

**HALAMAN PENGAJUAN**

**GAME PENGENALAN SIFAT WAJIB ALLAH  
MENGUNAKAN FUZZY  
DECISION TREE**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:  
RISTIKA NURISKHARINI SUJARWO  
NIM. 11650096**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK  
IBRAHIMMALANG  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**GAME PENGENALAN SIFAT WAJIB ALLAH  
MENGUNAKAN FUZZY  
DECISION TREE**

**SKRIPSI**

Oleh

**RISTIKA NURISKHARINI SUJARWO**

**NIM :11650096**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,  
Malang, 31 Desember 2015**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

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

**Mengetahui:  
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Dr. Cahyo Crysdiان  
NIP. 19740424 200901 1008**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENGENALAN SIFAT WAJIB ALLAH  
MENGUNAKAN FUZZY DECISION TREE**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**RISTIKA NURISKHARINI**

**NIM :11650096**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
Dan Dinyatakan diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer(S.Kom)

Tanggal 7 Januari 2016

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

- |                    |                              |   |   |
|--------------------|------------------------------|---|---|
| 1. Penguji Utama   | : Fresy Nugroho, M.T         | ( | ) |
|                    | 19710722 201101 1 001        |   |   |
| 2. Ketua Penguji   | : Hani Nurhayati M.T         | ( | ) |
|                    | 19780625 200801 1 006        |   |   |
| 3. Sekretaris      | : Yunifa Miftachul Arif, M.T | ( | ) |
|                    | 19830616 201101 1 004        |   |   |
| 4. Anggota Penguji | : Dr. Muhammad Faisal, M.T   | ( | ) |
|                    | 19740510 200501 1 007        |   |   |

Mengetahui:

**Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Dr. Cahyo Crysdian  
NIP. 19740424 200901 1008**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Ayah Sujarwo dan bunda Heni yang telah mencurahkan kasih sayang dan cintanya setulus hati serta do'a-do'a yang tiada henti kepada anak-anaknya

Adekku tercinta Ryas Himawan yang selalu menyemangati terselesaikannya skripsi ini

Dosen pembimbing ku bapak Yunifa Miftachul Arif M.T bapak Dr. muh. Faisal M.T yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan memotivasi.

Teman teman seperjuangan TI 2011 yang sangat membantu terselesaikannya pengerjaan skripsi ini. Willdan, bang jun, bang alif, fauzan yang telah meluangkan waktunya untuk membantu menyelesaikan penelitian ini, untuk para gadis melati intan, bulek selly, tante laily, nisak terimakasih telah memberi saya ruang untuk bersama dan mengenal kalian.

Terimakasih untuk Hari Baikku, yang selalu sabar membimbingku, memberiku semangat, ide-ide cemerlang dan menemani dalam setiap langkah, semoga Hari Baikku akan selalu menemaniku tanpa henti.

**MOTTO**

**“PREPARATION PERFECT PERFORMANCE”**

**“SEBANYAK APA YANG DIBERI, SEBANYAK ITULAH  
YANG AKAN DIRAIH”**



## **PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RISTIKA NURISKHARINI SUJARWO

NIM : 11650096

Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Angkatan tahun/semester : GAME PENGENALAN SIFAT WAJIB ALLAH

**MENGGUNAKAN FUZZY DECISION TREE**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 31 Desember 2015

Yang membuat pernyataan

Ristika Nuriskharini Sujarwo

NIM. 11650096

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Game Pengenalan Sifat Wajib Allah Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Decision Tree” dengan baik dan lancar. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada tauladan terbaik kita Nabi Agung Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kegelapan dan kebodohan menuju cahaya islam yang terang rahmatan lil alamiin ini.

Dalam penyelesaian skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril, nasihat dan semangat maupun materiil. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Terimakasih kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan kesehatan, ilmu, rezeki sehingga penulis bisa dengan lancar menyelesaikan penelitian ini.
2. Prof. DR. H. Mudjia Raharjo, M.Si, selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang beserta seluruh staf. Dharma Bakti Bapak dan Ibu sekalian terhadap Universitas Islam Negeri Malang turut membesarkan dan mencerdaskan penulis.
3. Dr. Hj. Bayyinatul M., drh., M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta

seluruh staf. Bapak dan ibu sekalian sangat berjasa memupuk dan menumbuhkan semangat untuk maju kepada penulis.

4. Bapak Dr. Cahyo Crysdian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, dan dosen wali saya yang sudah memberi banyak memberi pengetahuan, inspirasi dan pengalaman yang berharga.
5. Bapak Yunifa Miftachul Arif, MT selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
6. Bapak Dr. M Faisal, M.T selaku dosen pembimbing II yang juga senantiasa memberi masukan dan nasihat serta petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
7. Ayah, bunda dan adikku serta keluarga besar saya tercinta yang selalu memberi dukungan yang tak terhingga serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis.
8. Segenap Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
9. Teman-teman ma'had USA kamar 54 dan keluarga kos melati yang selalu memberikan semangatnya.
10. Teman teman seperjuangan TI 2011 yang selalu membantu menyelesaikan penelitian ini
11. Para peneliti yang telah mengembangkan Game dengan Engine *Unity3d* yang menjadi acuan penulis dalam pembuatan skripsi ini. Serta semua pihak

yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu satu. Terimakasih banyak.

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya tulis ini bisa bermanfaat dan menginspirasi bagi kita semua. Amin.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Malang, 29 Desember 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PENYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACK.....	xviii
مستخلص البحث.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH.....	6
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	6
1.4 BATASAN MASALAH.....	6
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	6
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	7
BAB II TUJUAN PUSTAKA.....	9
2.1 GAME.....	9
2.2 GAME EDUKASI.....	12
2.2.1 PENGENALAN SIFAT WAJIB ALLAH.....	12
2.3 ARTIFICIAL INTELLEGENCES.....	14
2.4 METODE FUZZY.....	17
2.4.1 HIMPUNAN FUZZY.....	19
2.4.2 FUNGSI KEANGGOTAAN.....	22

2.4.3 FUZZY SUGENO .....	23
2.5 DECISION TREE .....	26
2.5.1 RANGE-OF-RISK DECISION DILEMMA .....	28
2.5.2 TAHAPAN PEMBUATAN DECISION TREE .....	29
2.5.3 PENETAPAN NILAI PAYOFF.....	29
2.5.4 PENENTUAN NILAI PELUANG .....	29
2.5.5 KONSEP DECISION TREE .....	29
2.5.6 ENTROPY .....	30
2.5.7 INFORMATION GAIN .....	30
2.6 FUZZY DECISION TREE .....	31
2.6.1 PRINSIP KERJA FUZZY DECISION TREE.....	32
2.7 GAME ENGINE .....	34
2.7.1 UNITY SOFTWARE .....	34
2.7.2. SEJARAH UNITY 3D DAN PERKEMBANGANNYA .....	36
2.7.3. FITUR-FITUR.....	38
2.8 PENELITIAN TERKAIT.....	42
2.9 METODE PENELITIAN .....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
3.1 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....	45
3.1.1 STORY BOARD .....	42
3.1.2 DESAIN KARAKTER.....	49
3.2 FINITE STATE MACHINE .....	50
3.2.1 FSM GAMEPLAY LEVEL 1 .....	51
3.2.2 FSM GAMEPLAY LEVEL 2 .....	51
3.3 PERANCANGAN FUZZY .....	53
3.3.1 VARIABEL FUZZY .....	53
3.3.2 NILAI LINGUISTIK.....	53
3.3.3 FUZZYFIKASI.....	53
3.3.4 FUZZY RULES .....	57
3.3.5 IMPLIKASI DAN DEFUZZYFIKASI .....	59
3.3.6 CONTOH PERHITUNGAN .....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	67

4.1 IMPLEMENTASI .....	67
4.1.1 KEBUTUHAN DAN PERANGKAT KERAS .....	67
4.1.2 KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK .....	68
4.2 IMPLEMENTASI ALGORITMA .....	68
4.3 IMPLEMENTASI APLIKASI GAME .....	72
4.3.1 TAMPILAN KARAKTER .....	74
4.3.2 ANTAR MUKA MAIN MENU .....	75
4.3.3 ANTAR MUKA PERMAINAN .....	77
4.4 PENGUJIAN ALGORITMA .....	77
4.4.1 PENGUJIAN ALGORITMA FUZZY SUGENO .....	80
4.4.2 PENGUJIAN ALGORITMA DECISION TREE .....	83
4.3 UJI COBA APLIKASI .....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	86
5.1 KESIMPULAN .....	86
5.2 SARAN .....	86
DAFTAR PUSATAKA	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Desain Karakter.....	49
Tabel 3.2 Fuzzy Rules.....	58
Tabel 3.3 Nilai a-predikat dan Nilai z Pada Masing-Masing Rule .....	62
Table 3.4 Data Kecepatan .....	64
Tabel 3.5 Perhitungan Entropy dan Gain.....	65
Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	67
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	68
Tabel 4.3 Keterangan Class.....	68
Tabel 4.4 Pengujian Fuzzy Sugeno.....	79
Tabel 4.5 Perhitungan Entropy dan Gain.....	81
Tabel 4.6 Uji Coba Aplikasi.....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bidang Tugas AI .....	16
Gambar 2.2 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Temperature.....	21
Gambar 2.3 Representasi Kurva Bentuk Trapesium.....	23
Gambar 2.4 Konsep Dasar Decision Tree.....	27
Gambar 2.5 Klasifikasi Pembagian.....	27
Gambar 2.6 Range-of-Risk Decision Dilemma .....	28
Gambar 2.7 Input Numerik .....	32
Gambar 2.8 Input Simbolik.....	33
Gambar 2.9 Output FDT .....	33
Gambar 2.10 Bagan Penelitian.....	44
Gambar 3.1 Menu Utama.....	45
Gambar 3.2 Lintasan Sepeda.....	47
Gambar 3.3 Hambatan Kecepatan.....	47
Gambar 3.4 Koin.....	47
Gambar 3.5 Orang Lewat.....	48
Gambar 3.6 Batu .....	48
Gambar 3.7 Karakter Sepeda .....	48
Gambar 3.8 Karakter Koin.....	49
Gambar 3.9 Karakter Orang .....	49
Gambar 3.10 Karakter Batu .....	50
Gambar 3.11 FSM Level 1 .....	50
Gambar 3.13 FSM Level 2.....	51
Gambar 3.14 Fuzzyfikasi .....	53
Gambar 3.15 Grafik Input Variabel Tanjakan .....	54
Gambar 3.16 Grafik Input Variabel Debu.....	56
Gambar 3.17 Grafik Variabel Kecepatan.....	57
Gambar 3.18 Keputusan Kecepatan.....	66
Gambar 4.1 Sepeda .....	72

Gambar 4.2 Koin.....	73
Gambar 4.3 Orang.....	73
Gambar 4.4 Batu .....	74
Gambar 4.5 Tampilan Menu .....	75
Gambar 4.6 Tampilan Awal Game .....	75
Gambar 4.7 Player Bertemu Dengan Koin .....	76
Gambar 4.8 Player Bertemu Dengan NPC Orang.....	76
Gambar 4.9 Player Bertemu Dengan Batu .....	76
Gambar 4.10 Player Bertemu Dengan Kotak Kayu Menuju Level Selanjutnya..	77
Gambar 4.11 Rule Fuzzy.....	78
Gambar 4.12 Sumbu Kartesian Untuk Debu dan Tanjakan.....	78
Gambar 4.13 Sumbu Kartesian Untuk Tanjakan dan Debu .....	79
Gambar 4.10 Pohon Keputusan.....	81

## ABSTRAK

Nuriskharini, ristika. 2015. **Game Pengenalan Sifat Wajib Allah Menggunakan Metode Fuzzy Decision Tree**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : (I) Yunifa Miftachul Arif, M.T (II) Dr. M. Faisal, M.Kom

---

Kata Kunci : Game ,Pendidikan,Fuzzy Decision Tree

Game pengenalan sifat wajib Allah ini merupakan sebuah permainan dengan type permainan *adventure*. Yaitu sebuah tipe game petualangan dimana player akan berkeliling mengelilingi lintasan untuk mengumpulkan koin-koin yang terdapat disepanjang lintasan. Saat koin tersebut ditemukan oleh player maka akan memunculkan sifat wajib Allah beserta artinya dan player akan mendapat skor 10 pada tiap koinnya. Perjalanan player mengelilingi lintasan akan dihadang oleh orang yang berlaku sebagai NPC, saat player menabraknya maka skor akan berkurang 10, begitu juga saat menabrak batu maka skor juga akan berkurang. Jalan bergelombang pada lintasan dapat mengurangi kecepatan sepeda, metode fuzzy decision tree diletakkan pada player agar dapat mendeteksi adanya jalan bergelombang tersebut. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa fuzzy decision tree bisa diterapkan untuk mengubah kecepatan player dengan nilai kecepatan cepat sebesar 30 %, sedang sebesar 40 % dan lambat sebesar 30% dari 20 jumlah inputan. Jumlah Entropy (S) -0.107, Entropy Tanjakan Rendah, Sedang, Tinggi masing-masing -0.167, Entropy Debu Tipis, Sedang, Tipis masing-masing -0.167, serta diperoleh Gain Tanjakan dan Debu sebesar 0.06.

## ABSTRACT

Nuriskharini, ristika. 2015. Mandatory Nature of God's Game Introduction Method Using Fuzzy Decision *Tree*. Thesis. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisors: (I) Yunifa Miftachul Arif, MT (II) Dr. M. Faisal, M.Kom

---

Keywords: Games, Education, Fuzzy Decision Tree

Game introduction of the mandatory nature of God is an *adventure* game with the type of *game*. That is a type of adventure game where the player will be touring around the track to collect coins that are along the trajectory. When the coin was found by a player it will bring the mandatory nature of God and their meaning and the player will receive a score of 10 on each coin. Travel player around the track will be intercepted by a person who acts as the NPC, when the player hit it then the score will be reduced 10, as well as when hitting stones balanced meals will also be reduced. Bumpy road on the path to reduce the speed of a bicycle, the method of fuzzy decision tree is placed on the player in order to detect the presence of the bumpy road. The results obtained from this study that the fuzzy decision tree can be applied to change the speed player with fast speed value by 30%, while 40% and later 30% of 20 the amount of input. Number of Entropy (S) -0107, Entropy Rise Low, Medium, High -0167 respectively, Entropy Dust Thin, Medium, Thin -0167 respectively, and obtained Gain Rise and Dust at 0.06.

## مستخلص البحث

Nuriskharini, ristika. 2015. Mandatory Nature of God's Game Introduction Method Using Fuzzy Decision *Tree*. Thesis. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisors: (I) Yunifa Miftachul Arif, MT (II) Dr. M. Faisal, M.Kom

كلمات البحث: ألعاب، التعليم، شجرة قرار غامض

لعبة إدخال الطابع الإلزامي الله هي لعبة مغامرة مع نوع اللعبة، وهذا هو نوع من لعبة مغامرة حيث اللاعب سوف تقوم بجولة حول المسار لجمع القطع النقدية التي هي على طول المسار. عندما تم العثور على عملة من قبل لاعب وسوف تجلب الطابع الإلزامي الله ومعناها وسيكون لاعب يحصل على درجة ١٠ على كل عملة واحدة. رحلة سوف يتم اعتراضها لاعب حول المسار من قبل شخص الذي يقوم بدور مجلس الشعب، عندما لاعب ضرب بعد ذلك سيتم تخفيض درجة ١٠، وكذلك عندما ضرب الحجارة كما سيتم تخفيض وجبات متوازنة. طريق وعرة على الطريق للحد من سرعة الدراجة، ويتم وضع طريقة شجرة القرارات غامض على لاعب من أجل الكشف عن وجود طريق وعرة. النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة أن شجرة القرار غامض يمكن تطبيقها على تغيير لاعب سرعة مع قيمة سريع سرعة بنسبة ٣٠٪، بينما ٤٠٪ و ٣٠٪ في وقت لاحق من ٢٠ كمية من المدخلات. عدد الانتروبيا ١٠٧ - (S)، الانتروبيا ارتفاع منخفض، متوسط، عالي - 0167 على التوالي، الانتروبيا الغبار رقيقة، متوسط، رقيقة -0167 على التوالي، والحصول على كسب صعود والغبار في 00:0

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Allah adalah Tuhan yang wajib diimani oleh makhluk-Nya. Untuk menumbuhkan keimanan tentunya kita perlu mengenal Allah beserta sifat-sifatnya. Pengertian iman disepakati bahwa iman yang benar adalah harus diyakini dalam hati, diikrarkan melalui lisan dan dibuktikan dalam tindakan yang berupa pelaksanaan ibadah dan amal shaleh. Iman memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, yakni sebagai alat yang paling ampuh untuk membentengi diri dari segala pengaruh dan bujukan yang menyesatkan. Iman juga sebagai pendorong seseorang untuk melakukan segala amal shaleh.

Dalam ayat-ayat Al-qur'an, Allah tidak diperkenalkan sebagai sesuatu yang bersifat materi. Jika dijelaskan dengan sifat materi berarti Ia berbentuk dan dibatasi oleh tempat. Padahal, Allah adalah Tuhan yang tidak memerlukan sesuatu. Allah adalah Tuhan yang memiliki keagungan tidak terbatas (Muhammad Ajurrum as-Shanhaji,2007;98).

AL-Qur'an juga tidak memperkenalkan Allah sebagai zat non-material yang tidak dapat diberi sifat atau digambarkan dalam kenyataan sehingga sulit untuk dijangkau oleh akal manusia. Jika Allah diperkenalkan dengan cara ini, tentu hati manusia tidak akan tenteram dan yakin karena akalnya tidak dapat memahami hakikat-Nya.

