current].transform.position,
transform.position) < WPradius)
    {
        current++;
        if (current >= waypoint.Length) {
            current = 0; }
    }
    transform.position=Vector3.MoveTowards(transform.position,
waypoint[current].transform.position, Time.deltaTime * speed); }

```

8) Method yang Digunakan Untuk Keputusan Menyerang

```

if      (keputusan==3      &&      nav.remainingDistance      <=
nav.stoppingDistance      &&      timer      >=      timeBetweenBullets      &&
Time.timeScale != 0 && ammo >= 1) {
    anim.SetBool ("EnemyAttack", true);
    Shoot ();
}
void Shoot (){
    timer = 0f;
    ammo = ammo - 1;
    gunParticles.Stop ();
    gunParticles.Play ();
    source.clip = sound1;
    Sound1();
    gunLine.SetPosition (0, transform.position);
    shootRay.origin = transform.position;
    shootRay.direction = transform.forward;
    if(Physics.Raycast (shootRay, out shootHit, range,
playerMask)) {
        PlayerHealth      playerRaycast      =
        shootHit.collider.GetComponent <PlayerHealth> ();
        if(playerRaycast != null) {
            playerRaycast.TakeDamage (damagePerShot);
        } gunLine.SetPosition (1, shootHit.point);
    }else{
        gunLine.SetPosition(1,shootRay.origin + shootRay.direction
* range);
    }
}

```

9) Method yang Digunakan Untuk keputusan Mengejar

```

else if (keputusan == 4){
    if (playerHealth.currentHealth > 0){
        nav.SetDestination(player.position);
        anim.SetBool("Distance", true);
    }else{
        nav.enabled = false;
    }
}

```

10) Method yang Digunakan Untuk keputusan Menghindar

```

if (keputusan == 1)
{
    //Menghindar
    anim.SetBool("Distance", true);
    anim.SetBool("EnemyAttack", false);
    nav.SetDestination(hidingPoint.position);
}

```

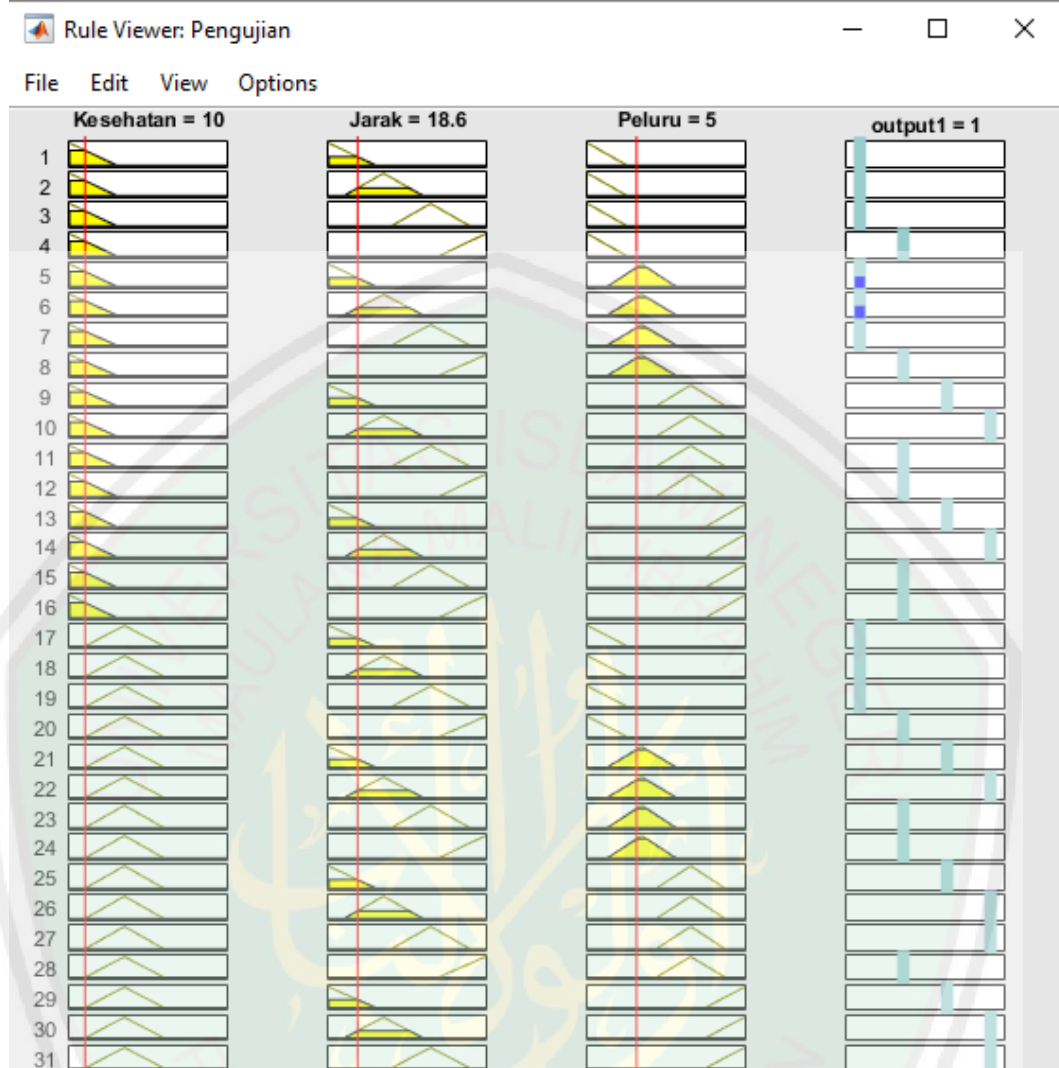
