

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY SUGENO*
UNTUK MENSIMULASI PERILAKU
NPC**

SKRIPSI

Oleh :
IMAM AHMAD
NIM. 12650069



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

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY SUGENO*
UNTUK MENSIMULASI PERILAKU
NPC**

SKRIPSI

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

**Oleh :
IMAM AHMAD
NIM 12650069**

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

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY SUGENO
UNTUK MENSIMULASI PERILAKU
NPC**

SKRIPSI

Oleh :
IMAM AHMAD
NIM 12650069

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal, 29 Mei 2019

Pembimbing I

Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006

Pembimbing II

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

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



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN
IMPLEMENTASI METODE FUZZY SUGENO
UNTUK MENSIMULASI PERILAKU
NPC

SKRIPSI

Oleh:

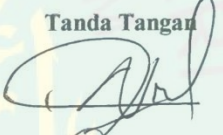
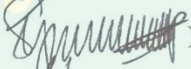
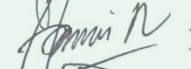

IMAM AHMAD
NIM. 12650069

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal 13 Juni 2019

Susunan Dewan Penguji

1. Penguji Utama : Fresy Nugroho, M.T
NIP. 19771201 200801 1 007
2. Ketua : A'la Syaqui, M.Kom
NIP. 19710722 201101 1 001
3. Sekretaris : Hani Nurhayati, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006
4. Anggota : Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

Tanda Tangan

()
()
()
()

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




Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN


Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Ahmad
NIM : 12650069
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Untuk Mensimulasi
Perilaku NPC

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, 27 Mei 2019
Yang membuat pernyataan


Imam Ahmad
NIM 12650069



MOTTO

“Ya Allah, saya siap jadi apa saja asal Engkau tidak marah kepadaku”

~ Caknun ~



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada :

Bapak Arip Setyoadi dan Ibu Masnunah yang telah memberikan segala kasih dan sayangnnya kepada saya selama 27 tahun. Bapak dan Ibu tak henti hentinya memberi semangat dan telah menunggu sekian lama agar saya menyelesaikan kuliah ini, terima kasih yang tak bisa terbalaskan dengan kata-kata.

Para Dosen Jurusan Teknik Informatika yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada saya mulai dari semester pertama sampai semester terakhir.

Kawan - kawan kontrakan, baik yang masih bertahan maupun sudah lulus, dan kawan - kawan seperjuangan jurusan teknik informatika yang telah membantu menyemangati dan menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang mana telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya bagi kita semua dan shalawat serta salam penulis haturkan kepada kekasih Allah Nabi Muhammad SAW sebagai pembawa kabar gembira bagi seluruh alam semesta sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “ Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Untuk Mensimulasi Perilaku NPC ” dengan lancar.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis mendapatkan hambatan dan rintangan namun juga mendapatkan dukungan yang lebih besar dari berbagai pihak sehingga bisa melewati itu semua. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Bapak Dr. Cahyo Crysdiyan selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan inspirasi dan ilmu yang berharga.
3. Ibu Hani Nurhayati, M.T selaku dosen pembimbing I, yang telah memberi masukan, arahan dan dengan keikhlasan hati ibu sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Yunifa Miftachul Arif, M.T selaku dosen pembimbing II, yang telah memberi masukan, arahan dan dengan keikhlasan hati bapak sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak, Ibu, dan Adik yang telah memberi dukungan yang sebesar-besarnya kepada penulis.

6. Para Dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu selama masa studi.
7. Teman – teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2012.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, sehingga kritik dan saran terus diterima oleh penulis agar kekurangan dan kesalahan bisa diperbaiki oleh penulis. Semoga dengan penulisan skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca yang budiman.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Malang, 23 Juni 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
المُلخَص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II STUDI PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 <i>Non Playable Character (NPC)</i>	6
2.2.1 <i>NPC Behavior</i>	6
2.2.2 Tipologi <i>NPC</i>	7
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	9
2.3.1 <i>Fuzzy Set</i>	10
2.3.2 <i>Membership Function</i>	12
2.4 <i>Fuzzy Sugeno</i>	15
2.5 Simulasi	17
2.5.1 Klasifikasi Simulasi	18
2.6 MATLAB	19

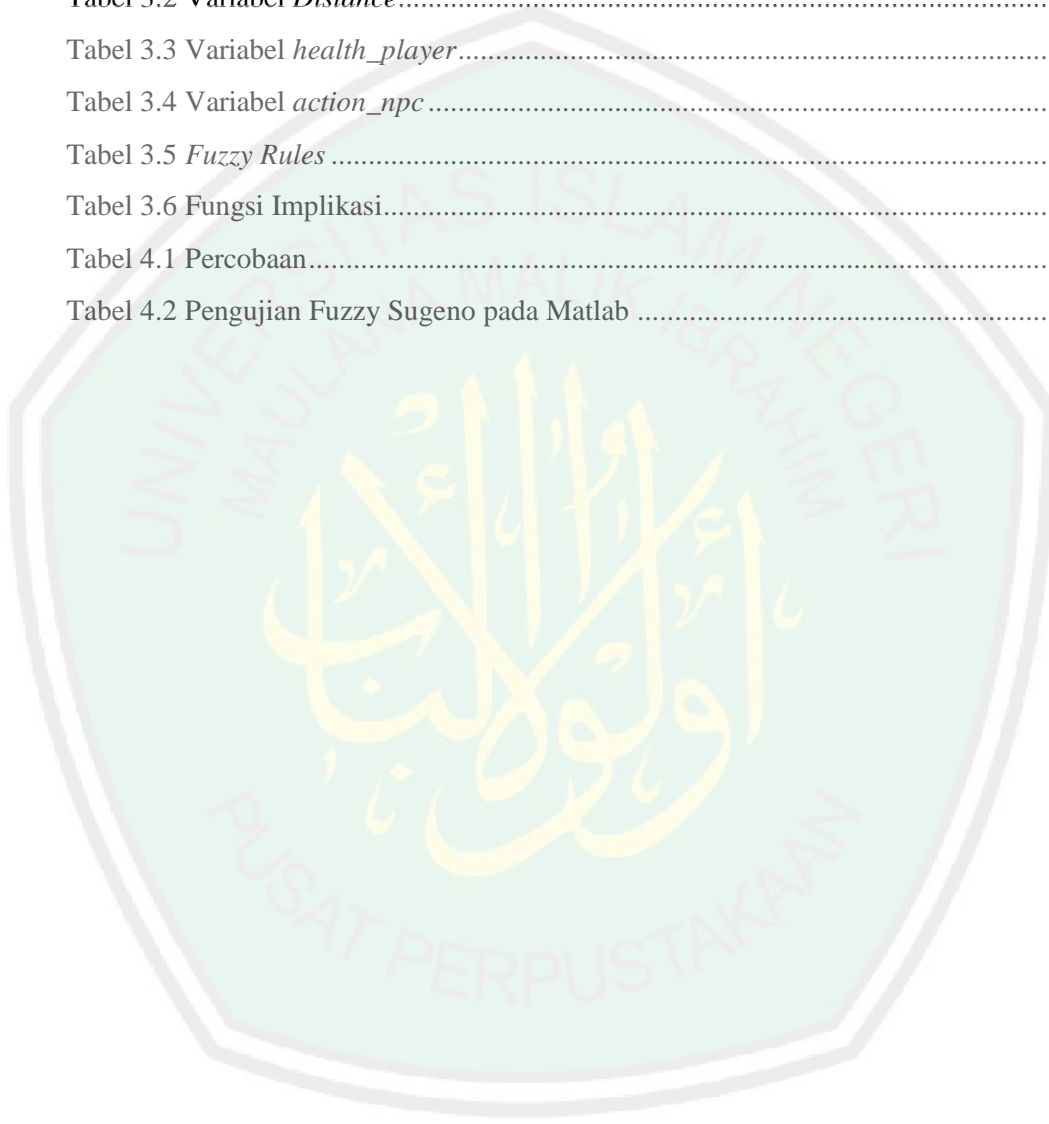
2.6.1	<i>Fuzzy Logic Toolbox</i>	20
BAB III DESAIN DAN RANCANGAN SISTEM		22
3.1	Desain Sistem.....	22
3.2	<i>FSM</i>	23
3.3	Perancangan <i>Fuzzy</i>	24
3.3.1	Variabel <i>Fuzzy</i>	24
3.3.2	Nilai Linguistik	24
3.3.3	Fuzzyfikasi	25
3.3.4	<i>Fuzzy Rules</i>	30
3.3.5	Implikasi dan Defuzzyfikasi.....	34
3.3.6	Percobaan.....	34
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Peralatan yang digunakan.....	39
4.1.1	<i>Hardware</i>	39
4.1.2	<i>Software</i>	39
4.2	Implementasi <i>Fuzzy Sugeno</i>	39
4.3	Pengujian <i>Fuzzy Sugeno</i> pada <i>Matlab</i>	41
4.3.1	Grafik 3D <i>Fuzzy</i>	45
4.4	Integrasi Penelitian dengan Islam.....	47
BAB V PENUTUP		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hirarki <i>motion behavior</i>	7
Gambar 2.2 Kurva linear naik dan turun	12
Gambar 2.3 Kurva Segitiga	13
Gambar 2.4 Kurva Trapesium	13
Gambar 2.5 Kurva Sigmoid	14
Gambar 2.6 Kurva phi	14
Gambar 2.7 Diagram blok proses <i>Fuzzy Sugeno</i>	16
Gambar 2.8 Tampilan <i>input</i> , proses, <i>output</i> pada <i>toolbox fuzzy logic</i>	19
Gambar 3.1 Desain antarmuka simulasi	21
Gambar 3.2 <i>Finite State Machine (FSM)</i>	24
Gambar 3.3 <i>input, proses dan output</i>	25
Gambar 3.4 Grafik <i>input health_npc</i>	26
Gambar 3.5 Grafik <i>input distance</i>	27
Gambar 3.6 Grafik <i>input health_player</i>	29
Gambar 4.1 Tampilan percobaan <i>fuzzy sugeno</i> pada matlab	42
Gambar 4.2 Tampilan GUI simulasi	42
Gambar 4.3 perubahan perilaku <i>fuzzy</i> terhadap <i>health_npc</i> dan <i>distance</i>	45
Gambar 4.4 perubahan perilaku <i>fuzzy</i> terhadap <i>health_npc</i> dan <i>health_player</i>	46
Gambar 4.5 perubahan perilaku <i>fuzzy</i> terhadap <i>health_player</i> dan <i>distance</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh logika <i>fuzzy</i>	9
Tabel 2.2 <i>Crisp set</i> dengan <i>fuzzy set</i>	11
Tabel 3.1 Variabel <i>health_npc</i>	26
Tabel 3.2 Variabel <i>Distance</i>	27
Tabel 3.3 Variabel <i>health_player</i>	28
Tabel 3.4 Variabel <i>action_npc</i>	30
Tabel 3.5 <i>Fuzzy Rules</i>	30
Tabel 3.6 Fungsi Implikasi	36
Tabel 4.1 Percobaan	40
Tabel 4.2 Pengujian Fuzzy Sugeno pada Matlab	43



ABSTRAK

Ahmad, Imam. 2019. **Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Untuk Mensimulasi Perilaku NPC**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing : (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Kata Kunci : *Fuzzy Sugeno*, Perilaku NPC, Simulasi

Saat ini, pada umumnya game mempunyai entitas yang disebut *Non Playable Character* (NPC). NPC merupakan entitas yang dikontrol oleh komputer. Dalam sebuah game, NPC mempunyai perilaku tertentu yang dapat dibentuk dengan algoritma *Artificial Intelligent* (AI). Pada penelitian ini, perilaku NPC dibentuk menggunakan metode *Fuzzy Sugeno*. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* karena selain *outputnya* berbentuk konstanta atau persamaan linear, *Fuzzy Sugeno* juga dapat berintegrasi dengan *Neural Network*, Algoritma Genetika, dan teknik optimasi lainnya. Perancangan *Fuzzy Sugeno* terdiri dari 3 *input* dan 1 *output* yang mewakili perilaku NPC. Input *Fuzzy Sugeno* yaitu *health_npc* (kesehatan dari NPC), *distance* (jarak) dan *health_player* (kesehatan dari player) yang menghasilkan *output* perilaku NPC terhadap *player* yaitu menyerang, patroli dan kabur.

Pengujian penelitian ini menggunakan MATLAB dengan data yang diuji sebanyak 30 kali. Hasil yang didapatkan adalah bahwa pengujian dari MATLAB dengan percobaan matematis memperoleh hasil yang sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi *Fuzzy Sugeno* untuk mensimulasi perilaku NPC dapat dilakukan dengan MATLAB.

ABSTRACT

Ahmad, Imam. 2019. **Implementation Of Fuzzy Sugeno Approach To Simulate NPC Behavior**. Thesis. Departement of Informatics Engineering Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.
Advisors : (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Keywords : Fuzzy Sugeno, NPC Behaviour, Simulation

Nowadays, in general, video games have entity called Non Playable Character (NPC). NPCs are entity that controlled by computer. In the game, NPCs have a certain behavior that can be formed with Artificial Intelligent (AI) algorithm. In this study, NPCs behavior are created using Fuzzy Sugeno method. In this study, Fuzzy Sugeno is used because in addition to its output in the form linear or constanta, Fuzzy Sugeno also can integrate with neural network, genetics algorithm and other optimization technique. The design of Fuzzy Sugeno consist of 3 input and 1 output that represent the behavior of NPC. Sugeno Fuzzy Inputs are health_npc (health of the NPC), distance (distance) and health_player (health of the player) which results in the output of NPC behavior towards the player which is attacking, patrolling and running away.

The testing of this study uses MATLAB with the 30 times data tested. The results obtained are testing from MATLAB and mathematical calculation obtained are showing the same results. So it can be concluded that the Fuzzy Sugeno implementation to simulate NPC behavior can be done with MATLAB.

الملخص

أحمد ، إمام. 2019. تنفيذ طريقة Fuzzy Sugeno لمحاكاة سلوك NPC. أطروحة. قسم هندسة المعلوماتية بكلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة الدولة الإسلامية بمولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف الأولى: هاني نورحياتي، الماجستير. المشرف الثاني: يونيفي مفتح العارف، الماجستير

الكلمة الرئيسية: Fuzzy Sugeno ، سلوك مجلس الشعب ، والمحاكاة

في الوقت الحاضر ، بشكل عام ، تحتوي اللعبة على كيان يُسمى شخصية غير قابلة للعب (NPC). شخصية غير قابلة للعب هو كيان الكمبيوتر التي تسيطر عليها. في اللعبة ، يوجد شخصية غير قابل للعب به سلوكيات معينة يمكن تشكيلها باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي (AI). في هذه الدراسة ، تم تشكيل سلوك NPC باستخدام طريقة Fuzzy Sugeno. تستخدم هذه الدراسة طريقة Fuzzy Sugeno لأنه بالإضافة إلى مخرجاتها في شكل ثوابت أو معادلات خطية ، يمكن Fuzzy Sugeno أيضاً الاندماج مع الشبكات العصبية والخوارزميات الجينية وتقنيات التحسين الأخرى. يتكون تصميم Fuzzy Sugeno من 3 مدخلات ومخرج واحد يمثل سلوك مجلس الشعب. مدخلات Fuzzy Sugeno هي health_npc (صحة NPC)، و distance (عن بُعد)، و health_player (صحة اللاعب) مما يؤدي إلى إخراج سلوك NPC تجاه اللاعب الذي يهاجم ، ويقوم بدوريات ويهرب.