Al-Qur'an ternyata menempuh cara pertengahan yaitu memperkenalkan sifat-sifat Allah. Sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an, Allah antara lain dikenal dengan sifat dan asma Maha Mendengar, Maha Melihat, Maha Hidup, Maha Berkehendak, Maha Menghidupkan, dan Mematikan, serta Yang bersemayam di atas Arsy. Seluruh penjelasan

tersebut akan mengantarkan kita pada pengenalan yang dapat terjangkau oleh akal. Namun demikian AL-Qur'an juga tetap menyatakan bahwa tidak ada yang serupa dengan Allah.

Sebagai seorang muslim wajib hukumnya bagi kita untuk mengetahui serta mempercayai adanya Allah karena hal itu merupakan salah satu cara kita untuk mengenal Allah lebih dekat melalui sifat-sifat yang dimiliki-Nya serta menambah kepercayaan kepada Allah sebagai Zat yang wajib kita sembah, Zat yang Maha Suci, Zat yang tiada bersekutu dan tiada yang serupa. Dimana tidak sah iman seseorang tanpa mempercayai Allah beserta sifat-sifatNya.

Dengan mengenal Allah tumbuhlah keimanan dan keislaman. Karena itulah mengenal sifat-sifat Allah dijadikan sebagai pangkal kewajiban seperti yang ditetapkan oleh para ahli ilmu Agama. Semuanya menetapkan : "Awwaluddini, ma'rifatullah permulaan agama, ialah mengenal Allah". Dari kesimpulan inilah pengarang az-Zubad merangkumkan syairnya yang berbunyi : Permulaan kewajiban manusia, ialah mengenal akan Allah dengan keyakinan yang teguh (Syaiikh Muhammad bin shalih Al Utsaimin,1999:219).

Perkembangan teknologi dari waktu ke waktu mengalami kemajuan yang sangat pesat. Seiring dengan perkembangan itu pula, *Game* telah menjadi satu hal yang ada di dalam keseharian kita. Tidak hanya anak-anak namun juga banyak orang dewasa yang menggemari *game*.

Dalam kamus Macmillan (2009-2011) *game* merupakan aktifitas yang dilakukan untuk fun atau menyenangkan yang memiliki aturan sehingga ada yang menang dan ada yang kalah. Berdasarkan penelitian M.Rohwati (2012) bahwa penggunaan *Education Game* baik secara teori maupun empirik dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar dan aktifitas siswa.

*Game* Komputer merupakan program komputer yang memungkinkan pemain dapat berinteraksi lewat kontrol untuk memenuhi tujuan tertentu. *Game* komputer banyak dimainkan oleh berbagai kalangan dari anak-anak sampai orang tua. Selain memberikan kesenangan kepada pemain *game* tersebut, *game* juga dapat menjadi sarana untuk melatih kecerdasan, kemampuan menyelesaikan masalah, kemampuan menganalisa dan dapat memberikan informasi atau wawasan yang ada dalam *game* tersebut. Telah dikemukakan bahwa pengembangan teknologi informasi tidak hanya mempengaruhi bentuk bermain, tetapi juga membawa *game* sebagai sebuah konsep lebih jelas ke dalam kehidupan anak-anak dimasa yang akan datang (Sheridan S, Pramling-Samuelsson I. 2003). *Game* edukasi unggul dalam beberapa aspek jika dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Salah satu keunggulan yang signifikan adalah adanya animasi yang dapat meningkatkan daya ingat sehingga anak dapat menyimpan materi pelajaran dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode pengajaran konvensional (Clark, 2006).

Logika *fuzzy* adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam ruang *output*. Untuk sistem yang sangat rumit, penggunaan logika *fuzzy* adalah salah satu pemecahannya. Secara umum, sistem *fuzzy* sangat cocok untuk penalaran pendekatan terutama untuk sistem yang menangani masalah-masalah yang sulit didefinisikan dengan menggunakan model matematis. Misalkan, nilai masukan dan parameter sebuah sistem bersifat kurang akurat atau kurang jelas, sehingga sulit mendefinisikan model matematikanya.

Sistem *fuzzy* mempunyai kemampuan penalaran yang mirip dengan kemampuan penalaran manusia. Hal ini disebabkan karena sistem *fuzzy* mempunyai kemampuan untuk memberikan respon berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat dan ambigu. Selain itu logika *fuzzy* juga sangat fleksibel, memiliki konsep matematis yang sangat sederhana, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks,

dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, serta didasari pada bahasa alami. (Sri Kusumadewi,2001:3)

Konsep *Fuzzy* di perkenalkan oleh Prof.Lotfi A Zadeh pada 1962. Logika Fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk di implementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC , *multi-channel* atau *workstasion* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Dalam logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1, artinya bisa saja suatu keadaan memiliki nilai benar dan salah, baik dan buruk, ya atau tidak secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (T.Sutojo dkk,2011:63).

Decision tree merupakan suatu pendekatan yang praktis dalam machine learning untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi. Metode ini unuk memperkirakan nilai diskret dari fungsi target,yang fungsi pembelajaran dipresentasikan oleh sebuah decision tree.

Fuzzy decision tree memungkinkan untuk menggunakan nilai-nilai numeric-symbolic selama konstruksi atau saat mengklasifikasikan kasus-kasus baru. Manfaat dari teori himpunan fuzzy dalam decision tree adalah ketika menggunakan atribut-atribut kuantitatif.

Sesuai dengan permasalahan yang dikemukakan diatas, peneliti akan membangun aplikasi game edukasi mengenal sifat-sifat Allah dengan menggunakan metode fuzzy sugeno dan decision tree, diharapkan dengan game dapat membantu dalam belajar mengenali, memahami, mengerti sifat-sifat Allah dengan baik dan benar. Karena dengan mengenal sifat-sifat Allah niscaya dapat menambah keimanan, menambah

kecintaan kita kepada Allah serta mewujudkan penghambaan diri kepada Allah yaitu dengan melakukan apa yang diperintahkan-Nya dan menjauhi apa yang dilarang-Nya.

## **1.2 IDENTIFIKASI MASALAH**

Rumusan masalah yang muncul dari latar belakang yang telah di sajikan di atas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengimplementasikan Fuzzy Sugeno dan Decision Tree didalam game ?

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuktikan bahwa Fuzzy Sugeno dan Decision Tree dapat digunakan didalam game.

## **1.4 BATASAN MASALAH**

Untuk menjaga fokus dari penelitian ini, maka beberapa batasan yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi hanya dapat digunakan pada platform desktop dan berbasis 3D.
2. *Game* sepeda ini hanya untuk 1 (satu) pemain saja dan tidak memiliki *fitur online*.
3. *Platform* yang di gunakan adalah windows 8.

## **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Hasil dari penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat terhadap pengembangan *game* di indonesia antara lain :

1. *Game* yang diharapkan tidak hanya menghibur tetapi juga terdapat unsur pendidikan

2. Membantu mengenal sifat-sifat Allah
3. Menambah pengetahuan dalam bidang agama

## **1.6. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan skripsi ini tersusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I Pendahuluan**

Pendahuluan, membahas tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penyusunan tugas akhir.

### **BAB II Landasan Teori**

Landasan teori berisikan beberapa teori yang mendasari dalam penyusunan tugas akhir ini. Adapun yang dibahas dalam bab ini adalah dasar teori yang berkaitan dengan pembahasan game edukasi, Fuzzy Sugeno, dan Decission Tree.

### **BAB III Metodologi Penelitian**

Menganalisa kebutuhan sistem untuk membuat program aplikasi meliputi spesifikasi kebutuhan software dan langkah-langkah pembuatan program aplikasi game dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno, dan Decission Tree.

### **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Menjelaskan tentang pengujian program aplikasi game dengan menggunakan metode Fuzzy Sugeno, dan Decission Tree yang telah diterapkan.

## **BAB V Penutup**

Berisi kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan-pengembangan aplikasi selanjutnya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 GAME

*Game* merupakan kata dari bahasa Inggris yang artinya adalah permainan. Permainan adalah suatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu untuk menyenangkan hati (dengan menggunakan alat-alat tertentu atau tidak). Sehingga ada yang menang ada yang kalah. (Dendy Sugiono, 2008; 764)

Menurut Agustinus Nilwan dalam bukunya “Pemrograman Animasi dan *Game* Profesional” terbitan Elex Media Komputindo, *game* merupakan permainan komputer yang dibuat dengan teknik dan metode animasi. *Game* adalah suatu proses "*fine tuning*" (penyamaan frekuensi) dari logika berfikir anak-anak kita dengan logika berfikir aplikasi komputer yang canggih. Sehingga *game* bukan hanya sekedar permainan untuk mengisi waktu kosong atau sekedar hobi. Melainkan sebuah cara untuk meningkatkan kreatifitas dan intelektual para penggunanya. Bahkan sebagai sebuah lapangan kerja. *Game* juga secara nyata mempertajam daya analisis penggunanya untuk mengelola informasi dan mengambil keputusan yang jitu dan tepat.

*Game* memiliki beberapa macam pembeda baik dari tujuannya seperti: *Educational Games*, *Art Game* dan lain-lain, maupun dari jenis *game* yang dapat diklasifikasikan menurut kamus Wikipedia yaitu:

##### A. Aksi (*Action*)

Jenis *game* ini pada umumnya membutuhkan reflek yang cepat, akurasi, dan juga waktu untuk menyelesaikan suatu masalah. *Gameplay* jenis *game* ini ditekankan pada

suatu pertempuran atau peperangan. Jenis *game* ini juga memiliki banyak sub jenis yaitu: *fighting game* (mortal combat, bloody roar, dll), *platform game* (crash bondicoot, Mario, dll).

#### B. Penembak (*Shooter*)

Jenis *game* ini difokuskan terhadap pertempuran yang kebanyakan menggunakan senjata militer seperti rudal, pistol dan lain-lain. Sub *genre* pada jenis *game* ini dibedakan sesuai dengan sudut pandang pemain, yaitu: *Third Player Shooter* (Lost Planet), *First Player Shooter* (Counter Strike), dll.

#### C. Aksi-Petualangan (*Action-Adventure*)

Jenis *game* ini memadukan antara dua jenis *game* yaitu aksi dan petualang yang mana terdapat rintangan-rintangan jangka panjang dan membutuhkan kunci atau barang spesial.

#### D. Petualangan (*Adventure*)

Jenis *game* ini tidak mengarah kepada reflek dan tindakan cepat, namun dibutuhkan untuk memecahkan berbagai masalah dengan cara berinteraksi dengan orang-orang dan lingkungan.

#### E. Peran (*Role Playing*)

Jenis *game* ini memiliki elemen *gameplay* yang sangat terkait pada RPG dimana pemain menjadi seseorang yang memiliki kronologi kehidupan, memiliki tujuan utama dan sering juga dijumpai tujuan sampingan. Akuisisi poin seperti tingkat, kekuatan sangat mempengaruhi dalam jenis *game* ini.

#### F. Simulasi (*Simulation*)

Jenis *game* yang memiliki banyak sub jenis yang pada dasarnya jenis *game* ini mensimulasikan aspek realitas maupun fiksi, salah satu sub jenis nya yaitu simulasi

kendaraan dimana pemain dituntut untuk bisa mengoperasikan suatu kendaraan sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya (Bus Simulation).

#### G. Strategi (Strategy)

Jenis *game* yang mengasah keterampilan dalam berfikir cerdas untuk menyelesaikan suatu tantangan karena jenis *game* ini difokuskan pada *gameplay* yang membutuhkan pemikiran dan perencanaan matang. Menurut Andrew Rollings, "pemain diberikan pandangan dewa dari dunia permainan, secara tidak langsung mengendalikan unit di bawah komandonya". Salah satu *game* strategi yang terpopuler nomor 3 dunia setelah WoW (World Of Warcraft) yaitu DotA 2.

#### H. Olahraga (*Sport*)

Jenis *game* yang menuntut memiliki keterampilan pemain dalam melakukan pertandingan olahraga virtual seperti sepak bola, basket, dan lain-lain.

## 2.2 GAME EDUKASI

Menurut Hurd dan Jenuings (2009) *Game* edukasi adalah salah satu genre *game* yang digunakan untuk memberikan pengajaran / menambah pengetahuan penggunanya serta memotivasi mereka untuk memainkannya. Menurut Edward (2009) *game* merupakan sebuah media yang efektif untuk mengajar karena mengandung prinsip-prinsip pembelajaran dan teknik instruksional yang efektif digunakan dalam penguatan pada level-level yang sulit. Menurut Virvou (2005) teknologi *game* edukasi dapat memotivasi pembelajaran dan melibatkan pemain, sehingga proses pembelajaran lebih menyenangkan. Demikian pula hasil penelitian yang dilakukan oleh Randel pada tahun 1991, tercatat bahwa pemakaian *game* sangat bermanfaat pada materi-materi yang berhubungan dengan matematika, fisika dan kemampuan berbahasa (Dillon, 2004). Dalam konteks

pembelajaran, penggunaan game edukasi dalam pembelajaran matematika merupakan hal yang positif. Hal ini sesuai dengan pendapat Strangman & Hall (2003) yang menyatakan bahwa game komputer menjadi sebuah pendekatan yang efektif untuk meningkatkan pembelajaran siswa. Tiga hasil belajar utamanya telah ditunjukkan yakni perubahan secara konseptual, pengembangan ketrampilan dan bidang pengetahuan.

### **2.2.1 PENGENALAN SIFAT WAJIB ALLAH**

Sifat-sifat Allah adalah sifat sempurna yang yang tidak terhingga bagi Allah. Sifat-sifat Allah wajib bagi setiap muslim mempercayai bahwa terdapat beberapa sifat kesempurnaan yang tidak terhingga bagi Allah. Kelebihan atau manfaat mempelajari sifat-sifat 20 dapat menyelamatkan orang-orang yang mempelajarinya dari kesesatan paham tentang Allah.

Sifat Wajib Allah Swt. berjumlah dua puluh. Kemudian jumlah dua puluh sifat ini dikelompokkan menjadi empat, yaitu nafsiyah, salbiyah, ma'ani, dan ma'nawiyah (Teungku Muhammad Hasby Ash Shiddieqy, 1998:145).

#### **1. Sifat Nafsiyah**

Ialah sifat yang berhubungan dengan zat Allah, yaitu sifat Wujud. Dengan kata lain sifat nafsiyah ialah sifat “diri”. Sifat nafsiyah merupakan sifat bagi zat Allah, artinya Allah itu Wujud, tetapi wujudnya (adanya) Allah itu berbeda dengan wujudnya makhluk Allah itu berbeda dengan wujudnya makhluk yang dibatasi oleh tempat dan waktu, sedangkan wujudnya (adanya) Allah itu tidak mengambil tempat dan waktu.

#### **2. Sifat Salbiyah**

Dinamakan salbiyah (terlepas) karena motifasi penyifatan ini bertujuan menafikan sifat-sifat yang tidak layak bagi Allah Swt. Adapun sifat-sifat yang terekrut dalam Salbiyah meliputi sifat qidam; dahulu tanpa permulaan, baqa; kekal, mukhalafah li al-

hawadits; berbeda dengan makhluk, qiyamuhu bi nafsih: eksis dengan Zat sendiri, dan wahdaniyah: Maha Esa. Sifat salbiyah dapat digambarkan seperti sifat qidam (dahulu tidak berawal), misalnya, berarti bahwa wujud Allah Swt sudah ada sejak semula tanpa di dahului sesuatupun. Jadi sifat qidam ini menolak sifat kebaruaran

### 3. Sifat Ma'ani

Sifat wajib bagi Allah yang dapat digambarkan oleh akal pikiran manusia dan dapat meyakinkan orang karena kebenarannya dapat dibuktikan oleh pancaindera. Yang termasuk ke dalam sifat ma'ani ada tujuh sifat, antara lain sifat qudrat; kuasa, iradat: kehendak, ilm: pengetahuan, hayat: hidup, sama': mendengar, bashar: melihat, dan kalam: bicara.

### 4. Sifat Ma'nawiyah

Sifat yang berhubungan dengan sifat ma'ani, atau merupakan kelanjutan logis dari sifat ma'ani. Sifat yang masuk dalam bagian ini ada tujuh, kaunuhu qadiran: Keberadaan-Nya Maha Kuasa, kaunuhu muridan: Keberadaan-Nya Maha Berkehendak, kaunuhu 'aliman: Keberadaan-Nya Maha Mengetahui, kaunuh hayyan: Keberadaan-Nya Maha Hidup, kaunuh sami'an: Keberadaan-Nya Maha Mendengar, kaunuhu bashiran: Keberadaan-Nya Maha Melihat, dan kaunuhu mutakalliman: Keberadaan-Nya Maha Berbicara.