4.2. Pengujian Aplikasi

4.2.1. Pengujian Logika Fuzzy Type-2

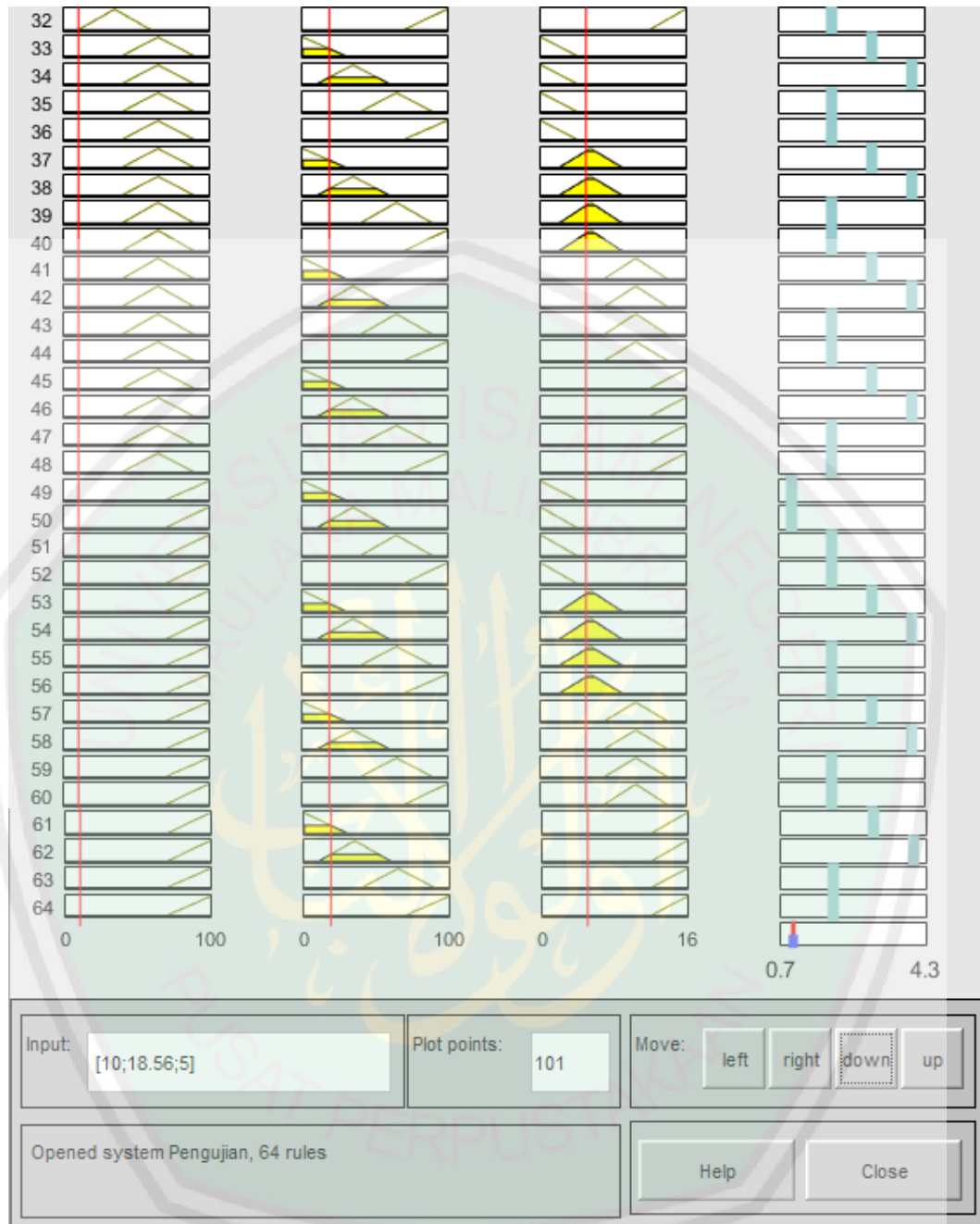
Pengujian ini dilakukan untuk mencocokkan nilai keluaran *Fuzzy Type-2* dengan mencocokkan nilai antara keluaran yang dihasilkan NPC musuh pada permainan dengan nilai pada simulasi *Fuzzy Type-2* dengan Matlab. Berikut adalah output yang dihasilkan NPC musuh pada game dan nilai yang dihasilkan pada simulasi Matlab:

! peluru : 5 || Kesehatan : 10 || Jarak : 18.5605 || Keputusan : Menghindar

Gambar 4.13 Output NPC Musuh pada Game



Gambar 4.14 Output Simulasi pada Matlab



Gambar 4.15 Lanjutan Output Simulasi pada Matlab

Berdasarkan Gambar 4.14 menampilkan hasil bahwa *rule viewer* berfungsi menampilkan penalaran *fuzzy* didalam sistem, meliputi pengelompokan masukan yang diberikan ke tiap variabel *input*, fungsi implikasi, *rule base*, hingga dihasilkan *output*.