يستخدم اختبار هذه الدراسة MATLAB مع اختبار البيانات 30 مرة. النتائج التي تم الحصول عليها هي أن الاختبار من MATLAB مع التجارب الرياضية حصلت على نفس النتائج. لذلك يمكن أن نستنتج أن تطبيق Fuzzy Sugeno لمحاكاة سلوك NPC يمكن أن يتم باستخدام MATLAB.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Game adalah sebuah permainan dengan aturan tertentu yang dapat membawa hiburan atau kesenangan bagi penggunanya. *Game* menyajikan konflik buatan yang diselesaikan oleh pemain berdasarkan aturan tertentu untuk mencapai tujuan tertentu (Salen and Zimmerman 2004). Sebagian besar *game* menggunakan *Artificial Intelligent* (AI) untuk merancang perilaku *NPC* (*Non Playable Character*) sebagai tantangan atau musuh pemain.

NPC (*Non Playable Character*) merupakan entitas atau karakter yang dikontrol oleh sistem komputer (Warpfelt 2016). Entitas tersebut dikontrol oleh komputer dengan perilaku responsif atau yang telah ditentukan sebelumnya. Perilaku *NPC* dapat dibagi menjadi 3 lapisan hirarki : seleksi tindakan, kendali, dan penggerak. Seleksi tindakan meliputi strategi, tujuan, dan rencana dari *NPC*. Kendali merupakan kontrol *NPC* dalam mencapai tujuan. Locomotion merupakan animasi dan gerak dari *NPC* (Reynold 1999). Perilaku *NPC* dapat dirancang menggunakan algoritma *Artificial Intelligent* (AI).

Pada *Game Artificial Intelligent* (AI) banyak metode atau algoritma untuk mengatur perilaku *NPC*. Contoh algoritma yang digunakan adalah *Finite State Machine* (FSM), *Fuzzy Logic*, dan *Artificial Neural Network* (ANN). Dalam penelitian yang dilakukan ini, penulis menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* dalam

mensimulasikan perilaku dari *NPC*. *Fuzzy Sugeno* merupakan salah satu model *Fuzzy Inference System* dari *Fuzzy Logic* (Suyanto 2014).

Fuzzy Logic merupakan salah satu jenis logika yang bernilai ganda dan berhubungan dengan ketidakpastian dan kebenaran parsial. Menurut Kusumadewi (2004) menjelaskan bahwa *Fuzzy Logic* merupakan cara pemetaan sebuah ruang *input* kedalam sebuah ruang *output*. Proses pemetaan dari *input* ke *output* disebut *Fuzzy Inference System*. *Fuzzy Inference System* adalah sebuah penarikan kesimpulan dari kaidah fuzzy yaitu *input (crisp value)* dan *output (crisp value)*. Ada 3 model dalam *Fuzzy Inference System* yang digunakan secara umum yaitu *Fuzzy Tsukamoto*, *Fuzzy Sugeno*, dan *Fuzzy Mamdani*. Dari ketiga model diatas, *Fuzzy Sugeno* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Diantara *Fuzzy Mamdani* dan *Fuzzy Sugeno*, perbedaan yang paling dasar adalah *membership function* dari *Fuzzy Sugeno* berbentuk konstanta atau linear. *Fuzzy Sugeno* menggunakan *weight average* untuk mengkomputasi *crisp output*. *Fuzzy Sugeno* mempunyai kelebihan diantara ketiga model fuzzy tersebut. Salah satu kelebihan *Fuzzy Sugeno* yaitu dapat berintegrasi dengan *Neural Network*, Algoritma Genetika atau teknik optimisasi lainnya (Kamboj and Amrit 2013). Dalam penelitian ini, *Fuzzy Sugeno* diimplementasikan menggunakan aplikasi MATLAB untuk mensimulasi perilaku *NPC*.

Simulasi merupakan teknik penyusunan model dari keadaan riil atau nyata (sistem) kemudian melakukan percobaan pada model tersebut (Siregar 2017). Pembuatan simulasi dalam penelitian ini menggunakan *tools* dari aplikasi MATLAB yaitu *fuzzy logic toolbox*. Didalam *toolbox* ini, masukan atau *input* ada 3 yang berupa jarak antara *NPC* dengan *player* dan *health NPC* dan *player*,

kemudian *outputnya* adalah perilaku atau tindakan dari *NPC*. Oleh karena itu, penggunaan metode *Fuzzy Sugeno* diharapkan bisa diimplementasikan agar dapat mengetahui perilaku *NPC* terhadap *player*.

1.2 Pernyataan Masalah

Dari penjelasan pada latar belakang, terdapat permasalahan yang diidentifikasi yaitu:

- Bagaimana implementasi metode *Fuzzy Sugeno* untuk mengatur perilaku *NPC* ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan awal, maka ditetapkan batasan – batasan masalah yaitu :

- Model ini hanya merupakan simulasi perilaku *NPC*.
- Model simulasi dibuat menggunakan aplikasi MATLAB.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan penelitian yang dibuat yaitu:

- Pembuktian metode *Fuzzy Sugeno* yang dapat diimplementasikan pada simulasi perilaku *NPC*.
- Analisis perilaku *NPC* pada pemain.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang dilakukan diharapkan bisa memberikan penjelasan bahwa metode *Fuzzy Sugeno* dapat digunakan untuk mengatur perilaku *NPC* sehingga dalam penggunaan selanjutnya dapat diimplementasikan di dalam pembuatan *game* dengan *NPC* berbasis *AI*.



BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Judul “Implementasi Logika *Fuzzy* untuk mengatur perilaku musuh dalam *Game* bertipe *Action-RPG*”(2013), sebuah penelitian dari Rini Nur Hasanah, M. Aziz Muslim dan Kristo Radion Purba, menyebutkan implementasi dari metode *fuzzy* pada *NPC behaviour* dengan menginput parameter *fuzzy* pada *life* (nyawa) dan jarak *NPC*. Ada 3 jenis *NPC* yaitu penyerang, pemanah dan boss. Hasil penerapan *fuzzy* pada *NPC* penyerang menjadi cukup agresif (45% perilaku menyerang), *NPC* pemanah agresif jika berada pada jarak jauh (49% perilaku menyerang), dan *NPC boss* sangat agresif (89% perilaku menyerang).

Judul “*A Fuzzy Logic Based Attack Strategy Design For Enemy Drones in Meteor Escapee Game*”(2017), penelitian yang dilakukan oleh Ali Emre Soylocicek, Erkan Bostanci dan Aykut Burak Safak menyebutkan *input* parameter *fuzzy* pada *NPC drones*. Pada *NPC drones input* kondisi *if then* agar drone menyerang *user* dan meledakkan diri. Hasil penerapan *fuzzy* pada *NPC drone*, akurasi lebih tepat saat *drone* menabrak lalu meledakkan diri ke pesawat *user*.

Judul “Pergantian senjata *NPC* pada *game FPS* menggunakan *Fuzzy Sugeno*”(2012), penelitian dari Fachrul Kurniawan, Ady Wicaksono dan Yunifa Miftachul Arif menjelaskan implementasi dari *Fuzzy Sugeno* yang diinputkan pada *NPC* yaitu pada atribut jarak dan kesehatan. *Output* perilaku *NPC* adalah pergantian senjata untuk menyerang *user*.

Judul “*Fuzzy Inference System Sugeno Untuk Evaluasi Kinerja Pelayanan Pegawai Camat Kantor Batam*” 2012, penelitian dari Alfannisa Annurullah Fajrin menjelaskan implementasi *Fuzzy Sugeno* menggunakan *toolbox fuzzy logic* di MATLAB. Ada 4 *input* dan 1 *output*. Hasil dari pengujian *Fuzzy Sugeno* pada MATLAB dengan perhitungan defuzzifikasi menunjukkan tingkat akurasi 100% dengan error rate sebesar 0%.

2.2 *Non Playable Character (NPC)*

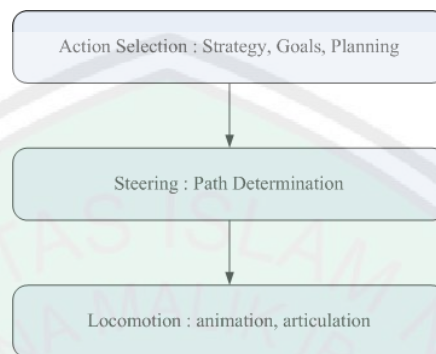
Menurut Warpfelt (2016) mengemukakan bahwa istilah *NPC* sudah digunakan sebelum ada *game* digital. *NPC* dapat ditemukan dalam permainan *tabletop Role Playing Game (RPG)* yang dikontrol oleh seorang *Dungeon Master*. Pada *game* digital, *NPC* muncul dalam berbagai bentuk dan ukuran. *NPC* bisa berupa bentuk *real* / nyata sampai ke fantasi seperti manusia dengan monster. Dalam kebanyakan *game*, terutama *game* bertema fantasi dan *science fiction*, ada banyak sekali *NPC* dari bermacam – macam ras dan spesies dimana *NPC* tersebut berinteraksi dengan player sebagai musuh atau kawan. Jadi pengkategorian *NPC* dengan yang bukan *NPC* dilihat dari kemiripan dengan *player* menjadi tidak valid.

2.2.1 *NPC Behavior*

Perilaku dalam pengertiannya bisa mempunyai banyak arti. Perilaku bisa diartikan dari perilaku kompleks dari manusia atau kehendak dan insting dari binatang. Perilaku juga bisa diartikan prediksi aksi dari sistem mekanik sederhana atau aksi kompleks dari sistem yang rumit. Dalam aplikasi multimedia dan *virtual reality (VR)*, perilaku mempunyai sinonim dengan *animation* (animasi). Sehingga

Pengertian perilaku digunakan adalah sebuah pergerakan *NPC* seperti yang beraksi seperti asli (seperti binatang atau manusia). (Reynold 1999).

Perilaku dari *NPC* bisa dibagi menjadi 3 layer seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Hirarki motion behavior

Pada gambar 2.1, seperti penjelasan pada latarbelakang penelitian, hirarki ini terdiri dari seleksi tindakan, kendali, dan penggerak. Seleksi tindakan meliputi strategi, tujuan, dan rencana dari *NPC*. Kendali merupakan kontrol *NPC* dalam mencapai tujuan. Penggerak merupakan animasi dan gerak dari *NPC* (Reynold 1999).

2.2.2 Tipologi *NPC*

Tipologi atau tipe – tipe dari *NPC* dibawah ini menjelaskan berbagai macam fungsi *NPC* dalam *game*. Tipologi *NPC* ada 3 lapisan : level atas dengan tipe *meta* yang menjelaskan secara abstrak beberapa tipe *NPC*. Level tengah dengan tipe *meta* yang menjelaskan deskripsi yang lebih detail *NPC* yang spesifik (Warpfelt 2016). Level bawah dengan menjelaskan tipe tipe yang *special case*.

Salah satu tipe *NPC* adalah *NPC* bertipe *Adversaries*. Tipe *Adversaries* merupakan tipe yang berbahaya dan musuh bagi *player*. Tipe *meta* ini dibagi

menjadi 2 : yang pertama adalah tipe lawan *Opponent* dan yang kedua adalah tipe bertarung *Enemy*. Tipe *Opponent* merupakan tipe yang menyediakan *mechanical challenge* pada *player*. Sebagai contohnya tipe ini biasanya ditemukan didalam *racing game*. Subtype dari tipe ini adalah *Manipulator*. Tipe *Manipulator* akan mencoba untuk memanipulasi *player* dalam mencapai tujuan. Tipe *Enemy* merupakan tipe yang paling sering ditemukan di *AAA game*. *AAA game* merupakan istilah informal dari *game* yang dibuat dengan *budget* yang besar. Tipe *Enemy* menyediakan *performative challenges* pada *player*. Secara simple *Enemy* ini akan selalu mengganggu *player* dalam mencapai tujuannya. Subtype dari *Enemy* ini bisa disebut *Boss*. Tipe *Boss* lebih kuat dalam segala parameter daripada *NPC Enemy* biasa (Warpfelt 2016).

Perilaku dari *NPC Opponent* biasanya menghadang *player*, mengejar *player* atau memaksa *player* untuk merubah tujuan *player*. Kemampuan perilaku *NPC Opponent* ini sama dengan *NPC Enemy*. Kalau tipe *Manipulator*, perilakunya lebih kompleks dari tipe *Opponent* biasa. Dalam penceritaan *game*, tipe *Manipulator* ini masuk dalam cerita untuk memanipulasi *player*. Sedangkan dalam perilaku dari *NPC Enemy* biasanya menyerang *player* dalam penglihatan dan jarak tertentu dan dalam kasus tertentu, *Enemy* akan mencari *player* untuk menyerang *player* tersebut. Kalau tipe *boss* perilakunya lebih *advance* seperti menggunakan strategi yang kompleks, kemampuannya lebih superior sehingga agak sulit dikalahkan oleh *player*.

2.3 Logika *Fuzzy*

Lotfi A. Zadeh mengembangkan logika *fuzzy* pertama kalinya. Pada tahun 1965 tulisan Lotfi A. Zadeh menjelaskan tentang *fuzzy set theory* (teori himpunan *fuzzy*). Lotfi Asker Zadeh merupakan akademisi dan ilmuwan dari Universitas California, Berkeley, Amerika Serikat. Pengaplikasian logika *fuzzy*, lebih populer di negara Jepang meskipun logika *fuzzy* pertama kali perkembangannya di Amerika Serikat. Para praktisioner Jepang, mengembangkan logika *fuzzy* dengan mengadaptasikannya di bidang *control* (kendali). Hingga kini, barang – barang elektronik buatan Jepang menggunakan prinsip logika *fuzzy*, misalnya Kipas Angin, *Vending Machine*, dan lain sebagainya

Penerapan dari logika *fuzzy* sudah sampai saat ini mencakup berbagai bidang, seperti pada teori kendali sampai *AI*. Pada umumnya logika *fuzzy* menangani berbagai masalah yang mengandung unsur ketidaktepatan, noisy, ketidakpastian dan lain sebagainya. Logika *fuzzy* juga sebagai penghubung antara bahasa mesin yang begitu presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada arti atau makna yang signifikan.

Salah satu kelebihan dari logika *fuzzy* adalah formalisasi penalaran bahasa manusia kedalam aturan yang di set dalam bahasa natural (Frank 2013). Sebagai contohnya adalah seperti tabel 2.1 merupakan aturan yang harus dipatuhi oleh driver ojek agar Surat Ijin Mengemudi (SIM)nya tidak dicabut.

Tabel 2.1 Contoh logika *fuzzy*

Jika lampu lalu lintas merah	Jika kecepatan saya tinggi.....	Dan jika lampu lalu lintas dekat ...	Maka saya mengerem seketika
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------

Jika lampu lalu lintas merah	Jika kecepatan saya rendah.....	Dan jika lampu lalu lintas jauh ...	Maka saya mempertahankan kecepatan
Jika lampu lalu lintas kuning	Jika kecepatan saya sedang.....	Dan jika lampu lalu lintas jauh ...	Maka saya mengerem halus
Jika lampu lalu lintas hijau	Jika kecepatan saya rendah.....	Dan jika lampu lalu lintas dekat ...	Maka saya tetap melaju

Dari tabel tersebut bisa dilihat bahwa variabel inputnya dapat mudah diterima oleh otak. Hal ini merupakan salah satu verifikasi sebuah kondisi dalam logika fuzzy.

2.3.1 Fuzzy Set

Fuzzy Set Theory mengalami perkembangan menjadi Logika Fuzzy. *Crisp set* (himpunan tegas) merupakan himpunan klasik yang dipelajari dalam ilmu matematika dasar selama masih sekolah. Dalam *crisp set*, secara tegas menyatakan keanggotaan dari angka atau unsur apakah angka atau unsur tersebut merupakan bagian dari anggota himpunan atau bukan. Misalkan dalam sebuah himpunan D , sebuah unsur z adalah anggota dari D jika z terdefinisi atau ada di dalam D .

Contoh: $D = \{38, 42, 49, 51, 60, 65, 78\}$, maka $42 \in D$, namun $71 \notin D$.