## 2.3 ARTIFICIAL INTELLIGENCES

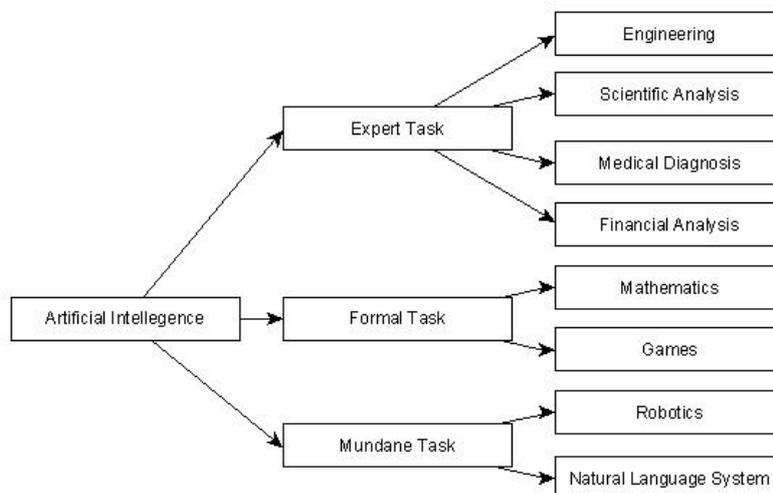
*Artificial Intellegence* (AI) atau kecerdasan buatan adalah sub bidang pengetahuan komputer untuk menirukan beberapa fungsi otak manusia melalui *software* dan *hardware* guna membantu manusia dalam memecahkan suatu masalah yang lebih rumit dengan komputasi digital. Definisi AI merupakan proses dimana perlatan mekanik

dapat melaksanakan kejadian-kejadian dengan menggunakan pemikiran atau kecerdasan seperti manusia (Siswanto:2005). Sementara ensiklopedi Britannica mendefinisikan kecerdasan buatan (AI) sebagai cabang dari ilmu komputer yang merepresentasi pengetahuan lebih banyak menggunakan bentuk symbol-simbol daripada bilangan, dan memproses informasi berdasarkan metode heuristic atau dengan berdasarkan sejumlah aturan.

Samual (1963) menulis sebuah program yang dinamakan *checker playing* program, yang tidak hanya bermain *game* namun digunakan juga pengalamannya pada permainannya untuk mendukung kemampuan sebelumnya (Siswanto:2010).

Awal mula ide mengenai kecerdasan buatan dari berbagai literatur menyebutkan bahwa diawali pada awal abad 17 ketika Rene Decartes mengemukakan bahwa tubuh hewan bukanlah apa-apa melainkan hanya mesin-mesin yang rumit. Kemudian Blaise Pascal menciptakan penghitung mekanis pertama pada 1642. Pada abad 19 Charles Babbage dan Ada Lovelace bekerja pada mesin penghitung mekanis yang dapat diprogram.

AI juga memiliki beberapa sub-disiplin ilmu yang mana tergantung dari pemakaian untuk penyelesaian suatu masalah dengan aplikasi bidang AI yang berbeda. Beberapa bidang-bidang tugas dari AI, yaitu:



## Gambar 2.1 Bidang Tugas AI

### 1. *Mundane Task*

*Mundane* adalah keduniaan yang dimaksudkan disini adalah AI yang digunakan untuk melakukan hal-hal yang bersifat duniawi atau melakukan kegiatan yang dapat membantu manusia. Contohnya:

- a) Persepsi (*vision & speech*)
- b) Bahasa alami (*understanding, generation & translation*)
- c) Pemikiran yang bersifat *commonsense*
- d) *Robot control*.

### 2. *Formal Task*

AI yang digunakan untuk melakukan tugas-tugas formal yang selama ini manusia biasa lakukan dengan lebih baik. Contohnya:

- a) Permainan / *games*
- b) Matematika (geometri, logika, kalkulus, pembuktian, dll).

### 3. *Expert Task*

AI yang dibentuk berdasarkan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki oleh para ahli. Penggunaan ini dapat membantu para ahli untuk menyampaikan ilmu-ilmu yang mereka miliki. Contohnya:

- a) Analisis finansial
- b) Analisis medikal
- c) Analisis ilmu pengetahuan
- d) Rekayasa (desain, pencarian, kegagalan, perencanaan, manufaktur)

## 2.4 METODE FUZZY

Logika *fuzzy* adalah cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Himpunan *Fuzzy* adalah rentang nilai-nilai. Masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan (*membership*) antara 0 sampai dengan 1. Ungkapan logika *Boolean* menggambarkan nilai-nilai “benar” atau “salah”. Logika *fuzzy* menggunakan ungkapan misalnya : “sangat lambat”, “sedang”, “sangat cepat” dan lain-lain untuk mengungkapkan derajat intensitasnya. Logika *fuzzy* menggunakan satu set aturan untuk menggambarkan perilakunya. Aturan-aturan tersebut menggambarkan kondisi yang diharapkan dan hasil yang diinginkan dengan menggunakan *statemen IF... THEN*. (Nazza Tia Kumalasari, 2014:27)

Konsep logika *fuzzy* ditemukan oleh Lotfi Asker Zadeh pada tahun 1960-an, seorang professor University of California di Berkeley yang mana dipresentasikan bukan sebagai metodologi *control*, namun sebagai suatu cara pemrosesan data yang memperbolehkan anggota himpunan parsial dari pada anggota himpunan atau non-anggota.

Suatu himpunan *fuzzy* bisa didefinisikan berdasarkan variabel linguistik tertentu. Variabel linguistik didefinisikan sebagai : (Kusumadewi, 2013:184)

$$(u, T(u), U, R, S) \quad (2.8)$$

dengan  $U$  adalah nama variabel linguistik;  $T(u)$  adalah himpunan *term* (*linguistic value/linguistic label*) pada  $u$  dan masing-masing *term* didefinisikan dengan fungsi keanggotaan yang normal (mempunyai harga maksimum sama dengan 1) dan *convex* pada  $U$ ;  $R$  adalah aturan sintatik untuk menghasilkan nama nilai-nilai pada  $u$ ; dan  $S$  adalah aturan semantik untuk menghubungkan tiap nilai dengan artinya. Proses *fuzzyfikasi* merupakan proses untuk mengubah variabel *non fuzzy* (variable numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel

numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali *fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun maka nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *fuzzy* pula. Proses ini disebut *fuzzyfikasi*. Selanjutnya yaitu Pada umumnya, aturan-aturan *fuzzy* dinyatakan dalam bentuk “*IF...THEN*” yang merupakan inti dari relasi *fuzzy*. Relasi *fuzzy*, dinyatakan dengan  $R$ , juga disebut implikasi *fuzzy*. Dan tahapan yang terakhir adalah proses *defuzzyfikasi*. Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk *fuzzy*, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi variabel numerik *non fuzzy* melalui proses *defuzzyfikasi*.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy* (Kusumadewi S, Purnomo H, 2004), antara lain:

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

#### **2.4.1 HIMPUNAN FUZZY**

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $f | A[x]$ , memiliki dua

kemungkinan, yaitu : satu (1), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*  $f | A[x] = 0$  berarti  $x$  tidak menjadi anggota himpunan  $A$ , demikian pula apabila  $x$  memiliki nilai keanggotaan *fuzzy*  $f | A[x] = 1$  berarti  $x$  menjadi anggota penuh pada himpunan  $A$ .

Kemiripan antara keanggotaan *fuzzy* dengan probabilitas terkadang menimbulkan kerancuan, karena memiliki nilai pada interval  $[0,1]$ , namun interpretasi nilainya sangat berbeda. Keanggotaan *fuzzy* memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang.

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu group yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : Muda, Parobaya, Tua.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 30,70,90.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami suatu sistem *fuzzy*, yaitu:

- a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

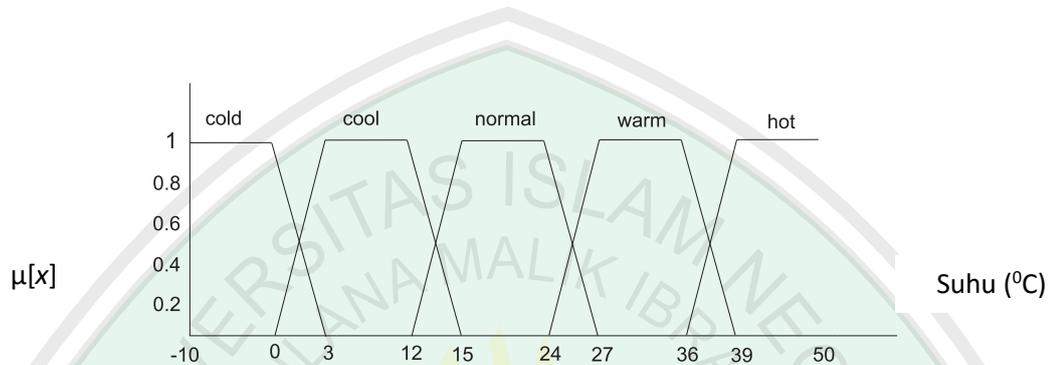
Contoh : umur, temperature, permintaan, dsb.

- b. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh :

- Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: Muda, Parobaya, Tua
- Variabel temperature, terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu : Dingin, Sejuk, Normal, Hangat, dan Panas.



**Gambar 2.2** Himpunan *Fuzzy* Pada Variabel Temperature

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 (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batasnya atasnya.

Contoh :

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur:  $[0 + \infty]$
- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur :  $[0 40]$

d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya

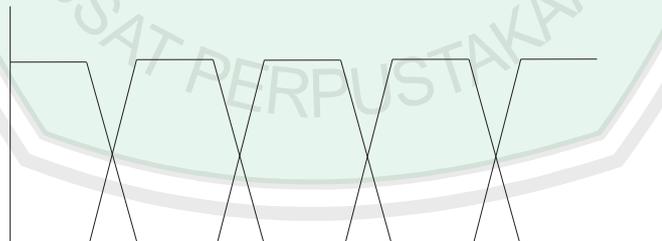
semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai dominan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh domain himpunan *fuzzy* :

- Muda : [0-45]
- Parobaya : [33-45]
- Tua : [45-..]

#### 2.4.2 FUNGSI KEANGGOTAAN

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki nilai interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.

Salah satu representasi fungsi keanggotaan dalam *fuzzy* yang akan dipakai adalah representasi kurva bentuk trapesium.



**Gambar 2.3** Representasi Kurva Bentuk Trapesium

Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan

tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

### 2.4.3 FUZZY SUGENO

*Fuzzy* metode 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. Metode 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).

Penalaran dengan metode *fuzzy* Sugeno hampir sama dengan penalaran *fuzzy* mamdani, hanya saja *output* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Aturan *fuzzy* pada model ini memiliki bentuk rumus : (Kusumadewi dan Purnomo, 2004 : 49).

$$\text{If } x \text{ is } A \text{ and } y \text{ is } B \text{ then } z = f(x,y)$$

Ada 2 model *fuzzy* dengan metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

- a. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Nol

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k$$

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

- b. Model *Fuzzy* Sugeno Orde-Satu

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + p_N * x_N +$$

$q$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan *fuzzy* ke- $i$  sebagai antesenden, dan  $p_i$  adalah suatu konstanta (tegas) ke- $i$  dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan Sugeno, maka *defuzzy* dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

Untuk mendapatkan *output* diperlukan tahapan sebagai berikut :

a. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada metode Mamdani, baik *variable input* maupun *variable output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Pada penelitian ini menggunakan rumus segitiga untuk membentuk himpunan *fuzzy*.

b. Aplikasi fungsi Implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min, sama halnya dengan metode Sugeno pada implikasi dalam penelitian ini menggunakan operator AND yang digunakan untuk mencari  $\alpha$  – predikat.

c. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, namun pada penelitian ini menggunakan Additive (Sum) dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*.

d. Penegasan (*Defuzzy*)

*Input* dari proses defuzzyfikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai *output* (Kusumadewi, 2003 : 39).

$$z = \frac{apred_1 * z_1 + apred_2 * z_2 + apred_n * z_n}{apred_1 + apred_2 + apred_n}$$

## 2.5 DECISION TREE

Secara konsep Decision tree adalah salah satu dari teknik decision analysis. Trie sendiri pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960-an oleh Fredkin. Trie atau digital tree berasal dari kata retrieval (pengambilan kembali) sesuai dengan fungsinya. Secara etimologi kata ini diucapkan sebagai 'tree'. Meskipun mirip dengan penggunaan kata 'try' tetapi hal ini bertujuan untuk membedakannya dari general tree. Dalam ilmu komputer, trie, atau prefix tree adalah sebuah struktur data dengan representasi ordered tree yang digunakan untuk menyimpan associative array yang berupa string.

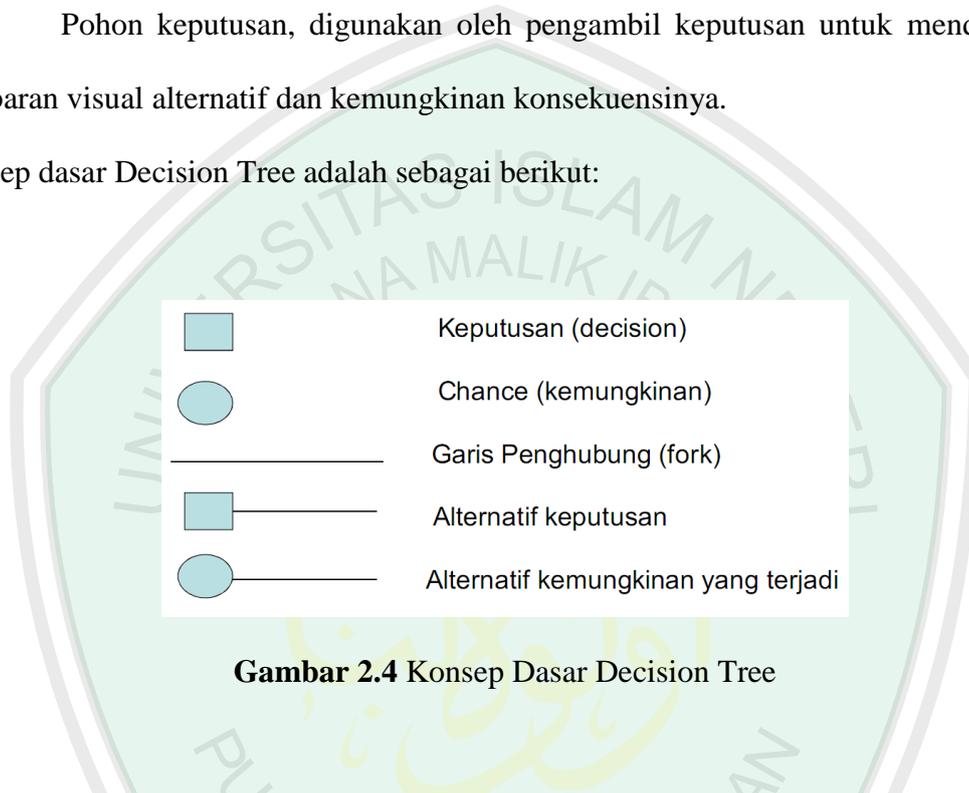
Secara singkat bahwa Decision Tree merupakan salah satu metode klasifikasi pada Text Mining. Klasifikasi adalah proses menemukan kumpulan pola atau fungsi-fungsi yang mendeskripsikan dan memisahkan kelas data satu dengan lainnya, untuk dapat digunakan untuk memprediksi data yang belum memiliki kelas data tertentu (Jianwei Han, 2001).

Decision Tree adalah sebuah struktur pohon, dimana setiap node pohon merepresentasikan atribut yang telah diuji, setiap cabang merupakan suatu pembagian hasil uji, dan node daun (leaf) merepresentasikan kelompok kelas tertentu. Level node teratas dari sebuah Decision Tree adalah node akar (root) yang biasanya berupa atribut yang paling memiliki pengaruh terbesar pada suatu kelas tertentu. Pada umumnya

Decision Tree melakukan strategi pencarian secara top-down untuk solusinya. Pada proses mengklasifikasi data yang tidak diketahui, nilai atribut akan diuji dengan cara melacak jalur dari node akar (root) sampai node akhir (daun) dan kemudian akan diprediksi kelas yang dimiliki oleh suatu data baru tertentu.

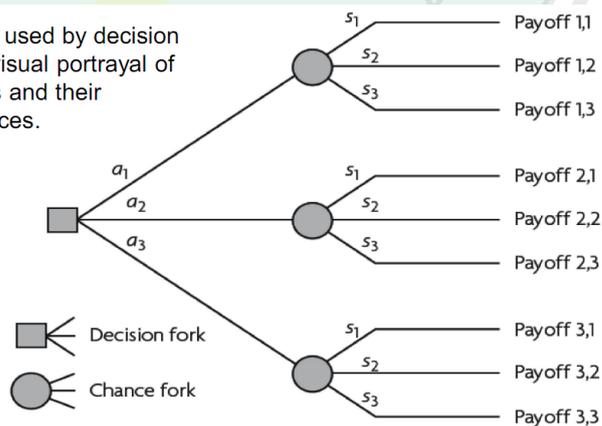
Pohon keputusan, digunakan oleh pengambil keputusan untuk mendapatkan gambaran visual alternatif dan kemungkinan konsekuensinya.

Konsep dasar Decision Tree adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.4** Konsep Dasar Decision Tree

**Decision trees** are used by decision makers to obtain a visual portrayal of decision alternatives and their possible consequences.