Dari hasil perbandingan pada Gambar 4.13 dapat dilihat output NPC Musuh pada saat menjalankan *game* dengan inputan amunisi tersisa 5, kesehatan tersisa 10 dan jarak NPC dengan pemain 18.56 menghasilkan output berupa menghindar. Hasil tersebut sama dengan nilai simulasi pada gambar 4.14, dengan nilai kesehatan = 10, jarak = 18.5 dan amunisi = 5 menghasilkan output dengan nilai 1. Output dengan parameter 1 adalah perilaku menghindar. Uji coba tersebut dilakukan sebanyak 30 kali dengan nilai inputan yang berbeda-beda. Tabel 4.2 yang berisi hasil dari pengujian :

Tabel 4.2 Pengujian Logika Fuzzy Type-2

No.	Nilai Masukan			Output Game	Simulasi Matlab
	Kesehatan	Jarak	Amunisi		
1.	100	93.86	16	Berjaga	2
2.	100	89.44	16	Berjaga	2
3.	100	74.84	16	Berjaga	2
4.	100	68.83	16	Berjaga	2
5.	100	60.03	16	Berjaga	2
6.	100	81.58	16	Berjaga	2
7.	100	38.7	15	Mengejar	4
8.	100	33.4	15	Mengejar	4
9.	100	29.94	15	Mengejar	4
10.	70	10	15	Menembak	3
11.	60	10	14	Menembak	3
12.	60	10.07	13	Menembak	3

No.	Nilai Masukan			Output Game	Simulasi Matlab
	Kesehatan	Jarak	Amunisi		
13.	40	9.92	10	Menembak	3
14.	40	9.87	10	Menembak	3
15.	10	18.56	5	Menghindar	1
16.	10	17.9	5	Menghindar	1
17.	10	22.17	5	Menghindar	1
18.	10	24.4	5	Menghindar	1
19.	10	28	5	Menghindar	1
20.	10	25.1	5	Menghindar	1
21.	10	65.7	5	Menghindar	1
22.	10	50.58	5	Menghindar	1
23.	30	8.80	12	Menembak	3
24.	10	39.7	11	Mengejar	4
25.	20	8.5	12	Menembak	3
26.	100	30	15	Mengejar	4
27.	20	9.1	12	Menembak	3
28.	60	8.6	14	Menembak	3
29.	100	37.83	15	Mengejar	4
30.	100	33.92	15	Mengejar	4

Berdasarkan data pada tabel pengujian menggunakan nilai variabel jarak, amunisi serta kesehatan menghasilkan perilaku pemain yang telah cocok dengan rule yang sudah ditentukan. Seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2 menjelaskan

bahwa kesesuaian antara nilai keluaran pada *game* dengan simulasi Matlab. Hal ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Type-2 telah berhasil diterapkan pada *game* pembelajaran kosakata Bahasa Arab. Berdasarkan dari uji coba 30 output yang berbeda, perilaku NPC musuh yang dihasilkan dari pengujian pada Tabel 4.2 memiliki persentase rata – rata perilaku:

1. Berjaga $= \frac{6}{30} \times 100 = 20 \%$
2. Menghindar $= \frac{8}{30} \times 100 = 26.66 \%$
3. Menembak $= \frac{9}{30} \times 100 = 30 \%$
4. Mengejar $= \frac{7}{30} \times 100 = 23.33 \%$

Berjaga sebesar 20%, menghindar 26.66%, menembak 30%, dan mengejar sebesar 23.33% yang dihasilkan dengan mencari persentase menggunakan persamaan 2.10. Hasil persentase tersebut memberikan nilai bahwa, persentase setiap variabel perilaku memiliki persentase yang tidak terlalu jauh perbedaannya, sehingga perilaku yang dihasilkan tidak monoton hanya pada variabel *output* tertentu saja. Perilaku yang dihasilkan tersebut dipengaruhi oleh 3 variabel input yaitu variabel kesehatan (Sangat buruk, buruk, sedang, baik), amunisi (Sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak), dan jarak (Sangat dekat, dekat, sedang, Jauh).

4.3. Integrasi Sains Islam

Bahasa Arab memiliki peranan yang sangat penting karena Bahasa Arab merupakan bahasa persatuan bagi umat muslim. Proses berkembangnya Bahasa Arab di dunia juga dipengaruhi oleh penyebaran agama Islam yang sumber ajarannya berasal dari Al-Qur'an dan As-Sunnah yang menggunakan Bahasa Arab. Al-Quran merupakan kitab suci umat muslim, yang dijadikan sebagai

sumber ajaran Islam, yang menjadi pedoman sehingga umat muslim selamat didunia dan diakhirat. Al-Quran diturunkan Allah SWT ke Nabi Muhammad SAW sebagai sebuah mukjizat, dan disampaikan dengan jalan *mutawatir* melalui malaikat Jibril. Al-Quran juga mengandung banyak cerita nabi dan umat terdahulu supaya dapat dijadikan pembelajaran umat saat ini. Al-Quran mengandung adab dan rahmat Allah SWT. Sebagai umat muslim, kita diperintahkan untuk membaca dan memahami Al-Quran. Anjuran membaca Al-Quran sendiri turun dari Allah SWT yang tertera di Al-Alaq ayat 1-5 :

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ (١) خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ (٢) اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ (٣) الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (٤) عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (٥)

Artinya:

“1. Bacalah dengan (menyebut) Nama Rabb-mu yang menciptakan, 2. Dia telah menciptakan manusia dengan segumpal darah 3. Bacalah, dan Rabb-mulah Yang Paling Pemurah, 4. Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan kalam. 5. Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya” (Al-Alaq [96]: 1-5).