Misalkan U merupakan semesta (*universe*) objek dan unsur y adalah anggota dari semesta U . Suatu *fuzzy set* C di dalam U didefinisikan sebagai suatu fungsi keanggotaan $\mu_C(x)$, yang memetakan setiap objek di U menjadi suatu nilai

real dalam suatu interval $[0, 1]$. Nilai – nilai $\mu_C(x)$ menyatakan derajat keanggotaan x didalam C .

Sebagai contohnya, misalkan $x = \{ 6, 11, 22, 32, 41, 54, 65, 71, 81 \}$ adalah *crisp set* Usia dalam satuan tahun. Balita, Muda, Dewasa dan Tua adalah empat buah *fuzzy set* yang merupakan *subset* dari x .

Tabel 2.2 *crisp set* dengan *fuzzy set*

X	Balita	Muda	Dewasa	Tua
6	0	1	0	0
11	0	1	0	0
22	0	0.7	0.9	0.1
32	0	0.5	1	0.2
41	0	0.2	1	0.4
54	0	0.1	1	0.6
65	0	0	1	1
71	0	0	1	1
81	0	0	1	1

Pada tabel 2.1, empat buah *fuzzy* merupakan *subset* dari x , dengan anggota dan derajat keanggotaannya, sebagai berikut

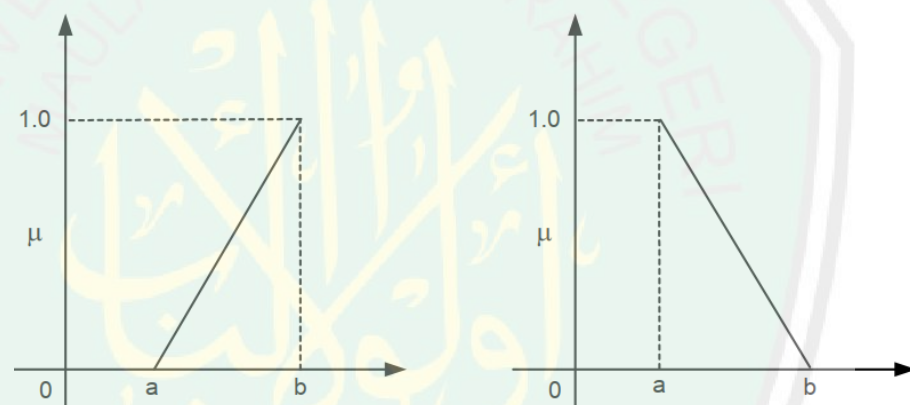
- Balita = { }
- Muda = { 6, 11, 22, 32, 41, 54 } dimana derajat keanggotaannya dinyatakan oleh $\mu_{muda} = \{ 1, 1, 0.7, 0.5, 0.2, 0.1 \}$.
- Dewasa = { 22, 32, 41, 54, 65, 71, 81 } dimana derajat keanggotaannya dinyatakan oleh $\mu_{dewasa} = \{ 0.7, 1, 1, 1, 1, 1, 1 \}$.

- Tua = { 22, 32, 41, 54, 65, 71 } dimana derajat keanggotaannya dinyatakan oleh $\mu_{tua} = \{0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.7, 1, 1\}$.

2.3.2 Membership Function

Membership function atau fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang memetakan titik *input* data kedalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval 0 sampai 1 (Kusumadewi 2003). Ada beberapa fungsi keanggotaan seperti berikut ini :

- Linear



Gambar 2.2 Kurva linear naik dan turun

Fungsi Keanggotaan :

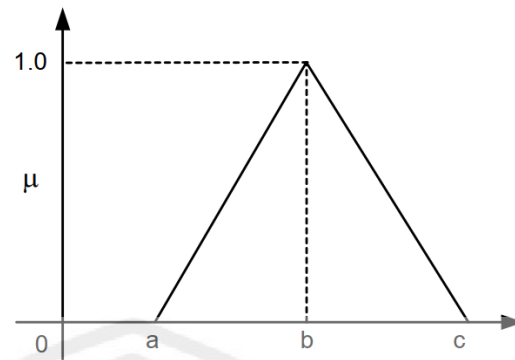
Linear naik :

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

Linear turun :

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

- Segitiga

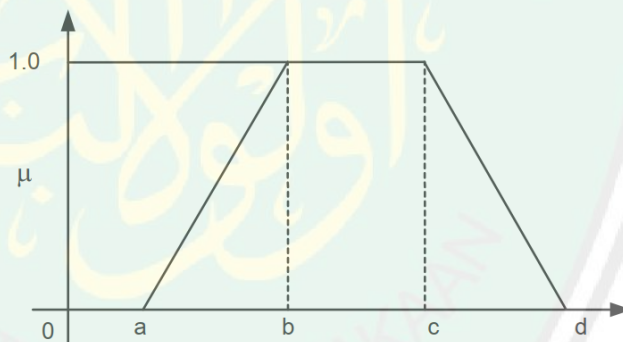


Gambar 2.3 Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu|x| = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x - a)/(x - b); & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b); & b \leq x \leq c \end{cases}$$

- Trapezium

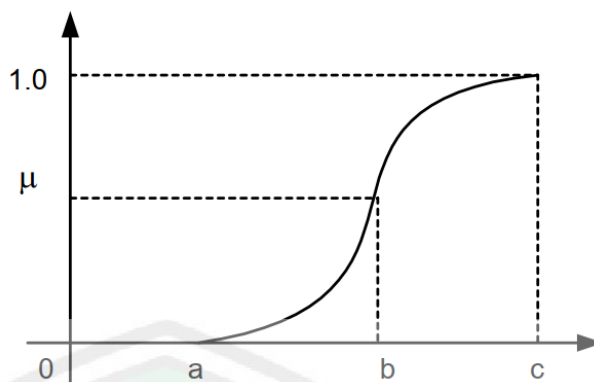


Gambar 2.4 Kurva Trapezium

Fungsi Keanggotaan :

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

- Sigmoid

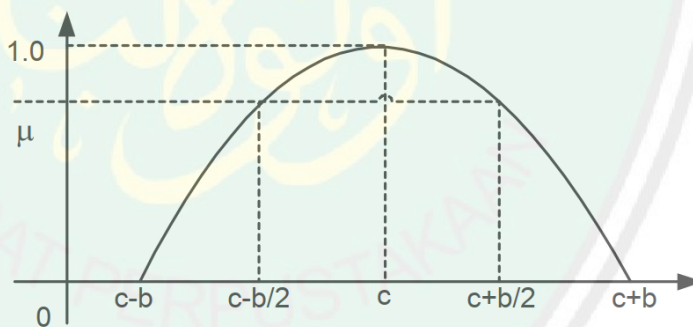


Gambar 2.5 Kurva Sigmoid

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu|x; a, b, c|sigmoid = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ 2 \left(\frac{x-a}{c-a} \right) * \left(\frac{x-a}{c-a} \right); & a < x \leq b \\ 1 - 2 \left(\frac{c-x}{c-a} \right) * \left(\frac{c-x}{c-a} \right); & b < x < c \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

- Phi



Gambar 2.6 Kurva phi

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu|x; a, b, c|phi = \begin{cases} \mu|x; c-b, c-b/2, c|sigmoid; & x \leq c \\ \mu|x; c, c+\frac{b}{2}, c+b|sigmoid; & x > c \end{cases}$$

2.4 Fuzzy Sugeno

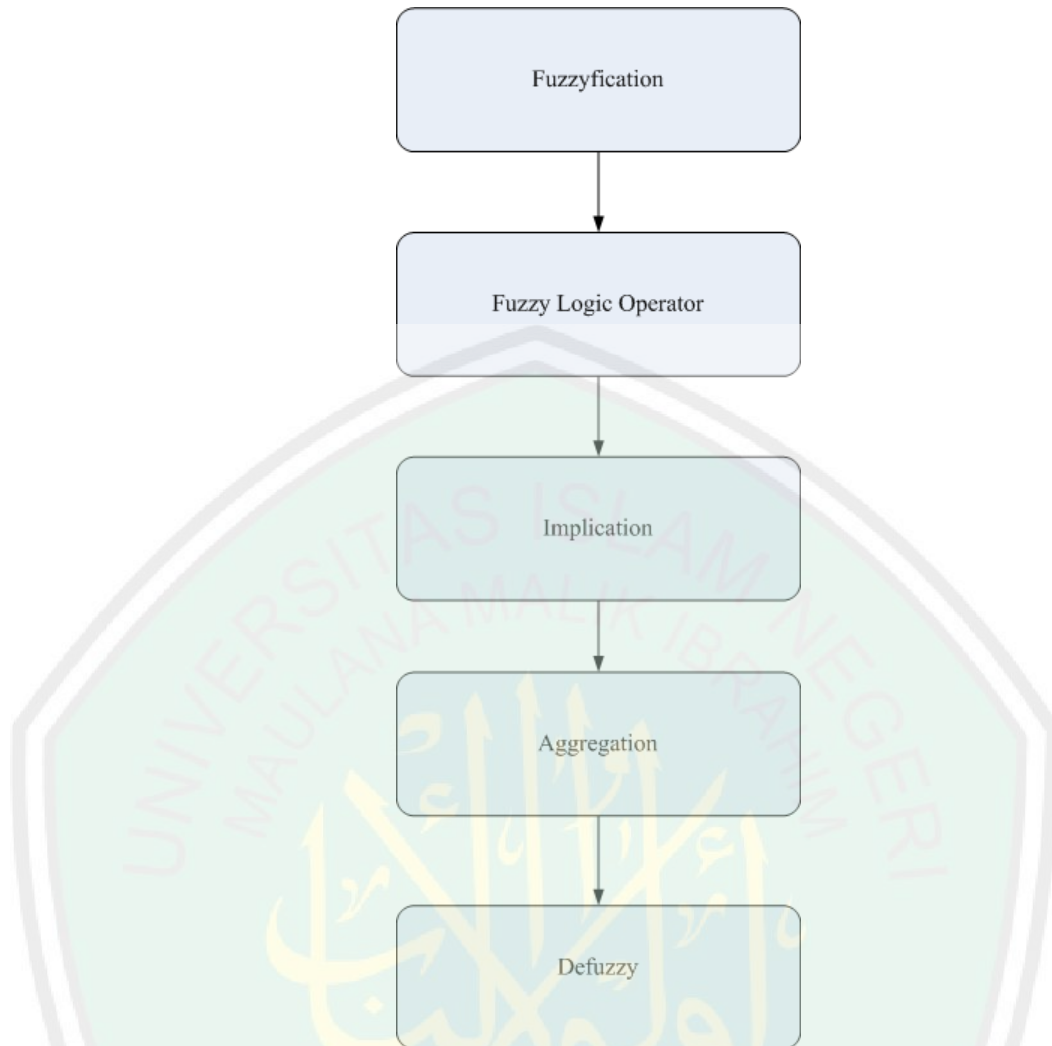
Fuzzy Logic mempunyai 3 model *Fuzzy Inference System* (FIS). *Fuzzy Sugeno* merupakan salah satunya. FIS adalah sebuah penarikan kesimpulan dari kaidah *fuzzy* yaitu *input (crisp value)* dan *output (crisp value)*. *Fuzzy Sugeno* diperkenalkan oleh Takagi, Sugeno dan Kang sehingga bisa disebut sistem inferensi *fuzzy* TSK. Aturan dari Model TSK menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y = f(x_1, \dots, x_n)$$

Fungsi f merupakan variabel – variabel *input* yang nilainya ada di dalam interval *range* variabel *output* (Suyanto, 2014). Batasan dari fungsi f biasanya dengan pernyataan bahwa f merupakan kombinasi linear dari variabel-variabel *input*:

$$f(x_1, \dots, x_n) = w_0 + w_1x_1 + \dots + w_nx_n$$

w_0, w_1, \dots, w_n merupakan konstanta yang berupa bilangan *real* yang merupakan bagian dari spesifikasi aturan *fuzzy*. Ada 5 tahap proses untuk mendapatkan *output* dari *Fuzzy Sugeno* :



Gambar 2.7 Diagram blok proses Fuzzy Sugeno

1. *Fuzzyfication*

Merupakan pemetaan nilai tegas / *crisp value* kedalam *fuzzy set* serta menentukan derajat keanggotaan didalam *fuzzy set*.

2. *Fuzzy Logic Operator*

Ada 3 operator logika yaitu AND, OR, dan NOT. Hasil operasi logika adalah menentukan derajat kebenaran dari variabel bebas yang ada di *antecedent* .

3. *Implication*

Aturan *IF-THEN* dilakukan untuk mendapatkan *output*. *Inputnya* derajat kebenaran bagian *antecedent* dan *fuzzy set* pada bagian *consequent*. Fungsi implikasi yang digunakan adalah *min*.

4. Aggregation

Output dari seluruh *IF-THEN rule* kemudian dikombinasikan menjadi satuan *fuzzy set*. Agregasi merupakan operasi logika *fuzzy* or *fuzzy set* sebagai masukannya.

5. Defuzzy

Outputnya adalah bilangan tunggal (*singleton*) ada beberapa fungsi untuk mendapatkan *output* yaitu *weight average*, *smallest of maximum*, *bisector*, *largest of maximum*, *middle of maximum*, dan *centroid*.

IF x_1 *is* A_1 *AND* ... x_n *is* A_n *THEN* $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

2.5 Simulasi

Model merupakan sebuah perwakilan dari suatu sistem yang dipelajari (bisa sebuah proses, kejadian atau obyek) dan dipergunakan untuk prediksi atau kontrol (Siregar 2017). Fungsi dari model adalah untuk menjelaskan (*explanatory*) tidak hanya deskriptif. Model dibuat agar mempermudah dengan jika merubah salah satu aspek / komponen dalam system, komponen lainnya sebagian atau seluruhnya akan berubah.

Simulasi merupakan teknik penyusunan model dari keadaan riil atau nyata (sistem) kemudian melakukan percobaan pada model tersebut. Simulasi merupakan alat dari metode atau model kuantitatif yang fleksibel. Biasanya,

simulasi diterapkan untuk menganalisa masalah yang rumit dari sistem sedangkan penggunaan teknik analisa yang ada sangat terbatas. Simulasi juga digunakan untuk mengetahui pengaruh atau akibat suatu keputusan dalam jangka waktu tertentu (Siregar 2017).

Keuntungan dari sistem model simulasi adalah kemampuan untuk menyelesaikan masalah atau eksperimen atas suatu sistem yang mengandung masalah ketidakpasian tanpa mengganggu atau mengadakan perlakuan atas system yang sedang diteliti. Keuntungan lainnya adalah waktu penyelesaian masalah secara singkat dengan hasil yang dapat dipercaya (Siregar 2017).

2.5.1 Klasifikasi Simulasi

Ada 3 bentuk penggunaan model simulasi untuk menyelesaikan model matematik yaitu :

1. *Static dan Dynamic Simulation Models*

Model ini mewakili sistem berdasarkan waktu. Model statik berarti sistem tetap tiap waktu dan dinamik berarti system berubah tiap waktu.

2. *Deterministic and Stokhastic Simulation Models*

Model deterministik merupakan model yang tidak mengandung unsur probabilitas, *output* ditentukan dari jumlah dan model hubungannya spesiifk. Model Stokhastik merupakan model yang mengandung minimal 1 *input* yang bersifat *random*. *Output* hasil bersifat random sehingga masih dibutuhkan validasi untuk menentukan estimasi hasil yang sesuai.

3. *Discreet and Continue Simulation Models*

Model diskrit merupakan model yang statusnya berubah secara instan pada titik-titik waktu yang terpisah. Sedangkan model kontinu merupakan model yang statusnya berubah secara kontinu tiap waktu.

2.6 MATLAB

MATLAB singkatan dari *Matrix Laboratory*. Awalnya, MATLAB disediakan untuk mempermudah akses matrix software yang dibuat oleh proyek dari LINPACK (*linear system package*) dan EISPACK (*Eigen system package*). Kemudian Matlab dibuat ulang menggunakan bahasa pemrograman C oleh MathWorks.