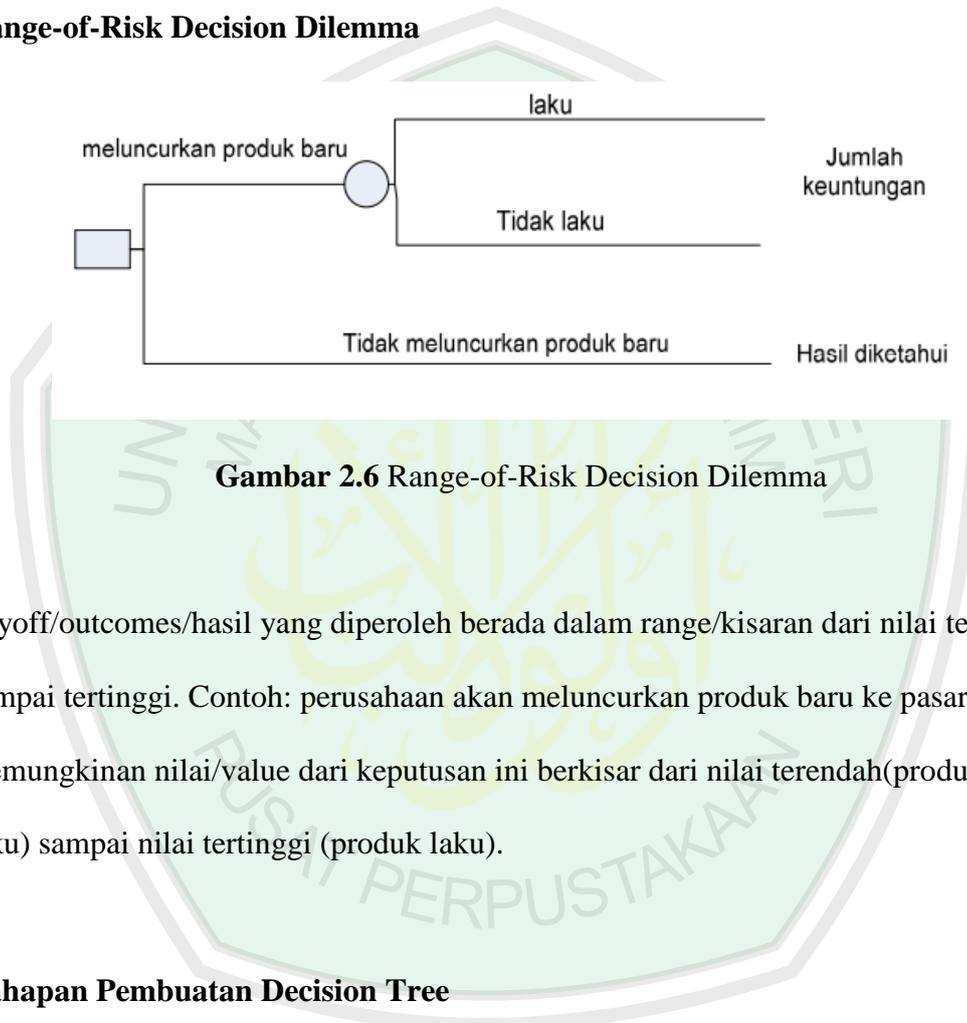


**Gambar 2.5** Klasifikasi Pembagian

Decision Tree merupakan metode yang berusaha menemukan fungsi-fungsi pendekatan yang bernilai diskrit. Decision Tree juga banyak digunakan dalam data mining

untuk klasifikasi. Ada dua fase dalam Decision Tree, yakni : *learning*/pembelajaran dan pengujian. Jenis-jenis Decision Tree antara lain : ID3(Iterative Dychotomizer version 3), ASSISTANT, dan C45.

### 2.5.1 Range-of-Risk Decision Dilemma



**Gambar 2.6** Range-of-Risk Decision Dilemma

Payoff/outcomes/hasil yang diperoleh berada dalam range/kisaran dari nilai terendah sampai tertinggi. Contoh: perusahaan akan meluncurkan produk baru ke pasar. Kemungkinan nilai/value dari keputusan ini berkisar dari nilai terendah (produk tidak laku) sampai nilai tertinggi (produk laku).

### 2.5.2 Tahapan Pembuatan Decision Tree

1. Definisikan dan rinci masalah secara jelas
2. Gambarkan struktur dari pohon keputusan
3. Tentukan nilai payoff dari setiap kombinasi alternatif kemungkinan
4. Tentukan nilai peluang dari seluruh kemungkinan dan keputusan
5. Selesaikan masalah dengan menghitung Expected Monetary Value(EMV)

### 2.5.3 Penetapan Nilai Payoff

Tiap jalur dalam pohon keputusan, yaitu tiap rangkaian alternatif dan keputusan akan menghasilkan suatu nilai payoff tertentu yang dituliskan di ujung tiap cabang pada pohon keputusan. Dengan demikian untuk menentukan pilihan di antara alternatif-alternatif yang ada, pertama-tama harus ditentukan nilai payoff dari setiap alternatif.

#### **2.5.4 Penentuan Nilai Peluang**

Setiap alternatif kemungkinan harus ditentukan nilai peluangnya. Penetapan nilai peluang dari setiap kejadian ditentukan secara subyektif (nilai kemungkinan subyektif) didasarkan pada data yang dapat dipertanggungjawabkan, contohnya dokumen perusahaan, hasil-hasil penelitian, data-data resmi, dan pengalaman perusahaan.

#### **2.5.5 Konsep Decision Tree**

Pada prinsipnya adalah data akan dikelompokkan dalam representasi graph tree. Untuk itu, yang perlu pertama kali dilakukan adalah menentukan variable/ kriteria/ attribut apa yang menjadi root dan tree. Maka, diperlukan menghitung Entropy dan Information gain.

#### **2.5.6 Entropy**

Entropy adalah suatu parameter untuk mengukur tingkat keberagaman (heterogenitas) dari kumpulan data. Semakin heterogen, nilai entropy semakin besar.

$$Entropy(S) = \sum_i^c -p_i \log_2 p_i$$

c = jumlah nilai yang ada pada attribut target (jumlah kelas klasifikasi)

pi = jumlah proporsi sampel (peluang) untuk kelas i.

### 2.5.7 Information Gain

Information gain adalah ukuran efektifitas suatu atribut dalam mengklasifikasikan data.

$$\text{Gain}(S, A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{v \in \text{Values}(A)} \frac{|S_v|}{|S|} \text{Entropy}(S_v)$$

dimana:

A = atribut

V = nilai yang mungkin untuk atribut A

Values(A) = himpunan nilai yang mungkin untuk atribut A

|S<sub>v</sub>| = jumlah sampel untuk nilai v

|S| = jumlah seluruh sampel data

Entropy(S<sub>v</sub>) = Entropy untuk sampel yang memiliki nilai v.

### 2.6 FUZZY DECISION TREE (FDT)

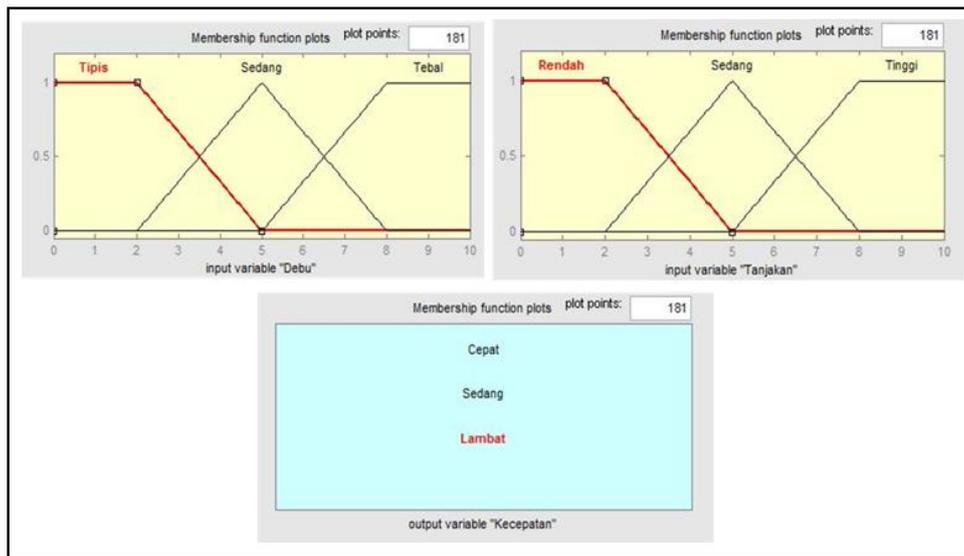
Algoritma Fuzzy Decision Tree pertama kali diperkenalkan oleh Quinlan, menurut Quinlan metode decision tree sangat tidak stabil dalam melakukan penggolongan berkenaan dengan gangguan kecil pada data latihan. Logika fuzzy dapat memberikan suatu peningkatan dalam melakukan penggolongan pada saat pelatihan (Liang 2005).

Fuzzy Decision Tree merupakan penggabungan dari dua metode, dimana fuzzy digunakan untuk mengoptimalkan atribut – atribut pada decision tree, kemudian digunakan sebagai atribut untuk pengambilan keputusan oleh decision tree.

Penggabungan metode decision tree dengan fuzzy memungkinkan untuk menggunakan nilai-nilai numerik yang dihubungkan dengan atribut kuantitatif yang masing-masing memiliki nilai derajat keanggotaan. Menggunakan teknik fuzzy dalam decision tree dapat meningkatkan kemampuan atribut-atribut kuantitatif dalam melakukan penggolongan pada saat pelatihan. Selain itu, proses pengujian menggunakan metode fuzzy inferensi Sugeno adalah untuk mendapatkan output yang baik berdasarkan nilai derajat keanggotaan masing-masing atribut (Marsala 2008).

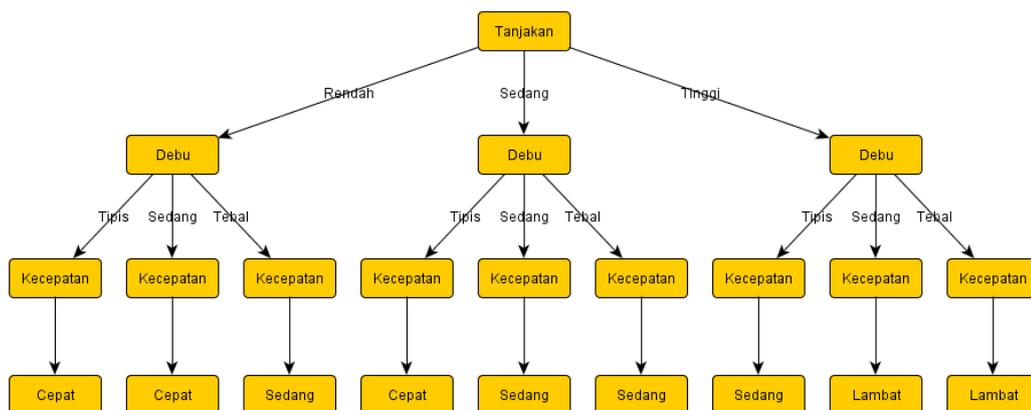


**a. Prinsip Kerja Fuzzy Decision Tree ( FDT )**



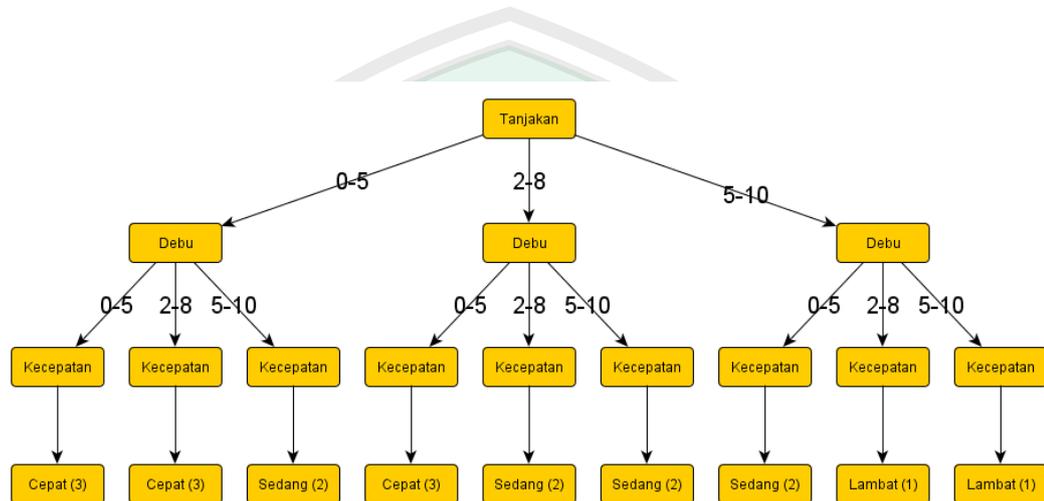
**Gambar 2.7** Input Numerik

Fuzzy Decision Tree (FDT) merupakan penggabungan dari dua metode yaitu metode Fuzzy dan Metode Decision Tree. Penggabungan dua metode ini bertujuan untuk menjadikan atau menciptakan konsep baru yang dapat bekerja lebih optimal. Metode fuzzy digunakan untuk mengerjakan masukan yang bersifat numerik yang tidak dapat dikerjakan oleh Decision Tree secara maksimal. Metode Fuzzy akan menghasilkan output berupa data simbolik yang kemudian akan dijadikan sebagai masukan dari metode Decision Tree.



**Gambar 2.8** Input Simbolik

Metode Decision Tree akan memproses input numerik pada fuzzy sebagai metode untuk Sistem Pengambilan Keputusan (SPK). Inputan numerik pada fuzzy digunakan untuk pencarian node akar Decision Tree. Node akar diperoleh dari pencarian Gain dan Entropy input numerik.



**Gambar 2.9** Output FDT

Output Fuzzy Decision Tree merupakan penggabungan output Fuzzy dengan output Decision Tree yakni tidak hanya berupa keputusan simbolik namun juga terdapat parameter numerik sehingga output dalam pengambilan keputusan lebih stabil dan juga lebih optimal.

## 2.7 GAME ENGINE

*Game engine* adalah sebuah *software* atau perangkat lunak yang di rancang untuk membuat sebuah *game*. Sebuah *game engine* biasanya dibangun dengan mengenkapsulasi beberapa fungsi standar yang umum di gunakan dalam pembuatan sebuah *game*. Misalnya fungsi *rendering* , pemanggilan suara , *network* , atau pembuatan partikel untuk efek tertentu. Sebagian besar *game engine* umumnya berupa *library* atau sekumpulan fungsi-fungsi yang penggunaannya di padukan dengan bahasa pemrograman. Salah satu *game engine* yang cukup terkenal adalah Unity3D.

### 2.7.1. UNITY SOFTWARE

*Unity* merupakan suatu aplikasi yang digunakan untuk mengembangkan *game* multi *platform* yang didesain untuk mudah digunakan. *Unity* itu bagus dan penuh perpaduan dengan aplikasi yang profesional. *Editor* pada *Unity* dibuat dengan *user interface* yang sederhana. *Editor* ini dibuat setelah ribuan jam yang mana telah dihabiskan untuk membuatnya menjadi nomor satu dalam urutan ranking teratas untuk *editor game*. Grafis pada *Unity* dibuat dengan grafis tingkat tinggi untuk *OpenGL* dan *directX*. *Unity* mendukung semua format *file*, terutamanya format umum seperti semua format dari *art applications*. *Unity* cocok dengan versi 64-bit dan dapat beroperasi pada *Mac OSx* dan *windows* dan dapat menghasilkan *game* untuk *Mac*, *Windows*, *Wii*, *iPhone*, *iPad* dan *Android*.

*Unity* secara rinci dapat digunakan untuk membuat *video game 3D*, *real time animasi 3D* dan visualisasi arsitektur dan isi serupa yang interaktif lainnya. *Editor Unity* dapat menggunakan *plugin* untuk *web player* dan menghasilkan *game browser* yang didukung oleh *Windows* dan *Mac*. *Plugin web player* dapat juga dipakai untuk *widgets Mac*. *Unity* juga akan mendukung *console* terbaru seperti *PlayStation 3* dan *Xbox 360*. Pada tahun 2010, telah memperoleh *Technology Innovation Award* yang diberikan oleh *Wall Street Journal* dan tahun 2009, *Unity Technology* menjadi 5 perusahaan *game* terbesar. Tahun 2006, menjadi juara dua pada *Apple Design Awards*.

*Server* aset dari *Unity* dapat digunakan semua *scripts* dan aset *game* sebagai solusi dari versi kontrol dan dapat mendukung proyek yang terdiri atas banyak *gigabytes* dan ribuan dari *file multi-megabyte*. *Editor Unity* dapat menyimpan metadata dan versi mereka, itu dapat berjalan, pembaharuan dan didalam perbandingan versi grafis. *Editor Unity* dapat diperbaharui dengan sesegera mungkin seperti file yang telah dimodifikasi.

*Server* aset *Unity* juga cocok pada *Mac*, *Windows* dan *Linux* dan juga berjalan pada *PostgreSQL*, *database server opensource*.

Perizinan atau *license* dari *Unity* ada dua bentuk. Ada *Unity* dan *Unity Pro*. Versi *Unity* tersedia dalam bentuk gratis, sedang versi *Unity Pro* hanya dapat dibeli. Versi *Unity Pro* ada dengan fitur bawaan seperti efek *post processing* dan *render efek texture*. Versi *Unity* merupakan yang gratis memperlihatkan aliran untuk *game web* dan layar splash untuk *game* yang berdiri sendiri. *Unity* dan *Unity Pro* menyediakan tutorial, isi, contoh *project*, wiki, dukungan melalui forum dan perbaruan kedepannya. *Unity* digunakan pada *iPhone*, *iPod* dan *iPad operating system* yang mana *iOS* ada sebagai *add-ons* pada *Unity editor* yang telah ada lisensinya, dengan cara yang sama juga pada *Android*.

## **2.7.2. SEJARAH UNITY 3D DAN PERKEMBANGANNYA**

*Unity Technologies* dibangun di tahun 2004 oleh David Helgason, Nicholas Francis dan Joachim Ante. *Game engine* ini di bangun atas dasar kepedulian mereka terhadap indie developer yang tidak bisa membeli game engine karena terlalu mahal. Fokus perusahaan ini adalah membuat sebuah perangkat lunak yang bisa digunakan oleh semua orang, khususnya untuk membangun sebuah game. Di tahun 2009 , *Unity* di luncurkan secara gratis dan april 2012 , *unity* mencapai popularitas tertinggi dengan lebih dari 1 juta developer terdaftar di seluruh dunia. Versi terakhir dari *game engine* ini adalah *unity 5.0* (April 2015).