Untuk dapat memahami makna yang terkandung didalam Al-Quran maka kita harus mengerti Bahasa Arab. Karena mempelajari Bahasa Arab adalah suatu kewajiban umat muslim di seluruh dunia. Bagi seorang muslim, Bahasa Arab sangat penting dipelajari untuk membentuk dan meningkatkan kualitas iman terhadap pemahaman ajaran agama Islam. Hal tersebut juga tertera didalam Al-Quran:

إِنَّا جَعَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا لَعَلَّكُمْ تَعْقِلُونَ

Artinya:

“Sesungguhnya kami menjadikan Al-Quran dalam Bahasa Arab agar kamu mengerti” (Az-Zuhurf:3).

Selain itu, dalam surat Thoha: 113 juga dijelaskan pentingnya mempelajari Bahasa Arab. Karena Bahasa Arab merupakan pintu masuk utama manusia dalam memahami semua ajaran-ajaran islam yang terkandung dalam Al’Quran. Sehingga sebagai sumber pedoman umat muslim, maka Al-Quran wajib dibaca dan dipahami makna oleh umat muslim supaya kita tau, dan mengamalkan pelajaran yang ada didalamnya.

وَكَذَلِكَ أَنْزَلْنَاهُ قُرْآنًا عَرَبِيًّا وَصَرَّفْنَا فِيهِ مِنَ الْوَعِيدِ لَعَلَّهُمْ يَتَّقُونَ أَوْ يُحْدِثُ لَهُمْ ذِكْرًا

Artinya :

“Dan demikianlah Kami menurunkan Al Quran dalam Bahasa Arab, dan Kami telah menerangkan dengan berulang kali, di dalamnya sebahagian dari ancaman, agar mereka bertakwa atau (agar) Al Quran itu menimbulkan pengajaran bagi mereka.” (Thoha: 113)

Oleh sebab itu tidak diragukan lagi, sudah seharusnya kita sebagai seorang muslim untuk mencintai dan memahami bahasa Arab dan berusaha untuk menguasainya. Hal ini ditegaskan lagi oleh firman Allah Ta’ala:

وَإِنَّهُ لَتَنْزِيلُ رَبِّ الْعَالَمِينَ (١٩٢) نَزَلَ بِهِ الرُّوحُ الْأَمِينُ (١٩٣) عَلَى قَلْبِكَ لِتَكُونَ مِنَ الْمُنذِرِينَ (١٩٤)

بِلِسَانٍ عَرَبِيٍّ مُبِينٍ (١٩٥)

Artinya:

“Dan sesungguhnya Al-Qur’an ini benar-benar diturunkan oleh Pencipta Semesta Alam, dia dibawa turun oleh Ar-ruh Al-Amin (Jibril) ke dalam hatimu

(Muhammad) agar kamu menjadi salah seorang di antara orang-orang yang memberi peringatan, dengan bahasa Arab yang jelas.” (Asy-Syu’ara:192-195)

Syaikh Abdurrahman As-Sa’di rahimahullah berkata ketika menjelaskan ayat surat Asy-Syu’ara:192-195,

”Bahasa Arab adalah bahasa yang paling mulia. Bahasa Rasul yang diutus kepada mereka dan menyampaikan dakwahnya dalam bahasa itu pula. Bahasa yang jelas dan gamblang. Dan renungkanlah bagaimana berkumpulnya keutamaan-keutamaan yang baik ini. Al-Qur’an adalah kitab yang paling mulia, diturunkan melalui malaikat yang paling utama, diturunkan kepada manusia yang paling utama pula, dimasukkan ke dalam bagian tubuh yang paling utama, yaitu hati, untuk disampaikan kepada umat yang paling utama, dengan bahasa yang paling utama dan paling fasih yaitu bahasa Arab yang jelas.”
