

**IMPLEMENTASI LOGIKA *FUZZY SUGENO* UNTUK PENGATURAN
GAME SCORING DALAM *GAME* SIMULASI PERTOLONGAN
PERTAMA PADA KECELAKAAN LALU LINTAS
(*GO RESCUE*)**

SKRIPSI

Oleh :
FADHILAH FIKRIYAH
NIM. 13650125



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**IMPLEMENTASI LOGIKA *FUZZY SUGENO* UNTUK PENGATURAN
GAME SCORING DALAM *GAME* SIMULASI PERTOLONGAN
PERTAMA PADA KECELAKAAN LALU LINTAS
(*GO RESCUE*)**

SKRIPSI

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

**Oleh :
FADHILAH FIKRIYAH
NIM. 13650125**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI LOGIKA *FUZZY SUGENO* UNTUK PENGATURAN
GAME SCORING DALAM *GAME* SIMULASI PERTOLONGAN
PERTAMA PADA KECELAKAAN LALU LINTAS
(*GO RESCUE*)**

SKRIPSI

Oleh :
FADHILAH FIKRIYAH
NIM. 13650125

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 29 Juni 2020

Pembimbing I

Pembimbing II

Yunifa Miftachul Arif, M.T.
NIP. 19830616 201101 1 004

Irwan Budi Santoso, M.Kom
NIP. 19770103 201101 1 004

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

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200902 1 008

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI LOGIKA *FUZZY SUGENO* UNTUK PENGATURAN *GAME SCORING* DALAM *GAME* SIMULASI PERTOLONGAN PERTAMA PADA KECELAKAAN LALU LINTAS (*GO RESCUE*)

SKRIPSI

Oleh:

FADHILAH FIKRIYAH
NIM. 13650125

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal : 30 Desember 2020

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
Penguji Utama : <u>Fressy Nugroho, M.T</u> NIP. 19710722 201101 1 001	()
Ketua Penguji : <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	()
Sekretaris Penguji : <u>Yunifa Miftachul Arif, M.T</u> NIP. 19830616 201101 1 004	()
Anggota Penguji : <u>Irwan Budi Santoso, M.Kom</u> NIP. 19770103 201101 1 004	()

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

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200902 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fadhilah Fikriyah
NIM : 13650125
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Informatika
Judul Skripsi : Implementasi Logika *Fuzzy Sugeno* Untuk Pengaturan
Game Scoring Dalam *Game* Simulasi Pertolongan Pertama
Pada Kecelakaan Lalu Lintas (*Go Rescue*)

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

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

Malang, 30 Desember 2020

Yang membuat pernyataan,



Fadhilah Fikriyah
NIM. 13650125

MOTTO

**“Selalu Ada Harapan Bagi Mereka
Yang Sering Berdoa. Selalu Ada
Jalan Bagi Mereka Yang Sering
Berusaha”**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur ke hadirat Allah SWT
saya persembahkan karya ini kepada :

Ayah dan Ibu , Bapak Achmad Alwan dan Ibu Oemi Asijah. Atas segala kasih sayang, doa, dukungan, serta pengorbanan yang selalu tucurahkan kepada saya, karena tanpa itu semua, mungkin saya tidak akan bisa menyelesaikan tugas akhir saya ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan kelancaran rezeki bagi mereka. Aamiin.

Kepada Ulya Diena Hany dan Ayuningtyas, terima kasih telah memberikan dukungan dan menghibur ketika pikiran sedang penat dalam menyelesaikan skripsi ini. Kepada Mbak Army, terima kasih telah menjadi tempat berkeluh kesah, ketika sedang gundah gulana menyelesaikan skripsi ini, senang rasanya bisa bertukar keluh kesah, seperti menemukan makhluk satu spesies. Kepada *my partner in crime*, One Pregorian, yang telah banyak memberikan motivasi, dukungan, memberikan sarana prasarana, hingga skripsi ini bisa selesai.

Teman-teman seperjuangan Fortinity 2013 yang sudah berjuang bersama saling *men-support* dan saling membantu sampai terselesaikannya skripsi ini, terutama Putri, teman satu bimbingan, yang saling support dan bertukar ilmu, hingga skripsi ini bisa selesai pada waktunya.

Serta kepada seluruh pihak, yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih yang sebesar-besarnya, berkat kalian semua, akhirnya saya bisa menyelesaikan studi ini.

KATA PENGANTAR



Segala puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Implementasi Logika *Fuzzy Sugeno* Untuk Pengaturan *Game Scoring* Dalam *Game* Simulasi Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan Lalu Lintas (*Go Rescue*)” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada nabi besar kita, Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari gelapnya zaman jahiliyah menuju zaman sekarang yang terang benderang penuh dengan cahaya Islam.

Dalam penyelesaian skripsi ini, terdapat banyak pihak yang telah berjasa memberikan bantuan baik dalam bentuk nasihat, moril maupun material. Atas segala jasa yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terima kasih kepada :

- 1 Bapak Dr. Cahyo Crysdiyan, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika yang senantiasa memberikan motivasi untuk selalu berjuang agar lulus tepat waktu.

- 2 Bapak Yunifa Miftachul Arif, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan kepada penulis dalam pengerjaan ini, hingga akhir.
- 3 Bapak Irwan Budi Santoso, M.Kom, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan masukan dan nasihat serta petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
- 4 Segenap jajaran dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan ilmu kepada penulis selama masa studi.
- 5 Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika 2013 (Fortinity).
- 6 Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas segala apa yang telah diberikan, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Berbagai kekurangan dan kesalahan yang mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang berguna dan membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan dapat disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya ini senantiasa dapat memberikan manfaat. Aamiin.

Malang, 30 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
ملخص البحث	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 <i>Game</i>	7

2.1.1	Definisi <i>Game</i>	7
2.1.2	Jenis – Jenis <i>Game</i>	7
2.2	Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)	10
2.2.1	Pengertian Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K).....	10
2.2.2	Tujuan P3K.....	11
2.2.3	Prinsip P3K.....	11
2.3	Kecelakaan Lalu Lintas	12
2.3.1	Definisi Kecelakaan Lalu Lintas	12
2.3.2	Jenis Kecelakaan Lalu Lintas	13
2.3.3	Faktor Penyebab Kecelakaan.....	13
2.3.4	Dampak Kecelakaan Lalu Lintas.....	14
2.4	<i>Fuzzy Logic</i>	14
2.4.1	Himpunan <i>Fuzzy</i>	16
2.4.2	Fungsi Keanggotaan	18
2.5	<i>Fuzzy Sugeno</i>	22
2.6	<i>Unity 3D</i>	24
2.6.1	Pengenalan <i>Unity 3D</i>	24
2.6.2	Fitur-Fitur <i>Unity 3D</i>	25
2.7	Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN.....		31
3.1	Analisis dan Perancangan <i>Game</i>	31
3.1.1	Deskripsi Aplikasi	31
3.1.2	Keterangan Umum <i>Game</i>	31

3.1.3 Deskripsi Karakter	32
3.1.4 Perancangan Antarmuka	34
3.2 <i>Storyboard</i>	37
3.3 <i>Finite State Machine (FSM)</i>	39
3.4 Penilaian (<i>Scoring</i>)	41
3.5 Perancangan <i>Fuzzy</i>	42
3.5.1 Variabel <i>Fuzzy</i>	42
3.5.2 Nilai Linguistik	42
3.5.3 <i>Fuzzyfikasi</i>	43
3.5.4 <i>Fuzzy Rules</i>	50
3.5.5 Implikasi dan <i>Defuzzyfikasi</i>	52
3.5.6 Contoh Soal	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Implementasi Desain Sistem	63
4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	63
4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	64
4.2 Implementasi Aplikasi	64
4.2.1 Tampilan <i>Main Menu</i>	64
4.2.2 Tampilan <i>Game</i>	65
4.2.1 Tampilan <i>Game Pause</i>	66
4.3 Implementasi Algoritma <i>Fuzzy Sugeno</i>	67
4.4 Uji Coba Algoritma <i>Fuzzy Sugeno</i>	72
4.5 Integrasi <i>Game Go Rescue</i> dengan Islam	74

BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Representasi Linear Naik	19
Gambar 2.2 : Representasi Linear	20
Gambar 2.3 : Representasi Kurva Segitiga	20
Gambar 2.4 : Representasi Kurva Trapesium	21
Gambar 2.5 : Representasi Kurva Bentuk Bahu	22
Gambar 2.6 : Logo <i>Unity</i>	25
Gambar 2.7 : Unity Asset Store	27
Gambar 2.8 : Platform Yang Didukung <i>Unity</i>	28
Gambar 3.1 : Karakter Utama	32
Gambar 3.2 : Karakter Korban Kecelakaan	33
Gambar 3.3 : Perban dan Gunting.....	34
Gambar 3.4 : Plester.....	34
Gambar 3.5 : Obat-Obatan	34
Gambar 3.6 : Rancangan Tampilan Awal <i>Game (Home)</i>	35
Gambar 3.7 : Rancangan Tampilan <i>Level Game</i>	36
Gambar 3.8 : Rancangan Tampilan <i>Game</i>	37
Gambar 3.9 : <i>Finite State Machine (FSM)</i> Dari NPC.....	39
Gambar 3.10 : Proses <i>Fuzzyfikasi</i>	44
Gambar 3.11 : Grafik <i>Input</i> Variabel Waktu Penyelesaian.....	44
Gambar 3.12 : Grafik <i>Input</i> Variabel Jumlah Korban.....	46
Gambar 3.13 : Grafik <i>Input</i> Variabel Poin.....	48

Gambar 3.14 : <i>Output Nilai Akhir Pemain</i>	50
Gambar 3.15 : <i>Rule Viewer</i>	62
Gambar 3.16 : <i>Surface Viewer Output Nilai</i>	62
Gambar 4.1 : <i>Tampilan Main Menu</i>	65
Gambar 4.2 : <i>Tampilan Game</i>	66
Gambar 4.3 : <i>Tampilan Game Pause</i>	67
Gambar 4.4 : <i>Source Code Derajat Keanggotaan Variabel Waktu</i>	68
Gambar 4.5 : <i>Source Code Derajat Keanggotaan Jumlah Korban</i>	69
Gambar 4.6 : <i>Source Code Derajat Keanggotaan Variabel Poin</i>	70
Gambar 4.7 : <i>Source Code Derajat Implementasi Fuzzy Rules</i>	71
Gambar 4.8 : <i>Source Code Proses Defuzzyfikasi dan Penerapan Fungsi Implikasi MIN</i>	72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Nilai α -Predikat dan Nilai z (Variabel Nilai)	60
Tabel 4.1 : Kebutuhan Perangkat Keras	63
Tabel 4.2 : Kebutuhan Perangkat Lunak.....	64
Tabel 4.3 : Hasil Uji Coba Algoritma <i>Fuzzy Sugeno</i>	73

ABSTRAK

Fikriyah, Fadhilah. 2020. Implementasi Logika *Fuzzy Sugeno* Untuk Pengaturan *Game Scoring* Dalam *Game* Simulasi Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan Lalu Lintas (*Go Rescue*). Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Yunifa Miftachul Arif, M.T., (II) Irwan Budi Santoso, M.Kom.

Kata Kunci : Game, Simulasi, Game Scoring, Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K), Fuzzy Sugeno

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu jenis kecelakaan yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), sejak tahun 1992 sampai 2015, angka kecelakaan di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Tingkat kecelakaan tertinggi yang terjadi di Indonesia berada di tahun 2012 dengan jumlah 117.949 kecelakaan. Total jumlah korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas hampir mencapai angka 390.000 jiwa dan kerugian materi yang ditimbulkan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu penyebab jatuhnya korban meninggal pada kecelakaan lalu lintas adalah keterlambatan penanganan atau kesalahan dalam memberikan penanganan kepada korban, sehingga diperlukan segera tindakan pertolongan pertama. Namun kurangnya pengetahuan masyarakat tentang tindakan pertolongan pertama turut menjadi kendala penting, karena apabila salah dalam memberikan penanganan justru memiliki dampak yang lebih buruk bagi si korban kecelakaan. Metode pertolongan pertama ini biasa disebut dengan P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan).

Dalam teknologi multimedia, salah satu bidang yang paling berkembang pesat adalah *game*. Jenis-jenis *game* pun beragam, salah satunya adalah *game* simulasi. Pada *game* simulasi P3K (*Go Rescue*) algoritma *fuzzy sugeno* diimplementasikan untuk pengaturan *game scoring*. Algoritma ini menentukan nilai akhir permainan berupa bintang. Dari hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan tingkat akurasi sebanyak 100%, dengan presentase output, yaitu bintang 0 sebanyak 25%, bintang 1 sebanyak 16,66% , bintang 2 sebanyak 11,11%, bintang 3 sebanyak 33,33%, dan bintang 4 sebanyak 20%. Hal ini membuktikan bahwa algoritma Fuzzy Sugeno dapat diterapkan untuk menentukan nilai akhir pemain (*score*).

ABSTRACT

Fikriyah, Fadhilah. 2020. Implementation Fuzzy Sugeno Logic For Game Scoring Settings In Simulation Game of First Aid in Traffic Accidents (Go Rescue). Essay. Department of Informatics Faculty of Science and Technology State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor (I) Yunifa Miftachul Arif, MT, (II) Irwan Budi Santoso, M.Kom.

Keywords : Game, Simulation, Game Scoring, First Aid, Fuzzy Sugeno

Traffic accidents are one type of accident that often occurs in everyday life. Based on data obtained from the Central Statistics Agency (BPS), from 1992 to 2015, the number of accidents in Indonesia has increased from year to year. The highest accident rate that occurred in Indonesia was in 2012 with 117.949 accidents. The total number of victims who died from traffic accidents almost reached 390.000 people and the resulting material losses increased from year to year. One of the causes of the death of victims in traffic accidents is delay in handling or errors in providing treatment to victims, so immediate first aid measures are needed. However, the lack of public knowledge about first aid measures is also an important obstacle, because if it is wrong in providing treatment it will have a worse impact on the accident victim. This first aid method is commonly called P3K (First Aid for Accidents).

In multimedia technology, one of the most rapidly growing fields is games. There are various types of games, one of them is simulation game. On the first aid simulation game (Go Rescue) Fuzzy Sugeno algorithm implemented for game scoring settings. This algorithm determines the final score of the game in the form of a star. The results of the experiments conducted show an accuracy rate of 100%, with the percentage of output are 0 star as much as 25%, 1 star as much as 16,66%, 2 stars as much as 11,11%, 3 stars as much as 33,33%, and 4 stars as much as 20%. This proves that the Fuzzy Sugeno algorithm can be applied to determine the final score of the player (score).