*Unity3d* adalah salah satu *software* yang bagus untuk mengembangkan *game 3D* dan selain itu juga merupakan *software* atau aplikasi yang interaktif dan atau dapat juga digunakan untuk membuat animasi 3 dimensi. *Unity* lebih tepat dijelaskan sebagai salah satu *software* untuk mengembangkan *video game* atau disebut juga *game engine*, yang sebanding dengan *game engine* yang lain contohnya saja: *Director* dan *Torque game*

*engine*. *Unity* sebanding dengan mereka (*Director* dan *Torque*) dikarenakan mereka semua sama-sama menggunakan grafis yang digunakan untuk pengembangan aplikasi 3D.

Dalam beberapa tahun perkembangannya, sebelum dirilis, *Unity* telah diluncurkan pertama kali sebagai versi pra – rilis dengan *GooBall* sebuah *video game* yang didesain khusus untuk *Apple Macintosh*.

*GooBall*, dengan *Unity* pra – rilis , telah diluncurkan atau diumumkan pada bulan Maret tahun 2005, sementara itu *Unity* diluncurkan secara resmi sebagai aplikasi yang bersifat komersial pada dua bulan setelahnya yaitu bulan Juni tahun 2005.

Satu tahun kemudian yaitu tahun 2006, aplikasi pengembang *game* ini telah menjadi nominasi untuk *Apple design awards* dalam kategori “*Best OS X Graphics*”.

*Unity* juga disebut sebagai aplikasi pengembang *multiplatform*, yang mana artinya *Unity* mendukung untuk mengembangkan aplikasi *game* dan aplikasi yang lain untuk beberapa *platforms* seperti *game console*, *Mobile Phone platforms*, *Windows* dan *OS X*.

Sejak *Unity* secara resmi dirilis sebagai *Unity* versi 1.0.1, banyak pembaharuan (*update*), *upgrades* dan fitur yang telah ditambahkan selama tahun perilisannya tersebut dan *Unity* terus berkembang secara terus – menerus. Sekarang ini *Unity* sudah ada pada versi 3.0 yang telah diumumkan pada bulan Maret 2010, bagaimanapun versi ini masih didalam *pre order*, yang mana artinya pengguna dapat memesan tetapi sebenarnya *software* masih belum rilis untuk pengiriman.

*Unity* ada atau datang dengan beberapa pilihan perijinan (*license*), berkisar dari yang gratis untuk *Unity* paket utama (dasar) untuk *Unity pro*, untuk satu *license* dijual dengan harga \$1200. Baik *Unity* yang versi gratis dan *Unity* yang versi pro menawarkan banyak fitur yang dapat digunakan, masih untuk yang versi gratis memperlihatkan sebuah

halaman splash pada *game* yang tetap (regular), dan desain untuk *game online* menggunakan *Unity watermark*.

Lebih dari beberapa tahun banyak *game* yang dikembangkan dan dibuat berjalan pada *Unity*, beberapa lebih ketetapan berada dalam satu bungkus atau masukkan: Butuh Kecepatan: Dunia, yang mana sekarang ini dalam perkembangan dan waktunya rilis berikutnya pada tahun ini, *WolfQuest*, yang mana rilis pada tahun 2007, *Tiger Woods PGA Tour Online*, yang mana telah dibuat pada April pada tahun 2007 dan *Atmosphir*, yang mana banyak *game* baru yang dapat berjalan di *Unity*.

### 2.7.3. FITUR-FITUR

#### *Rendering*

*Graphics Engine* yang digunakan adalah Direct3D (*Windows, Xbox 360*), *OpenGL* (*Mac, Windows, Linux, PS3*), *OpenGL ES* (*Android, iOS*), dan *proprietary APIs* (*Wii*). Ada pula kemampuan untuk *bump mapping, reflection mapping, parallax mapping, screen space ambient occlusion (SSAO), dynamic shadows using shadow maps, render-to-texture and full-screen post-processing effects*

*Unity* dapat mengambil format desain dari *3ds Max, Maya, Softimage, Blender, modo, ZBrush, Cinema 4D, Cheetah3D, Adobe Photoshop, Adobe Fireworks and Allegorithmic Substance*. *Asset* tersebut dapat ditambahkan ke *game project* dan diatur melalui *graphical user interface Unity*.

*ShaderLab* adalah bahasa yang digunakan untuk *shaders*, dimana mampu memberikan deklaratif “programming” dari *fixed-function pipeline* dan program *shader* ditulis dalam GLSL atau Cg. Sebuah *shader* dapat menyertakan banyak varian dan sebuah spesifikasi *fallback declarative*, dimana membuat *Unity* dapat mendeteksi berbagai macam *video card* terbaik saat ini, dan jika tidak ada yang

kompatibel, maka akan dilempar menggunakan *shader* alternatif yang mungkin dapat menurunkan fitur dan performa.

Pada 3 Agustus 2013, seiring dengan diluncurkannya versi 4.2, *Unity* mengizinkan *developer* indie menggunakan *Realtime shadows* hanya untuk *Directional lights*, dan juga menambahkan kemampuan dari DirectX11 yang memberikan *shadows* dengan resolusi pixel yang lebih sempurna, tekstur untuk membuat objek 3d dari *grayscale* dengan lebih grafik facial, animasi yang lebih halus dan mempercepat FPS.

### *Scripting*

*Script game engine* dibuat dengan Mono 2.6, sebuah implementasi *open-source* dari .NET Framework. *Programmer* dapat menggunakan *UnityScript* (bahasa terkustomisasi yang terinspirasi dari syntax *ECMAScript*, dalam bentuk *JavaScript*), *C#*, atau *Boo* (terinspirasi dari syntax bahasa pemrograman *python*). Dimulai dengan dirilisnya versi 3.0, *Unity* menyertakan versi *MonoDevelop* yang terkustomisasi untuk debug *script*.

### *Asset Tracking*

*Unity* juga menyertakan *Server Unity Asset* – sebuah solusi terkontrol untuk *defeloper game asset* dan *script*. *Server* tersebut menggunakan *PostgreSQL* sebagai *backend*, sistem audio dibuat menggunakan *FMOD library* (dengan kemampuan untuk memutar *Ogg Vorbis compressed audio*), *video playback* menggunakan *Theora codec*, *engine* daratan dan vegetasi (dimana mensupport *tree billboarding*, *Occlusion Culling* dengan *Umbra*), *built-in lightmapping* dan *global illumination* dengan *Beast*, *multiplayer networking* menggunakan *RakNet*, dan navigasi mesh pencari jalur *built-in*.

### *Platforms*

*Unity support* pengembangan ke berbagai *platform*. Didalam, *developer* memiliki kontrol untuk mengirim perangkat mobile, web *browser*, *desktop*, and *console*. *Unity* juga mengijinkan spesifikasi kompresi tekstur dan pengaturan resolusi di setiap *platform* yang didukung.

Saat ini *platform* yang didukung adalah *BlackBerry 10*, *Windows 8*, *Windows Phone 8*, *Windows*, *Mac*, *Linux*, *Android*, *iOS*, *Unity Web Player*, *Adobe Flash*, *PlayStation 3*, *Xbox 360*, *Wii U* and *Wii*. Meskipun tidak semua terkonfirmasi secara resmi, *Unity* juga mendukung *PlayStation Vita* yang dapat dilihat pada *game Escape Plan* dan *Oddworld: New 'n' Tasty*.

Rencana *platform* berikutnya adalah *PlayStation 4* dan *Xbox One*. Dan juga rumor untuk kedepanya mengatakan HTML akan menjadi *platformnya*, dan *plug-in* Adobe baru dimana akan disubtitusikan ke *Flash Player*, juga akan menjadi *platform* berikutnya.

#### *Asset Store*

Diluncurkan November 2010, *Unity Asset Store* adalah sebuah *resource* yang hadir di *Unity editor*. *Asset store* terdiri dari koleksi lebih dari 4,400 *asset packages*, beserta *3D models*, *textures* dan *materials*, sistem *particle*, musik dan efek suara, tutorial dan *project*, *scripting package*, *editor extensions* dan servis *online*.

#### Physics

*Unity* juga memiliki *support built-in* untuk *PhysX physics engine* (sejak *Unity 3.0*) dari Nvidia (sebelumnya Ageia) dengan penambahan kemampuan untuk simulasi *real-time cloth* pada *arbitrary* dan *skinned meshes*, *thick ray cast*, dan *collision layers* (Rosikhana M, Aristiawan, 2013).

## **2.8 PENELITIAN TERKAIT**

1. F. romansyah, I. sitanggung dan Nurdiati dalam penelitiannya yang berjudul “Fuzzy Decision Tree Dengan Algoritma ID3 Pada Data Diabetes” menyebutkan bahwa Fuzzy decision tree memungkinkan untuk menggunakan nilai-nilai numeric-symbolic selama konstruksi atau saat mengklasifikasikan kasus-kasus baru. Manfaat dari teori himpunan fuzzy dalam decision tree adalah ketika menggunakan atribut-atribut kuantitatif (2009).
2. Penelitian yang dilakukan oleh Cristina Olaru dan Louis Wehenkel dengan judul “A Complete Fuzzy Decision Tree Technique” menunjukkan bahwa penggunaan metode fuzzy decision tree dapat menghasilkan keputusan yang lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan metode decision tree saja (2013).
3. Marina Guetova, Steffen Holldobler and Hans Peter Stor dalam jurnalnya “Incremental Fuzzy Decision Tree” mengemukakan bahwa metode ini merupakan metode yang saling melengkapi. Logika fuzzy memudahkan dalam proses pembagian range menjadi linguistic dengan derajat keanggotaan tertentu, sedangkan decision tree dapat memudahkan dalam proses klasifikasi serta generalisasi dari data fuzzy (2010).
4. Pada jurnal “Induction of Fuzzy Decision Tree” oleh Yufei Yuan dan Michael J. Shaw, metode fuzzy decision tree memiliki tahap sebagai berikut; pembentukan himpunan fuzzy pada data latih, kemudian pembentukan tree dengan algoritme ID3 yang menghasilkan aturan-aturan. Hasil yang didapat merupakan kelas output dari fuzzy decision tree (2013).

## **2.9 METODE PENELITIAN**

Peneliti membagi pengerjaan penelitian ini menjadi beberapa tahap, yaitu

1. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan berbagai pengumpulan informasi terkait beberapa hal berikut:

- a. Pengumpulan informasi tentang pembuatan game 3D pada unity
- b. Pengumpulan informasi tentang metode Fuzzy Decision Tree
- c. Pengumpulan informasi tentang penelitian penelitian sebelumnya.

## 2. Perancangan Game

Perancangan game terdiri dari perancangan *story board*, FSM, desain perilaku, konten islami, perancangan logika fuzzy dengan sistem inferensi fuzzy Sugeno dan perancangan decision tree. Dalam game ini fuzzy decision tree digunakan untuk perubahan perilaku pada player sesuai dengan kondisi jalan pada game.

## 3. Pembuatan game

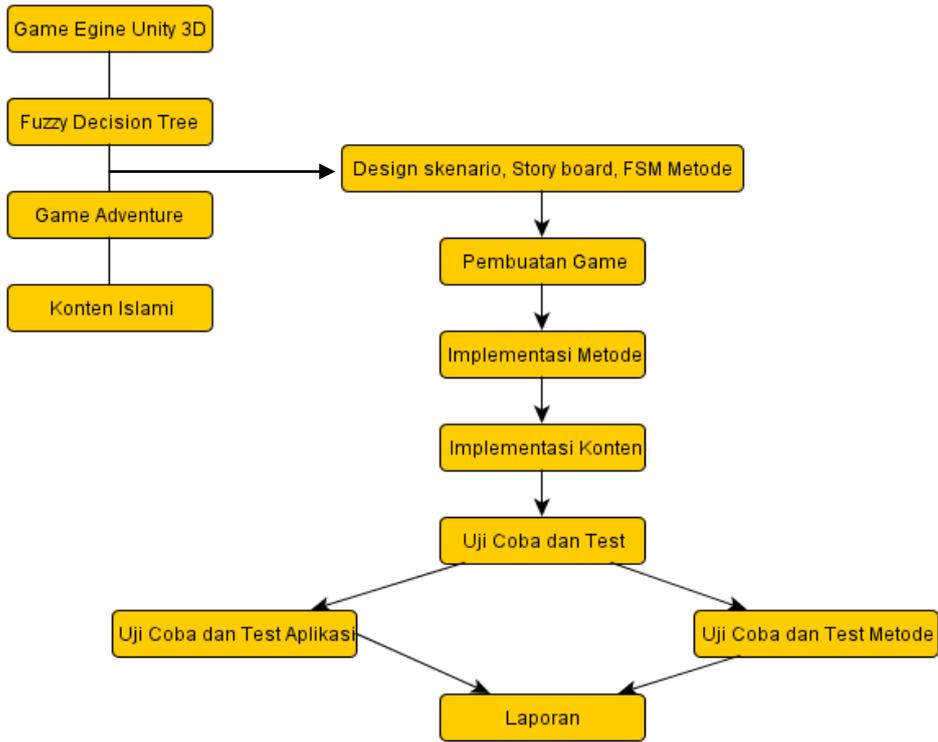
Pembuatan game menggunakan game engine Unity 3D

## 4. Uji coba dan evaluasi

Uji coba dan evaluasi dilakukan terhadap aplikasi yang di ujikan pada beberapa sistem operasi dan perilaku pada player setelah di implementasikan logika fuzzy decision tree dengan pengecekan pada kesimpulan atau output yang diberikan pada *rule* atau aturan yang sudah dibuat sebelumnya.

## 5. Penyusunan laporan

Penyusunan laporan akhir merupakan dokumentasi dari keseluruhan pelaksanaan penelitian dan diharapkan bermanfaat bagi penelitian lebih lanjut.



**Gambar 2.10** Bagan Penelitian

PUSAT PERPUSTAKAAN

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3. 1. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

##### 3.1.1 STORY BOARD

Game ini berisi tentang game edukasi pengenalan sifat-sifat Allah baik sifat wajibNya maupun sifat jaizNya. Dalam game ini pemain akan menjalankan sepedanya dan akan menemui hambatan dijalanan tersebut berupa tanjakan seperti halnya dengan bersepeda pada umumnya. Pemain diharuskan melewati sebuah koin emas yang nantinya dapat memunculkan tentang sifat-sifat Allah.

a. Menu Utama



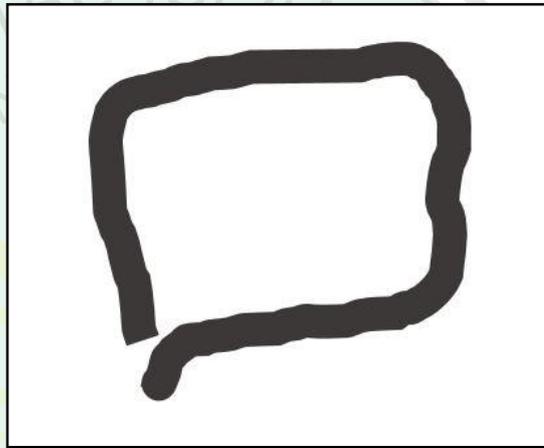
**Gambar 3.1** Menu Utama

Halaman menu adalah halaman awal pada game untuk menuju ke halaman permainan.

Keterangan pada tampilan menu utama, yaitu:

1. Tombol *Play* berfungsi untuk memulai *game*
2. Tombol *Tutorial* berfungsi untuk mengetahui cara bermain *game*
3. Tombol *Exit* berfungsi untuk mengakhiri *game*

b. Lintasan sepeda

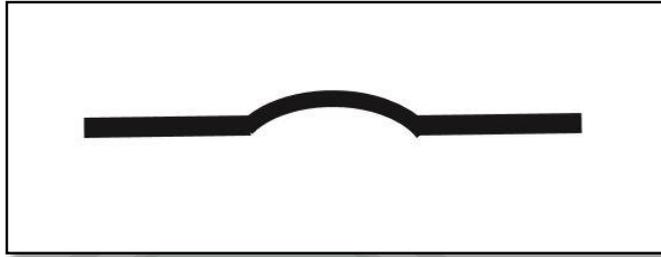


**Gambar 3.2** Lintasan Sepeda

Gambar berikut ini merupakan rancangan lintasan yang harus dilalui sepeda. Pada lintasan tersebut akan terdapat jalan tanjakan dan turunan, koin yang harus dilewati pemain serta benda-benda yang dapat mengurangi skor permainan.

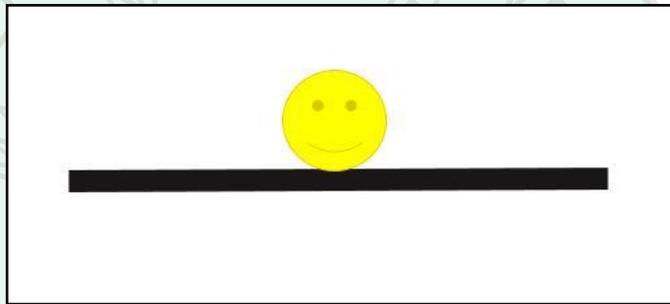
c. Hambatan Kecepatan

Saat pemain melewati jalan yang terdapat hambatan maka secara otomatis kecepatan sepeda tersebut akan menurun dan akan kembali lagi pada kecepatan normal saat sepeda sudah tidak lagi melewati jalan yang terdapat hambatan.



**Gambar 3.3** Hambatan Kecepatan

d. Koin

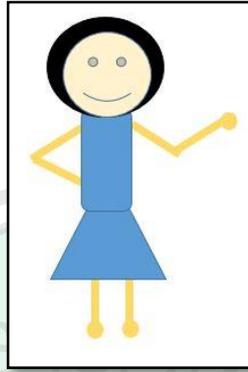


**Gambar 3.4** Koin

Saat pemain melewati koin tersebut, koin tersebut akan menghilang dan akan muncul pengetahuan tentang sifat-sifat Allah. Saat info tersebut telah hilang, pemain dapat melanjutkan permainannya kembali. Setiap koin yang tertabrak bernilai 10 pada skor pemain.