MATLAB merupakan bahasa pemrograman tinggi dan *case sensitive* dalam lingkungan komputasi numerik. MATLAB mempunyai struktur data yang canggih, didalamnya terdapat *buit in editing* dan *tools debugging* dan mendukung pemrograman berorientasi objek. Faktor – faktor ini membuat MATLAB menjadi tools yang bagus untuk mengajar dan melakukan penelitian.

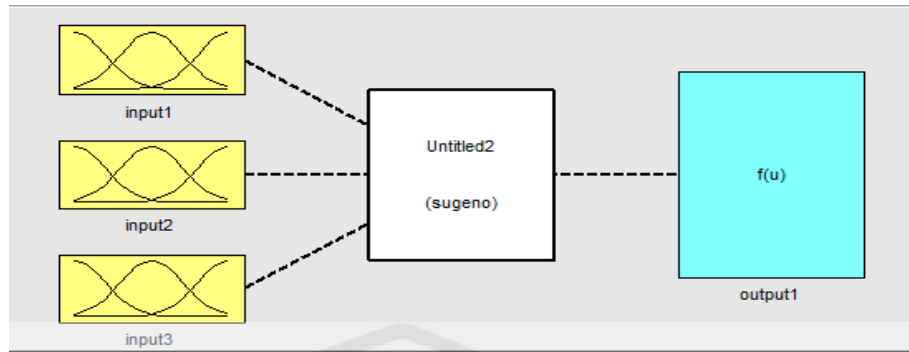
MATLAB mempunyai banyak keunggulan dibanding pemrograman komputer yang konvensional (bahasa C, bahasa Fortran) dalam menyelesaikan masalah teknis. MATLAB merupakan sebuah sistem yang interaktif dimana *basic* datanya adalah sebuah *array* yang tidak memerlukan *dimensioning*. *Software Package* MATLAB sudah menjadi standar *tools* di universitas dan perkantoran seluruh dunia.

MATLAB mempunyai rutinitas *built-in* yang kuat yang mana bisa melakukan variasi komputasi yang sangat luas. MATLAB juga mempunyai grafik perintah yang mudah digunakan yang langsung bisa ditampilkan hasilnya. MATLAB juga mempunyai aplikasi spesifik yang disebut *toolbox*. Ada toolbox untuk simulasi, *signal processing*, optimasi, teori kontrol, serta beberapa bidang ilmu dan teknik terapan lainnya (Houcque, 2005).

2.6.1 *Fuzzy Logic Toolbox*

Fuzzy Logic Toolbox merupakan salah satu toolbox yang ada pada MATLAB. *Fuzzy Logic Toolbox* menyediakan fungsi, *apps* dan *simulink* dari MATLAB untuk analisis, desain dan mensimulasi sistem berbasis Logika *Fuzzy*. *Toolbox* ini juga mengajari tatacara mendesain *Fuzzy Inference System* (FIS). *Toolbox* ini juga menyediakan berbagai metode seperti *fuzzy clustering* dan *Adaptive Neurofuzzy Learning*.

Fuzzy Logic Toolbox dapat membuat model *complex system behavior* menggunakan aturan logika *fuzzy* yang sederhana. Dan bisa mengimplementasikan aturan kedalam FIS. *Toolbox* ini bisa juga digunakan dalam mode *stand-alone* atau dengan mengkombinasikan dengan blok-blok *Simulink* sehingga dapat mensimulasi ke dalam sistem yang komprehensif dan dinamis.



Gambar 2.8 Tampilan input, proses, output pada toolbox fuzzy logic

Pada gambar 2.8 tampilan *input*, proses, dan *output* yang ada pada *fuzzy logic toolbox*. *Fuzzy logic toolbox* menggunakan 3 *input* dengan siste inferensi model *fuzzy sugeno* dan 1 *output*.

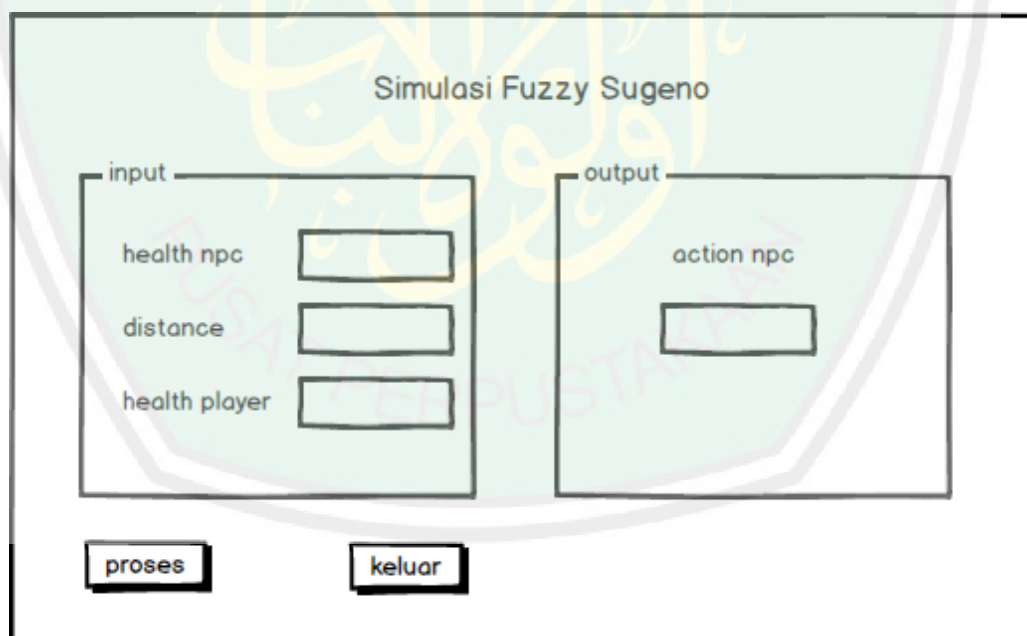
BAB III

DESAIN DAN RANCANGAN SISTEM

3.1 Desain Sistem

Pada penelitian ini, dibuat sebuah model simulasi menggunakan MATLAB. Model simulasi tersebut yaitu perilaku *NPC (Non Playable Character)* atas tindakan dari player dalam sebuah skenario game. Dalam skenario game, *NPC* merupakan karakter musuh yang berupa kapal bajak laut. *NPC* akan menghalangi dan menghancurkan kapal player dalam perjalanan mencapai tujuan. Objek penelitian ini adalah metode *Fuzzy Sugeno* yang diimplementasikan pada *NPC* kapal musuh dapat disimulasikan.

Desain simulasi antarmuka sebagai berikut :

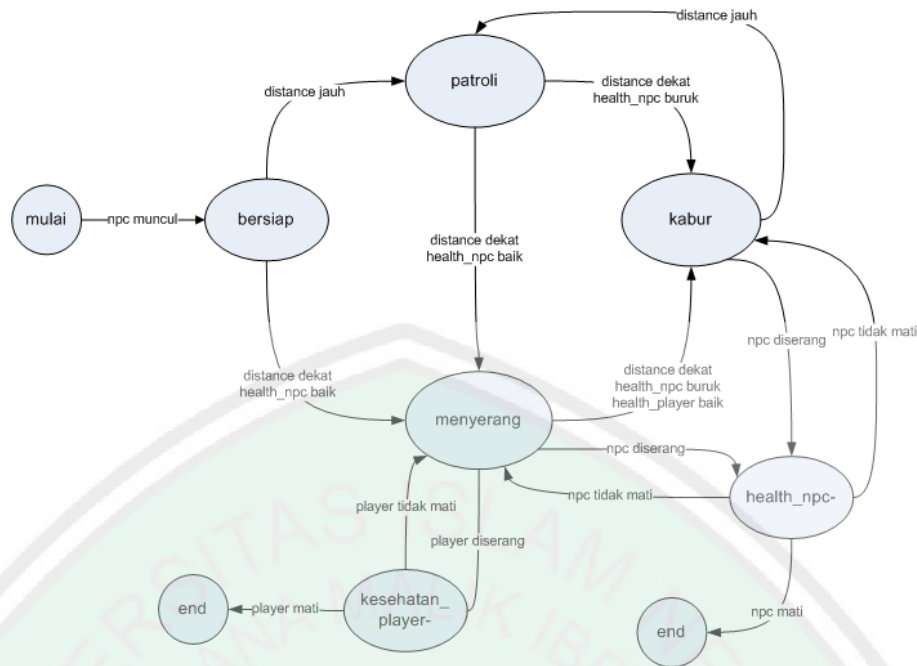


Gambar 3.1 Desain antarmuka simulasi

Penjelasan desain pada gambar 3.1 yaitu : kotak *input* terdiri dari *health npc*, *distance* dan *health player* masing masing dapat memasukkan nilai parameter angka. Kemudian *button* proses memproses ketiga *input* yang dimasukkan. Hasilnya akan muncul di kotak *output*. *Button* keluar merupakan untuk keluar dari desain antarmuka.

3.2 FSM

FSM merupakan singkatan dari *Finite State Machine*. *FSM* dalam penelitian ini menerangkan simulasi perilaku dari *NPC* kepada *player*. *NPC* akan menembaki *player* jika sudah pada jarak tertentu. Ketika *NPC* kapal berpatroli dan ketemu dengan *player*, maka tindakan *NPC* adalah menyerang atau menembaki. Ketika *health/* kesehatan musuh sedikit, musuh akan kabur. *Fuzzy Sugeno* menggunakan 3 variabel yaitu *health_npc*, *health_player* dan *distance* (jarak) antara *player* dengan *NPC*. Alur *FSM* yang digunakan dalam simulasi adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Finite State Machine (FSM)

3.3 Perancangan Fuzzy

Perancangan logika *fuzzy* dalam penelitian digunakan untuk menentukan keadaan NPC musuh. *Fuzzy Inference System* (FIS) yang dipakai adalah *Fuzzy Sugeno*. Tahap tahap perancangan *fuzzy* yaitu :

3.3.1 Variabel Fuzzy

Dalam simulasi perilaku NPC dibuat 3 variabel *input* dan 1 variabel *output* yaitu variabel *health_npc*, *distance*, *health_player* dan *output* yang berupa aksi dari NPC musuh.

3.3.2 Nilai Linguistik

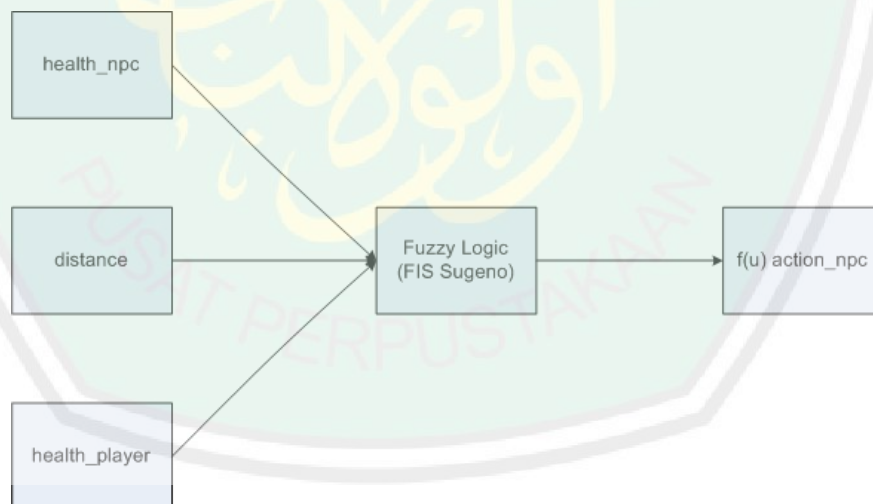
Setelah menentukan 4 variabel, didalam tiap-tiap variabel ditentukan nilai linguistiknya yaitu:

- a. Variabel *health_npc* terbagi menjadi 3 *input* : Sedikit, Sedang dan Banyak.
- b. Variabel *distance* terbagi menjadi 3 *input* : Dekat, Sedang, Jauh.
- c. Variabel *health_player* terbagi menjadi 3 *input* : Sedikit, Sedang dan Banyak.
- d. Variabel *action_npc* terbagi menjadi 3 *input* : Kabur, Patroli dan Menyerang.

3.3.3 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan pemetaan nilai tegas / *crisp value* kedalam *fuzzy set* serta menentukan derajat keanggotaan didalam *fuzzy set*. Secara garis besar pemetaannya adalah seperti gambar berikut ini :

:



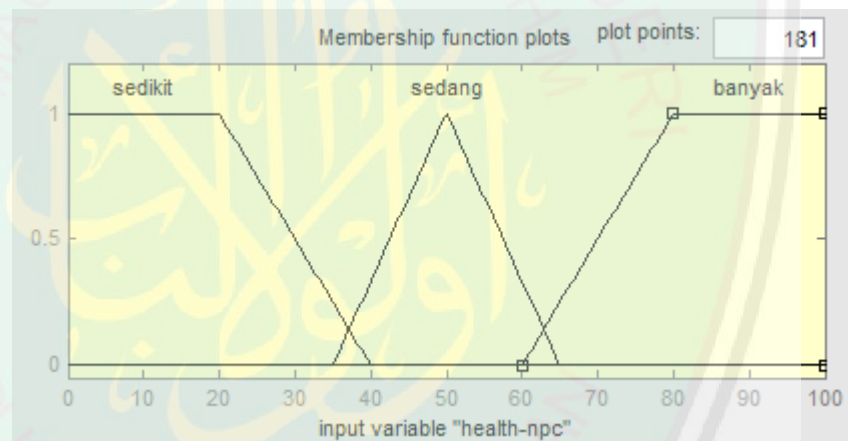
Gambar 3.3 input, proses dan output

Berdasarkan *FIS* diatas maka pemetaannya sebagai berikut :

1. Variabel *health_npc* mempunyai *range* nilai antara minimal 0 dan maksimal 100. Variabel *health_npc* dibagi menjadi tiga *input* yaitu banyak, sedang, dan sedikit masing – masing dengan nilai *range* sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel *health_npc*

Nilai Linguistik	<i>Range</i>
Sedikit	0 sampai 40
Sedang	35 sampai 65
Banyak	60 sampai 100

Gambar 3.4 Grafik input *health_npc*

Perhitungan tiga variabel didapatkan tiga fungsi yang berbeda, yaitu fungsi trapesium sebelah kiri dan sebelah kanan, serta fungsi segitiga ditengah. Setelah ini merupakan penghitungan dari ketiga fungsi yakni:

Kurva trapesium sebelah kiri : sedikit

$$\mu|sedikit| = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ 1; & x \leq 20 \\ \frac{40 - x}{40 - 20}; & 20 < x < 40 \end{cases}$$

Kurva segitiga : sedang

$$\mu|sedang| = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x - 35}{50 - 20}; & 35 < x \leq 50 \\ \frac{65 - x}{65 - 50}; & 50 < x < 65 \end{cases}$$

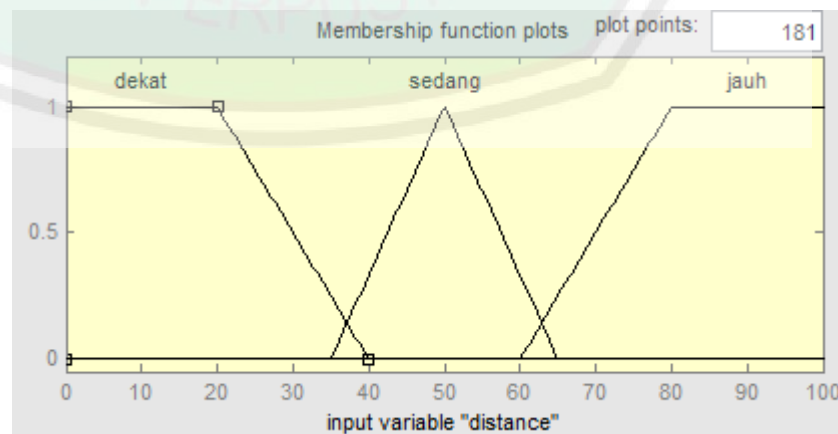
Kurva trapesium sebelah kanan : banyak

$$\mu|banyak| = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x - 60}{80 - 60}; & x \leq 20 \\ 1; & x > 60 \end{cases}$$