ملخص البحث

فكرية، فضيلة. ٢٠٢٠. تنفيذ Fuzzy Sugeno Logic لترتيبات نقاط اللعبة في لعبة محاكاة الإسعافات الأولية لحوادث المرور (Go Rescue). البحث. قسم الحاسوب كلية العلوم و تكنولوجيا جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانق. الملاحظة (١) يونيفا مفتاح العارف، M.T، (٢) إروان بودي سنتوسو، M.Kom

الكلمات المرشدة : ألعاب، محاكاة، لعبة التهديد، الإسعافات الأولية، Fuzzy Sugeno

حادث مروري هو إحدى من نوع الحادث الذي يحدث غالبًا في الحياة اليومية. بناء على بيانات من الجهاز المركزي للإحصاء (BPS). منذ سنة ١٩٩٤ حتى ٢٠٠٥، زاد عدد الحوادث في إندونيسيا من سنة إلى سنة. أعلى معدل للحوادث يحدث في إندونيسيا كن في عام ٢٠١٢ مع عدد ١١٧.٩٤٩ الحوادث. أعداد الإجمالي للضحايا المتوفين من حوادث السير يكاد يصل على ٣٩٠٠٠٠ نفوس وتزايد الخسائر المادية المتكبدة من سنة إلى سنة. أحد أسباب حصيلة الوفيات في حوادث المرور هو تأخير في التعامل أو الأخطاء في تقديم العلاج للضحايا، لذلك هناك حاجة إلى تدابير الإسعافات الأولية الفورية. لكن نقص المعرفة العامة عن تدابير الإسعافات الأولية كذلك يكون قيد مهم، لأنه إذا كان من الخطأ تقديم العلاج له تأثير أسوأ على ضحية الحادث. طريقة الإسعافات الأولية هذه تسمى بالإسعافات الأولية.

في تكنولوجيا الوسائط المتعددة، أحد أكثر المجالات تطوراً هو ألعاب. أنواع الألعاب كثير، إحداها لعبة محاكاة. في لعبة محاكاة الإسعافات الأولية (Go Rescue) Fuzzy Sugeno تم تنفيذها لإعدادات تسجيل اللعبة. تحدد هذه الطريقة النتيجة النهائية للعبة على شكل نجمة. من نتائج التجارب التي أجريت تبين مستوى الدقة على ١٠٠٪ مع النسبة المئوية للإنتاج، وهي صفر نجم على ٢٥٪ و نجان على ١١،١١٪ و ثلاثة نجوم على ٣٣،٣٣٪ م أربعة نجوم على ٢٠٪. هذا يثبت بأن خوارزمية Fuzzy Sugeno يمكن تطبيقه لتحديد النتيجة النهائية للاعب (النتيجة).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan merupakan suatu musibah yang dapat terjadi sewaktu-waktu dan tidak terduga-duga. Kecelakaan dapat menimpa setiap manusia, mulai dari anak-anak hingga dewasa. Kecelakaan juga dapat terjadi dimana-mana, di rumah, perjalanan, di tempat kerja, di sekolah, dan tempat lainnya. Jenis kecelakaan yang bisa terjadi di kehidupan manusia pun bermacam-macam, mulai dari kecelakaan ringan hingga kecelakaan berat yang dapat berakibat fatal, yang berakibat pada cedera ringan maupun berat hingga kematian.

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu jenis kecelakaan yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Yang dimaksud dengan kecelakaan lalu lintas berdasarkan ketentuan yang ditetapkan dalam pasal 93 Peraturan Pemerintah Nomor 43 tahun 1993 ayat 1 adalah “suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda”. Korban kecelakaan lalu lintas sebagaimana dimaksud dalam hal ini dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu korban tewas (*fatality*), korban luka berat (*serious injury*), dan korban luka ringan (*light injury*).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), sejak tahun 1992 sampai 2015, angka kecelakaan di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa tingkat kecelakaan tertinggi yang terjadi di Indonesia berada di tahun 2012 dengan jumlah 117.949 kecelakaan. Total jumlah korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas hampir mencapai angka 390.000 jiwa dan kerugian materi yang ditimbulkan semakin meningkat dari tahun ke tahun. (BPS, 2017).

Melihat data kecelakaan di atas, menjadikan pentingnya tindakan medis di tempat untuk menjamin keselamatan korban kecelakaan. Salah satu penyebab

jatuhnya korban meninggal pada kecelakaan lalu lintas adalah keterlambatan penanganan atau kesalahan dalam memberikan penanganan kepada korban, sehingga diperlukan segera tindakan pertolongan pertama. Namun kurangnya pengetahuan masyarakat tentang tindakan pertolongan pertama turut menjadi kendala penting, karena apabila salah dalam memberikan penanganan justru memiliki dampak yang lebih buruk bagi si korban kecelakaan. Metode pertolongan pertama ini biasa disebut dengan P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan).

Sesuai dengan kepanjangannya, P3K atau Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan merupakan tindakan pertama terhadap seseorang yang mengalami penderitaan atau kecelakaan. Tindakan ini dilakukan sebelum orang yang mengalami sakit atau derita dibawa ke dokter (Sinta Margaretha, 2012). P3K berisi teknik-teknik perawatan beserta sekumpulan alat pendukungnya yang dapat membantu menangani kecelakaan dan meminimalisir dampak lebih lanjut dari sebuah kecelakaan.

Sejatinya, P3K penting diberikan untuk menyelamatkan nyawa korban, meringankan penderitaan korban, mencegah cedera/penyakit yang lebih parah, mempertahankan daya tahan korban, dan mencari pertolongan yang lebih lanjut. Namun pentingnya P3K tidak disertai pengetahuan yang cukup di masyarakat dalam penerapannya. Karena selama ini tindakan P3K hanya dikuasai oleh petugas tim SAR dan petugas PMI. Pengetahuan tentang P3K pun hanya didapat diklat kepalangmerahan, buku-buku, ekstrakurikuler sekolah, maupun penyuluhan kesehatan.

Tindakan pertolongan pertama merupakan salah satu contoh dari perbuatan tolong menolong antar sesama. Kita sebagai umat Islam bahkan diperintahkan untuk saling tolong menolong dalam hal kebaikan. Seperti yang tercantum dalam firman Allah di Surat Al Maidah ayat 2 :

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ (المائدة : ٢)

Artinya :

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

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komputer (TIK) yang sangat pesat membawa dampak yang sangat besar terhadap perkembangan teknologi-teknologi yang berkaitan erat dengan Teknologi Informasi dan Komputer, salah satunya adalah multimedia. Dalam teknologi multimedia, salah satu bidang yang paling berkembang pesat adalah *game*. *Game* merupakan sebuah kata yang berasal dari bahasa Inggris yang berarti permainan. *Game* sudah tidak asing lagi di telinga masyarakat luas, baik di dalam maupun di luar negeri. Hampir setiap orang, baik tua maupun muda, berinteraksi dengan *game*. Mulai dari sekedar mengisi waktu luang hingga sebagai media pembelajaran.

Jenis-jenis *game* pun beragam, salah satunya adalah *game* simulasi. Saat ini *game* simulasi dibuat dengan macam yang berbeda-beda dan beragam, seperti *city building game*, *vehicle simulation game*, *government simulation game*, dan masih banyak lagi. *Game* simulasi menggambarkan dunia didalamnya semirip mungkin dengan dunia nyata sehingga melibatkan berbagai aspek.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti termotivasi untuk mengembangkan sebuah *game*. *Game* ini nantinya merupakan *game* simulasi tentang tindakan pertolongan pertama (P3K). Melalui *game* ini diharapkan nantinya secara tidak langsung memberikan pembelajaran (edukasi) kepada pemainnya sehingga masyarakat mengetahui tentang tindakan pertolongan pertama dalam menangani korban kecelakaan.

Penelitian difokuskan pada implementasi algoritma *fuzzy* ke dalam *game* skoring. Adapun jenis *fuzzy* yang digunakan adalah *fuzzy sugeno*. Pada *game* simulasi P3K (Go Rescue) penulis mengimplementasikan algoritma *fuzzy sugeno* untuk pengaturan *game scoring*. Algoritma *fuzzy sugeno* digunakan karena dari beberapa algoritma *fuzzy* yang ada (*tsukamoto*, *mamdani*, dan *sugeno*), *fuzzy*

sugeno memiliki hasil *output* berupa konstanta tegas sehingga konstanta ini dapat diterapkan langsung pada kasus *game* yang membutuhkan keputusan cepat. *Score game* diperoleh dari perhitungan waktu permainan, jumlah korban yang dapat ditolong, serta poin yang didapatkan pemain. Hasil skor ini nantinya yang menentukan apakah pemain dapat melanjutkan ke permainan selanjutnya atau tidak.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana menerapkan algoritma *fuzzy sugeno* ke dalam *game scoring* pada sebuah *game*?
2. Seberapa akurat penerapan algoritma *fuzzy sugeno* dalam mengatur *game scoring* pada *game* simulasi P3K (*Go Rescue*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis melalui penelitian ini adalah :

1. Menerapkan algoritma *fuzzy sugeno* dalam *game scoring* pada sebuah *game* agar menarik dan meningkatkan minat pemain untuk menyelesaikan permainan.
2. Mengukur seberapa akurat penerapan algoritma *fuzzy sugeno* untuk mengatur *game scoring* pada *game* simulasi P3K (*Go Rescue*).

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus pada penelitian ini, maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Game dijalankan berbasis desktop.
2. Game bersifat *single player*.
3. Penelitian difokuskan pada penerapan algoritma *fuzzy sugeno* pada *game scoring*.
4. Simulasi P3K yang digunakan dikhususkan kepada korban kecelakaan lalu lintas.
5. Game ini dikhususkan untuk anak – anak pada tingkat Sekolah Dasar (SD).

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan hiburan terhadap pemain.
2. Secara tidak langsung memberikan pembelajaran kepada pemain mengenai tindakan pertolongan pertama pada korban kecelakaan lalu lintas yang disajikan dengan cara yang menyenangkan, yaitu berupa game.
3. Diharapkan nantinya pemain mampu mengimplementasikan ke dalam kehidupan sehari-hari

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Game

2.1.1 Definisi Game

Istilah *game* pastinya sudah sangat tidak asing ditelinga kita, mulai dari anak-anak hingga dewasa pasti sudah mengenal istilah ini. Kata *game* merupakan sebuah kata yang berasal dari bahasa Inggris yang berarti permainan. Secara harfiah, *game* berarti suatu bentuk bermain yang bersifat kompetitif atau olahraga yang mempunyai aturan. (Oxford Dictionary, 2008).

Menurut Ernest Adams (2010) *game* adalah sejenis kegiatan bermain, yang dilakukan dalam konteks berlagak (berpura-pura) dimana persertanya mencoba mencapai setidaknya satu tujuan sepele (*nontrivial*), dengan bertindak sesuai dengan aturan.

2.1.2 Jenis - Jenis Game

Sebuah *game* dapat dikelompokkan berdasarkan jenis-jenisnya. Menurut Ernest Adams (2010) terdapat bermacam-macam jenis *game* diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Action Games

Game aksi atau *action games* adalah sebuah *game* yang mayoritas dari tantangannya berupa tes keterampilan fisik pemain dan koordinasi. Adapun tantangan-tantangan yang sering dihadirkan berupa memecahkan teka-teki, konflik taktis, dan tantangan eksplorasi. *Game* aksi biasanya memerlukan koordinasi tangan dan mata yang baik serta memerlukan reaksi cepat. Contoh dari *action games* adalah *Street Fighter*.

2. Strategy Games

Game strategi atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *strategy games* merupakan salah satu jenis permainan tertua di dunia. *Game* strategi menantang pemain untuk meraih kemenangan melalui

perencanaan, dan secara khusus melalui perencanaan serangkaian tindakan yang diambil terhadap satu lawan atau lebih. Contoh dari game strategi adalah *Starcraft*.

3. *Role-Playing Games*

Role-Playing Games atau RPG mengutamakan cerita dan biasanya pemain diajak untuk masuk ke dalam cerita tersebut untuk menyelesaikan sebuah misi. Kebanyakan RPG juga menawarkan pengalaman yang tidak mungkin di dunia nyata, seperti rasa tumbuh dari orang biasa menjadi superhero dengan kekuatan yang luar biasa. Adapun contoh dari permainan RPG adalah *Final Fantasy*.

4. *Sport Games*

Sport games atau permainan olahraga mensimulasikan beberapa aspek olahraga atletik yang nyata atau khayalan, apakah itu adalah bermain dalam pertandingan, mengelola sebuah tim atau karir, atau keduanya. Adapun contoh dari *sport games* adalah *Mutant League Football*.

5. *Vehicle Simulations*

Vehicle simulations atau yang disebut juga dengan simulasi kendaraan menciptakan perasaan mengemudi atau terbang dalam kendaraan, baik secara nyata ataupun khayalan. Contoh dari permainan ini adalah *Crimson Skies*.

6. *Constructions and Management Simulations*

Constructions and Management Simulations (CMS) menawarkan pemain kesempatan untuk membangun sesuatu, seperti anthills atau kota, sementara beroperasi dalam keterbatasan ekonomi. Contoh dari permainan CMS adalah *SimCity*.

7. *Adventure Games*

Adventure games atau *game* petualangan berisi sebuah cerita interaktif tentang sebuah karakter yang dikendalikan oleh pemain. Cerita

dan eksplorasi merupakan elemen penting dari jenis *game* ini. Contoh dari *adventure games* adalah *Leisure Suit Larry*.

8. *Artificial Life and Puzzle Games*

Ini merupakan gabungan dari kehidupan buatan (*artificial life*) dan *puzzle games*. Kehidupan buatan (*artificial life*) merupakan sebuah cabang ilmu komputer seperti kecerdasan buatan (*artificial intelligent*). *Artificial life* atau yang biasa disebut dengan *A-life* melibatkan pemodelan proses-proses biologis, sering untuk mensimulasikan siklus kehidupan makhluk. Adapun contoh dari permainan ini adalah *The Sims*.

Sedangkan *puzzle games* adalah suatu jenis permainan yang memberikan tantangan kepada pemainnya untuk menyelesaikan suatu masalah. Adapun daya tarik dari jenis *game* ini adalah pada teka-teki. Contoh dari *puzzle games* adalah teka-teki silang.

2.2 Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)

2.2.1 Pengertian Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)

P3K merupakan singkatan dari Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan. Menurut Shinta Margareta (2012), pertolongan pertama merupakan tindakan pertama terhadap seseorang yang mengalami penderitaan atau kecelakaan. Tindakan ini dilakukan sebelum orang yang mengalami sakit atau derita dibawa ke dokter.

Pertolongan pertama adalah perawatan yang diberikan segera pada orang yang cedera atau mendadak sakit. Pertolongan pertama tidak menggantikan perawatan medis yang tepat. Pertolongan pertama hanya memberi bantuan sementara sampai mendapatkan perawatan medis yang kompeten. Jika perlu, atau sampai kesempatan pulih tanpa perawatan medis terpenuhi (Thygerson, 2011).

P3K berisi teknik teknik perawatan beserta sekumpulan alat pendukungnya yang dapat membantu dalam menangani kecelakaan dan meminimalisir dampak lebih lanjut dari sebuah kecelakaan.

2.2.2 Tujuan P3K

Pertolongan pertama tersebut dimaksudkan untuk memberikan perawatan darurat kepada korban, sebelum pertolongan yang lebih lengkap diberikan oleh dokter atau petugas kesehatan lainnya. Adapun tujuan dari P3K (Sucipto, 2009) adalah :

1. Mencegah bahaya maut.
2. Mencegah pendarahan yang lebih banyak.
3. Mencegah bahaya terhadap jasmani dan rohani.
4. Mencegah infeksi.
5. Mengurangi rasa sakit.
6. Mempercepat penyembuhan.