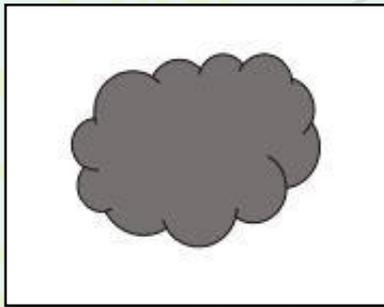
e. NPC Orang

Didalam lintasan sepeda terdapat beberapa orang yang akan melewati jalur sepeda, saat pemain menabrakkan sepedanya ke orang yang lewat tersebut maka skor akan berkurang 10.



**Gambar 3.5 NPC Orang**

f. Batu



**Gambar 3.6 Batu**

Saat memasuki level 2, pada lintasan sepeda akan tersebar beberapa batu. Seperti halnya saat menabrak orang lewat, sepeda yang menabrak batu juga akan berkurang skornya sebanyak 10 poin.

g. Karakter Sepeda



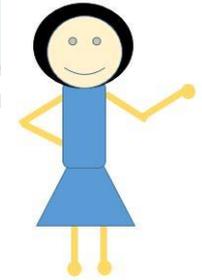
**Gambar 3.6 Karakter Sepeda**

Pada permainan ini pemain bermain sebagai karakter sepeda yang harus dijalankan menggunakan keyboard. Karakter sepeda ini dapat berjalan maju, mundur maupun berbelok ke kiri dan ke kanan.

### 3.1.2 DESAIN KARAKTER

Berikut desain karakter yang digunakan pada *game* ini, yaitu:

**Tabel 3.1** Desain Karakter

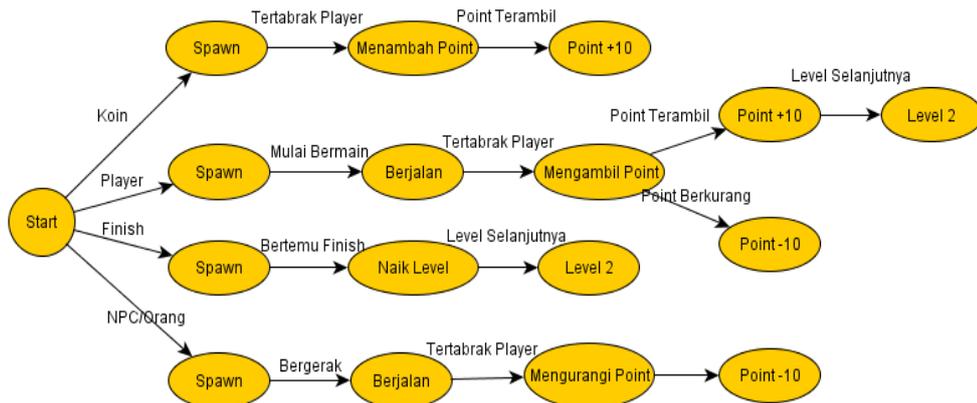
No	Karakter	Keterangan
1	 <p><b>Gambar 3.8</b> Karakter Koin</p>	Koin yang harus diambil pemain. Koin yang terambil akan menambah skor pemain.
2	 <p><b>Gambar 3.9</b> Karakter Orang</p>	Karakter orang yang dapat mengurangi skor pemain.

3		<p>Pada level 2 terdapat batu yang dapat mengurangi skor pemain jika pemain menabraknya. Skor yang berkurang sebanyak 10 poin</p>
---	---	---

**Gambar 3.10** Karakter Batu

## 3.2 FINITE STATE MACHINE

### 3.2.1 FSM GAMEPLAY LEVEL 1

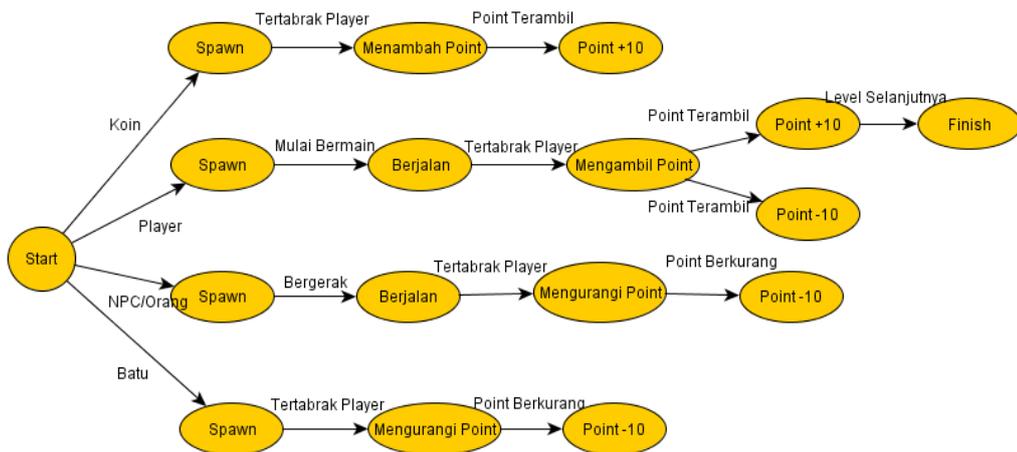


**Gambar 3.11** FSM Level 1

FSM Gameplay level 1 dibagi menjadi 4 sub FSM yaitu koin, player, finish dan NPC orang. FSM koin dimulai pada saat spawn. Koin yang tertabrak oleh player dapat menambah point, point yang terambil adalah sebanyak 10. Kemudian sub FSM player yang dimulai pada saat spawn. Saat sepeda mulai dimainkan maka sepeda akan berjalan dan melewati koin-koin yang akan menambah poin dan beberapa NPC orang yang dapat mengurangi poin. Diakhir lintasan pemain akan bertemu garis finish yang akan membawanya

level berikutnya. Selanjutnya sub FSM Finish dimulai pada saat spawn. Saat player bertemu dan melewati garis finish maka player akan naik ke level selanjutnya. Yang terakhir adalah sub FSM NPC orang dimulai pada saat spawn, NPC akan berjalan didepan player dan menghadang jalannya sepeda. Saat player menabrak NPC orang maka skor akan berkurang sebanyak 10 point. Untuk itu player sebisa mungkin harus hati-hati agar tidak menabrak NPC.

### 3.2.3 FSM GAMEPLAY LEVEL 2



**Gambar 3.13** FSM Level 2

FSM Gameplay level 2 dibagi menjadi 4 sub FSM yaitu koin, player, NPC orang dan batu. FSM koin dimulai pada saat spawn. Koin yang tertabrak oleh player dapat menambah point, point yang terambil adalah sebanyak 10. Kemudian sub FSM player yang dimulai pada saat spawn. Saat sepeda mulai dimainkan maka sepeda akan berjalan dan melewati koin-koin yang akan menambah poin dan beberapa NPC orang serta batu yang dapat mengurangi

poin. Lalu sub FSM NPC orang dimulai pada saat spawn, NPC akan berjalan didepan player dan menghadang jalannya sepeda. Saat player menabrak NPC orang maka skor akan berkurang sebanyak 10 point. Untuk itu player sebisa mungkin harus hati-hati agar tidak menabrak NPC. Yang terakhir adalah sub FSM batu yang dimulai pada saat spawn. Sama halnya dengan sub NPC orang, sub FSM NPC batu juga dapat mengurangi poin pemain namun yang membedakan adalah sub FSM batu tidak bergerak karena bukan merupakan sebuah NPC. Pada FSM gameplay level 2 ini tidak terdapat sub FSM finish seperti pada FSM gameplay level 1 karena level ini merupakan level terakhir pada game ini.

### **3.3 PERANCANGAN FUZZY**

Pada game ini fuzzy logic digunakan menentukan kondisi player. Metode fuzzy yang digunakan dalam game ini adalah metode Sugeno dengan orde-nol. Perancangan logika fuzzy mempunyai tahapan-tahapannya sebagai berikut ini.

#### **3.3.1 VARIABEL FUZZY**

Didalam *game* ini digunakan 3 variabel dalam fungsi *fuzzy*, yaitu hambatan tanjakan dan debu, outputnya berupa kecepatan.

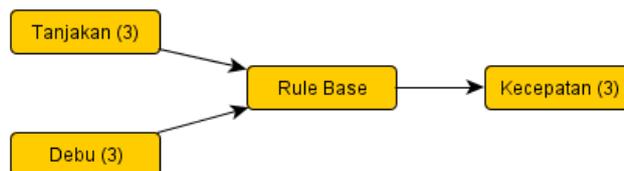
### 3.3.2 NILAI LINGUISTIK

Dari tiga variabel yang digunakan, maka nilai linguistiknya sebagai berikut:

- a. Variabel Tanjakan dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu: Rendah, Sedang, Tinggi.
- b. Variabel Debu dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu : Tipis , Sedang , Tebal.
- c. Variabel Kecepatan dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu: Lambat, Sedang, Cepat.

### 3.3.3 FUZZYFIKASI

*Fuzzyfikasi* adalah proses memetakan nilai *crisp* (numerik) ke dalam himpunan *fuzzy* dan menentukan derajat keanggotaanya. Secara garis besar pemetaan nilai *crisp* ke dalam himpunan *fuzzy* dijelaskan dengan gambar berikut ini.

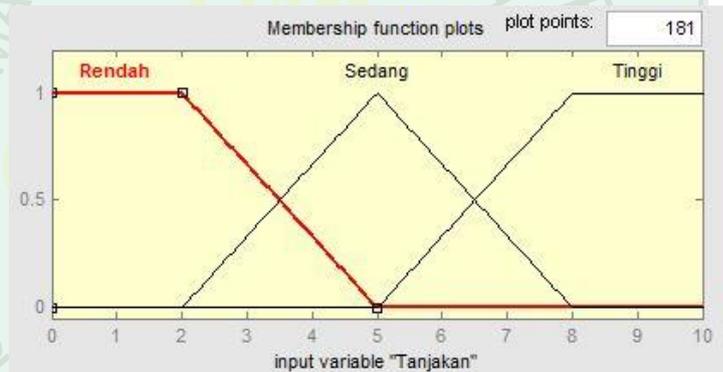


**Gambar 3.14** Fuzzyfikasi

Berdasarkan *fuzzy interface system* diatas maka akan dilakukan pemetaan sebagai berikut:

1. Variabel Tanjakan, terbagi menjadi 3 himpunan yaitu: Rendah, Sedang, Tinggi. *Range* nilai untuk variabel Tanjakan antara 0-10 akan dijelaskan sebagai berikut ini :

- a. Rendah = 0-5
- b. Sedang = 2-8
- c. Tinggi = 5-10



**Gambar 3.15** Grafik Input Variabel Tanjakan

Pada gambar 3.15 menunjukkan sebuah grafik tanjakan yang mempunyai *range* nilai dari 0 – 10, setiap nilai linguistik dari variabel tanjakan seperti Rendah, Sedang, Tinggi mempunyai nilai *fuzzyfikasi* yang berbeda-beda. Perhitungan nilai *fuzzyfikasi* didapatkan dari beberapa fungsi, fungsi yang digunakan pada variabel Tanjakan ada 3 yaitu fungsi kurva bahu kiri, kurva segitiga dan kurva bahu kanan. Berikut perhitungan manual dari ketiga fungsi tersebut :

Kurva bahu kiri: Rendah

$$\mu[\text{rendah}] = \begin{cases} 1; x \leq 2 \\ 0; x \geq 5 \\ \frac{5-x}{5-2}; 2 < x < 5 \end{cases}$$

Kurva bahu tengah: Sedang

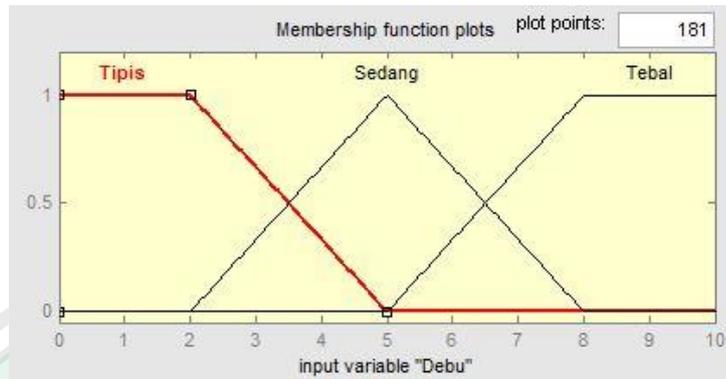
$$\mu[\text{sedang}] = \begin{cases} 0; x \leq 2 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x-2}{5-2}; 2 < x \leq 5 \\ \frac{8-x}{8-5}; 5 < x < 8 \end{cases}$$

Kurva bahu kanan: Tinggi

$$\mu[\text{tinggi}] = \begin{cases} 0; x \leq 5 \\ \frac{x-5}{8-5}; 5 < x \leq 8 \\ 1; x > 8 \end{cases}$$

2. Variabel Debu, terbagi menjadi 3 himpunan yaitu: Tipis, Sedang, Tebal. *Range* nilai untuk variabel Tanjakan antara 0-10 akan dijelaskan sebagai berikut ini :

- a. Tipis = 0-5
- b. Sedang = 2-8
- c. Tebal = 6-10



**Gambar 3.16** Grafik Input Variabel Debu

Pada gambar 3.16 menunjukkan sebuah grafik debu yang mempunyai *range* nilai dari 0 – 10, setiap nilai linguistik dari variabel tanyakan seperti Tipis , Sedang , Tebal mempunyai nilai *fuzzyfikasi* yang berbeda-beda. Perhitungan nilai *fuzzyfikasi* didapatkan dari beberapa fungsi, fungsi yang digunakan pada variabel Debu ada 3 yaitu fungsi kurva bahu kiri, kurva segitiga dan kurva bahu kanan. Berikut perhitungan manual dari ketiga fungsi tersebut :

Kurva bahu kiri: Tipis

$$\mu[tipis] = \begin{cases} 1; x \leq 2 \\ 0; x \geq 5 \\ \frac{5-x}{5-2}; 2 < x < 5 \end{cases}$$

Kurva bahu tengah: Sedang

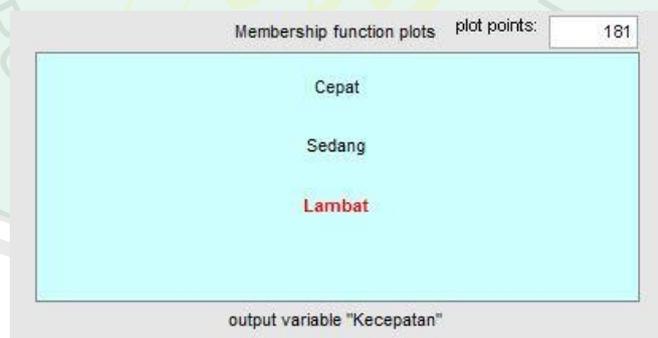
$$\mu[sedang] = \begin{cases} 0; x \leq 2 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x-2}{5-2}; 2 < x \leq 5 \\ \frac{8-x}{8-5}; 5 < x < 8 \end{cases}$$

Kurva bahu kanan: Tebal

$$\mu[\text{tebal}] = \begin{cases} 0; & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{8-5}; & 5 < x \leq 8 \\ 1; & x > 8 \end{cases}$$

4. Variabel Keputusan, terbagi menjadi 3 himpunan yaitu: Lambat, Sedang, Cepat. *Range* nilai untuk variabel Tanjakan antara 0-10 akan dijelaskan sebagai berikut ini :

- a. Lambat =  $x \leq 1$
- b. Sedang =  $1 < x \leq 2$
- c. Cepat =  $2 < x$  atau  $x \geq 3$



**Gambar 3.17** Grafik Variabel Kecepatan

### 3.3.4 FUZZY RULES

Kaidah *fuzzy (rules)* atau aturan-aturan yang diterapkan dalam penentuan kecepatan berjumlah 9 *rules* yaitu:

**Tabel 3.2** Fuzzy Rules

No	Masukan		Keluaran
	Tanjakan	Debu	
1	Rendah	Tipis	Cepat
2	Rendah	Sedang	Cepat
3	Rendah	Tebal	Sedang
4	Sedang	Tipis	Cepat
5	Sedang	Sedang	Sedang
6	Sedang	Tebal	Sedang
7	Tinggi	Tipis	Sedang
8	Tinggi	Sedang	Lambat
9	Tinggi	Tebal	Lambat

Pada tabel 3. terdapat 2 variabel masukan yaitu Tanjakan dan Debu yang masing masing memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu tanjakan rendah, sedang dan tinggi, Debu Tipis, sedang dan tebal. Sedangkan variabel output berupa keputusan dengan 3 himpunan fuzzy yaitu kecepatan cepat, sedang dan lambat. Perubahan kecepatan terjadi saat player melewati jalanan yang menanjak atau menurun.

### 3.3.5 IMPLIKASI DAN DEFUZZYFIKASI

Fungsi implikasi yang di gunakan adalah fungsi implikasi MIN atau PRODUCT dan proses *defuzzifikasi* yang dilakukan dengan menggunakan metode Rata – Rata (*Average*).