2. Variabel *distance* mempunyai *range* nilai antara minimal 0 dan maksimal 100. Variabel *distance* terbagi menjadi 3 *input* yaitu dekat, sedang dan jauh masing – masing dengan *range* nilai sebagai berikut:

Tabel 3.2 Variabel *Distance*

Nilai Linguistik	Range
Dekat	0 sampai 40
Sedang	35 sampai 65
Jauh	60 sampai 100



Gambar 3.5 Grafik input distance

Perhitungan tiga variabel didapatkan tiga fungsi yang berbeda, yaitu fungsi trapesium sebelah kiri dan sebelah kanan, serta fungsi segitiga ditengah. Setelah ini merupakan penghitungan dari ketiga fungsi yakni:

Kurva trapesium sebelah kiri : dekat

$$\mu|dekat| = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ 1; & x \leq 20 \\ \frac{40 - x}{40 - 20}; & 20 < x < 40 \end{cases}$$

Kurva segitiga : sedang

$$\mu|sedang| = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x - 35}{50 - 35}; & 35 < x \leq 50 \\ \frac{65 - x}{65 - 50}; & 50 < x < 65 \end{cases}$$

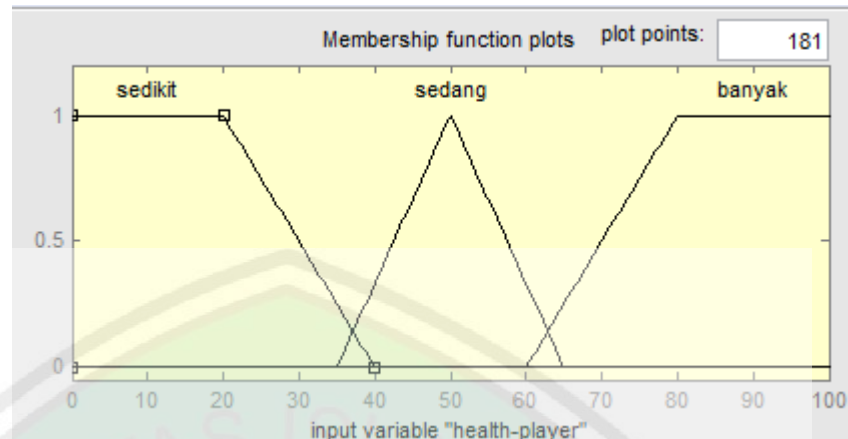
Kurva trapesium sebelah kanan : jauh

$$\mu|jauh| = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x - 60}{80 - 60}; & x \leq 20 \\ 1; & x > 60 \end{cases}$$

3. Variabel *health_player* mempunyai *range* nilai antara minimal 0 dan maksimal 100. Variabel *health_player* terbagi menjadi 3 *input* yaitu sedikit, sedang dan banyak masing – masing dengan *range* nilai sebagai berikut:

Tabel 3.3 Variabel *health_player*

Nilai Linguistik	<i>Range</i>
Sedikit	0 sampai 40
Sedang	35 sampai 65
Banyak	60 sampai 100



Gambar 3.6 Grafik input health_player

Perhitungan tiga variabel didapatkan tiga fungsi yang berbeda, yaitu fungsi trapesium sebelah kiri dan sebelah kanan, serta fungsi segitiga ditengah. Setelah ini merupakan penghitungan dari ketiga fungsi yakni:

Kurva trapesium sebelah kiri : sedikit

$$\mu|sedikit| = \begin{cases} 0; & x \geq 40 \\ 1; & x \leq 20 \\ \frac{40 - x}{40 - 20}; & 20 < x < 40 \end{cases}$$

Kurva segitiga : sedang

$$\mu|sedang| = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x - 35}{50 - 20}; & 35 < x \leq 50 \\ \frac{65 - x}{65 - 50}; & 50 < x < 65 \end{cases}$$

Kurva trapesium sebelah kanan : banyak

$$\mu|banyak| = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{x - 60}{80 - 60}; & 60 < x < 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases}$$

4. Variabel *action_npc* terbagi menjadi 3 *output* yaitu Menyerang, Patroli dan Kabur dan masing – masing dengan nilai sebagai berikut:

Tabel 3.4 variabel *action_npc*

Nilai Linguistik	Range
Kabur	$0 < x \leq 1$
Patrol	$1 < x < 2$
Menyerang	3

Dengan x merupakan himpunan bilangan dengan *range* tertentu.

3.3.4 Fuzzy Rules

Fuzzy rules atau aturan *fuzzy* yang ditetapkan berjumlah 27 *rules*. *Rule* tersebut yang menentukan bagaimana perilaku dari *NPC* :

Tabel 3.5 *Fuzzy Rules*

No	Input			Output
	<i>health_npc</i>	<i>distance</i>	<i>health_player</i>	<i>action_npc</i>
1.	Sedikit	Dekat	Sedikit	Menyerang
2.	Sedikit	Dekat	Sedang	Kabur
3.	Sedikit	Dekat	Banyak	Kabur
4.	Sedikit	Sedang	Sedikit	Menyerang
5.	Sedikit	Sedang	Sedang	Kabur
6.	Sedikit	Sedang	Banyak	Kabur

7.	Sedikit	Jauh	Sedikit	Patroli
8.	Sedikit	Jauh	Sedang	Patroli
9.	Sedikit	Jauh	Banyak	Patroli
10.	Sedang	Dekat	Sedikit	Menyerang
11.	Sedang	Dekat	Sedang	Menyerang
12.	Sedang	Dekat	Banyak	Menyerang
13.	Sedang	Sedang	Sedikit	Menyerang
14.	Sedang	Sedang	Sedang	Menyerang
15.	Sedang	Sedang	Banyak	Menyerang
16.	Sedang	Jauh	Sedikit	Patroli
17.	Sedang	Jauh	Sedang	Patroli
18.	Sedang	Jauh	Banyak	Patroli
19.	Banyak	Dekat	Sedikit	Menyerang
20.	Banyak	Dekat	Sedang	Menyerang
21.	Banyak	Dekat	Banyak	Menyerang
22.	Banyak	Sedang	Sedikit	Menyerang
23.	Banyak	Sedang	Sedang	Menyerang
24.	Banyak	Sedang	Banyak	Menyerang
25.	Banyak	Jauh	Sedikit	Patroli
26.	Banyak	Jauh	Sedang	Patroli
27.	Banyak	Jauh	Banyak	Patroli

Jika ditulis dalam *IF-THEN rules* atau aturan JIKA-MAKA maka aturannya sebagai berikut

1. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah menyerang).
2. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah kabur)
3. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah kabur)
4. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah menyerang)
5. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah kabur)
6. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah kabur)
7. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah patroli)
8. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah patroli)
9. Jika (*health_npc* adalah sedikit) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah patroli)
10. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah menyerang)
11. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah menyerang)
12. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance is* dekat) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah menyerang)

13. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah menyerang)
14. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah menyerang)
15. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah menyerang)
16. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah patroli)
17. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah patroli)
18. Jika (*health_npc* adalah sedang) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah patroli)
19. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah menyerang)
20. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah menyerang)
21. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah dekat) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah menyerang)
22. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah menyerang)
23. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah menyerang)
24. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah sedang) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah menyerang)

25. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah sedikit) maka (*action_npc* adalah patroli)
26. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah sedang) maka (*action_npc* adalah patroli)
27. Jika (*health_npc* adalah banyak) dan (*distance* adalah jauh) dan (*health_player* adalah banyak) maka (*action_npc* adalah patroli)

3.3.5 Implikasi dan Defuzzyfikasi

Metode *Fuzzy Sugeno* menggunakan fungsi implikasi minimum (MIN).

Untuk defuzzyfikasinya menggunakan metode *weight average*.

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

3.3.6 Percobaan

Percobaan ini menggunakan model perhitungan matematik. Apabila diketahui *health_npc* memiliki nilai 55, *distance* memiliki nilai 40, dan *health_player* memiliki 30 maka tahap - tahap sehingga mendapatkan *output fuzzy sugeno* adalah :

1. Fuzzyfikasi *health_npc*

Penghitungan fuzzyfikasi variabel *health_npc* dengan nilai 55 :

$$\mu_{health_npc \text{ Sedikit}} [55] = 0; \text{health_npc} \geq 40$$

$$\mu_{health_npc \text{ Sedang}} [55] = \frac{65-55}{65-50} = 0.66; 50 < \text{health_npc} < 65$$

$$\mu_{health_npc \text{ Banyak}} [55] = 0; \text{health_npc} \leq 60$$

Perolehan perhitungan diatas dapat disimpulkan masing masing derajat keanggotaan tiap nilai linguistik yaitu :

- $\mu_{\text{Sedikit}} [55] = 0$.
- $\mu_{\text{Sedang}} [55] = 0.66$.
- $\mu_{\text{Banyak}} [55] = 0$.

2. Fuzzyfikasi *distance*

Penghitungan fuzzyfikasi untuk variabel *distance* dengan nilai 40 :

$$\mu_{\text{distance Dekat}} [40] = 0; \text{distance} \geq 40$$

$$\mu_{\text{distance Sedang}} [40] = \frac{40-35}{50-35} = 0.33; 35 < \text{distance} \leq 50$$

$$\mu_{\text{distance Jauh}} [40] = 0; \text{distance} \leq 60$$

Perolehan perhitungan diatas dapat disimpulkan masing masing derajat keanggotaan tiap nilai linguistik yaitu :

- $\mu_{\text{Dekat}} [55] = 0$.
- $\mu_{\text{Sedang}} [55] = 0.33$.
- $\mu_{\text{Jauh}} [55] = 0$.

3. Fuzzyfikasi *health_player*

Penghitungan fuzzyfikasi untuk variabel *health_player* dengan nilai 30 :

$$\mu_{\text{health_player sedikit}} [30] = \frac{40-30}{40-20} = 0.5; 20 < \text{health_player} < 40$$

$$\mu_{\text{health_player Sedang}} [30] = 0; \text{health_player} \leq 35 \text{ atau } \text{health_player} \geq 65$$

$$\mu_{\text{health_player Banyak}} [30] = 0; \text{health_player} \leq 60$$

Perolehan perhitungan diatas dapat disimpulkan masing masing derajat keanggotaan tiap nilai linguistik yaitu :

- $\mu_{\text{Sedikit}} [20] = 0.5$.
- $\mu_{\text{Sedang}} [20] = 0$.
- $\mu_{\text{Banyak}} [20] = 0$.

4. Implikasi

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

Tabel 3.6 Fungsi Implikasi

No	Input			MIN
	<i>health_npc</i>	<i>Distance</i>	<i>health_player</i>	
1.	0	0	0.5	0
2.	0	0	0	0
3.	0	0	0	0
4.	0	0.33	0.5	0
5.	0	0.33	0	0
6.	0	0.33	0	0
7.	0	0	0.5	0
8.	0	0	0	0
9.	0	0	0	0
10.	0.66	0	0.5	0
11.	0.66	0	0	0
12.	0.66	0	0	0
13.	0.66	0.33	0.5	0.33

14.	0.66	0.33	0	0
15.	0.66	0.33	0	0
16.	0.66	0	0.5	0
17.	0.66	0	0	0
18.	0.66	0	0	0
19.	0	0	0.5	0
20.	0	0	0	0
21.	0	0	0	0
22.	0	0.33	0.5	0
23.	0	0.33	0	0
24.	0	0.33	0	0
25.	0	0	0.5	0
26.	0	0	0	0
27.	0	0	0	0

5. Defuzzyfikasi

Proses selanjutnya yaitu menentukan variabel linguistik *action_npc* yang merupakan keputusan dari setiap aturan yang dibuat yaitu sebagai berikut :

- Menyerang memiliki nilai ≥ 3
- Patroli memiliki nilai antara $1 < x \leq 2$
- Kabur memiliki nilai antara $0 < x \leq 1$

Kemudian menggunakan rumus *weight average* :

$$Action_npc = \frac{\sum ai zi}{\sum ai}$$

Keputusan =

$$\begin{aligned}
 &(0 \times 3 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 3 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 2 + 0 \times 2 + 0 \times 2 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0. \\
 &33 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \times 3 + 0 \\
 &\times 1 + 0 \times 1 + 0 \times 1) / (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0.33 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + \\
 &0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 3
 \end{aligned}$$

Hasil yang diperoleh adalah 3 sehingga NPC menyerang.



BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Bab IV menjelaskan tentang implementasi dari perancangan desain model simulasi, perancangan dan pengujian *fuzzy sugeno* pada MATLAB. Tujuan dari pengujian metode *fuzzy sugeno* adalah untuk mengetahui metode *Fuzzy Sugeno* tersebut dapat mengatur perilaku *NPC* sesuai dengan variabel yang dimiliki.

4.1 Peralatan yang digunakan

Spesifikasi *hardware* dan *software* yang digunakan yaitu :

4.1.1 *Hardware*

Perangkat keras yang digunakan dalam pengujian metode yaitu

- a. Laptop Acer Aspire 4741 Processor intel(R) Core(TM) i3
CPU @ 2.25 GHZ, RAM 3.00 GB

4.1.2 *Software*

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian metode yaitu

- a. MATLAB R2012b

4.2 Implementasi *Fuzzy Sugeno*

Implementasi *Fuzzy Sugeno* pada *MATLAB* yaitu dengan 3 variabel *input* dan 1 variabel *output*. Variabel *input* terdiri dari variabel *health_npc*, *distance*, dan *health_player*, kemudian variabel *output* yaitu *action_npc*. Ada 3 keputusan perilaku *NPC*, yakni : Menyerang, Patroli, Kabur.

Tabel 4.1 Percobaan

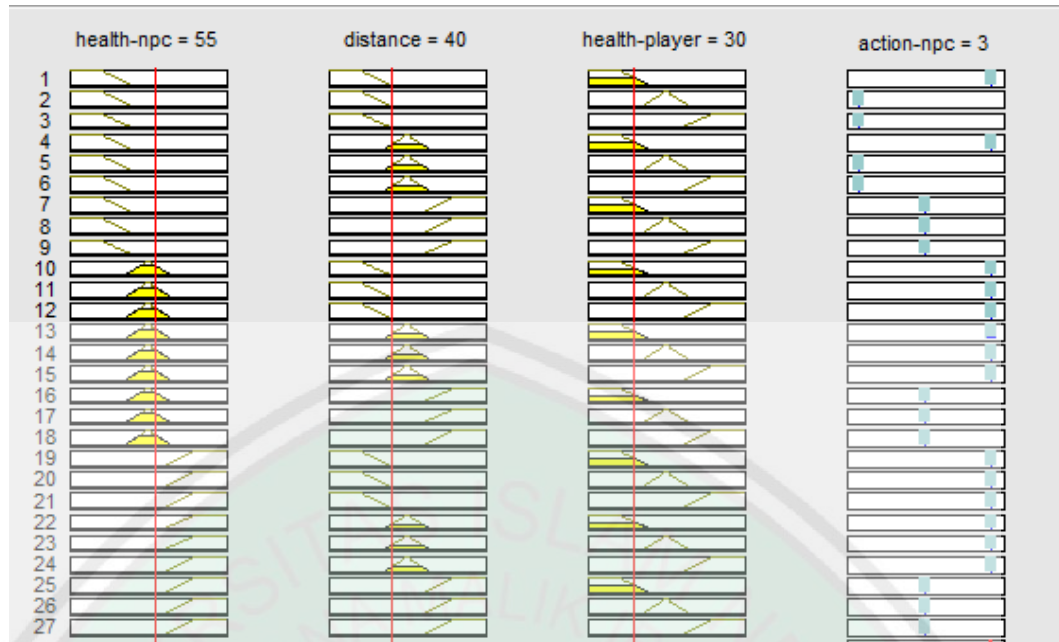
No	Nilai			
	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>health_npc</i>	<i>Distance</i>	<i>health_player</i>	
1	50	50	50	3
2	20	50	60	1
3	5	10	20	3
4	15	70	30	2
5	90	70	20	2
6	80	40	20	3
7	50	40	100	3
8	20	40	70	1
9	25	10	20	3
10	100	100	20	2
11	60	80	20	2
12	30	50	50	1
13	30	65	50	2
14	50	65	15	2
15	60	60	15	3
16	10	60	15	3
17	10	40	85	1
18	50	40	85	3
19	45	45	100	3

20	55	90	40	2
21	11	40	30	3
22	11	35	60	1
23	40	40	40	3
24	60	70	75	2
25	66	64	10	2.25
26	51	44	37	3
27	91	50	97	3
28	30	45	90	1
29	5	5	5	3
30	15	60	15	3

Tabel percobaan ini merupakan hasil dari perhitungan matematis (manual) dengan 30 data melalui 5 tahap yaitu *fuzzyfication*, penentuan *fuzzy logic operator*, *implication*, *aggregation*, dan *defuzzy*.