2.2.3 Prinsip P3K

Pemberian pertolongan pertama pada korban kecelakaan mempunyai prinsip-prinsip yang harus dipatuhi, baik oleh penolong maupun korban. Hal ini perlu ditegaskan agar tidak menyalahi perlakuan yang semestinya diberikan kepada korban kecelakaan.

Menurut Shinta Margareta (2012) terdapat beberapa prinsip yang harus diketahui oleh orang yang menolong korban kecelakaan apapun, yaitu :

1. Pelaku tidak boleh menjadi korban berikutnya ketika membantu korban. Hal ini bisa terjadi ketika Anda kurang berhati-hati dalam menolong korban. Anda perlu memperhatikan keadaan tempat kejadian disekitarnya.
2. Pakailah metode atau cara pertolongan yang cepat, mudah, dan efisien. Hindarkan sikap sok pahlawan. Pergunakanlah sumber daya yang ada, baik alat, manusia, maupun sarana pendukung lainnya. apabila Anda berkerja dalam suatu tim, buatlah perencanaan yang matang dan dipahami oleh seluruh anggota tim.
3. Buat catatan mengenai peristiwa yang terjadi, seperti tempat kejadian, identitas korban, waktu, dan apa yang Anda lakukan pada

saat menolong korban. Hal ini sangat penting ketika Anda membawa korban ke pihak rumah sakit atau pihak yang berwenang.

2.3 Kecelakaan Lalu Lintas

2.3.1 Definisi Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas menurut UU No. 22 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat 24 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan atau kerugian harta benda (Hidayati, dkk., 2016).

Kecelakaan merupakan suatu kejadian tidak terjadi secara kebetulan melainkan disertai suatu penyebab yang dapat dicari tahu guna melakukan tindakan preventif. Kecelakaan dapat menimbulkan dampak ringan sampai berat baik berupa materi maupun non materi (Suma'mur, 2009).

2.3.2 Jenis Kecelakaan Lalu Lintas

Berdasarkan Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 229, kecelakaan lalu lintas dapat dibagi ke dalam 3 (tiga) golongan, yaitu :

1. Kecelakaan Lalu Lintas Ringan

Kecelakaan lalu lintas ringan merupakan kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan kendaraan dan/atau barang.

2. Kecelakaan Lalu Lintas Sedang

Kecelakaan lalu lintas sedang merupakan kecelakaan yang mengakibatkan luka ringan dan kerusakan kendaraan dan/atau barang.

3. Kecelakaan Lalu Lintas Berat

Kecelakaan lalu lintas berat merupakan kecelakaan yang mengakibatkan korban meninggal dunia atau luka berat.

2.3.3 Faktor Penyebab Kecelakaan

Berdasarkan The Haddon Matrix, faktor penyebab kecelakaan lalu lintas di kelompokkan menjadi tiga (Mohan, dkk., 2006), yaitu :

1. Faktor manusia, merupakan faktor yang dapat dilihat dari pengguna kendaraan bermotor, seperti kecepatan tinggi/ugal – ugalan dan tidak tertib.
2. Faktor kendaraan, merupakan faktor yang dapat dilihat dari kendaraan, seperti kaca spion dan lampu kendaraan.
3. Faktor lingkungan, merupakan faktor yang dapat dilihat dari lingkungan, dalam hal ini adalah jalan, seperti jalan rusak, jalan gelap, jalan tanpa marka/rambu, dll.

2.3.4 Dampak Kecelakaan Lalu Lintas

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana Jalan Raya dan Lalu Lintas, dampak kecelakaan lalu lintas dapat diklasifikasikan berdasarkan kondisi korban menjadi tiga, yaitu :

1. Korban Mati (Meninggal Dunia)
Korban mati adalah korban yang dipastikan mati sebagai akibat kecelakaan lalu lintas dalam jangka waktu paling lama 30 (tiga puluh) hari setelah kecelakaan tersebut.
2. Korban Luka Berat
Korban luka berat adalah korban yang karena luka – lukanya menderita cacat tetap atau harus dirawat dalam jangka waktu lebih dari 30 (tiga puluh) hari sejak terjadi kecelakaan.
3. Korban Luka Ringan
Korban luka ringan adalah korban yang tidak termasuk dalam pengertian korban mati dan korban luka berat.

2.4 Fuzzy Logic

Secara harfiah, *fuzzy* berarti kabur, sedangkan logika berarti penalaran. Sehingga apabila didefinisikan secara harfiah, logika *fuzzy* berarti penalaran yang

kabur. Logika *fuzzy* merupakan salah satu metode dalam kecerdasan buatan yang mengalami perkembangan cukup pesat. Logika *fuzzy* sering dan banyak diimplementasikan dalam berbagai bidang dikarenakan konsepnya mirip dengan cara berpikir manusia

Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, seorang profesor dari *University of California* pada tahun 1965. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu), berbeda dengan logika digital atau diskrit yang hanya memiliki dua nilai, yaitu 1 (satu) dan 0 (nol). Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*). Misalnya, besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat (Budiharto, dkk., 2014).

Logika *fuzzy* memiliki banyak kelebihan, yaitu dapat mengontrol sistem yang kompleks, non-linier, dan sistem yang sulit direpresentasikan secara matematis. Berikut beberapa alasan menggunakan logika *fuzzy* menurut Widodo Budiharto, dkk. (2014) :

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat *flexible*.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

2.4.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah kumpulan prinsip matematika sebagai penggambaran pengetahuan berdasarkan derajat keanggotaan daripada menggunakan derajat rendah dari logika biner klasik. Ide dasar dari teori himpunan *fuzzy* adalah bahwa elemen termasuk dalam sebuah himpunan *fuzzy* dengan derajat keanggotaan tertentu, dimana tidak hanya bernilai benar atau salah (0 atau 1), melainkan bisa saja sebagian benar atau sebagian salah untuk derajat tertentu (Budiharto, dkk., 2014).

Menurut Sri Kusumadewi (2003), pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A(x)$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu :

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan *crisp*, nilai keanggotannya hanya ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1, sedangkan pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut (Kusumadewi, 2003), yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti dingin, sejuk, normal, hangat, panas.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti 20, 40, 50, dsb.

Selain itu, ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* (Kusumadewi, 2003), yaitu :

- a. Variabel *Fuzzy*
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh : umur, temperatur, kecepatan, dsb.

b. Himpunan Fuzzy

Himpunan *Fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh : variabel temperatur dibagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu dingin, sejuk, normal, hangat, dan panas.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik dari kiri ke kanan. Nilainya dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh semesta pembicaraan untuk variabel temperatur $[0\ 40]$.

d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan *fuzzy* adalah :

- Muda = $[0\ 45]$
- Parobaya = $[35\ 55]$
- Tua = $[45 + \infty]$

2.4.2 Fungsi Keanggotaan

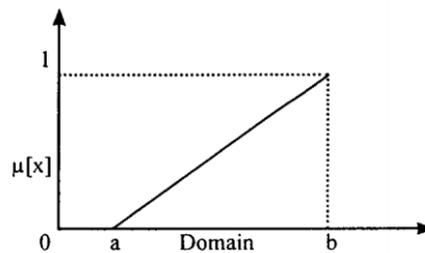
Fungsi keanggotaan adalah grafik yang mewakili besar dari derajat keanggotaan masing – masing variabel input yang berada dalam interval antara 0 dan 1 (Sutojo, dkk., 2011). Derajat keanggotaan sebuah variable x dilambangkan dengan simbol $\mu(x)$. Rule – rule menggunakan nilai keanggotaan sebagai faktor bobot untuk menentukan pengaruhnya pada saat melakukan inferensi untuk menarik kesimpulan.

Beberapa fungsi keanggotaan *fuzzy* menurut Widodo Budiharto, dkk. (2014) adalah sebagai berikut :

a. Representasi Linear

Pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Terdapat 2 bentuk, yaitu representasi linear naik dan turun.

Pada kurva representasi linear naik, himpunan di mulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan [0] dan bergerak ke kanan menuju domain dengan derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Kurva tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1.

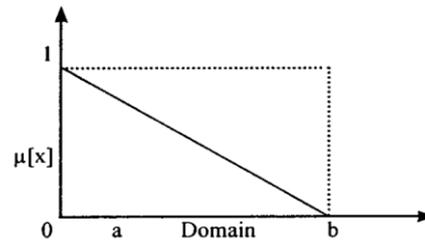


Gambar 2.1 : Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaannya adalah :

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

Pada kurva representasi linear turun, himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan [1] dan bergerak ke kanan menuju domain dengan derajat keanggotaan yang lebih rendah. Kurva tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2.



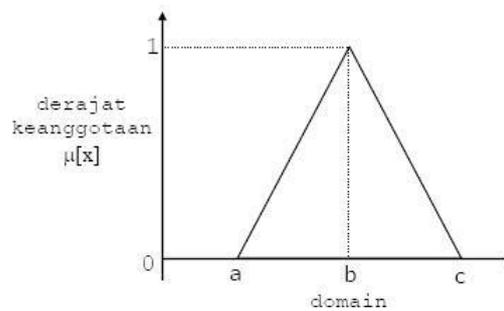
Gambar 2.2 : Representasi Linear Turun

Fungsi keanggotaannya adalah :

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

b. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga merupakan gabungan antara 2 garis (linear), seperti terlihat pada gambar 2.3.



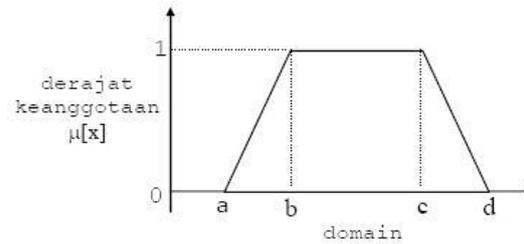
Gambar 2.3 : Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaannya :

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

c. Representasi Kurva Trapesium

Representasi kurva trapesium menyerupai bentuk segitiga, namun memiliki beberapa titik dengan derajat keanggotaannya 1, seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



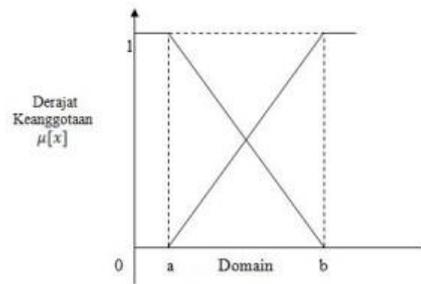
Gambar 2.4 : Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaannya :

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

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak pada sisi kanan dan kiri yang tidak mengalami perubahan, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Pada bahu kiri kurva bergerak dari benar ke salah, dan pada bahu kanan kurva bergerak dari salah ke benar. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 : Representasi Kurva Bentuk Bahu

Fungsi keanggotaannya :

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

2.5 Fuzzy Sugeno

Salah satu cabang dari logika *fuzzy* adalah *Fuzzy Sugeno*. *Fuzzy Sugeno* merupakan metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF - THEN, dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Logika ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *singleton*, yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain (Kusumadewi, 2003).

Secara umum, penalaran *fuzzy sugeno* hampir sama dengan *fuzzy mamdani*. Hanya saja output sistem yang dihasilkan tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Menurut Sri Kusumadewi (2003) ada dua model *fuzzy sugeno* yaitu sebagai berikut :

a. Model *Fuzzy Sugeno* Orde-Nol

Secara umum bentuk model *Fuzzy Sugeno* Orde-Nol adalah :

IF $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet (x_2 \text{ is } A_2) \bullet (x_3 \text{ is } A_3) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n)$ THEN $z = k$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model *Fuzzy Sugeno* Orde-Satu

Secara umum bentuk model *Fuzzy Sugeno* Orde-Satu adalah :

IF $(x_1 \text{ is } A_1) \bullet \dots \bullet (x_n \text{ is } A_n)$ THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q$

Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Dalam inferensinya, logika *fuzzy Sugeno* menggunakan tahapan-tahapan berikut (Sutojo, dkk., 2011) :

1. Fuzzyfikasi

Fuzzifikasi adalah perubahan dari besaran numerik ke suatu besaran fuzzy.

2. Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (*Rule* dalam bentuk IF ... THEN).

3. Mesin inferensi

Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots z_n$).

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah perubahan dari suatu besaran fuzzy ke besaran numerik. Defuzzifikasi pada *Fuzzy Sugeno* menggunakan metode Rata-Rata (*Average*).

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

2.6 Unity 3D

2.6.1 Pengenalan Unity 3D

Unity 3D merupakan sebuah *game engine*, yaitu *software* pengolah gambar, grafik, suara, input, dan lain-lain, yang ditujukan untuk membuat *game*. Unity 3D adalah sebuah *game engine* yang dibuat oleh Unity Technology, sebuah perusahaan pengembangan video *game* besar yang berpusat di San Francisco, California, Amerika Serikat (Wahana Komputer, 2014)

Unity 3D cocok dengan versi 64-bit dan dapat beroperasi pada *Microsoft Windows* dan *MAC OS X*. Kelebihan Unity 3D dibandingkan dengan *game engine* lainnya adalah kemampuan membuat *game cross platform*, yang dengannya *game* yang Anda buat dapat dimainkan di berbagai perangkat, seperti *smartphone* dan *game console*. Unity sendiri dapat membuat berbagai macam *game*, seperti RPG (*Role Playing Game*), *shooter*, *racing*, dan lain sebagainya (Roedavan, 2014). Logo dari *software* Unity 3D ini dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 : Logo Unity

Perizinan atau *license* dari Unity 3D dibagi menjadi dua versi, yaitu versi berbayar (*Unity Pro*) dan versi gratis. Unity versi gratis memperlihatkan sebuah halaman splash pada *game* yang tetap (regular) atau berdiri sendiri, dan desain untuk *game online* menggunakan *Unity watermark*. Sedangkan untuk versi berbayar (*Unity Pro*) ada dengan fitur bawaan, seperti efek *post*

processing dan *render effect texture*. Versi berbayar menyediakan beberapa kelebihan dibandingkan dengan versi gratis, seperti efek *real time shadow* dan efek air.

2.6.2 Fitur – Fitur *Unity 3D*

Ada banyak kelebihan *Unity 3D* yang menjadikan *game engine* ini patut dicoba. Wahana Komputer (2014) menjelaskan fitur – fitur yang ada pada *Unity 3D* :

- *Rendering*

Unity telah mendukung penggunaan *graphic engine*. *Graphic engine* yang digunakan adalah *Direct3D* (*Windows, Xbox 360*), *OpenGL* (*Mac, Windows, Linux, PS3*), *Open GL ES* (*Android, iOS*), dan *APIs* (*Wii*). Selain itu, *Unity 3D* juga mendukung penggunaan *bump mapping, reflection mapping, parallax mapping, screen space ambient occussion (SSAO), dynamic shadows* menggunakan *shadow maps, render-to-texture*, dan *full-screen post-processing effects*.

Untuk meningkatkan kualitas pemetaan atau tokoh dalam *game*, *Unity 3D* mendukung penggunaan *software* pengolahan gambar lain, seperti *3Ds Max, Maya, Softimage, Blender, modo, Zbrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photosop, Adobe Fireworks*, dan *Allegorithmic Substance*.