(Abdurrahman, 2006)

Pada penelitian ini, peneliti mengambil tema kosakata Bahasa Arab sebagai bagian dari edukasi dalam permainan yang dibangun. Tema kosakata Bahasa Arab yang digunakan oleh peneliti dalam membuat game adalah kosakata yang diambil dari Buku Siswa Bahasa Arab Pendekatan Saintifik Kurikulum 2013 kelas 4. Dengan mengintegrasikan ilmu agama dan teknologi modern, diharapkan bisa membantu siswa memahami Bahasa Arab sehingga siswa tidak hanya mendapatkan kesenangan semata namun juga mendapatkan tambahan pengetahuan kosakata Bahasa Arab.

BAB V

PENUTUP

5.1. kesimpulan

Berdasarkan game yang sudah dibangun dan diuji coba yang sudah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Peneliti berhasil membangun game pembelajaran kosakata Bahasa Arab dengan logika *Fuzzy Type-2* dengan menggunakan 3 variabel input yaitu variable kesehatan (Sangat buruk, buruk, sedang, baik), amunisi (Sangat sedikit, sedikit, sedang, banyak), jarak (Sangat dekat, dekat, sedang, Jauh). Hal ini dibuktikan dengan hasil uji coba pada game kosakata Bahasa Arab yang menunjukkan bahwa logika *Fuzzy Type-2* dapat diterapkan dan memberikan perubahan perilaku pada NPC musuh.
2. Berdasarkan uji coba dari 30 data yang digunakan, menunjukkan persentase rata-rata pergerakan NPC yang dihasilkan adalah berjaga sebesar 20%, menghindar 26.66%, menembak 30%, dan mengejar sebesar 23.33%. Hasil persentase tersebut memberikan nilai bahwa, persentase setiap variabel perilaku memiliki persentase yang tidak terlalu jauh perbedaannya, sehingga perilaku yang dihasilkan tidak monoton hanya pada variabel *output* tertentu saja.

5.2. Saran

Peneliti sangat yakin dengan jika penelitian ini masih sangat jauh dari kata sempurna yang dikemudian hari sangat perlu dilakukan pengembangan. Oleh karena itu terdapat beberapa saran untuk dijadikan pedoman dalam pengembangan *game* ini selanjutnya, diantaranya:

1. Perlu penambahan tema baru agar *game* tidak hanya memiliki 2 tema: nama pekerjaan dan silsilah keluarga saja, namun memiliki banyak tema yang dapat dimainkan seperti: kalimat pengenalan sederhana, perlengkapan sekolah dan lain – lain.
2. Mengembangkan aplikasi *game* dengan media yang menarik seperti penggunaan VR (*Virtual Reality*) sehingga permainan terasa lebih nyata.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, a. S.-S. (2006). Taisir al-Karimir Rahman Fi Tafsiri Kalamil Mannan. Hal 598 (Beirut: Mu'asasah ar-Risalah).
- Adams, E. (2014). *Fundamentals Of Game Design, Third Edition*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Agung, H. W., & Arifin, A. (n.d.). Fuzzy Controller Type 2 berbasis Metode Cycle-to-cycle untuk Rehabilitasi Swing Gait Phase dengan FES. *Tugas Akhir Program Pasca Sarjana Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Antao, R. (2016). *Type-2 Fuzzy Logic Uncertain System Modelling and Control*. Portugal: Higher Education Press.