4.3 Pengujian Fuzzy Sugeno pada Matlab

Pengujian *fuzzy sugeno* dengan matlab menggunakan *fuzzy logic toolbox* yang ada pada MATLAB. Pengujian ini menggunakan *input* 3 variabel dan menghasilkan *output* perilaku NPC. Percobaannya yaitu jika *health_npc* memiliki nilai 55, *distance* memiliki nilai 40 dan *health_player* bernilai 30 disimulasikan di MATLAB.



Gambar 4.1 Tampilan percobaan fuzzy sugeno pada matlab

Gambar tersebut merupakan hasil percobaan pada Matlab. Jika *health_npc* memiliki nilai 55, *distance* memiliki nilai 40 dan *health_player* bernilai 30 maka keputusan yang dihasilkan bernilai 3 maka perilaku NPC adalah menyerang.

Tampilan antarmuka GUI pada MATLAB adalah sebagai berikut :

The screenshot shows a MATLAB GUI titled 'Simulasi Perilaku NPC'. It features an 'Input' section with three text boxes for 'health_npc', 'distance', and 'health_player'. An 'Output' section contains a text box for 'action_npc'. At the bottom, there are two buttons: 'proses' and 'keluar'.

Gambar 4.2 Tampilan GUI simulasi

Dalam GUI terdapat *input* variabel *health_npc*, *distance* dan *health_player* yang dimasukkan nilainya. *Outputnya* adalah adalah *action_npc*. *Button* proses merupakan *button* untuk memproses input menjadi output serta menghubungkan dengan *fuzzy logic toolbox*.

Tabel 4.2 Pengujian *Fuzzy Sugeno* pada Matlab

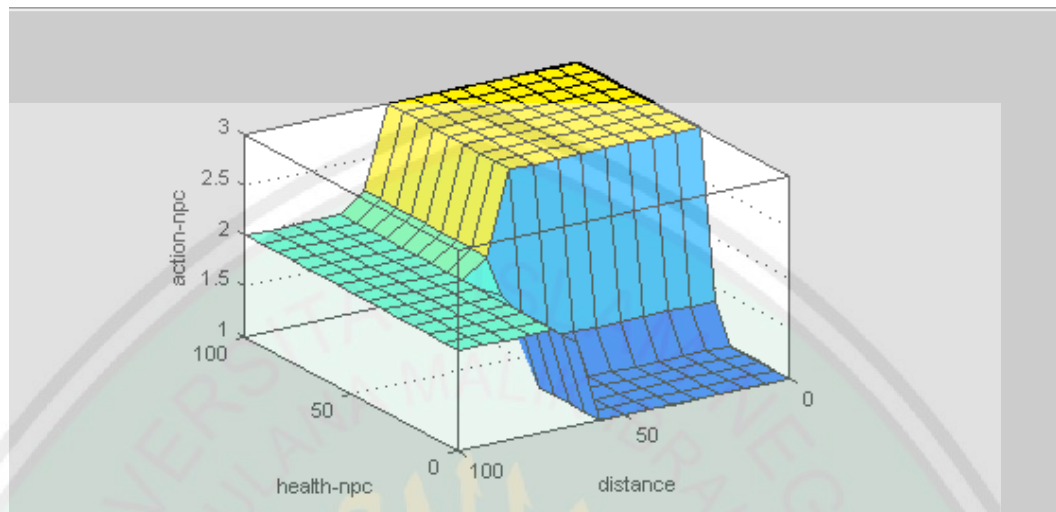
No	Nilai			
	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	<i>health_npc</i>	<i>Distance</i>	<i>health_player</i>	
1	50	50	50	3
2	20	50	60	1
3	5	10	20	3
4	15	70	30	2
5	90	70	20	2
6	80	40	20	3
7	50	40	100	3
8	20	40	70	1
9	25	10	20	3
10	100	100	20	2
11	60	80	20	2
12	30	50	50	1
13	30	65	50	2
14	50	65	15	2
15	60	60	15	3

16	10	60	15	3
17	10	40	85	1
18	50	40	85	3
19	45	45	100	3
20	55	90	40	2
21	11	40	30	3
22	11	35	60	1
23	40	40	40	3
24	60	70	75	2
25	66	64	10	2.25
26	51	44	37	3
27	91	50	97	3
28	30	45	90	1
29	5	5	5	3
30	15	60	15	3

Tabel diatas merupakan pengujian metode *fuzzy sugeno* untuk mesimulasi perilaku *NPC* menggunakan MATLAB sebanyak 30 kali. Nilai input berbeda – beda tiap pengujian. Salah satu hasil dari uji coba *health_npc* memiliki nilai 60, *distance* memiliki nilai 60 dan *health_player* bernilai 15 maka keputusan yang dihasilkan bernilai 3 maka perilaku *NPC* adalah menyerang.

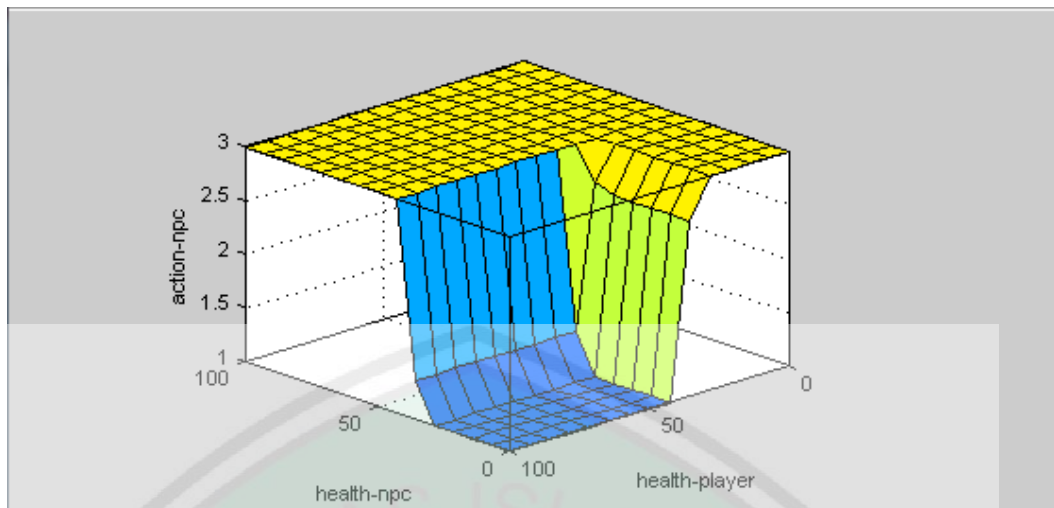
4.3.1 Grafik 3D Fuzzy

Output fuzzy perilaku NPC terhadap perbedaan input direpresentasikan oleh grafik 3D. Ada 3 grafik permukaan karena ada 3 input.



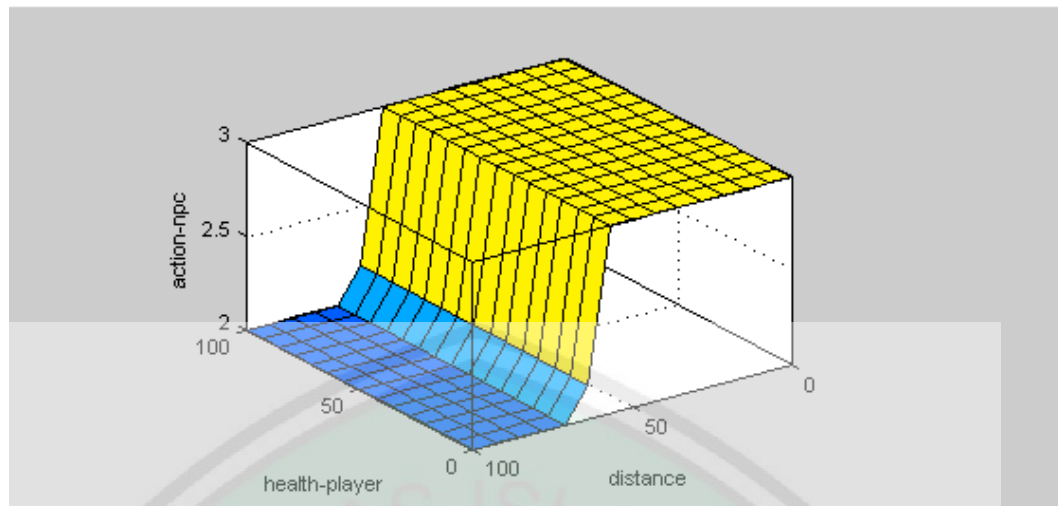
Gambar 4.3 perubahan perilaku fuzzy terhadap *health_npc* dan *distance*

Grafik 4.3 merupakan perubahan perilaku fuzzy terhadap variabel *health_npc* dan *distance*. Grafik berwarna biru pekat merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 1. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 0 – 30 dan *distance* berada pada *range* kira – kira 0 – 55. Grafik berwarna biru muda merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 2. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 0 – 100 dan *distance* berada pada *range* kira – kira 70 – 100. Grafik berwarna kuning merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 3. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 45 – 100 dan *distance* berada pada *range* kira – kira 0 – 55.



Gambar 4.4 perubahan perilaku fuzzy terhadap *health_npc* dan *health_player*

Grafik 4.4 merupakan perubahan perilaku fuzzy terhadap variabel *health_npc* dan *health_player*. Grafik berwarna biru pekat merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 1. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 0 – 30 dan *health_player* berada pada *range* kira – kira 45 – 100. Grafik berwarna kuning merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 3. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 0 – 40 dan *health_player* berada pada *range* kira – kira 0 – 30 atau jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 45 – 100 dan *health_player* berada pada *range* kira – kira 40 – 100.



Gambar 4.5 perubahan perilaku fuzzy terhadap *health_player* dan *distance*

Grafik 4.5 merupakan perubahan perilaku fuzzy terhadap variabel *health_npc* dan *health_player*. Grafik berwarna biru pekat merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 2. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_player* berada pada *range* kira – kira 0 – 100 dan *distance* berada pada *range* kira – kira 75 – 100. Grafik berwarna kuning merupakan hasil keputusan npc dengan variabel *action_npc* yang bernilai 3. Keputusan bisa dihasilkan jika nilai *health_npc* berada pada *range* kira – kira 0 – 100 dan *distance* berada pada *range* kira – kira 0 – 55

4.4 Integrasi Penelitian dengan Islam

Akal dalam bahasa Arab berasal dari kata *Al-'aql* yang berarti paham, mengerti atau memikirkan. Sehingga Akal merupakan kemampuan memahami sesuatu (Aliyah, 2017). Dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) pengertian akal yaitu daya pikir untuk memahami sesuatu, pikiran, ingatan. Manusia diberi akal oleh tuhan secara gratis, dimanapun manusia dilahirkan di bumi ini. Akal juga merupakan anugerah *fadhilah* dari Allah.

Logika merupakan tulang punggung dari akal (Nadjib, 2017). Dalam ilmu filsafat, logika berasal dari kata Yunani *logos* yang berarti hasil pertimbangan akal pikiran yang diutarakan melalui kata dan dinyatakan dengan bahasa. Dalam ilmu matematika, matematika itu sendiri merupakan logika yang tersistemisasi. Matematika merupakan pendekatan logika kepada metode ilmu ukur yang menggunakan tanda – tanda atau simbol – simbol matematik (logika simbolik).

Kemudian, dari Akal manusia lahir sebuah konsep *Artificial Intelligent* yang sampai saat ini masih dalam tahap perkembangan. Selain itu, perkembangan logika menjadi sebuah algoritma logika *fuzzy* dalam Ilmu Komputer yang dapat diterapkan untuk merancang sebuah perilaku NPC dalam game atau di sebuah simulasi.

Didalam Al-Quran, Allah sering menekankan penggunaan akal dan logika berpikir. Seperti dalam surat Al – Baqarah ayat 219 yang berbunyi :

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْخَمْرِ وَالْمَيْسِرِ قُلْ فِيهِمَا إِثْمٌ كَبِيرٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَإِثْمُهُمَا أَكْبَرُ مِنْ نَفْعِهِمَا
وَيَسْأَلُونَكَ مَاذَا يُنْفِقُونَ قُلِ الْعَفْوَ كَذَلِكَ يُبَيِّنُ اللَّهُ لَكُمْ الْآيَاتِ لَعَلَّكُمْ تَتَفَكَّرُونَ

Artinya : Mereka bertanya kepadamu tentang khamar dan judi. Katakanlah: "Pada keduanya terdapat dosa yang besar dan beberapa manfaat bagi manusia, tetapi dosa keduanya lebih besar dari manfaatnya". Dan mereka bertanya kepadamu apa yang mereka nafkahkan. Katakanlah: "Yang lebih dari keperluan". Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepadamu supaya kamu berfikir. (Q.s. Al-Baqarah : 219)

Surat Al An'am ayat 50 yang berbunyi :

قُلْ لَا أَقُولُ لَكُمْ عِنْدِي خَزَائِنُ اللَّهِ وَلَا أَعْلَمُ الْغَيْبِ وَلَا أَقُولُ لَكُمْ إِنِّي مَلَكٌ إِنِّي أَتَّبِعُ إِلَّا مَا يُوحَىٰ
إِلَيَّ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الْأَعْمَىٰ وَالْبَصِيرُ أَفَلَا تَتَفَكَّرُونَ

Artinya : Katakanlah: Aku tidak mengatakan kepadamu, bahwa perbendaharaan Allah ada padaku, dan tidak (pula) aku mengetahui yang ghaib dan tidak (pula) aku mengatakan kepadamu bahwa aku seorang malaikat. Aku tidak mengikuti kecuali apa yang diwahyukan kepadaku. Katakanlah: "Apakah sama orang yang buta dengan yang melihat?" Maka apakah kamu tidak memikirkannya?" (Q.s Al An'am : 50).