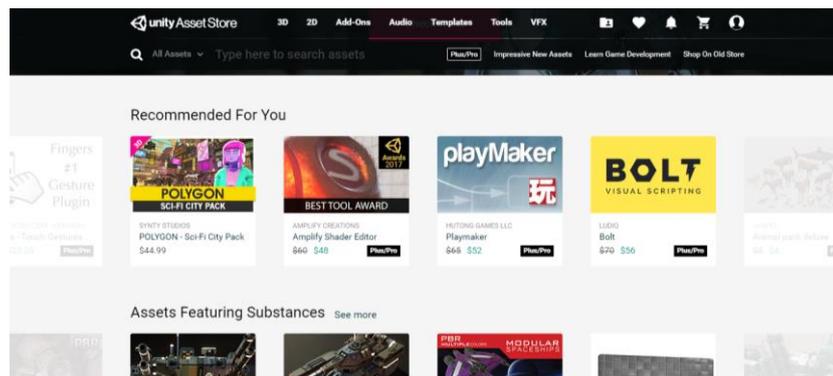
- *Scripting*

Scripting yang digunakan pada *Unity* dibangun menggunakan *Mono 2.6*. *Mono 2.6* merupakan implementasi *open source* dari *.Net Framework*. Bahasa pemrograman didukung oleh *Unity 3D*, antara lain *JavaScript, C#, dan Boo* (menggunakan *syntax Phyton*). Dimulai dengan dirilisnya *Unity 3D* versi 3.0, digunakan *MonoDevelop* untuk *debugging script*.

- *Asset Store*

Asset merupakan aspek dari permainan yang akan direferensikan oleh beberapa komponen, *asset* itu sendiri, atau kelengkapan penunjang pembuatan *game*. *Asset store* merupakan tempat untuk mendapatkan *asset* yang digunakan untuk menunjang pembuatan *game*.

Asset yang ada pada *Unity 3D* dibagi menjadi dua, yaitu *asset* eksternal dan *asset* internal. *Asset* eksternal adalah *asset* yang ditambahkan dari sumber di luar *Unity 3D*, seperti 3D Model, *Texture*, dan *Sound Effect*. Sedangkan *asset* internal adalah *asset* yang sudah ada di dalam *Unity*, seperti *Materials*, *Shaders*, *Cube Maps*, *Physics Materials*, dan *Prefabs*.

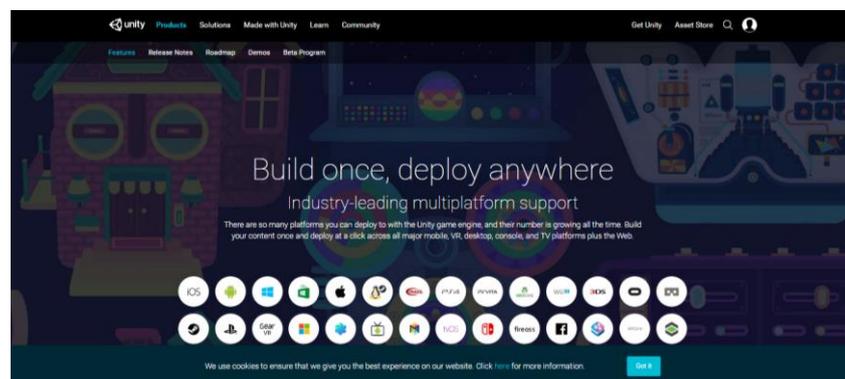


Gambar 2.7 : Unity Asset Store

- *Platform*

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, *Unity 3D* disebut sebagai aplikasi pengembang yang dapat dijalankan secara *cross platform*. Di dalam *project*, *developer* memiliki kontrol untuk mengirim ke perangkat *mobile*, *web browser*, *desktop*, dan *console*. *Unity* juga mengizinkan spesifikasi kompresi *texture* dan pengaturan resolusi di setiap *platform* yang didukung.

Saat ini *platform* yang didukung antara lain *Xbox One*, *BlackBerry 10*, *Windows 8*, *Windows Phone 8*, *Windows*, *Mac*, *Linux*, *Android*, *iOS*, *Unity Web Player*, *Adobe Flash*, *PlayStation 3*, *Xbox 360*, *Wii U*, dan *Wii*. Selain itu, *Unity 3D* juga mendukung *Playstation Vita*, meskipun belum ada informasi resmi. Rencananya *Unity 3D* versi berikutnya akan mendukung platform *PlayStation 4*.



Gambar 2.8 : Platform yang didukung Unity

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait dengan implementasi algoritma *fuzzy sugeno* dalam sebuah *game* pernah dilakukan oleh Moh. Ainur Rahman (2015). Penulis meneliti tentang implementasi *fuzzy sugeno* untuk mengatur bentuk bonus dari konten islami pada *game 3D Battle Jet*. Peneliti menerapkan algoritma *fuzzy sugeno* dalam pengaturan bentuk bonus dari konten islami. Konten islami ini berupa ilmu tajwid. Pengaturan tersebut terjadi dengan mempertimbangkan beberapa kondisi, yaitu nyawa *player*, skor *player*, dan *level* yang dimainkan. Adapun hasil yang diperoleh adalah bahwa *fuzzy sugeno* bisa diterapkan untuk mengatur bentuk bonus dari konten islami secara dinamis sesuai dengan nilai nyawa, skor, dan *level*.

Penelitian terkait dengan *scoring* pada *game* pernah dilakukan oleh Muhammad Syukron Syarif (2016). Penulis meneliti tentang penerapan algoritma

backpropagation untuk menentukan *level* bonus dan *score* bonus pada *game* edukasi nahwu. Peneliti menerapkan algoritma *backpropagation* dimana akan menentukan *level* bonus dan *score* bonus pada *game*, yang nantinya akan muncul setelah pemain berhasil menyelesaikan permainan. Setelah dilakukan pengujian, mendapatkan hasil bahwa algoritma *backpropagation* berhasil diimplementasikan dengan baik pada *game* tersebut, dengan nilai *epoch* maksimal = 1500, alfa = 0.005, dan toleransi = 0.0001 memiliki tingkat akurasi 91.71%.

Penelitian yang sama juga pernah dilakukan oleh Astrid Novita Putri, dkk (2014). Penelitian ini berjudul “*Game Scoring Non Player Character Menggunakan Agen Cerdas Berbasis Fuzzy Mamdani*”. Peneliti memfokuskan penelitiannya mengenai *scoring game* pada *Non Player Character* (NPC). Pembuatan *scoring* ini berdasarkan beberapa kriteria, yaitu Nilai Kesehatan (HP), Nilai Serangan (AP), Nilai Pertahanan (DP), serta *Dammage* yang dimiliki oleh NPC dalam hal ini *zombie*. Kemudian dilakukan perbandingan antara 2 metode yaitu metode statistika dan *fuzzy*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan akurasi 90% pada pengujian testing, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy* dalam masalah *finish time* lebih lama tetapi lebih menantang pemain untuk menyelesaikan lebih cepat.

BAB III

DESAIN DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis dan Perancangan Game

3.1.1 Deskripsi Aplikasi

Game berjudul *Go Rescue* ini merupakan *game* yang ber-genre simulasi yang mana dimainkan secara *single player*. Karakter utama pada *game* ini bernama *Simi* yang berperan sebagai penolong korban kecelakaan yang dijalankan oleh pemain. Karakter utama ini harus menyelesaikan misi, yaitu menolong sejumlah korban kecelakaan sesuai dengan target jumlah korban yang harus ditolong, dalam jangka waktu permainan tertentu. Apabila pemain berhasil menyelesaikan misi sesuai target sebelum waktu permainan usai, maka pemain akan melanjutkan ke *level* selanjutnya. Namun apabila misi tidak mencapai target, maka pemain tidak dapat melanjutkan ke *level* selanjutnya, dan harus mengulang *level* sampai target terpenuhi.

3.1.2 Keterangan Umum Game

Game Go Rescue merupakan permainan simulasi berbasis desktop yang dijadikan sebagai media untuk pembelajaran tentang Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) terhadap korban kecelakaan lalu lintas. Dalam *game* ini akan terjadi suatu peristiwa kecelakaan lalu lintas yang menimbulkan korban luka-luka. Karakter utama harus menolong korban kecelakaan tersebut. Jika target jumlah korban yang harus diselamatkan terpenuhi sebelum waktu permainan berakhir, maka akan lanjut ke *level* selanjutnya. Pada *level* selanjutnya, pemain akan diberi misi yang sama. Dalam tiap *level* akan muncul korban kecelakaan dengan jenis luka yang berbeda, serta jumlah yang berbeda pula. Setiap naik ke *level* selanjutnya, waktu permainan pun akan semakin singkat dan jumlah korban yang harus ditolong akan semakin banyak.

3.1.3 Deskripsi Karakter

Terdapat beberapa karakter di dalam *game* ini, yaitu :

1. Karakter Utama

Karakter utama pada permainan ini mempunyai misi untuk menolong korban kecelakaan lalu lintas. Untuk menyelesaikan misi tersebut, pemain harus menolong semua korban kecelakaan yang ada dalam permainan sebelum waktu *game* usai. Jika pemain berhasil menyelesaikan misi tersebut, maka pemain dapat pindah ke scene selanjutnya. Adapun karakter utama dari *game* ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Karakter Utama

2. Karakter Korban Kecelakaan

Dalam permainan ini, juga terdapat karakter korban kecelakaan. Pemain yang berperan sebagai karakter utama harus menolong korban kecelakaan ini untuk menyelesaikan misinya. Karakter korban kecelakaan dapat dilihat pada gambar 3.2.



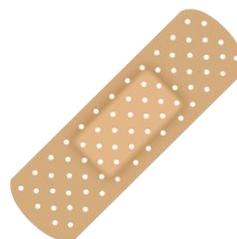
Gambar 3.2 : Karakter Korban Kecelakaan

3. *Item First Aid Kit*

Item first aid kit dalam permainan ini berupa beberapa benda yang biasa digunakan untuk menolong korban kecelakaan, contohnya seperti perban, plester, kayu, dll. Item ini nantinya akan digunakan player untuk menolong korban kecelakaan yang ada dalam permainan. Adapun contoh-contoh dari *item first aid kit* dapat dilihat pada gambar 3.3, gambar 3.4, dan gambar 3.5.



Gambar 3.3 : Perban dan gunting



Gambar 3.4 : Plester



Gambar 3.5 : Obat-Obatan

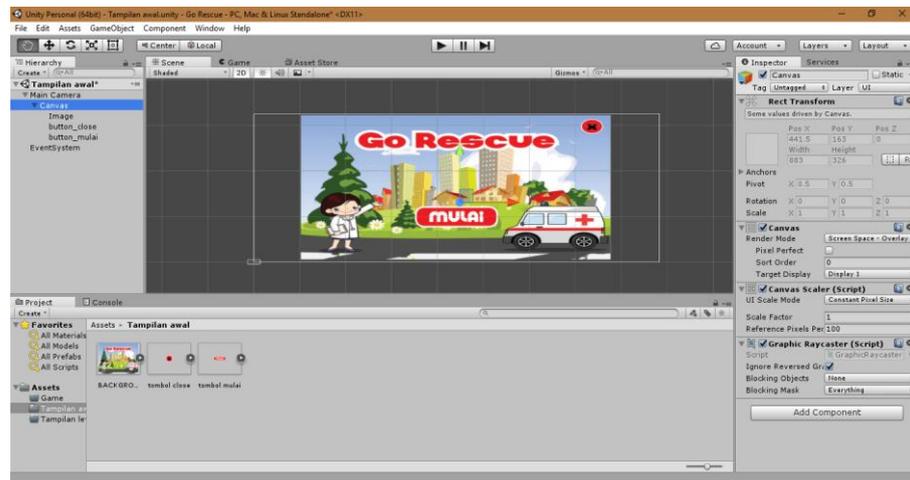
3.1.4 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam mengimplementasikan perangkat lunak yang akan dibangun. Antarmuka ini juga berfungsi sebagai sarana interaksi antara pemain dan *game*. Berikut adalah perancangan antarmuka *game* pertolongan pertama pada korban kecelakaan lalu lintas (*Go Rescue*) :

1. Rancangan Tampilan Awal *Game* (*Home*)

Tampilan ini ditampilkan pada awal mula *game*. Halaman *Home* menampilkan judul *game*, yaitu *Go Rescue* dan *background* yang menyimbolkan inti dari *game* ini. Terdapat pula tombol mulai yang apabila diklik akan memulai permainan ini dan menuju *scene* selanjutnya, yaitu tampilan level. Di pojok kanan terdapat tombol silang (*close*), yang apabila diklik maka pemain akan otomatis keluar dari permainan.

Rancangan tampilan awal permainan (*Home*) dari *game* simulasi P3K (*Go Rescue*) dapat dilihat pada gambar 3.6.

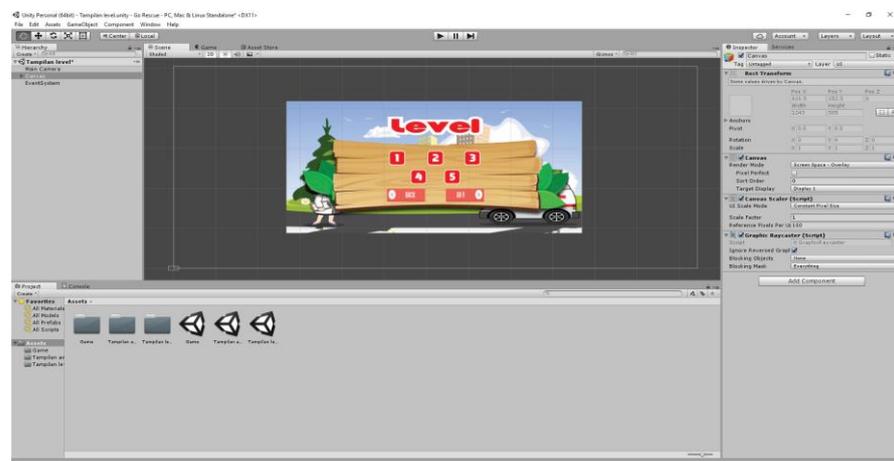


Gambar 3.6 : Rancangan Tampilan Awal *Game* (*Home*)

2. Rancangan Tampilan *Level Game*

Tampilan ini menunjukkan *level – level* yang sudah ditempuh oleh pemain. Terdapat dua buah tombol dalam *scene* ini, yaitu tombol *BACK* dan *GO*. Tombol *BACK* berfungsi untuk kembali ke tampilan awal (*Home*), sedangkan tombol *GO* berfungsi untuk memulai *game*.

Rancangan tampilan dari halaman *level game* dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 : Rancangan Tampilan *Level Game*

3. Rancangan Tampilan *Game*

Halaman ini merupakan tampilan utama dari game simulasi P3K (*Go Rescue*). Player memainkan permainan dalam *scene* ini. *Scene* ini menampilkan karakter player, tombol first aid kid, NPC korban, waktu permainan, poin pemain, serta bintang yang didapat oleh pemain.

Rancangan tampilan utama dari *game* simulasi P3K (*Go Rescue*) ini dapat dilihat pada gambar 3.8.