- Arif, Y. M., Kurniawan, F., & Nugroho, F. (2011). Desain Perubahan Perilaku pada NPC Game Menggunakan Logika Fuzzy. *Seminar On Electrical, Informatics and ITS Education*.
- Aristantia, Y. (2016). *Pembuatan Game Pembelajaran Nama Nabi dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Perilaku NPC*. Malang: Jurusan Teknik Informatika Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Baroroh, U. (2012). *Motivasi Belajar Bidang Studi Bahasa Arab*. Yogyakarta: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Fitriana, G. F., Husnawati, & Nurmaini, S. (2016). Robot Swarm Leader Follower Menggunakan Algoritma Logika Fuzzy Interval Tipe 2. *Annual Research Seminar, Vol 2 No.1 ISBN : 979-587-626-0*.
- Humaira. (2014). Fuzzy Tipe-2 Mamdani Untuk Mendukung Pengambilan Keputusan. *Jurnal TEKNOIF Vol. 2 No. 1 April 2014*.
- Indonesia, K. A. (2014). *Buku Siswa Bahasa Arab Pendekatan Saintifik Kurikulum 2013 kelas IV*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Madrasah.
- Kim, C. H., Jeong, S. M., Hur, G. T., & Kim, B. G. (2006). Verification of FSM using Attributes Definition of NPCs Models. *IJCSNS International Journal of Science and Network Security, VOL.6 No.7A*.
- Mendel, J. M., John, R. I., & Liu, F. (2006). Interval Type-2 Fuzzzy Logic Systems Made Simple. *IEEE Transactions On Fuzzy, Vol. 14, No.6*.
- Mendel, J. M., John, R. I., & Liu, F. (2007). Type-2 Fuzzy Sets and Systems: An Overview. *IEEE Computational Intelligence Magazine, vol.2 no.1, 20-29*.
- Meylani, A., Handayani, A. S., & Ciksadan. (2017). Perbandingan Kinerja Sistem Logika Fuzzy Tipe-1 dan Interval Tipe-2 pada Aplikasi Mobile Robot.
- Nurbayan, Y. (2008). *Metodologi Pembelajaran Bahasa Arab*. Bandung: Zein Al-Bayan.

- Pandjaitan, L. W. (2007). *Dasar-dasar Komputasi Cerdas*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Riyanto, B., & Dwiono, W. (2006). Sistem Kendali Fuzzy Bertipe-2 Interval dengan Struktur Adaptif Beracuan Model. *ITB Journal of Science*. Vol. 38 A, No. 2, 181-200.
- Robandi, i., & Kharisma, B. (2008). Design of Interval Type-2 Fuzzy Logic Based Power System Stabilizer. *World Academy of Science, Engineering and Technology*.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). *Logika Fuzzy Dengan MATLAB Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Sukamoto*. Bali: Jayapangus Press.
- Syaifuddien, M. F. (2018). *Implementasi Algoritma Fuzzy Type-2 Untuk menentukan perilaku NPC dalam game Virtual Reality Survival Shooter*. Malang: Jurusan Teknik Informatika UIN Malang.
- Wibowo, A. (2015). Uji Komparasi Perhitungan Index Masa Tubuh (IMT) Menggunakan Type-1 Fuzzy Logic (T1FL) dan Interval Type-2 Fuzzy Logic (IT2FL) Metode Mamdani. *Swabumi Vol II No.1*, Maret 2015.
- Wicaksana, P. O. (2014). Implementasi FUZZY State Machine (FuSM) Pebagai Pembangkit Gerak Non Playable Character (NPC) Pada Game Ali Baba Sebagaimana Media Pembelajaran Tajwid. *Jurusan teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang*.
- Widodo, P. P., & Handayanto, R. T. (2012). *Penerapan Soft Computing dengan MATLAB*. Bandung: REKAYASA SAINS.