Surat Ali Imron ayat 118 yang berbunyi :

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَتَّخِذُوا بِطَانَةَ مَنْ دُونَكُمْ لَا يَأْلُوَنكُمْ خَبَالًا وَدُوا مَا عَنِتُّمْ قَدْ بَدَتِ الْبَغْضَاءُ
مِنْ أَقْوَاهِهِمْ وَمَا تُخْفِي صُدُورُهُمْ أَكْبَرُ قَدْ بَيَّنَّا لَكُمْ الْآيَاتِ إِن كُنْتُمْ تَعْلَمُونَ

Artinya : Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu ambil menjadi teman kepercayaanmu orang-orang yang, di luar kalanganmu (karena) mereka tidak henti-hentinya (menimbulkan) kemudharatan bagimu. Mereka menyukai apa yang menyusahkan kamu. Telah nyata kebencian dari mulut mereka, dan apa yang disembunyikan oleh hati mereka adalah lebih besar lagi. Sungguh telah Kami terangkan kepadamu ayat-ayat (Kami), jika kamu memahaminya. (Q.s Ali Imran ayat 118)

Surat Al-An'am ayat 151 berbunyi :

فَلْيَتَعَلَّوْا أَتْلُ مَا حَرَّمَ رَبُّكُمْ عَلَيْكُمْ أَلَّا تُشْرِكُوا بِهِ شَيْئًا وَبِالْوَالِدَيْنِ إِحْسَانًا وَلَا تَقْتُلُوا أَوْلَادَكُمْ
مِنْ إِمْلَاقٍ نَحْنُ نَرْزُقُكُمْ وَإِيَّاهُمْ وَلَا تَقْرَبُوا الْفَوَاحِشَ مَا ظَهَرَ مِنْهَا وَمَا بَطَّنَ وَلَا تَقْتُلُوا النَّفْسَ
الَّتِي حَرَّمَ اللَّهُ إِلَّا بِالْحَقِّ ذَلِكُمْ وَصَّاكُمْ بِهِ لَعَلَّكُمْ تَعْلَمُونَ

Artinya : Katakanlah: "Marilah kubacakan apa yang diharamkan atas kamu oleh Tuhanmu yaitu: janganlah kamu mempersekutukan sesuatu dengan Dia, berbuat baiklah terhadap kedua orang ibu bapa, dan janganlah kamu membunuh anak-anak kamu karena takut kemiskinan, Kami akan memberi rezeki kepadamu dan kepada mereka, dan janganlah kamu mendekati perbuatan-perbuatan yang keji, baik yang nampak di antaranya maupun yang tersembunyi, dan janganlah kamu membunuh jiwa yang diharamkan Allah (membunuhnya) melainkan dengan sesuatu (sebab) yang benar". Demikian itu yang diperintahkan kepadamu supaya kamu memahami(nya). (Q.s Al-An'am ayat 151)

Poin yang dapat diambil dari ayat – ayat Al Quran surat Al-Baqarah ayat 29, surat Al-An'am ayat 50, surat Ali Imran ayat 118 dan surat Al-An'am ayat 151 yakni yang menunjukkan pada akhir ayat adalah penggunaan akal yang banyak di *mention* oleh Allah SWT. Bahwa dalam beragama tidak mungkin kalau tidak menggunakan akal. Apalagi kalau membaca Al-Quran serta mentadabburi Al-Quran logika dan akal pasti digunakan. Jadi dalam penelitian ini, Metode *Logika Fuzzy* yang diterapkan untuk mensimulasi perilaku NPC diharapkan akan

membuat penulis dan pembaca lebih memahami agama islam dengan menggunakan logika dan akal.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji coba implementasi dan pengujian *fuzzy sugeno* pada simulasi perilaku *NPC* menggunakan MATLAB, berhasil diuji coba sesuai dengan variabel *input* dan menghasilkan *output* simulasi perilaku *NPC* yaitu kabur, patroli dan menyerang. Model sistem diuji coba melalui pengujian dengan *fuzzy logic toolbox* pada MATLAB sebanyak 30 kali dan percobaan manual. Hasil uji coba menggunakan MATLAB dan percobaan manual berhasil memperoleh output yang sama.

5.2 Saran

Pada model simulasi perilaku *NPC* masih banyak kekurangan diantaranya:

1. Simulasi masih menggunakan algoritma sederhana yaitu *fuzzy sugeno*.
2. Model GUI simulasi masih sangat sederhana.
3. Simulasi perilaku *NPC* masih belum diaplikasikan ke *game*.

DAFTAR PUSTAKA

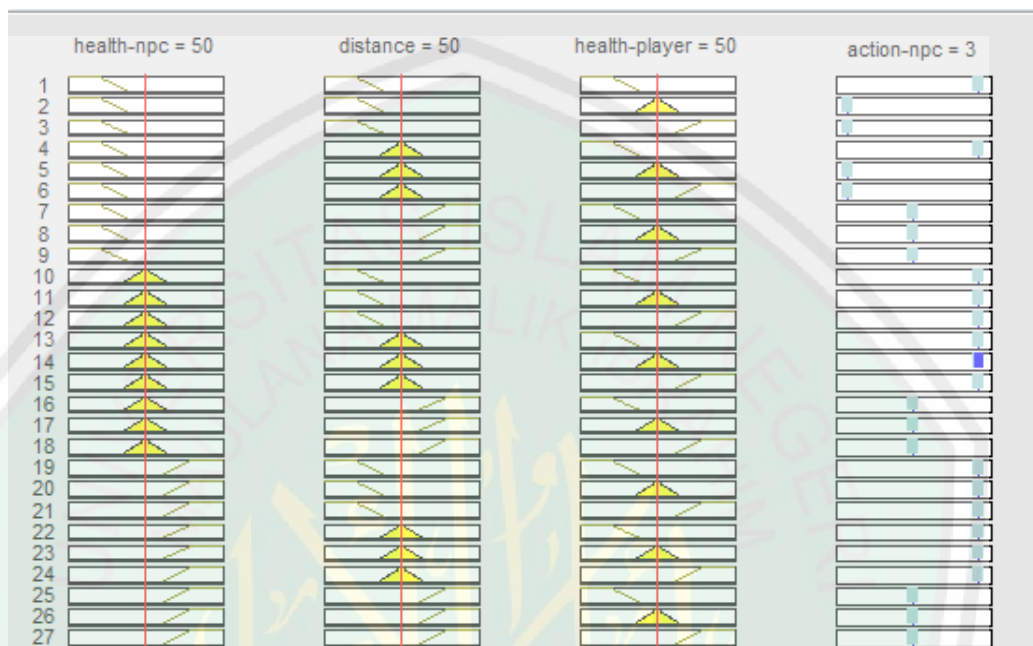
- Warpfelt, H. 2016. *The Non-Player Character*. Sockholm : Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University.
- Salen, Katie, Eric Zimmerman. 2003. *Rules of Play Game Design Fundamental*. MITpress.
- Reynolds, Craig W. 1999. *Steering Behaviour For Autonomus Character*. Sony Computer Entertainment America.
- Kusumadewi. 2003. *Artificial Intelligent (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kamboj, Vadna, Amrit Kaur. 2013. *Comparison of Constant SUGENO-Type and MAMDANI-Type Fuzzy Inference System for Load Sensor*. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE).
- Purba, Kristo Radion, Rini Nur Hasanah, M. Azis. 2013. Implementasi Logika Fuzzy Untuk Mengatur Perilaku Musuh dalam Game Bertipe *Action-RPG*. Jurnal EECCIS Vol 7, No 1.
- Soylucicek, Ali Emre, Erkan Bostasci, Aykut Burak Safak. 2017. *A Fuzzy Logic Based Attack Strategy Design For Enemy Drones in Meteor Escapee Game*. International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) Vol 9, No 3.
- Arif, Yunifa Miftachul, Ady Wicaksono, Fachrul Kurniawan. 2012. Pergantian Senjata NPC pada Game *FPS* Menggunakan *Fuzzy Sugeno*. Prosiding Seminas Vol 1, No 2.
- Wahyudia A., Wildan Pramanda. 2016. Game Perang Tank Dengan Menggunakan Algoritma Fuzzy Sugeno Untuk Mengatur Perilaku NPC. Etheses UIN Maliki Malang.
- Suyanto, (2014). *Artificial Intelligent*. Bandung : Informatika Bandung.
- Aliyah, Tuti. 2017. Akal Menurut Pandanngan Al-Ghazali. Fakultas Ushuluddin. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Nadjib, Emha Ainun. 2017. Tafsir Logika Kehati-hatian. url : <https://www.caknun.com/2017/tafsir-logika-kehati-hatian/>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2019 jam 06:12

- Houcque, David. 2005. *Introduction to MATLAB for Engineering Student*. Northwestern University. url : <https://www.mccormick.northwestern.edu/documents/students/undergraduate/introduction-to-matlab.pdf>. Diakses pada tanggal 17 Juni 2019 jam 12:48
- Siregar, Kiman. 2017. *Simulasi dan Pemodelan (Aplikasi untuk Keteknik Pertanian)*. Syiah Kuala University. url : https://www.researchgate.net/publication/321097838_Simulasi_dan_Pemodelan_Aplikasi_Untuk_Keteknikan_Pertanian. Diakses pada tanggal 17 Juni 2019 jam 12:53.
- Fajrin, Alfannisa Annurullah. 2017. *Fuzzy Inference System Sugeno Untuk Evaluasi Kinerja Pelayanan Pegawai Kantor Camat Bata*. *Jurnal Positif*, Volume 3, No.2, 2017 : 83 – 87
- Dernoncount, Frank. 2013. *Introduction to Fuzzy Logic*. url: http://francky.me/doc/course/fuzzy_logic.pdf. Diakses pada tanggal 21 Juni 2019 jam 9:11.

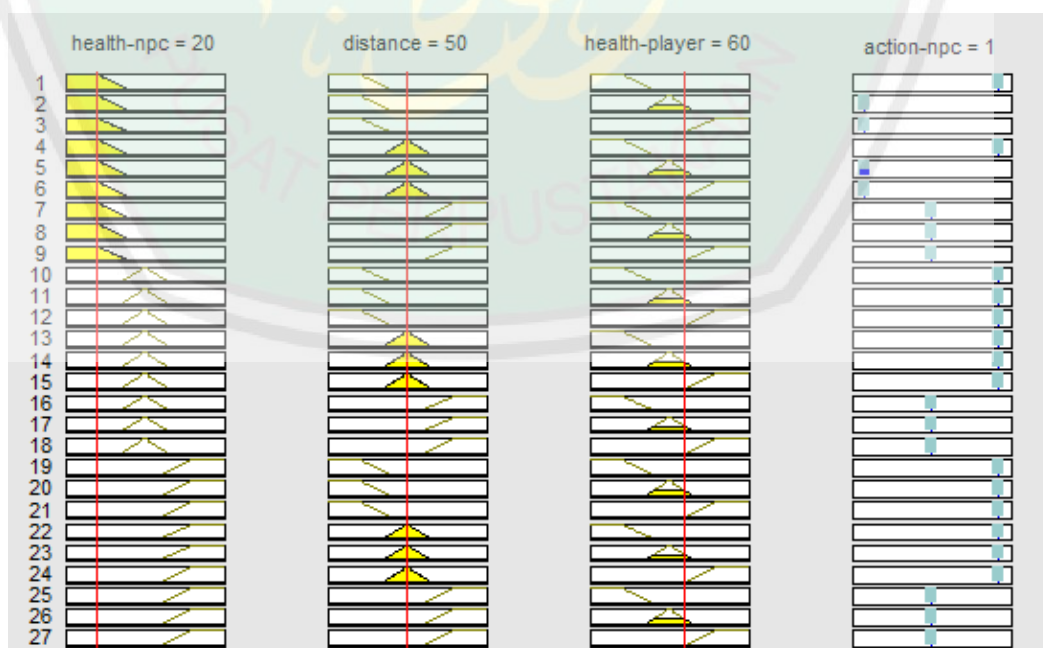


LAMPIRAN

Hasil Uji Coba *Fuzzy Sugeno* Menggunakan MATLAB



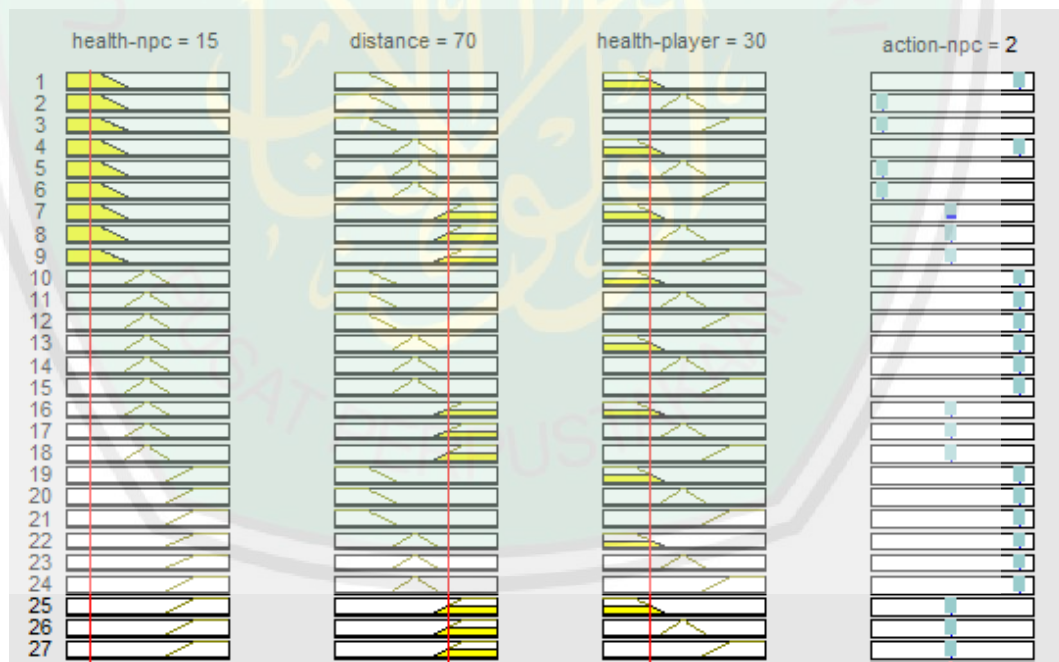
Gambar 1 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-1 dengan masukan [50 50 50]



Gambar 2 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-2 dengan masukan [20 50 60]



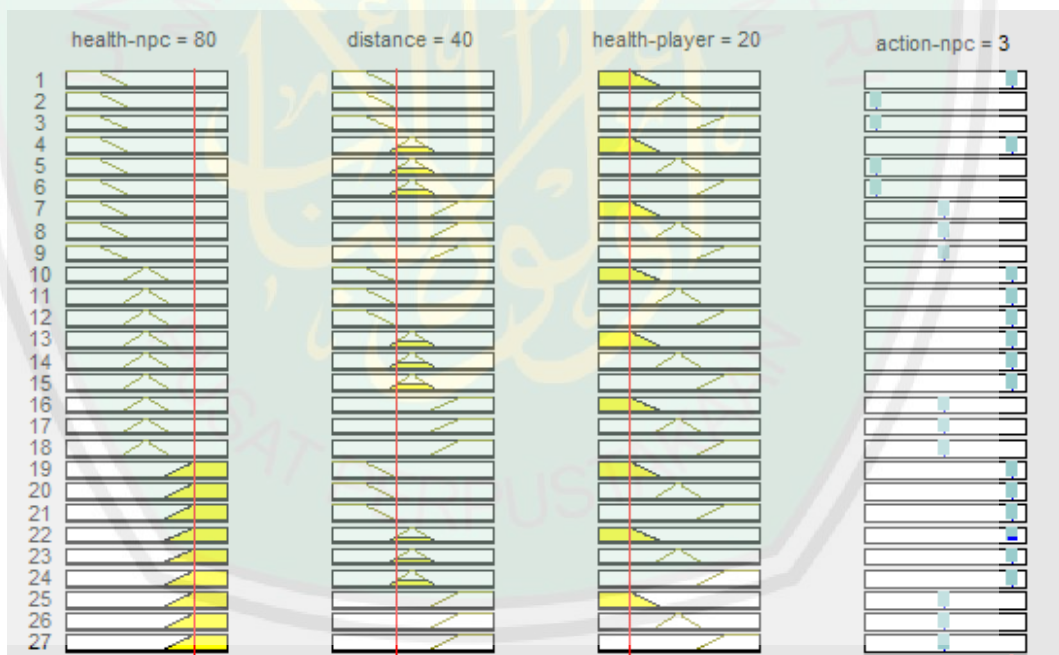
Gambar 3 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-3 dengan masukan [5 10 20]



Gambar 4 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-4 dengan masukan [15 70 30]