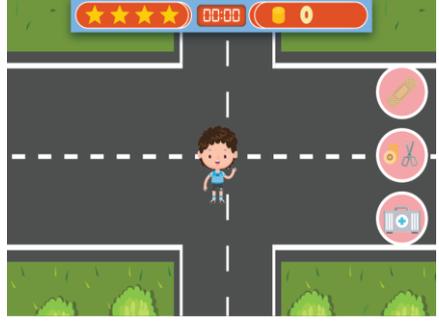
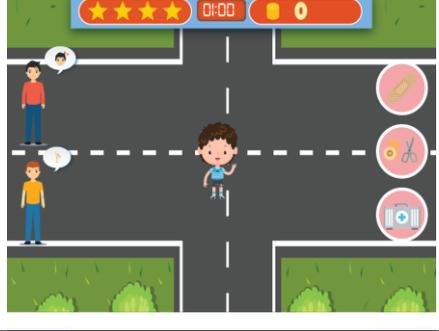
Gambar 3.8 : Rancangan Tampilan Game

3.2 Storyboard

Berikut ini adalah *storyboard* dari game simulasi P3K (*Go Rescue*), dapat dilihat pada tabel 3.1 :

Tabel 3.1 : Storyboard

No.	Gambar	Keterangan
1.		Tampilan <i>home</i> , dimana terdapat judul permainan, <i>button mulai</i> , dan <i>button close</i> .
2.		Tampilan <i>level</i> , menampilkan nomor – nomor <i>level</i> .

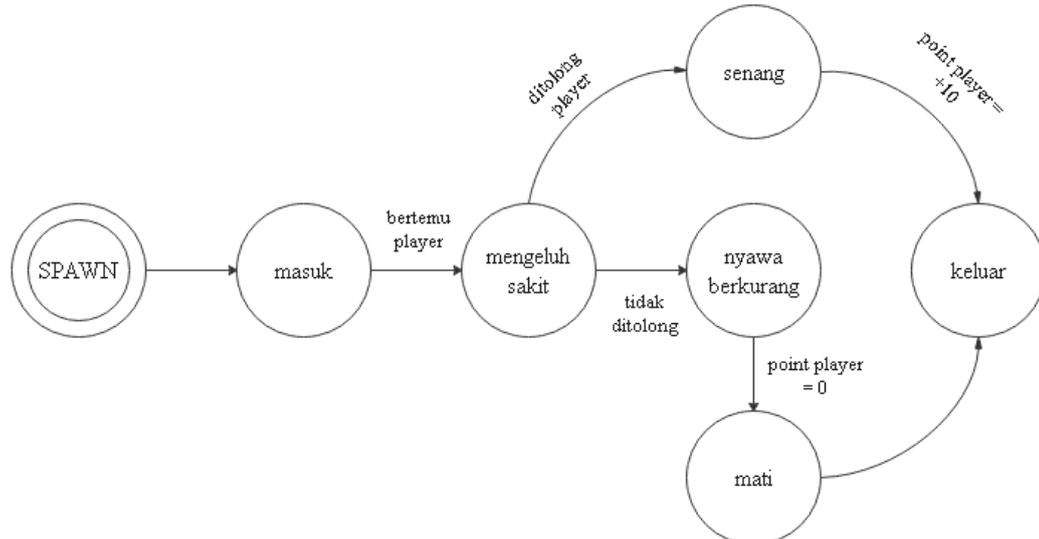
3.		<p>Tampilan awal permainan (persiapan), menampilkan karakter <i>player</i>, tombol – tombol <i>first aid kit</i>, jendela poin, jendela bintang, dan waktu.</p>
4.		<p>NPC yang berupa korban kecelakaan masuk ke jendela permainan dan mengeluh kesakitan.</p>
5.		<p>Pemain memberikan pertolongan kepada NPC dengan menekan tombol <i>first aid kit</i>.</p>
6.		<p>NPC korban senang karena mendapat pertolongan dan <i>player</i> mendapatkan poin.</p>
7.		<p>Apabila pemain berhasil menolong semua korban (NPC), sebelum waktu permainan habis, maka misi permainan berhasil dan pemain mendapat bintang.</p>

8.		<p>Bila pemain tidak berhasil menyelesaikan misi, maka pemain tidak mendapat bintang dan mengulang <i>level</i> sebelumnya.</p>
----	---	---

3.3 Finite State Machine (FSM)

Finite State Machine (FSM) adalah sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsi kerja sistem dengan menggunakan tiga hal berikut : Keadaan (*State*), Kejadian (*Event*), dan Aksi (*Action*).

Berikut ini adalah FSM dari *Non Playered Character* (NPC) pada *game* simulasi P3K (*Go Rescue*) dapat dilihat pada gambar 3.9 :



Gambar 3.9 : Finite State Machine (FSM) Dari NPC

Gambar 3.9 menunjukkan *Finite State Machine* (FSM) dari NPC atau *Non Playered Character* pada *game* simulasi P3K (*Go Rescue*). Berikut ini adalah penjelasan dari FSM tersebut :

1. *Spawn*

Spawn merupakan persiapan awal dari permainan. Ditandai dengan munculnya karakter player, NPC, tombol item first aid kit, jendela poin, dan bintang.

2. *Masuk*

NPC korban kecelakaan masuk ke arena permainan.

3. *Mengeluh Sakit*

Ketika NPC korban bertemu dengan *player*, maka NPC korban kecelakaan mengeluh sakit dan meminta pertolongan.

4. *Nyawa berkurang*

Ketika NPC tidak segera diberi pertolongan oleh *player*, maka nyawa NPC berkurang.

5. *Mati*

Ketika nyawa korban habis, maka korban mati, dan poin *player* = 0.

6. *Senang*

Korban kecelakaan merasa senang apabila ditolong oleh *player*.

7. *Keluar*

NPC korban kecelakaan keluar dari arena permainan setelah diberi pertolongan oleh *player* atau mati (nyawa habis).

3.4 Penilaian (*Scoring*)

Sistem penilaian atau *scoring* akhir pada *game* simulasi P3K (*Go Rescue*) ini berdasarkan perhitungan waktu permainan, jumlah korban yang ditolong, serta poin dari pemain. Poin ini diperoleh dari jumlah korban yang dapat ditolong oleh pemain. Jumlah minimal korban yang harus ditolong adalah sejumlah target misi yang tercantum pada permainan. Dari perhitungan beberapa variabel di atas akan diperoleh skor akhir permainan yang berupa bintang. Pemain dapat melanjutkan ke *level* selanjutnya apabila mendapatkan minimal 1 bintang. Jika pemain mendapatkan 0 bintang, maka pemain tidak dapat lanjut ke *level* selanjutnya.

Aturan penilaian pada permainan simulasi P3K (*Go Rescue*) adalah sebagai berikut :

1. Apabila berhasil menolong korban secara cepat dan tepat, maka akan diberi poin sejumlah 10.
2. Untuk setiap pengurangan nyawa dari korban, maka pendapatan poin dikurangi (-1).
3. Apabila korban meninggal, maka pemain tidak mendapatkan poin atau poin = 0.
4. Apabila bintang = 0, maka kembali ke *level* sebelumnya. Pemain baru dapat mencapai *level* selanjutnya, apabila mendapatkan minimal 1 bintang.

3.5 Perancangan *Fuzzy*

Pada *game Go Rescue* ini algoritma *fuzzy* digunakan untuk mengatur *scoring* pada masing-masing pemain. Adapun jenis algoritma *fuzzy* yang digunakan adalah logika *fuzzy sugeno* dengan orde nol. Yang membedakan antara *fuzzy sugeno*, *fuzzy mamdani*, dan *fuzzy tsukamoto* adalah pada *output* yang dihasilkan. Pada *fuzzy tsukamoto* dan *fuzzy mamdani*, *output* yang dihasilkan berupa himpunan keputusan, namun pada *fuzzy sugeno*, *output* yang dihasilkan berupa konstanta tegas.

Tahap-tahap perancangan *fuzzy sugeno* adalah sebagai berikut :

3.5.1 Variabel *Fuzzy*

Variabel yang akan digunakan dalam game ini akan dibagi menjadi 4 variabel *fuzzy*, yaitu :

1. Variabel *input* yang terdiri dari variabel waktu penyelesaian, variabel jumlah korban, dan variabel poin.
2. Variabel *output* yaitu berupa keputusan nilai (*score*) pemain yang disimbolkan dengan bintang.

3.5.2 Nilai Linguistik

Dari 4 variabel yang akan digunakan dalam *game* ini, maka nilai linguistik dari tiap variabel adalah sebagai berikut :

a. Nilai Linguistik *Input* :

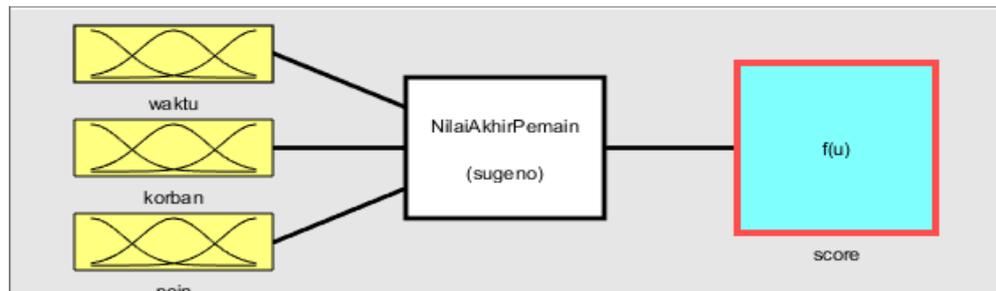
1. Variabel waktu penyelesaian, dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : Cepat, Sedang, dan Lambat.
2. Variabel jumlah korban, dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : Sedikit, Sedang, dan Banyak.
3. Variabel poin, dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : Rendah, Sedang, dan Tinggi.

b. Nilai Linguistik *Output* :

1. Variabel nilai (*score*) pemain yang disimbolkan dengan bintang, dibagi menjadi 5, yaitu :
 1. Jelek (tidak mendapat bintang).
 2. Cukup (mendapat bintang 1).
 3. Bagus (mendapat 2 bintang).
 4. Bagus sekali (mendapat 3 bintang).
 5. Sempurna (mendapat 4 bintang).

3.5.3 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses memetakan nilai *crisp* (numerik) ke dalam himpunan *fuzzy* untuk menentukan derajat keanggotaannya. Secara garis besar pemetaan nilai *crisp* ke dalam himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 3.10.



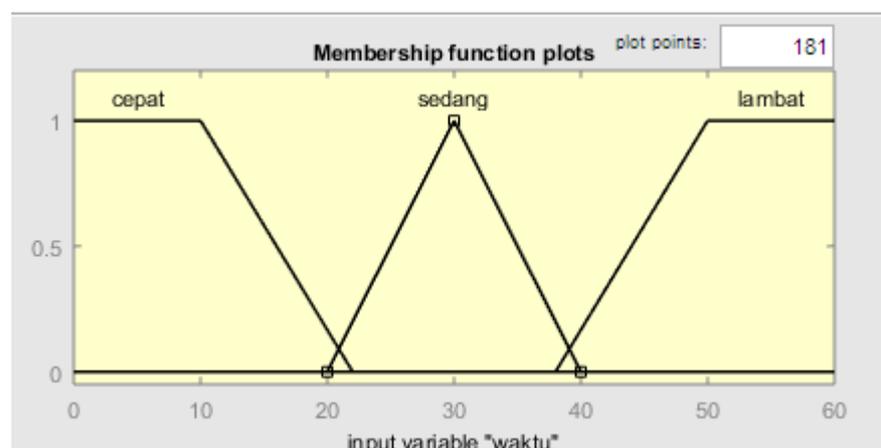
Gambar 3.10 : Proses Fuzzyfikasi

Berdasarkan *Fuzzy Interface System* di atas maka pemetaan himpunan *fuzzy* adalah sebagai berikut :

1. Variabel Waktu Penyelesaian

Variabel waktu penyelesaian dibagi menjadi 3 himpunan, yaitu: Cepat, Sedang, dan Lambat. Variabel ini memiliki rentang nilai 0 - 60 seperti di bawah ini :

- a. Cepat = 0 - 22
- b. Sedang = 20 - 40
- c. Lambat = 38 - 60



Gambar 3.11 : Grafik Input Variabel Waktu Penyelesaian

Pada gambar 3.11 menunjukkan sebuah grafik input variabel waktu penyelesaian yang mempunyai rentang nilai 0-60. Setiap

himpunan dari variabel waktu penyelesaian, seperti cepat, sedang, dan lambat mempunyai nilai yang berbeda. Himpunan *fuzzy* Cepat mempunyai rentang nilai 0-22. Pada himpunan *fuzzy* Sedang mempunyai rentang nilai 20-40, sedangkan untuk himpunan *fuzzy* Lambat mempunyai rentang nilai 38-60.

Gambar di atas menunjukkan fungsi representasi linear turun untuk himpunan “cepat”. Pada himpunan “sedang” ditunjukkan oleh fungsi representasi kurva segitiga dan pada himpunan “lambat” ditunjukkan oleh fungsi representasi linear naik. Berikut adalah perhitungan manual dari ketiga fungsi tersebut :

- Linier Turun

$$\mu_{Cepat}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 10 \\ \frac{22-x}{22-10}; & 10 < x < 22 \\ 0; & x \geq 22 \end{cases}$$

- Kurva Segitiga

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x-20}{30-20}; & 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30}; & 30 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

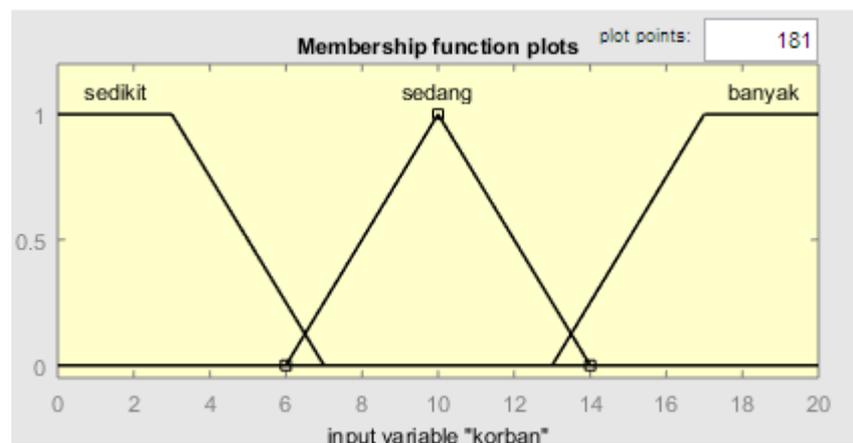
- Linier Naik

$$\mu_{Lambat}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{60-50}; & 50 < x < 60 \\ 1; & x \geq 60 \end{cases}$$

2. Variabel Jumlah Korban

Variabel jumlah korban dibagi menjadi 3 himpunan, yaitu : Sedikit, Sedang, dan Banyak. Variabel ini memiliki rentang nilai 0-20 seperti di bawah ini :

- a. Sedikit = 0 - 7
- b. Sedang = 6 - 14
- c. Banyak = 13 - 20



Gambar 3.12 : Grafik Input Variabel Jumlah Korban

Pada gambar 3.12 menunjukkan sebuah grafik input variabel jumlah korban yang mempunyai rentang nilai 0-20. Setiap himpunan dari variabel jumlah korban, seperti sedikit, sedang, dan banyak mempunyai nilai yang berbeda. Himpunan *fuzzy* Sedikit mempunyai rentang nilai 0-7. Pada himpunan *fuzzy* Sedang mempunyai rentang nilai 6-14, sedangkan untuk himpunan *fuzzy* Banyak mempunyai rentang nilai 13-20.