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

### 3.3.6 CONTOH PERHITUNGAN

Apabila tanjakan memiliki nilai 7, debu memiliki nilai 5.5, maka tahapan tahapan untuk mendapatkan hasil keputusan adalah sebagai berikut:

#### 1. Fuzzyfikasi

Yaitu memetakan nilai *crisp* dari jarak, kesehatan dan point kedalam himpunan *fuzzy* dan menentukan derajat keanggotaannya. Perhitungan *fuzzyfikasi* variabel tanjakan dengan nilai 7 :

$$\mu_{\text{Tanjakan Rendah}} [7] = 0 ; \text{Rendah} \geq 5$$

$$\mu_{\text{Tanjakan Sedang}} [7] = 0 ; \text{Tanjakan} \leq 2 \text{ atau } \text{Tanjakan} \geq 8$$

$$\mu_{\text{Tanjakan Tinggi}} [7] = \frac{7 - 5}{8 - 5} = 0,6 ; 5 < \text{Tinggi} \leq 8$$

Dari hasil perhitungan berdasarkan rumus trapesium dan segitiga di peroleh derajat keanggotaan kesehatan buruk, sedang dan baik sebagai berikut:

a. Derajat keanggotaan rendah [7] = 0.

b. Derajat keanggotaan sedang [7] = 0.

c. Derajat keanggotaan tinggi[7] = 0,6.

Berikut perhitungan *fuzzyfikasi* untuk variabel debu dengan nilai 5.5:

$$\mu_{\text{Debu Tipis}}[5,5] = 0; \text{Debu} \geq 5$$

$$\mu_{\text{Debu Sedang}}[5,5] = \frac{8 - 5,5}{8 - 5} = 0,8; 5 \leq \text{Debu} < 8$$

$$\mu_{\text{Debu Tebal}}[5,5] = 0; \text{Debu} \leq 5$$

Dari hasil perhitungan berdasarkan rumus trapesium dan segitiga di peroleh derajat keanggotaan debu tipis , sedang dan tebal sebagai berikut.

- a. Derajat keanggotaan tipis [5,5] = 0.
- b. Derajat keanggotaan sedang [5,5] = 0,8.
- c. Derajat keanggotaan tebal [5,5] = 0.

## 2. Implikasi

Pada tahap ini akan di bandingkan tiap variabel sesuai dengan *rule fuzzy* yang sudah di buat , untuk *Fuzzy Sugeno* digunakan fungsi minimum.

1. If (Tanjakan is Rendah) and (Debu is Tipis) then (Kecepatan is Cepat)  
Min = (0,0) = 0
2. If (Tanjakan is Rendah) and (Debu is Sedang) then (Kecepatan is Cepat)

$$\text{Min} = (0,0.8) = 0$$

3. If (Tanjakan is Rendah) and (Debu is Tebal) then (Kecepatan is Sedang)

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

4. If (Tanjakan is Sedang) and (Debu is Tipis) then (Kecepatan is Cepat)

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

5. If (Tanjakan is Sedang) and (Debu is Sedang) then (Kecepatan is Sedang)

$$\text{Min} = (0,0.8) = 0$$

6. If (Tanjakan is Sedang) and (Debu is Tebal) then (Kecepatan is Sedang)

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

7. If (Tanjakan is Tinggi) and (Debu is Tipis) then (Kecepatan is Sedang)

$$\text{Min} = (0.6,0) = 0$$

8. If (Tanjakan is Tinggi) and (Debu is Sedang) then (Kecepatan is Lambat)

$$\text{Min} = (0.6,0.8) = 0.33$$

9. If (Tanjakan is Tinggi) and (Debu is Tebal) then (Kecepatan is Lambat)

$$\text{Min} = (0.6,0) = 0$$

### 3. Defuzzy

Langkah selanjutnya adalah menentukan variabel linguistik keputusan dari setiap *rule* , yaitu:

- a. Lambat memiliki nilai 1
- b. Sedang memiliki nilai 2
- c. Cepat memiliki nilai 3

Selanjutnya menghitung *defuzzyfikasi* dengan rumus *average* (rata - rata):

$$Kecepatan = \frac{\sum a_i z_i}{\sum a_i}$$

Dari proses implikasi mencari nilai minimum yang terdapat pada proses kedua dan penetapan nilai  $z$  , maka di dapat hasil  $a_i$  dan  $z_i$  dari masing masing rule yaitu:

**Tabel 3.3** Nilai a-predikat dan Nilai z Pada Masing-Masing Rule

No	Nilai a ke-	Nilai z ke-
1	0	3
2	0	3
3	0	2
4	0	3
5	0	2
6	0	1
7	0	2
8	0.33	3

9	0	3
---	---	---

Dari hasil pada tabel 3.3 kemudian di masukkan kedalam rumus average dan di dapat hasil sebagai berikut :

*Keputusan*

$$= \frac{0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 2 + 0 \times 3 + 0 \times 2 + 0 \times 1 + 0 \times 2 + 0.33 \times 3 + 0 \times 3}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.33 + 0}$$

$$= 1$$

Berdasarkan hasil yang di dapat dari proses *defuzzifikasi* maka kecepatan sepeda adalah Lambat dan hasil tersebut sesuai dengan rule yang sudah di tentukan.

### 3.4 PERANCANGAN DECISION TREE

Decision tree dalam game ini digunakan untuk mengimplementasikan hasil fuzzy matlab ke dalam unity. Atribut yang digunakan dalam penentuan kecepatan pada decision tree ini mengacu pada variabel fuzzy dalam menentukan kecepatan.

Tanjakan :

- a. Rendah = 0-4
- b. Sedang = 2-8
- c. Tinggi = 5-10

Debu :

- a. Tipis = 0-5
- d. Sedang = 2-8
- e. Tebal = 5-10

Berikut adalah tabel data kecepatan sepeda :

**Table 3.4** Data Kecepatan

No	Tanjakan	Debu	Kecepatan
S1	Rendah	Tipis	Cepat
S2	Rendah	Sedang	Cepat
S3	Rendah	Tebal	Sedang
S4	Sedang	Tipis	Cepat
S5	Sedang	Sedang	Sedang
S6	Sedang	Tebal	Sedang
S7	Tinggi	Tipis	Sedang
S8	Tinggi	Sedang	Lambat
S9	Tinggi	Tebal	Lambat

Data diatas diperoleh dari analisa yang mengacu pada hasil fuzzy yang telah diuji didalam matlab.

Data diatas diketahui jumlah kecepatan Cepat adalah 3, jumlah kecepatan Lambat adalah 3 dan jumlah kecepatan Sedang adalah 3.

Berikut adalah rumus perhitungan *Entropy* untuk kumpulan data

diatas :

$$Entropy(S) = \sum_i^c -p_i \log_2 p_i$$

Berikut rumus perhitungan Gain :

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{v \in Values(A)} \frac{|S_v|}{|S|} Entropy(S_v)$$

dimana:

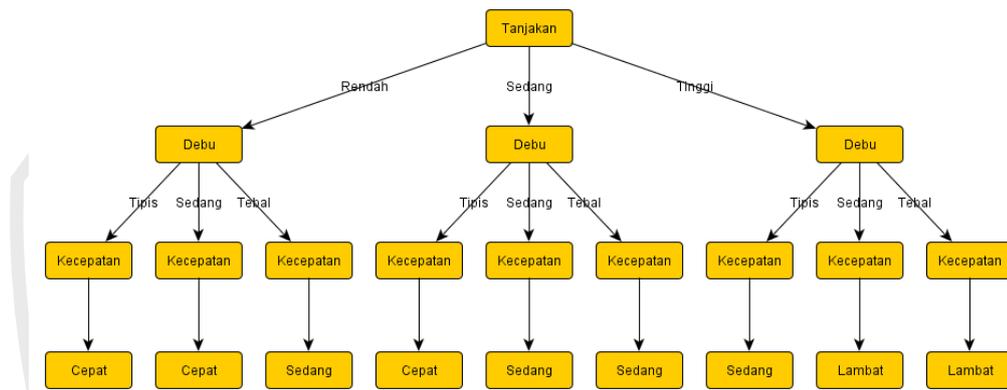
Dari perhitungan Entropy dan Gain maka diperoleh table perhitungan berikut :

**Tabel 3.5** Perhitungan Entropy dan Gain

ATRIBUT	(S)	Lambat	Sedang	Cepat	Entropy (S)	Gain
Total	9	2	4	3	-0.107	
Tanjakan						-0.274
Rendah	3	0	1	2	-0.167	
Sedang	3	0	2	1	-0.167	
Tinggi	3	2	1	0	-0.167	
Debu						-0.274
Tipis	3	0	1	2	-0.167	
Sedang	3	0	2	1	-0.167	
Tebal	3	2	1	0	-0.167	

Dari tabel 3.1 diatas diketahui bahwa atribut Tanjakan dan Debu memiliki jumlah gain yang sama, yaitu -0.274. Dengan demikian, atribut Tanjakan maupun Debu dapat dijadikan sebagai node akar.

Setelah melakukan perhitungan Entropy dan Gain pada semua atribut maka diperoleh pohon keputusan kecepatan sebagai berikut :



**Gambar 3.18** Keputusan Kecepatan



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 IMPLEMENTASI

Pada bab ini membahas tentang implementasi dari perencanaan yang telah dibuat. Serta melakukan pengujian terhadap *game* untuk mengetahui apakah *game* tersebut telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

##### 4.1.1 KEBUTUHAN DAN PERANGKAT KERAS

Perangkat keras yang diperlukan untuk mengimplementasikan perangkat lunak dari aplikasi *game* ini, sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Spesifikasi
1.	Processor	Intel Core I3
2.	RAM	2 Gb
3.	VGA	Radeon Dual Graphics (2Gb)
4.	HDD	500 Gb
5.	Monitor	14'
6.	Speaker	On
7.	Mouse & Keyboard	On

#### 4.1.2 KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak yang diperlukan untuk mengimplementasikan perangkat keras dari aplikasi *game* ini, sebagai berikut:

**Tabel 4.2** Kebutuhan Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Spesifikasi
1.	Sistem Operasi	Windows 8 64 Bit
2.	<i>Game Engine</i>	<i>Unity3d 4.5</i>
3.	Konsep desain 2D	Corel Draw X5
4.	<i>Script Writer</i>	Mono Develop

#### 4.2 IMPLEMENTASI ALGORITMA

**Tabel 4.3** Keterangan Class

No	Method / Fungsi	Keterangan
1	<pre>function Start () {     SetupCenterOfMass (); }</pre>	<i>Method</i> yang dijalankan pertama kali saat class dipanggil.
2	<pre>public void changeToScene (string Menubaru) {      Application.LoadLevel (Menubaru) ; }</pre>	<i>Method</i> yang digunakan untuk menuju scene selanjutnya.

3	<pre>public void changeToScene (string level) {     Application.leveldua (level); }</pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menuju level berikutnya.</p>
4	<pre>Steer.localEulerAngles.y = RodaDepan.steerAngle; RodaDepanTrans.localEulerAngles.y = RodaDepan.steerAngle;</pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk sepeda berbelok.</p>
5	<pre>currentSpeed = 2*22/7*RodaBelakang.radius*RodaBelak ang.rpm*60/100000; currentSpeed = Mathf.Round(currentSpeed);</pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menghitung kecepatan sepeda.</p>
6	<pre>public class ScoreManager : MonoBehaviour {     public static int skor = 0;     Text texti;     void Start () {         texti = GetComponent&lt;Text&gt;();     }     void Update () {         texti.text = "SCORE : " + skor;     } }</pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menampilkan skor</p>

7	<pre> guiShow = true; Debug.Log("on going");  yield WaitForSeconds (2);  Destroy(gameObject); Debug.Log("hmm..."); </pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menghilangkan coin setelah ditabrak oleh sepeda.</p>
8	<pre> function OnGUI () { if (guiShow == true) { GUI.DrawTexture(Rect(Screen.width/8, Screen.height/4, 612, 312), konten); } } </pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk memunculkan info setelah coin menghilang.</p>
9	<pre> void OnTriggerEnter (Collider other){     Debug.Log ("uye");     if (other.gameObject.CompareTag ("Sepeda")) {         ScoreManager.skor += 10;         guiShow = true;         Debug.Log ("hmm");     } } </pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menambah poin pemain</p>
10	<pre> void OnTriggerEnter (Collider other){     Debug.Log ("uye");     if (other.gameObject.CompareTag ("Sepeda")) {         ScoreManager.skor += 10;         guiShow = true;         Debug.Log ("hmm");     } } </pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk mengurangi poin pemain.</p>

11	<pre> void Update () {     float step = speed * Time.deltaTime;     Debug.Log ("Posisi = " + transform.position + "Tujuan = " + nextposisi + "posisi awal = " + posisiawal);     if (transform.position == posisiawal) {         pindah = true;     } else if (transform.position == nextposisi){         pindah = false;     }     if (pindah == true)          transform.position = Vector3.MoveTowards (transform.position, nextposisi, step);          else          transform.position = Vector3.MoveTowards (transform.position, posisiawal, step);     } </pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menggerakkan NPC dari satu posisi ke posisi lain.</p>
12	<pre> function OnTriggerStay (objectTrigerred: Collider){      if(objectTrigerred.transform == tanjakan)         {maxTorque = 9;}     else if (objectTrigerred.transform == tanjakan2)         {maxTorque = 8;}     else if (objectTrigerred.transform == tanjakan3)         {maxTorque = 6;}     else if (objectTrigerred.transform == tanjakan4)         {maxTorque = 7;} </pre>	<p><i>Method</i> yang digunakan untuk menjalankan proses decision tree. Hasil dari decision tree ini diperoleh dari fuzzy sugeno pada matlab.</p>

<pre> else if (objectTrigerred.transform == tanjakan5)     {maxTorque = 5;} else if (objectTrigerred.transform == tanjakan6)     {maxTorque = 4;} else if (objectTrigerred.transform == tanjakan7)     {maxTorque = 5;} else if (objectTrigerred.transform == tanjakan8)     {maxTorque = 3;} else if (objectTrigerred.transform == tanjakan9)     {maxTorque = 2;} else     {maxTorque = 10;} </pre>	<p>Tanjakan disini merupakan deklarasi dari hambatan (tanjakan dan debu).</p>
---	---

### 4.3 IMPLEMENTASI APLIKASI GAME

#### 4.3.1 TAMPILAN KARAKTER

Karakter *game* adalah semua pelaku yang terlibat dalam skenario *game*.

Berikut karakter *game* yang terdapat dalam *game* :

1. Karakter sepeda



**Gambar 4.1** Sepeda

Sepeda ini merupakan alat untuk memainkan permainan ini. Sepeda ini dapat berjalan maju, mundur, berbelok ke kiri serta kanan sesuai keinginan pemain.

## 2. Karakter koin



**Gambar 4.2 Koin**

Karakter koin berupa silinder berwarna kuning emas, disaat player melewati koin ini maka akan muncul konten islami tentang sifat-sifat Allah beserta artinya. Selain itu koin ini juga dapat menambah skor pemain.

## 3. Karakter NPC orang



**Gambar 4.3 Orang**

Karakter berikut merupakan karakter NPC pada game ini. NPC tersebut akan bergerak untuk menghalangi jalannya sepeda. Apabila NPC tersebut

tertabrak maka poin pemain akan berkurang sehingga pemain harus sebisa mungkin menghindarinya.

#### 4. Karakter batu



**Gambar 4.4** Batu

Karakter batu ini hampir sama dengan karakter NPC diatas yaitu dapat mengurangi poin pemain. Namun bedanya karakter batu ini bukan termasuk NPC namun hanya diam dipinggir lintasan sepeda. Sehingga pemain jangan sampai menabraknya. Karakter ini hanya akan ada di level 2 pada game.

#### 4.3.2 ANTAR MUKA MAIN MENU

Menu pada *game* ini terdiri dari 3 menu pilihan , yaitu Play, Tutorial dan Exit.

Berikut fungsi dari masing – masing menu:

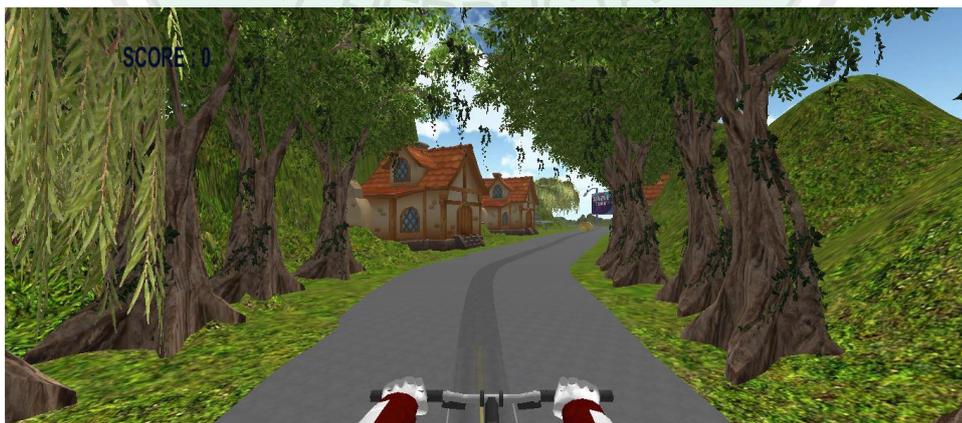
1. Play, berfungsi untuk memulai permainan.
2. Tutorial, berisi cara bermain.
3. Exit, Berfungsi untuk keluar dari permainan.