Gambar di atas menunjukkan fungsi representasi linear turun untuk himpunan “sedikit”. Pada himpunan “sedang” ditunjukkan oleh fungsi representasi kurva segitiga dan pada himpunan “banyak” ditunjukkan oleh fungsi representasi linear naik. Berikut ini adalah perhitungan manual dari ketiga fungsi tersebut :

- Linier Turun

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 3 \\ \frac{7-x}{7-3}; & 3 < x < 7 \\ 0; & x \geq 7 \end{cases}$$

- Kurva Segitiga

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 6 \text{ atau } x \geq 14 \\ \frac{x-6}{10-6}; & 6 \leq x \leq 10 \\ \frac{14-x}{14-10}; & 10 \leq x \leq 14 \end{cases}$$

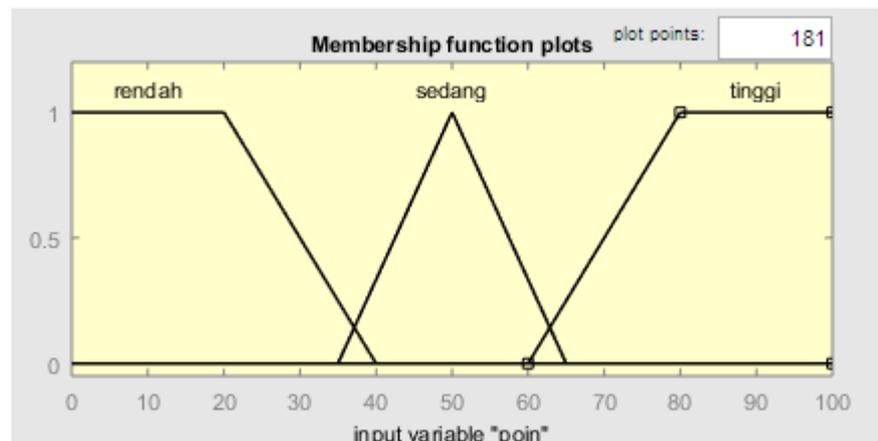
- Linier Naik

$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 17 \\ \frac{x-17}{20-17}; & 17 < x < 20 \\ 1; & x \geq 20 \end{cases}$$

3. Variabel Poin

Variabel poin dibagi menjadi 3 himpunan, yaitu : Rendah, sedang, dan Tinggi. Variabel ini memiliki rentang nilai 0 - 100 seperti di bawah ini :

- a. Rendah = 0 - 40
- b. Sedang = 35 - 65
- c. Tinggi = 60 - 100



Gambar 3.13 : Grafik Input Variabel Poin

Pada gambar 3.13 menunjukkan sebuah grafik input variabel poin yang mempunyai rentang nilai 0 – 100. Setiap himpunan dari variabel jumlah korban, seperti rendah, sedang, dan tinggi mempunyai nilai yang berbeda. Himpunan *fuzzy* Rendah mempunyai rentang nilai 0 – 40. Pada himpunan *fuzzy* Sedang mempunyai rentang nilai 35 - 65, sedangkan untuk himpunan *fuzzy* Tinggi mempunyai rentang nilai 60 - 100.

Gambar di atas menunjukkan fungsi representasi linear turun untuk himpunan “rendah”. Pada himpunan “sedang” ditunjukkan oleh fungsi representasi kurva segitiga dan pada himpunan “tinggi” ditunjukkan oleh fungsi representasi linear naik. Berikut adalah perhitungan manual dari ketiga fungsi tersebut :

- Linier Turun

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

- Kurva Segitiga

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-35}{65-35}; & 35 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-50}; & 50 \leq x \leq 65 \end{cases}$$

- Linier Naik

$$\mu_{Tinggi}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 80 \\ \frac{x-80}{100-80}; & 80 < x < 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

4. Variabel Nilai (*Score*)

Variabel nilai (*score*) yang nantinya akan disimbolkan dengan bintang, dibagi menjadi 5 himpunan, yaitu :

- a. Jelek (tidak mendapatkan bintang) : diwakili dengan konstanta 0.
- b. Cukup (mendapat 1 bintang) : diwakili dengan konstanta 1.
- c. Bagus (mendapat 2 bintang) : diwakili dengan konstanta 2.
- d. Bagus sekali (mendapat 3 bintang) : diwakili dengan konstanta 3.
- e. Sempurna (mendapat 4 bintang) : diwakili dengan konstanta 4.



Gambar 3.14 : Output Nilai Akhir Pemain

3.5.4 Fuzzy Rules

Kaidah fuzzy (*rules*) atau aturan – aturan yang diterapkan dalam sistem skoring berjumlah 27 *rules*, yaitu :

1. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Cukup) (1)*
2. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus) (2)*
3. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus) (2)*
4. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Bagus) (2)*
5. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus) (2)*
6. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus-Sekali) (3)*
7. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Bagus) (2)*
8. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus-Sekali) (3)*
9. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Sempurna) (4)*

10. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Rendah) Then (Nilai is Jelek) (0)*
11. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Cukup) (1)*
12. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus) (2)*
13. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Jelek) (0)*
14. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus) (2)*
15. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus-Sekali) (3)*
16. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Cukup) (1)*
17. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus-Sekali) (3)*
18. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Sempurna) (4)*
19. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Jelek) (0)*
20. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Cukup) (1)*
21. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus) (2)*
22. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Jelek) (0)*
23. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus) (2)*
24. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus) (2)*

25. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Bagus) (2)*
26. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus) (2)*
27. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus-Sekali) (3)*

3.5.5 Implikasi dan Defuzzyfikasi

Fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi implikasi MIN atau PRODUCT dan proses *defuzzyfikasi* merupakan proses pemetaan besaran dari himpunan *fuzzy set* yang dihasilkan ke dalam bentuk nilai *crisp*. Dalam metode *Sugeno defuzzyfikasi* dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata (*Average*) dengan rumus :

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

3.5.6 Contoh Soal

Dari 27 *rules* yang terbentuk akan dilakukan percobaan perhitungan manual terhadap algoritma *fuzzy sugeno* yang telah dimodelkan, dengan nilai waktu = 60, jumlah korban = 8, dan poin = 40. Maka tahapan – tahapan untuk mendapatkan hasil keputusan adalah sebagai berikut :

1. *Fuzzyfikasi*

Pada proses *fuzzyfikasi*, melakukan proses pemetaan nilai *crisp* dari waktu, jumlah korban, dan poin pada himpunan *fuzzy* dan menentukan derajat keanggotaannya.

Berikut adalah perhitungan *fuzzyfikasi* untuk variabel waktu dengan nilai 60 :

$$\mu_{\text{Waktu Cepat}} [60] = 0; \quad \text{Waktu} \leq 10$$

$$\mu_{\text{Waktu Sedang}} [60] = \frac{60-60}{60-10} = 0; \quad 10 < \text{Waktu} < 60$$

$$\mu_{\text{Waktu Lambat [60]}} = 1; \quad \text{Waktu} \geq 60$$

Dari hasil perhitungan berdasarkan rumus linear dan segitiga, diperoleh derajat keanggotaan waktu cepat, sedang, dan lambat sebagai berikut :

- a. Derajat keanggotaan Cepat [60] = 0.
- b. Derajat keanggotaan Sedang [60] = 0.
- c. Derajat keanggotaan Lambat [60] = 1.

Berikut adalah perhitungan fuzzyfikasi untuk variabel jumlah korban dengan nilai 8 :

$$\mu_{\text{Jumlah Korban Sedikit [8]}} = 0; \quad \text{Jumlah Korban} \leq 7$$

$$\mu_{\text{Jumlah Korban Sedang [8]}} = \frac{8-6}{10-6} = 0.5; \quad 6 < \text{Jumlah Korban} < 10$$

$$\mu_{\text{Jumlah Korban Banyak [8]}} = 0; \quad \text{Jumlah Korban} \geq 20$$

Dari hasil perhitungan berdasarkan rumus linear dan segitiga, diperoleh derajat keanggotaan jumlah korban sedikit, sedang, dan banyak sebagai berikut :

- a. Derajat keanggotaan Sedikit [8] = 0.
- b. Derajat keanggotaan Sedang [8] = 0,5.
- c. Derajat keanggotaan Banyak [8] = 0.

Berikut adalah perhitungan fuzzyfikasi untuk variabel poin dengan nilai 40 :

$$\mu_{\text{Poin Rendah [40]}} = 0; \quad \text{Poin} \leq 35$$

$$\mu_{\text{Poin Sedang [40]}} = \frac{40-35}{65-35} = 0.16; \quad 35 < \text{Poin} < 65$$

$$\mu_{\text{Poin Tinggi [40]}} = 0; \quad \text{Poin} \geq 100$$

Dari hasil perhitungan berdasarkan rumus linear dan segitiga, diperoleh derajat keanggotaan poin rendah, sedang, dan tinggi sebagai berikut :

- a. Derajat keanggotaan Rendah [40] = 0.
- b. Derajat keanggotaan Sedang [40] = 0,16.
- c. Derajat keanggotaan Tinggi [40] = 0.

2. Implikasi

Pada tahap ini akan dibandingkan tiap variabel sesuai dengan *fuzzy rules* yang sudah dibuat. Untuk *Fuzzy Sugeno* digunakan fungsi minimum.

1. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Cukup)*
 $\text{Min} = (0,0,0) = 0$
2. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus)*
 $\text{Min} = (0,0,0.16) = 0$
3. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus)*
 $\text{Min} = (0,0,0) = 0$
4. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Bagus)*
 $\text{Min} = (0,0.5,0) = 0$
5. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus)*
 $\text{Min} = (0,0.5,0.16) = 0$
6. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus-Sekali)*
 $\text{Min} = (0,0.5,0) = 0$

7. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (0,0,0) = 0$$

8. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus-Sekali)*

$$\text{Min} = (0,0,0.16) = 0$$

9. *If (Waktu is Cepat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Sempurna)*

$$\text{Min} = (0,0,0) = 0$$

10. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Rendah) Then (Nilai is Jelek)*

$$\text{Min} = (0,0,0) = 0$$

11. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Cukup)*

$$\text{Min} = (0,0,0.16) = 0$$

12. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (0,0,0) = 0$$

13. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Jelek)*

$$\text{Min} = (0,0.5,0) = 0$$

14. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (0,0.5,0.16) = 0$$

15. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus-Sekali)*

$$\text{Min} = (0,0.5,0) = 0$$

16. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Cukup)*

$$\text{Min} = (0,0,0) = 0$$

17. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus-Sekali)*

$$\text{Min} = (0,0,0.16) = 0$$

18. *If (Waktu is Sedang) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Sempurna)*

$$\text{Min} = (0,0,0) = 0$$

19. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Jelek)*

$$\text{Min} = (1,0,0) = 0$$

20. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Cukup)*

$$\text{Min} = (1,0,0.16) = 0$$

21. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedikit) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (1,0,0) = 0$$

22. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Jelek)*

$$\text{Min} = (1,0.5,0) = 0$$

23. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (1,0.5,0.16) = 0.16$$

24. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Sedang) and (Poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (1,0.5,0) = 0$$

25. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Rendah) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (1,0,0) = 0$$

26. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (Poin is Sedang) then (Nilai is Bagus)*

$$\text{Min} = (1,0,0.16) = 0$$

27. *If (Waktu is Lambat) and (Jumlah Korban is Banyak) and (poin is Tinggi) then (Nilai is Bagus-Sekali)*

$$\text{Min} = (1,0,0) = 0$$

3. Defuzzyfikasi

Langkah selanjutnya adalah menentukan variabel linguistik nilai dari tiap *rule* pada masing-masing *output*, yaitu :

1. Variabel *Output* Nilai :

- a. Jelek memiliki nilai 0.
- b. Cukup memiliki nilai 1.
- c. Bagus memiliki nilai 2.
- d. Bagus sekali memiliki nilai 3.
- e. Sempurna memiliki nilai 4.

Selanjutnya menghitung *defuzzyfikasi* dengan rumus rata – rata (*Average*). Untuk variabel *output* nilai (*score*) rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$

Tabel 3.2 : Nilai α - Predikat dan Nilai z (Variabel Nilai)

No.	Nilai α ke-	Nilai z ke-
1.	0	1

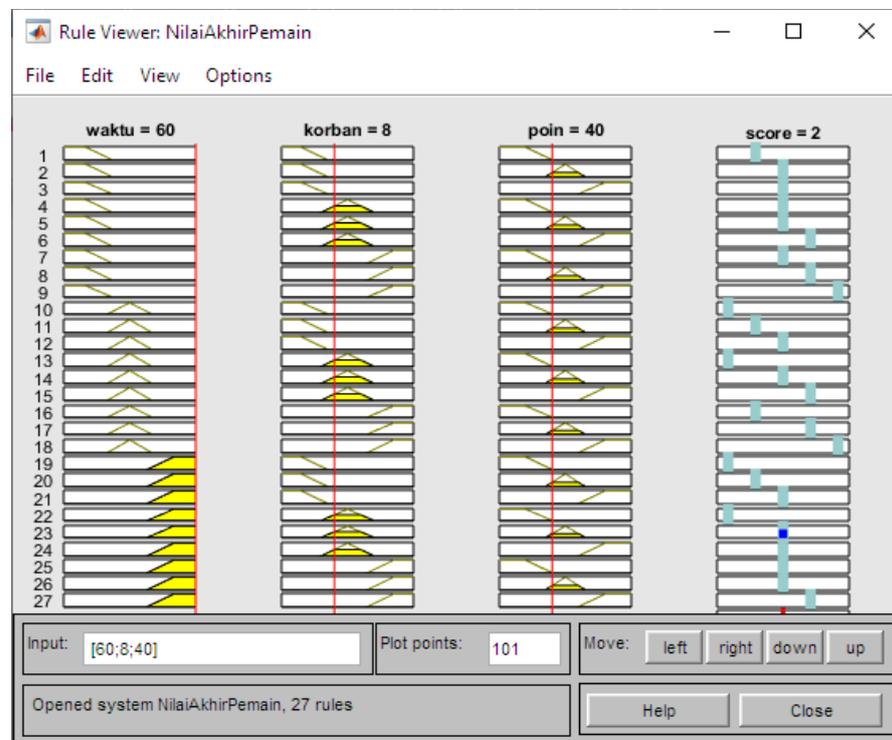
2.	0	2
3.	0	2
4.	0	2
5.	0	2
6.	0	3
7.	0	2
8.	0	3
9.	0	4
10.	0	0
11.	0	1
12.	0	2
13.	0	0
14.	0	2
15.	0	3
16.	0	1
17.	0	3
18.	0	4
19.	0	0
20.	0	1
21.	0	2
22.	0	0
23.	0,16	2
24.	0	2
25.	0	2
26.	0	2
27.	0	3

Dari data yang ada pada tabel 3.2 dan 3.3 kemudian dimasukkan ke dalam rumus rata-rata (*average*) dan akan didapatkan hasil sebagai berikut :

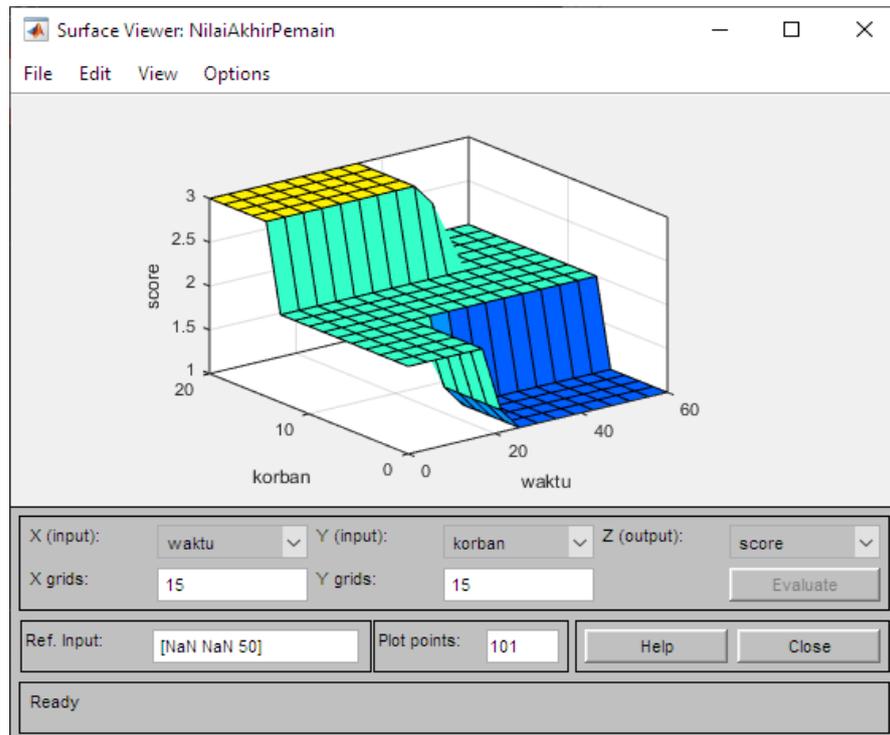
$$\text{Nilai} = \frac{0X1+0X2+0X2+0X2+0X2+0X3+0X2+0X3+0X4+0X0+0X1+0X2+0X0+0X2+0X3+0X1+0X3+0X4+0X0+0X1+0X2+0X0+0.16X2+0X2+0X2+0X3}{0+0.16+0+0+0+0}$$

$$= 2$$

Berdasarkan hasil yang didapat dari proses *defuzzyfikasi* maka keputusan yang diambil adalah player mendapat nilai BAGUS (diwakili dengan konstanta 2). Hasil perhitungan tersebut sesuai dengan *rule* yang telah di buat. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 3.16 dan gambar 3.17



Gambar 3.16 : Rule Viewer



Gambar 3.17 : Surface Viewer Output Nilai

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Desain Sistem

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil implementasi dari perancangan desain *game*, implementasi algoritma *fuzzy sugeno*, dan pengujian dalam *game* yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *game* tersebut dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian yang diharapkan. Adapun spesifikasi dari sistem perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk proses uji coba ini adalah sebagai berikut.

4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan untuk pembuatan aplikasi dan pengujian metode dapat dilihat pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 : Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1.	Laptop	ACER Aspire E1-410 Series
2.	Processor	Intel(R) Celeron(R) CPU N2920 @1.86GHz (4CPUs), ~1.9GHz
3.	RAM	4096 MB
4.	HDD	500 GB
5.	Monitor	14 Inch
6.	Speaker	On
7.	Mouse & Keyboard	On

4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan *game* dan pengujian metode ditunjukkan pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 : Kebutuhan Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1.	Sistem Operasi	<i>Windows 10 Pro 64-bit</i>
2.	<i>Game Engine</i>	<i>Unity 5.6.0f3</i>
3.	Desain 2D	<i>Adobe Illustrator CC 2017</i>
4.	<i>Script Writer</i>	<i>Microsoft Visual Studio 2015</i>
5.	Pengujian Metode	<i>MATLAB Production Server R2015a</i>

4.2 Implementasi Aplikasi

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil implementasi dari rancangan *game* simulasi pertolongan pertama pada kecelakaan lalu lintas (*Go Rescue*) ke dalam PC atau laptop dan beberapa penjelasan tiap *scene*, serta tampilan hasil implementasi pada *game* yang telah dibuat.

4.2.1 Tampilan Main Menu

Pada saat memulai permainan, pemain disuguhkan dengan tampilan *main menu*. Pada tampilan main menu ini terdapat 2 tombol, yaitu tombol *Play* dan tombol *Shut Down*. Ketika tombol *Play* diklik, maka pemain akan diarahkan ke *scene game* selanjutnya dimana *game* simulasi ini akan berlangsung, sedangkan tombol *Shut Down* yang terletak di pojok kanan atas, apabila diklik, maka pemain akan keluar dari aplikasi permainan ini. Tampilan dari *main menu* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Tampilan Main Menu

4.2.2 Tampilan Game

Tampilan ini merupakan *scene* dimana *game* simulasi pertolongan pertama pada korban kecelakaan lalu lintas (*Go Rescue*) akan dimainkan. Pada *scene* ini, pemain berperan sebagai karakter dokter, dimana karakter ini menolong atau memberikan pengobatan kepada korban kecelakaan (NPC) yang nantinya akan muncul dari sebelah kiri jendela permainan.



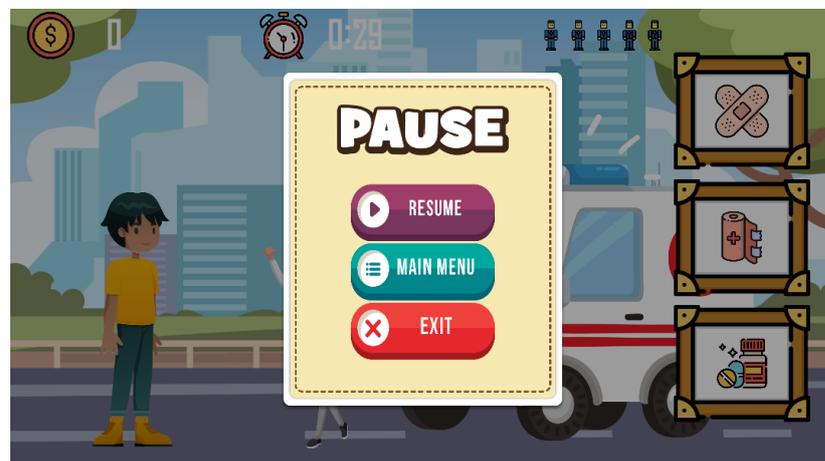
Gambar 4.2 : Tampilan Game

Seperti yang dilihat pada gambar 4.2 di atas, pada sebelah kanan terdapat *item-item game* yang ditunjukkan dengan gambar obat, plester, dan perban. *Item-item* inilah yang nantinya digunakan oleh *player* untuk menolong NPC (korban kecelakaan). Pada bagian atas terdapat gambar koin yang berarti jumlah poin yang didapat oleh pemain, gambar jam yang

merupakan *timer* sisa waktu permainan, dan jumlah korban kecelakaan yang masih tersisa (ditandai dengan *icon* orang).

4.2.3 Tampilan *Game Pause*

Tampilan *Game Pause* berfungsi untuk menghentikan sementara permainan. Tampilan ini akan aktif ketika pemain menekan tombol *Esc* pada *keyboard*. Ketika pemain menekan tombol *Esc* pada *keyboard*, maka otomatis akan muncul sebuah panel *Pause Game* yang berisikan beberapa tombol, yaitu tombol *Resume*, tombol *Exit*, dan tombol *Back to Main Menu* seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 : Tampilan Game Pause

Adapun fungsi tombol *Resume* adalah untuk kembali ke *scene game* yang sedang dimainkan. Tombol *Main Menu* berfungsi untuk keluar dari permainan (*scene game*) yang sedang dimainkan dan kembali ke tampilan *main menu*, sedangkan tombol *Exit* berfungsi untuk keluar dari aplikasi *game* tersebut.

4.3 Implementasi Algoritma *Fuzzy Sugeno*

Dalam *game* simulasi pertama pada kecelakaan lalu lintas (*Go Rescue*) ini, algoritma *Fuzzy Sugeno* digunakan untuk menentukan *score* akhir pemain berupa bintang. Adapun variabel *fuzzy* yang digunakan ada 4 variabel, yaitu 3 variabel *input* dan sebuah variabel *output*. Untuk variabel *input* sendiri terdiri dari variabel waktu penyelesaian (waktu), variabel jumlah korban (*jumlahKorban*), dan

variabel poin. Sedangkan untuk variabel *output*-nya berupa variabel nilai (*score*) yang disimbolkan dengan bintang.

Proses implementasi *Fuzzy Sugeno* dimulai dengan mencari derajat keanggotaan variabel waktu penyelesaian (*waktu*) terhadap himpunan *fuzzy* variabel waktu penyelesaian yang telah dirancang sebelumnya. Adapun himpunan *fuzzy* pada variabel waktu penyelesaian (*waktu*) adalah himpunan Cepat, Sedang, dan Lambat. Berikut adalah implementasinya :

```
public static float[] GetTime (float waktu) {

    float waktuCepat = 0;
    float waktuSedang = 0;
    float waktuLambat = 0;

    // CEPAT
    if (waktu <= 10) {
        waktuCepat = 1;
    } else if (waktu > 10 && waktu < 22) {
        waktuCepat = (22 - waktu) / (22 - 10);
    } else if (waktu >= 22) {
        waktuCepat = 0;
    }

    // SEDANG
    if (waktu <= 20 || waktu >= 40) {
        waktuSedang = 0;
    } else if (waktu >= 20 && waktu <= 30) {
        waktuSedang = (waktu - 20) / (30 - 20);
    } else if (waktu >= 30 && waktu <= 40) {
        waktuSedang = (40 - waktu) / (40 - 30);
    }

    // LAMBAT
    if (waktu <= 50) {
        waktuLambat = 0;
    } else if (waktu > 50 && waktu < 60) {
        waktuLambat = (waktu - 50) / (60 - 50);
    } else if (waktu >= 60) {
        waktuLambat = 1;
    }

    float[] hasil = { waktuCepat, waktuSedang, waktuLambat
                    };
    return hasil;
}
```

Gambar 4.4 : Source Code Derajat Keanggotaan Variabel Waktu

Setelah mencari derajat keanggotaan variabel waktu penyelesaian (waktu), kemudian mencari derajat keanggotaan variabel jumlah korban (jumlahKorban) terhadap himpunan *fuzzy* variabel jumlah korban yang telah dirancang sebelumnya. Himpunan *fuzzy* pada variabel jumlah korban adalah himpunan Sedikit, Sedang, dan Banyak. Berikut adalah implementasinya :

```

public static float[] GetJumlahKorban (float korban) {

    float korbanSedikit = 0;
    float korbanSedang = 0;
    float korbanBanyak = 0;

    // SEDIKIT
    if (korban <= 3) {
        korbanSedikit = 1;
    } else if (korban > 3 && korban < 7) {
        korbanSedikit = (7 - korban) / (7 - 3);
    } else if (korban >= 7) {
        korbanSedikit = 0;
    }

    // SEDANG
    if (korban <= 6 || korban >= 14) {
        korbanSedang = 0;
    } else if (korban >= 6 && korban <= 10) {
        korbanSedang = (korban - 6) / (10 - 6);
    } else if (korban >= 10 && korban <=14) {
        korbanSedang = (14 - korban) / (14 - 10);
    }

    // BANYAK
    if (korban <= 17) {
        korbanBanyak = 0;
    } else if (korban > 17 && korban < 20) {
        korbanBanyak = (korban - 17) / (20 - 17);
    } else if (korban >= 20) {
        korbanBanyak = 1;
    }

    float[] hasil = { korbanSedikit, korbanSedang,
                    korbanBanyak };
    return hasil;
}

```

Gambar 4.5 : Source Code Derajat Keanggotaan Variabel Jumlah Korban

Selanjutnya mencari derajat keanggotaan variabel poin terhadap himpunan *fuzzy* variabel poin yang telah dirancang sebelumnya. Himpunan *fuzzy* pada

variabel poin adalah himpunan Rendah, Sedang, dan Tinggi. Berikut adalah implementasinya :

```

public static float[] GetPoin (float poin) {

    float poinRendah = 0;
    float poinSedang = 0;
    float poinTinggi = 0;

    // RENDAH
    if (poin <= 20) {
        poinRendah = 1;
    } else if (poin > 20 && poin < 40) {
        poinRendah = (40 - poin) / (40 - 20);
    } else if (poin >= 40) {
        poinRendah = 0;
    }

    // SEDANG
    if (poin <= 35 || poin >= 65) {
        poinSedang = 0;
    } else if (poin >= 35 && poin <= 50) {
        poinSedang = (poin - 35) / (65 - 35);
    } else if (poin >= 50 && poin <= 65) {
        poinSedang = (65 - poin) / (65 - 50);
    }

    // TINGGI
    if (poin <= 80) {
        poinTinggi = 0;
    } else if (poin > 80 && poin < 100) {
        poinTinggi = (poin - 60) / (100 - 60);
    } else if (poin >= 100) {
        poinTinggi = 1;
    }

    float[] hasil = { poinRendah, poinSedang, poinTinggi };
    return hasil;
}

```

Gambar 4.6 : Source Code Derajat Keanggotaan Variabel Poin

Setelah mendapatkan derajat keanggotaan dari ketiga variabel, selanjutnya mencari nilai α -predikat yang dimasukkan ke dalam *fuzzy rules* yang telah dirancang sebelumnya, dengan cara menerapkan fungsi implikasi MIN terhadap setiap aturan. Kemudian dilakukan proses *defuzzyfikasi* yang mana menentukan aksi pada setiap *rule*.

```

public static int FuzzyRules (float waktuCepat, float
    waktuSedang, float waktuLambat, float korbanSedikit, float
    korbanSedang, float korbanBanyak, float poinRendah, float
    poinSedang, float poinTinggi) {

    float[] min = new float[27];

    min[0] = Min(waktuCepat, korbanSedikit, poinRendah);
    min[1] = Min(waktuCepat, korbanSedikit, poinSedang);
    min[2] = Min(waktuCepat, korbanSedikit, poinTinggi);
    min[3] = Min(waktuCepat, korbanSedang, poinRendah);
    min[4] = Min(waktuCepat, korbanSedang, poinSedang);
    min[5] = Min(waktuCepat, korbanSedang, poinTinggi);
    min[6] = Min(waktuCepat, korbanBanyak, poinRendah);
    min[7] = Min(waktuCepat, korbanBanyak, poinSedang);
    min[8] = Min(waktuCepat, korbanBanyak, poinTinggi);
    min[9] = Min(waktuSedang, korbanSedikit, poinRendah);
    min[10] = Min(waktuSedang, korbanSedikit, poinSedang);
    min[11] = Min(waktuSedang, korbanSedikit, poinTinggi);
    min[12] = Min(waktuSedang, korbanSedang, poinRendah);
    min[13] = Min(waktuSedang, korbanSedang, poinSedang);
    min[14] = Min(waktuSedang, korbanSedang, poinTinggi);
    min[15] = Min(waktuSedang, korbanBanyak, poinRendah);
    min[16] = Min(waktuSedang, korbanBanyak, poinSedang);
    min[17] = Min(waktuSedang, korbanBanyak, poinTinggi);
    min[18] = Min(waktuLambat, korbanSedikit, poinRendah);
    min[19] = Min(waktuLambat, korbanSedikit, poinSedang);
    min[20] = Min(waktuLambat, korbanSedikit, poinTinggi);
    min[21] = Min(waktuLambat, korbanSedang, poinRendah);
    min[22] = Min(waktuLambat, korbanSedang, poinSedang);
    min[23] = Min(waktuLambat, korbanSedang, poinTinggi);
    min[24] = Min(waktuLambat, korbanBanyak, poinRendah);
    min[25] = Min(waktuLambat, korbanBanyak, poinSedang);
    min[26] = Min(waktuLambat, korbanBanyak, poinTinggi);

    int rule = (int)Defuzzyfikasi(min);
    return rule;
}