**Gambar 4.5** Tampilan Menu

#### **4.3.3 ANTAR MUKA PERMAINAN**

Pada awal permainan *player* akan di tempatkan di awal lintasan, tujuan dari *player* adalah untuk mengumpulkan poin sebanyak-banyaknya. Permainan dinyatakan selesai saat *player* berhasil menemukan garis finish. Berikut tampilan dari *game* :



**Gambar 4.6** Tampilan Awal Game



**Gambar 4.7** Player Bertemu Dengan Koin



**Gambar 4.8** Player Bertemu Dengan NPC Orang



**Gambar 4.9** Player Bertemu Dengan Batu



**Gambar 4.10** Player Bertemu Dengan Kotak Kayu Menuju Level Selanjutnya

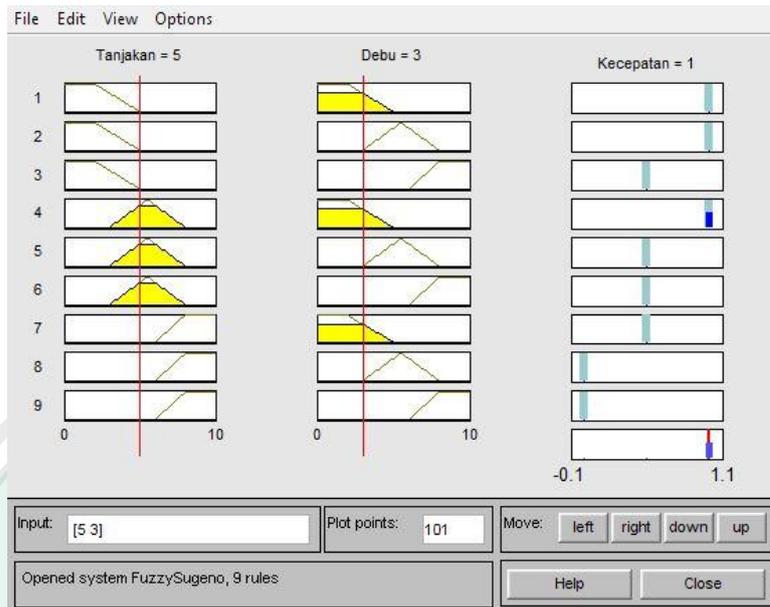
#### **4.4 PENGUJIAN ALGORITMA**

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang hasil pengujian sistem dengan menguji hasil fuzzy sugeno dan decision terhadap perubahan kecepatan sepeda dan uji coba kelayakan game pada beberapa responden.

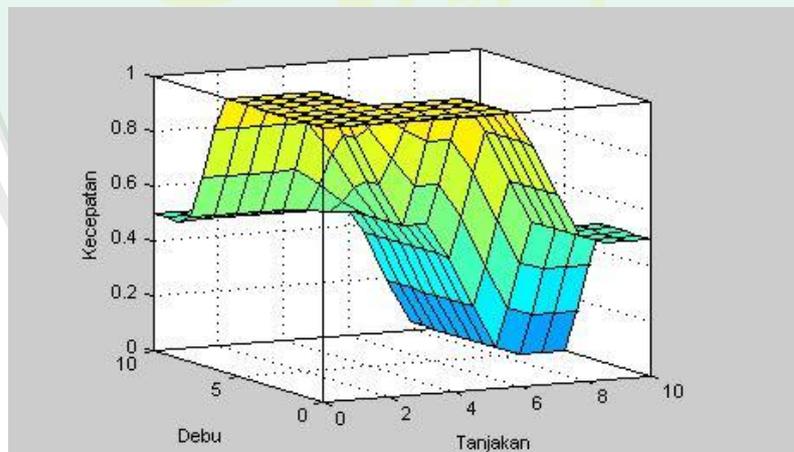
##### **4.4.1 PENGUJIAN ALGORITMA FUZZY SUGENO**

Pengujian algoritma *Fuzzy Sugeno* pada *output* Kecepatan dengan contoh input Tanjakan = 5, Debu = 3 disimulasikan dalam aplikasi Matlab.

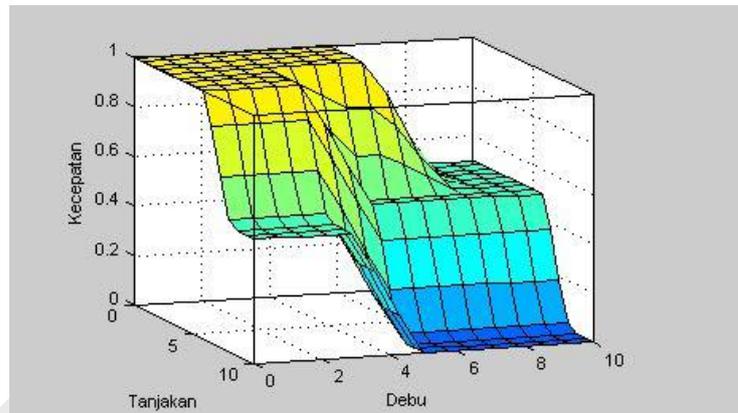
Berikut hasil simulasi sesuai dengan *input* diatas:



**Gambar 4.11** Rule Fuzzy



**Gambar 4.12** Sumbu Kartesian Untuk Debu dan Tanjakan



**Gambar 4.13** Sumbu Kartesian Untuk Tanjakan dan Debu

Berikut akan dijelaskan tentang hasil pengujian dari algoritma *Fuzzy Sugeno* dalam bentuk tabel :

**Tabel 4.4** Pengujian Fuzzy Sugeno

No	Tanjakan	Debu	Hasil	Kecepatan
1	1	6	3	Cepat
2	2	6	3	Cepat
3	3	7	2	Sedang
4	4	7	2	Sedang
5	5	8	2	Sedang
6	6	8	2	Sedang
7	7	9	1	Lambat
8	8	9	1	Lambat
9	9	10	1	Lambat
10	10	10	1	Lambat
11	1	4	3	Cepat

12	2	4	3	Cepat
13	3	3	3	Cepat
14	4	3	2	Sedang
15	5	2	3	Cepat
16	6	2	2	Sedang
17	7	1	2	Sedang
18	8	1	2	Sedang
19	9	5	1	Lambat
20	10	5	1	Lambat

Dari tabel tersebut dapat di lihat bahwa semua output sudah sesuai dengan rule yang telah di tentukan. Perilaku yang di hasilkan dari output tersebut adalah Cepat sebesar 30 % , Sedang sebesar 40 % dan Lambat sebesar 30%.

#### 4.2.2 PENGUJIAN ALGORITMA DECISION TREE

Pengujian algoritma *Decision Tree* pada *output* Kecepatan dengan contoh input Tanjakan Sedang, Debu Tipis disimulasikan dalam aplikasi pohon keputusan. Aplikasi pohon keputusan diperoleh dari perhitungan Entropy dan Gain pada tanjakan dan debu. Berikut hasil perhitunga Entropy dan Gain dalam bentuk tabel :

**Tabel 4.5** Perhitungan Entropy dan Gain

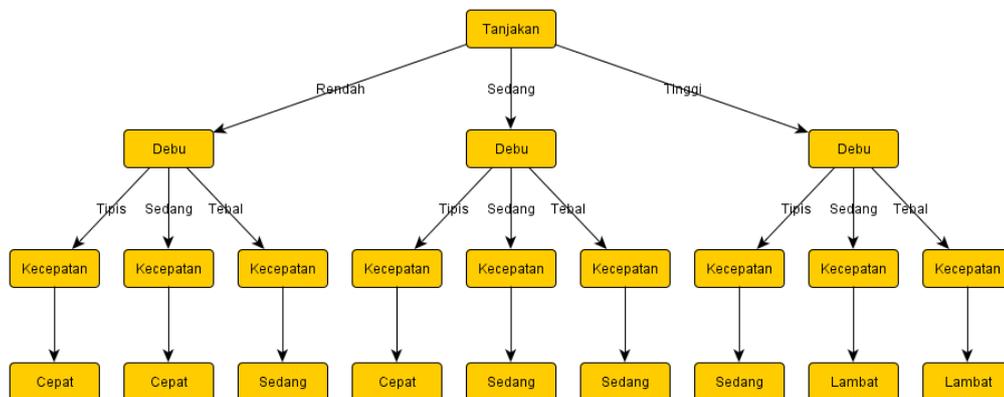
ATRIBUT	(S)	Lambat	Sedang	Cepat	Entropy (S)	Gain
Total	9	2	4	3	-0.107	
Tanjakan						-0.274
Rendah	3	0	1	2	-0.167	
Sedang	3	0	2	1	-0.167	
Tinggi	3	2	1	0	-0.167	
Debu						-0.274
Tipis	3	0	1	2	-0.167	
Sedang	3	0	2	1	-0.167	
Tebal	3	2	1	0	-0.167	

Pada tabel di atas terdapat kolom atribut yang berisi Total, Tanjakan Rendah, Sedang, Tinggi, Debu Tipis, Sedang, Tebal. Kolom (S) ialah jumlah dari masing-masing atribut, jumlah tersebut diperoleh dari data kecepatan pada bab III yang telah diklasifikasikan pada metode fuzzy. Total rule ada 9 yaitu lambat 2 rule, sedang 4 rule, cepat 3 rule yang kemudian diperoleh Entropy (S) sebesar -0.107. Atribut Tanjakan memiliki Gain sebesar -0.274 yang diperoleh dari rata-rata jumlah Entropy pada atribut Rendah, Sedang dan Tinggi. Atribut rendah memiliki jumlah (S) sebanyak 3, 2 pada cepat dan 1 pada sedang dan jumlah Entropynya sebesar -0.167. Atribut sedang juga memiliki jumlah (S) sebanyak 3, 1 pada cepat dan 2 pada sedang yang memiliki Entropy sebesar -

0.167. Atribut Tinggi memiliki jumlah (S) sebanyak 3, 1 pada sedang dan 2 pada lambat yang menghasilkan Entropy sebesar -0.167. Jumlah Gain pada atribut Debu sama dengan jumlah Gain atribut Tanjakan karena Entropy pada Tipis, Sedang dan Tebal sama dengan Rendah, Sedang dan Tinggi yaitu sebesar -0.167.

Dari tabel 3.5 di atas diketahui bahwa atribut Tanjakan dan Debu memiliki jumlah gain yang sama, yaitu -0.274. Dengan demikian, atribut Tanjakan maupun Debu dapat dijadikan sebagai node akar. Karena node akar diperoleh dari jumlah Gain yang tertinggi.

Berikut merupakan hasil pohon keputusan berdasarkan jumlah Gain dan Entropy:



**Gambar 4.10** Pohon Keputusan

### 4.3 UJI COBA APLIKASI

**Tabel 4.6** Uji Coba Aplikasi

No	Jenis OS	Spesifikasi	Hasil Pengujian
1	Windows 8	RAM 2GB, Processor Intel i3 2.40 GHz	Berjalan Lancar
2	Windows 7	RAM 4GB, Processor Intel i3 2.40 GHz	Berjalan Lancar
3	Ubuntu 14.04 LTS	RAM 4GB , Processor Intel i3 2.20 GHz	Tidak Berjalan
4	MAC OS X Versi 10.5.2	RAM 2GB, Processor Intel Core 2 2.4 GHz	Tidak Berjalan

### 4.4 INTEGRASI GAME DALAM ISLAM

Sifat Allah merupakan sifat sempurna yang hanya dimiliki oleh Allah SWT. Sebagai seorang muslim yang baik sebaiknya kita mengetahui serta mempercayai adanya Sifat Wajib maupun Sifat Mustahil yang dimiliki Allah SWT. Dengan mengetahui serta mempercayai diharapkan dapat menambah keimanan seseorang akan adanya Allah. Sifat-sifat wajib Allah tersebut tertera dalam Al-qur'an, berikut beberapa ayatnya :

إِنَّ رَبَّكُمُ اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ  
 اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ يُغْشَىٰ اللَّيْلَ النَّهَارَ يَطْلُبُهُ حَيْثُ وَ الشَّمْسُ  
 وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومَ مُسَخَّرَاتٍ بِأَمْرِهِ ۗ أَلَا لَهُ الْخَلْقُ وَالْأَمْرُ ۗ تَبَارَكَ اللَّهُ  
 رَبُّ الْعَالَمِينَ ﴿٥٤﴾

“*Sesungguhnya Tuhan kamu ialah Allah yang telah menciptakan langit dan bumi dalam enam masa, lalu Dia bersemayam di atas ‘Arsy. Dia menutupkan malam kepada siang yang mengikutinya dengan cepat, dan (diciptakan-Nya pula) matahari, bulan dan bintang-bintang (masing-masing) tunduk kepada perintah-Nya. Ingatlah, menciptakan dan memerintah hanyalah hak Allah. Maha Suci Allah, Tuhan semesta alam*”  
 (QS Al-A’raf:54)

وَقُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي لَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمَلِكِ وَلَمْ يَكُنْ  
 لَهُ وِليٌّ مِنَ الذَّلِّ وَكِبْرُهُ تَكْبِيرًا ﴿١١١﴾

“*Dan katakanlah: "Segala puji bagi Allah Yang tidak mempunyai anak dan tidak mempunyai sekutu dalam kerajaan-Nya dan Dia bukan pula hina yang memerlukan penolong dan agungkanlah Dia dengan pengagungan yang sebesar-besarnya*” (QS Al-Israa:111)

اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ الْحَيُّ الْقَيُّومُ لَا تَأْخُذُهُ سِنَّةٌ وَلَا نَوْمٌ لَهُ مَا فِي  
 السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ مَنْ ذَا الَّذِي يَشْفَعُ عِنْدَهُ إِلَّا بِإِذْنِهِ يَعْلَمُ  
 مَا بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَمَا خَلْفَهُمْ وَلَا يُحِيطُونَ بِشَيْءٍ مِّنْ عِلْمِهِ إِلَّا بِمَا  
 شَاءَ وَسِعَ كُرْسِيُّهُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَلَا يَئُودُهُ حِفْظُهُمَا وَهُوَ  
 الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ ﴿٢٥٥﴾

“Allah, tidak ada Tuhan (yang berhak disembah) melainkan Dia Yang  
 Hidup kekal lagi terus menerus mengurus (makhluk-Nya); tidak mengantuk  
 dan tidak tidur. Kepunyaan-Nya apa yang di langit dan di bumi. Tiada yang  
 dapat memberi syafa'at di sisi Allah tanpa izin-Nya? Allah mengetahui apa-  
 apa yang di hadapan mereka dan di belakang mereka, dan mereka tidak  
 mengetahui apa-apa dari ilmu Allah melainkan apa yang dikehendaki-Nya.  
 Kursi Allah meliputi langit dan bumi. Dan Allah tidak merasa berat  
 memelihara keduanya, dan Allah Maha Tinggi lagi Maha Besar” (QS Al-  
 Baqarah:255)





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi metode yang sudah dilakukan pada *game* diatas dapat diambil kesimpulan bahwa Fuzzy Sugeno dan Decision Tree dapat di gunakan untuk mengatur perubahan perilaku player dengan jumlah keputusan Cepat sebesar 30 %, Sedang sebesar 40 % dan Lambat sebesar 30% dari 20 jumlah inputan. Jumlah Entropy (S) -0.107, Entropy Tanjakan Rendah, Sedang, Tinggi masing-masing -0.167, Entropy Debu Tipis, Sedang, Tipis masing-masing -0.167, serta diperoleh Gain Tanjakan dan Debu sebesar -0.274.

#### 5.2 SARAN

Penulis sadar, dalam pembuatan *game* ini masih banyak kekurangan yang nantinya perlu untuk dilakukan pengembangan, diantaranya:

1. Perbaiki *asset* yang lebih bagus, baik dari *asset* 2D maupun 3D.
2. Mengingat *genre* dari *game* ini adalah *game edukasi*, maka diharapkan banyak *game* dengan *genre* ini kian bermunculan dan juga peminat *game edukasi* kian meningkat.
3. Diharapkan *game* ini dapat dilanjutkan dan memiliki banyak level.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al – Qur'an Digital versi 2.1
- Ashaolu, P. 2012. *“Development of an Interactive 3-D Virtual Environment Test Bed for Motorbikes. Electrical and Information Technology Research Unit, Savonia University of Applied Sciences”*
- Ekasari, Yeti. 2012. Skripsi, *“Merancang Game Petualang ‘Binggo’ Menggunakan Unity 3D Game Engine”*. Yogyakarta.
- Erwanto, Haris Budi. 2014. Skripsi, *“Implementasi Metode Pathfinding A\* Pada Player Untuk Pencarian Obstacle Dalam Game Sepeda”*. Malang: UIN Maliki Malang.
- Harsono, Ma'ruf. 2014. *“Pengaruh Bermain Game Terhadap Perkembangan Remaja”*. Seropong: Surya University.
- Iswari, Lisda. 2005. *“Alat Bantu Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno Orde Satu”*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi : 2005
- Kusumadewi, Sri. 2002. *“Analisis Dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab”*. Graha Ilmu : Yogyakarta
- Kusumadewi, Sri, dkk. 2004. *“Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan”*. Graha Ilmu : Yogyakarta
- Negnevitsky, Michael, *“Artificial Intelligence : A guide to Intelligent Systems Second Edition”*, Addison-Wesley.
- Ratnawati, Dwi Ana. 2011. *“Sistem Kendali Cerdas”*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Roedavan, Rickman, 2014, *“Unity Tutorial Game Engine”*, Bandung : Penerbit INFORMATIKA
- Rofaida, Rofi SP., M.Si. *“Decision Tree(Pohon Keputusan)”*. Fakultas Pendidikan Ekonomi dan Bisnis Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rohwati, M, 2012, *“Penggunaan Education Game Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Biologi Konsep Klasifikasi Makhluk Hidup”*, Semarang : Jurnal Pendidikan IPA Indonesia.
- Suwandi. 2011. *“Aplikasi Sistem Inferensi Fuzzy Sugeno Dalam Memperkirakan Produksi Air Mineral Dalam Kemasan”* Jurnal Fakultas Mipa Universitas Negeri Yogyakarta : Yogyakarta
- Suyanto, 2007, *“Artificial Intelligence : Searching-Reasoning – Planning – Learning”*, Bandung : Penerbit Informatika.
- Triadmadya, Oksali. 2014. *“Simulasi Pengaturan Kecepatan Game Sepeda Menggunakan Metode Fuzzy”*.