```

Gambar 4.7 : Source Code Implementasi Fuzzy Rules

```

static float Defuzzyfikasi(float[] min) {

    float aZ, a, hasil;

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

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

    hasil = aZ / a;
    return Mathf.Round(hasil);
}

static float Min (float a, float b, float c) {

    float[] min = new float[5];
    min[0] = a;
    min[1] = b;
    min[2] = c;

    float nilaiTerkecil = min[0];
    for (int i = 0; i < min.Length; i++) {
        if (min[i] < nilaiTerkecil) {
            nilaiTerkecil = min[i];
        }
    }
    return nilaiTerkecil;
}

```

Gambar 4.8 : Source Code Proses Defuzzyfikasi dan Penerapan Fungsi Implikasi MIN

4.4 Uji Coba Algoritma *Fuzzy Sugeno*

Uji coba algoritma *Fuzzy Sugeno* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana algoritma tersebut dapat diimplementasikan untuk menentukan nilai akhir pemain pada *game* simulasi pertolongan pertama pada kecelakaan lalu lintas (*Go Rescue*). Pengujian dilakukan berulang kali dengan nilai variabel yang berbeda-beda. Nilai variabel tersebut merupakan *input* yang nantinya digunakan dalam

proses perhitungan *Fuzzy Sugeno*. Dari nilai-nilai variabel tersebut nantinya akan menghasilkan nilai akhir pemain.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada *game* simulasi pertolongan pertama pada kecelakaan lalu lintas (*Go Rescue*) dengan beberapa nilai masukan variabel *input* maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 : Hasil Uji Coba Algoritma *Fuzzy Sugeno*

Percobaan Ke-	Waktu Penyelesaian	Jumlah Korban	Poin	Output Fuzzy Sugeno	Nilai Akhir Pemain (Score)
1.	15	7	35	2	Bintang 2
2.	20	3	15	0	Bintang 0
3.	30	10	50	2	Bintang 2
4.	25	8	40	2	Bintang 2
5.	60	20	100	3	Bintang 3
6.	10	2	10	1	Bintang 1
7.	35	9	45	2	Bintang 2
8.	23	5	25	0	Bintang 0
9.	60	11	55	2	Bintang 2
10.	8	3	15	1	Bintang 1
11.	15	4	20	1	Bintang 1
12.	22	7	35	0	Bintang 0
13.	40	12	60	2	Bintang 2
14.	50	15	75	3	Bintang 3
15.	38	10	50	2	Bintang 2
16.	5	1	5	1	Bintang 1
17.	26	10	50	2	Bintang 2
18.	10	5	25	1	Bintang 1
19.	20	5	25	1	Bintang 1
20.	15	15	75	4	Bintang 4

21.	15	15	75	4	Bintang 4
22.	42	20	100	3	Bintang 3
23.	25	15	75	4	Bintang 4
24.	35	18	90	4	Bintang 4
25.	21	12	60	2	Bintang 2
26.	37	14	70	4	Bintang 4
27.	60	0	0	0	Bintang 0

Berdasarkan hasil uji coba pada tabel 4.4 dapat diketahui bahwa hasil akurasi menunjukkan sebanyak 100%, dengan presentase output yaitu, bintang 0 sebanyak 25%, bintang 1 sebanyak 16,66% , bintang 2 sebanyak 11,11%, bintang 3 sebanyak 33,33%, dan bintang 4 sebanyak 20%.

4.5 Integrasi *Game Go Rescue* dengan Islam

Manusia diciptakan Allah sebagai makhluk sosial yang mana antara manusia satu dengan manusia lainnya saling membutuhkan dalam menjalani kehidupannya. Dalam fungsi sosialnya, manusia diminta untuk saling bekerjasama, saling menghargai, saling tolong menolong, dan saling bantu membantu. Namun dalam mengimplementasikan hal tersebut, tidak boleh terlepas dari obsesi utamanya sebagai seorang mukmin yaitu dalam rangka beribadah kepada Allah SWT.

Islam sebagai *rahmatan lil 'alamin*, tidak dapat dipisahkan dari tolong menolong. Dalam ajaran Islam tolong menolong merupakan kewajiban setiap muslim. Namun, Islam memberikan batasan terhadap apa yang menjadi ajarannya tersebut. Setiap umat Islam hanya diwajibkan untuk saling tolong menolong dalam kebaikan dan taqwa dan larangan untuk tolong menolong dalam hal keburukan atau dosa. Dalam Surat Al-Maidah ayat 2 Allah berfirman :

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ (المائدة : ٢)

Artinya :

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

Dalam ayat tersebut, Allah SWT memerintahkan hamba-hamba-Nya yang beriman untuk senantiasa tolong-menolong dalam berbuat kebaikan, itulah yang disebut dengan *al-birru* (kebajikan), serta meninggalkan segala bentuk kemungkaran, dan itulah yang dinamakan dengan *at-takwa*. Allah SWT melarang hamba-hamba-Nya untuk tolong menolong dalam hal kebathilan, perbuatan dosa, dan mengerjakan hal-hal yang diharamkan. Menurut Ibnu Jarir, dosa (*al-itsmu*) yaitu meninggalkan apa yang diperintahkan oleh Allah untuk dikerjakan, sedangkan permusuhan (*al-'udwan*) yakni melanggar apa yang telah ditetapkan oleh Allah dalam urusan agama dan melanggar apa yang telah diwajibkan oleh Allah. (Ad-Dimasyqi, 2003).

Kewajiban tolong menolong dalam hal kebaikan dan takwa memang telah menjadi ajaran Islam yang melekat. Karena itulah Allah SWT menjanjikan beberapa keutamaan bagi mereka yang menolong saudara-saudaranya. Sebagaimana hadist di bawah ini :

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ عَنِ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : مَنْ نَفَسَ
عَنْ مُؤْمِنٍ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ الدُّنْيَا نَفَسَ اللَّهُ عَنْهُ كُرْبَةً مِنْ كُرْبِ يَوْمِ الْقِيَامَةِ. وَ
مَنْ يَسَّرَ عَلَى مُعْسِرٍ يَسَّرَ اللَّهُ عَلَيْهِ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ. وَ مَنْ سَتَرَ مُسْلِمًا
سَتَرَ اللَّهُ فِي الدُّنْيَا وَالْآخِرَةِ وَ اللَّهُ فِي عَوْنِ الْعَبْدِ مَا كَانَ الْعَبْدُ فِي عَوْنِ أَخِيهِ
(رواه مسلم)

Artinya :

Dari Abu Hurairah RA, dari Nabi SAW beliau bersabda : “Barang siapa melapangkan seorang mukmin dari suatu kesusahan dunia, Allah akan melapangkannya dari suatu kesusahan di hari kiamat. Barang siapa

meringankan penderitaan seseorang, Allah akan meringankan penderitaannya di dunia dan akhirat. Barang siapa menutupi (aib) seorang muslim, Allah akan menutupi (aib)nya di dunia dan akhirat. Dan Allah akan menolong hamba-Nya selagi ia menolong saudaranya.” (HR. Muslim).

Hadist tersebut menjelaskan bahwa barang siapa yang membantu seorang muslim dalam menyelesaikan kesulitannya, maka akan dia dapatkan pada hari kiamat sebagai tabungannya yang akan memudahkan kesulitannya pada hari itu. Berbuat baik kepada makhluk merupakan cara untuk mendapatkan cinta Allah SWT dan segala pembalasan di sisi Allah sesuai dengan segala perbuatan yang dilakukan. (Nawawi, 2010).

Dalam hadist ini terkandung keutamaan memenuhi keperluan sesama muslim, memberi manfaat kepada mereka dengan sesuatu yang dapat dilakukan, seperti memberi ilmu dan pengertian, memberi harta, membantu dengan tenaga, berisyarat dengan kemashlahatan, nasehat, atau yang lainnya. “Menutupi orang muslim” berarti, menutupi kesalahan dan kekeliruan orang-orang yang dikenal baik, bukan orang yang dikenal buruk, dalam masalah kemaksiatan yang sudah lalu dan selesai, sedangkan untuk aib kemaksiatan yang masih dilakukan, maka orang yang mengetahuinya wajib segera mencegahnya. Jika tidak mampu melaksanakan sendiri, ia wajib melaporkannya kepada yang berwenang agar tidak menimbulkan kerusakan. “Allah akan senantiasa menolong hamba selagi ia menolong saudaranya”. Penafsiran dari ungkapan ini adalah jika seseorang bermaksud menolong saudaranya, ia tidak perlu takut mengatakan atau menjelaskan kebenaran karena keyakinannya bahwa Allah akan menolongnya. (Al-‘Ied, 2018).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan uji coba algoritma *Fuzzy Sugeno* untuk mengatur nilai akhir pemain (*score*) yang berupa bintang pada game simulasi pertolongan pertama pada kecelakaan lalu lintas *Go Rescue*, dapat disimpulkan bahwa algoritma Fuzzy Sugeno dapat diterapkan dengan tingkat akurasi sebanyak 100%, dengan presentase output yaitu, bintang 0 sebanyak 25%, bintang 1 sebanyak 16,66% , bintang 2 sebanyak 11,11%, bintang 3 sebanyak 33,33%, dan bintang 4 sebanyak 20%.

Hal ini menunjukkan bahwa algoritma Fuzzy Sugeno dapat diterapkan untuk menentukan nilai akhir pemain (*score*), dengan syarat nilai akhir tersebut berupa konstanta tegas. Semakin banyak korban yang ditolong dalam jangka waktu yang cepat, maka jumlah bintang yang didapatkan pemain akan semakin banyak.

5.2 Saran

Pembuatan *game* simulasi pertolongan pertama pada kecelakaan lalu lintas *Go Rescue* masih jauh dari kata sempurna. Adapun saran yang diajukan untuk pengembang selanjutnya adalah :

1. Meningkatkan tampilan aplikasi dengan menambahkan tutorial permainan untuk mempermudah *player* dalam bermain sehingga permainan semakin menarik.
2. Menambahkan bentuk karakter NPC (korban kecelakaan) yang lebih beragam, tingkat kesulitan, dan level agar permainan semakin menantang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, Ernest. 2010. *Fundamental Of Game Design 2nd Edition*. USA : New Riders.
- Ad-Dimasyqi, Al-Imam Abdul Fida' Isma'il Ibnu Katsir. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Terjemahan oleh M. Abdul Ghofar E.M. Bogor : Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Al-'Ied, Al-Imam Ibnu Daqiq. 2018. *Syarah Arba'in An-Nawawi*. Terjemahan oleh Hidayat Mustafid. Riyadh : Kantor Kerjasama Dakwah, Bimbingan, dan Penyuluhan Bagi Komunitas di Rawdhah.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. Diakses dari <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1134>, diakses pada 13 Juni 2017 pukul 10.06 WIB.
- Baroroh, Rosalia T. 2016. *Penggunaan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Pemilihan Jalur Lintasan Sepeda Pada Game Pengenalan Ghorib*. Skripsi. Malang : Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Budiharto, Widodo & Suhartono, Darwin. 2014. *Aritificial Intelligence*. Yogyakarta : ANDI.
- Departemen Agama RI. 2009. *Al-Quran dan Terjemahannya Special For Woman*. Bandung : PT. Sygma Examedia Arkanleema.
- Graf, Alan. 2005. *Fuzzy Logic Approach for Modelling Multiplayer Game Scoring System*. Proceeding of IEEE International Conference on Telecommunication (ConTEL)
- Hidayati, Annisa & Hendrati, Lucia Y. 2016. *Analisis Risiko Kecelakaan Lalu Lintas Berdasar Pengetahuan, Pengguna Jalur, dan Kecepatan Berkendara*. Jurnal Berkala Epidemiologi, Vol. 4 No. 2 : 275 – 287.
- Hadist Riwayat Imam Muslim No. 2699.
- Komputer, Wahana. 2014. *Mudah Membuat Game 3 Dimensi Menggunakan Unity 3D*. Yogyakarta : Andi.
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Margareta, Shinta. 2012. *Buku Cerdas P3K : 101 Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan*. Yogyakarta : Pustaka Cerdas.

- Mohan, Dinesh, dkk. 2006. *Road Traffic Injury Prevention Training Manual*. India : Indian Institute Of Technology Delhi.
- Nawawi, Muhyiddin Yahya bin Syaraf. 2010. *Hadist Arba'in Nawawiyah*. Terjemahan oleh Abdullah Haidir. Riyadh : Maktab Dakwah dan Bimbingan Jaliyat Rabwah.
- Panjaitan, Lanny W. 2007. *Dasar – Dasar Komputasi Cerdas*. Yogyakarta : Andi.
- Peraturan Pemerintah Tentang Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan. PP No. 43 Tahun 1993.
- Putri, A. Novita, dkk. 2014. *Game Scoring Non Player Character Menggunakan Agen Cerdas Berbasis Fuzzy Mamdani*. Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan (SEMANTIK).
- Rahman, Moh. Ainur. 2015. *Implementasi Fuzzy Sugeno Untuk Mengatur Bentuk Bonus Dari Konten Islami (Ilmu Tajwid Hukum Bacaan Nun Sukun Atau Tanwin) Pada Game 3D Battle Jet*. Skripsi. Malang : Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Roedavan, Rickman. 2014. *Unity Tutorial Game Engine*. Bandung : Informatika.
- Soanes, Catherine & Stevenson, Angus. 2008. *Concise Oxford Dictionary 11th Edition*. United Kingdom : Oxford University Press.
- Sucipto, Tito. 2009. *Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan*. Karya Tulis. Universitas Sumatera Utara.
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Jakarta : CV. Sagung Seto.
- Sutojo, T., dkk. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : Andi.
- Syarif, Muhammad S. 2016. *Penerapan Algoritma Backpropagation Untuk Menentukan Level Bonus dan Score Bonus Pada Game Edukasi Nahwu Menggunakan Kartu Berbasis Android*. Skripsi. Malang : Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Thygeron, Alton. 2011. *First Aid*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Undang – Undang Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. UU No. 22 Tahun 2009. TLN No. 5025.