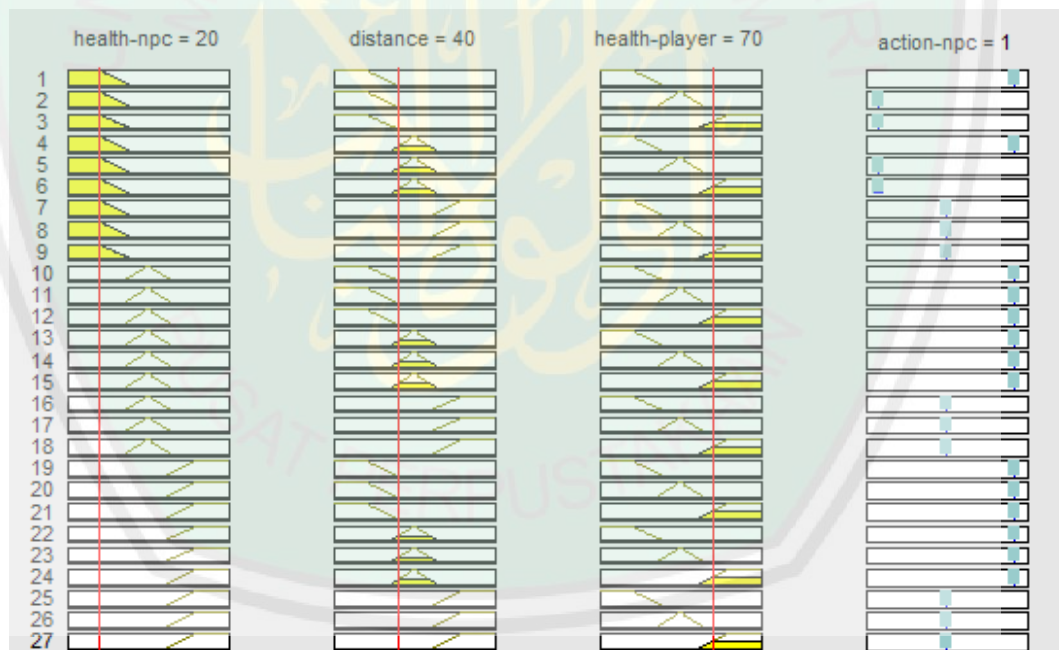
Gambar 5 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-5 dengan masukan [90 70 20]



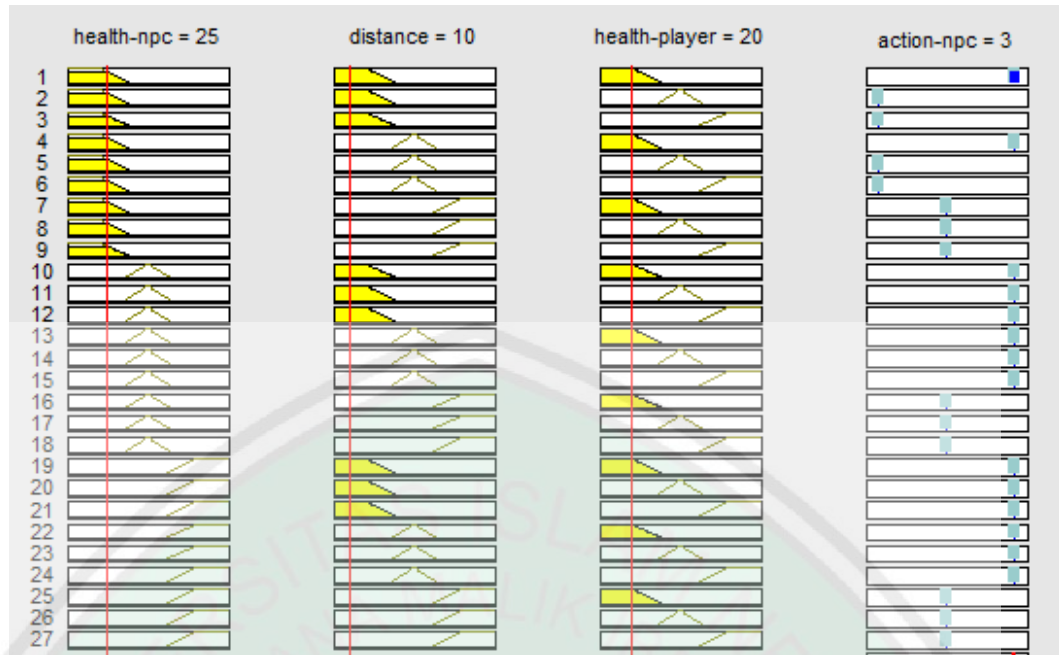
Gambar 6 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-6 dengan masukan [80 40 20]



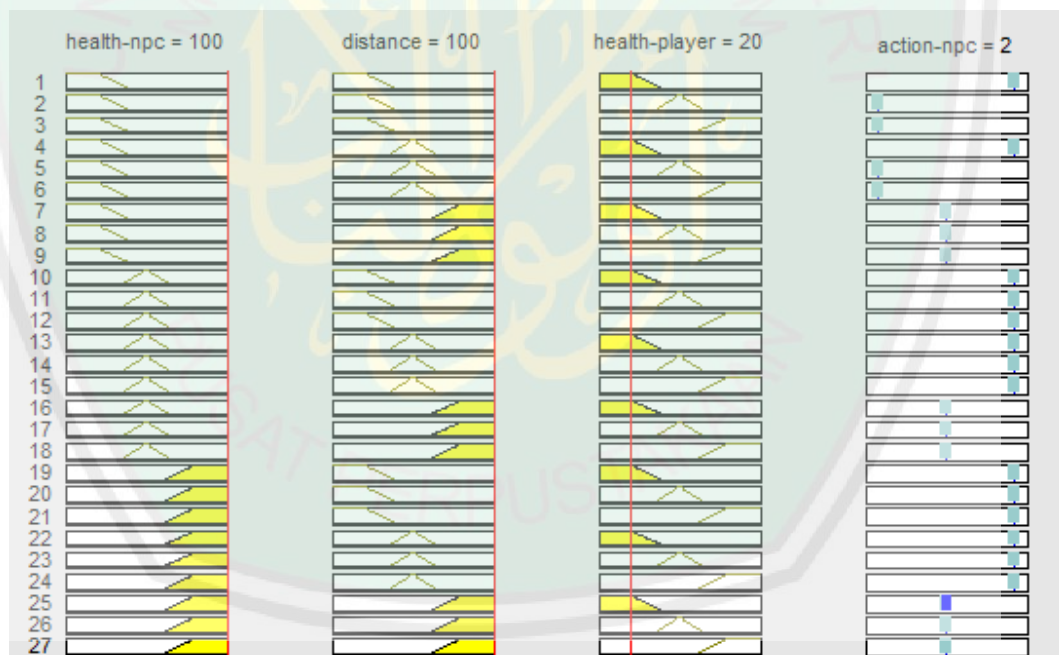
Gambar 7 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-7 dengan masukan [50 40 100]



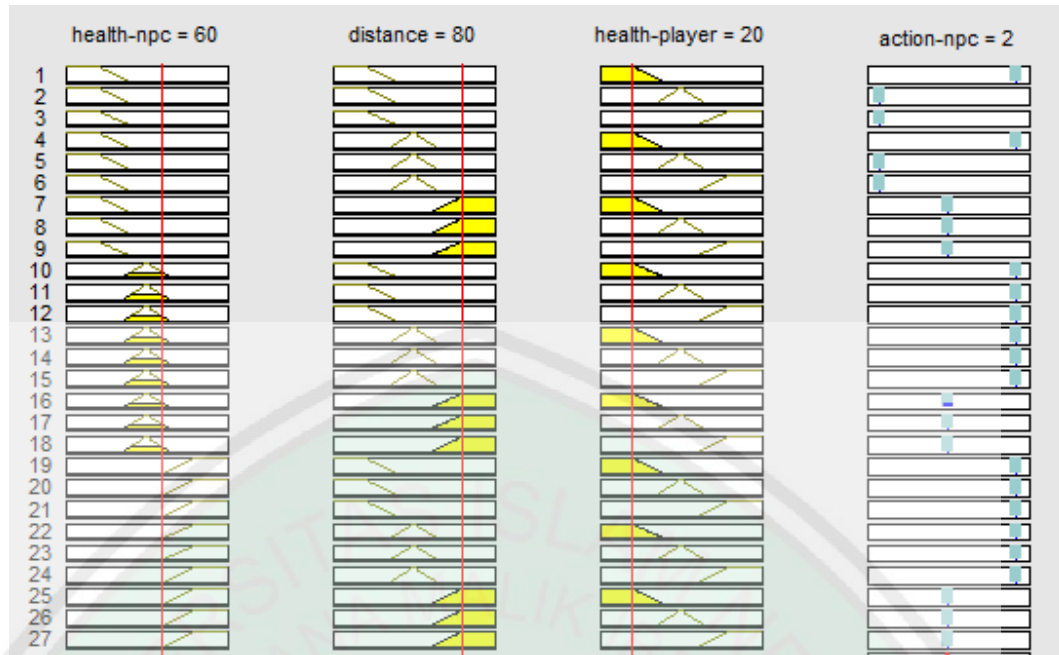
Gambar 8 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-8 dengan masukan [20 40 70]



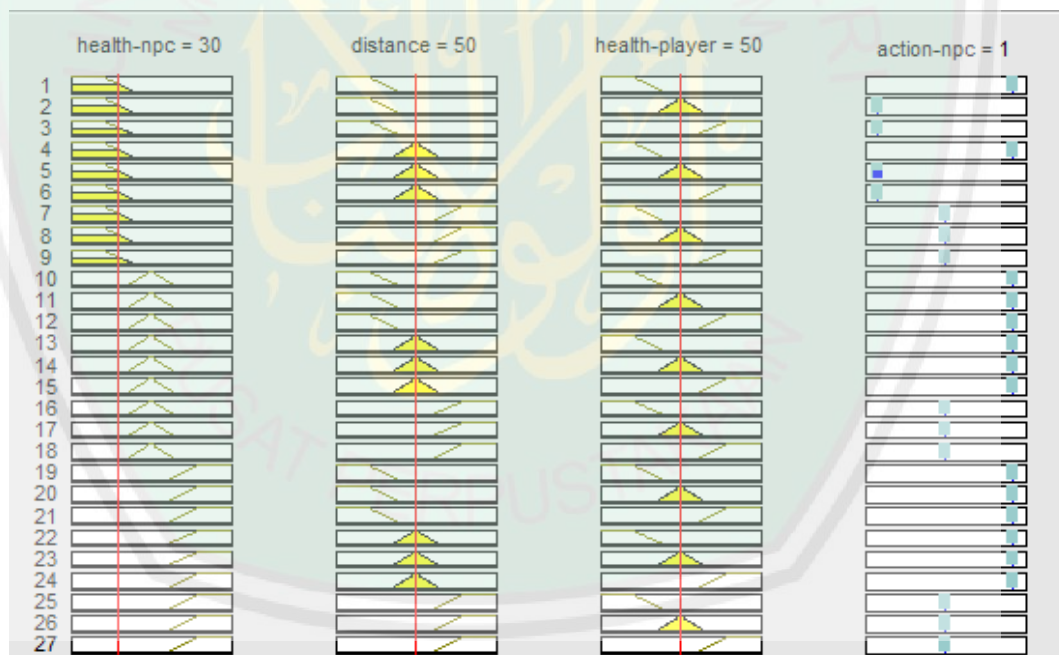
Gambar 9 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-9 dengan masukan [25 10 20]



Gambar 10 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-10 dengan masukan [100 100 20]



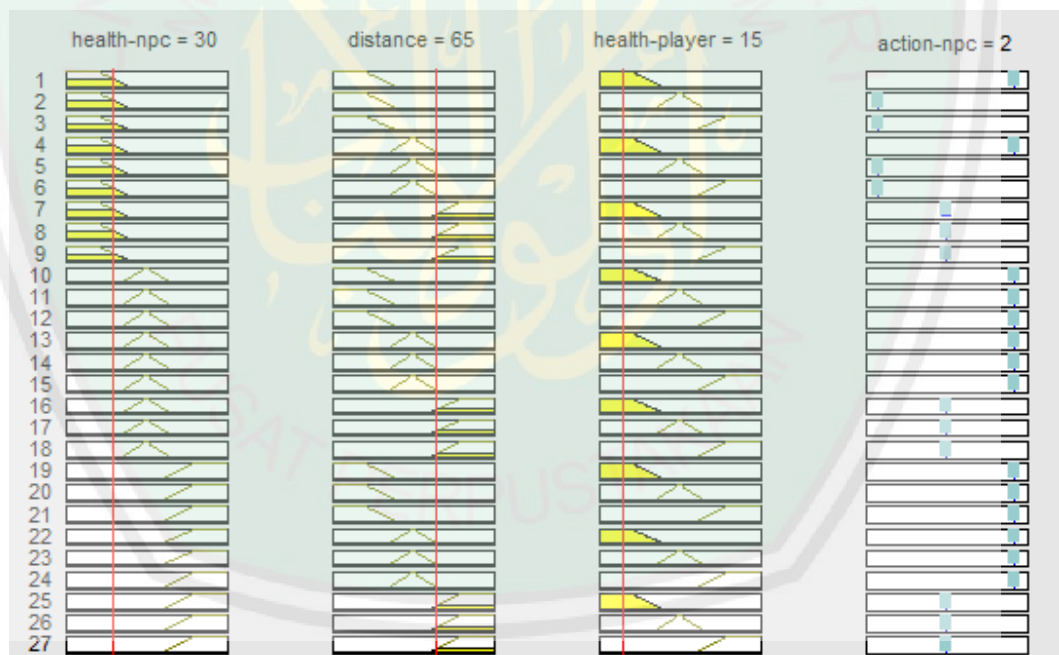
Gambar 11 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-11 dengan masukan [60 80 20]



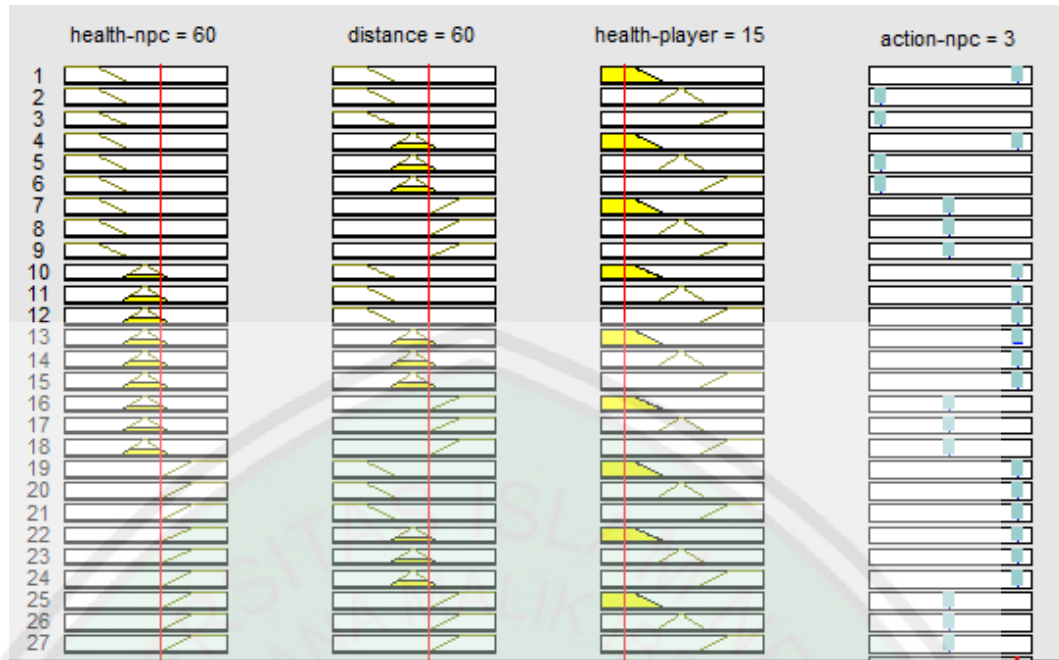
Gambar 12 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-12 dengan masukan [30 50 50]



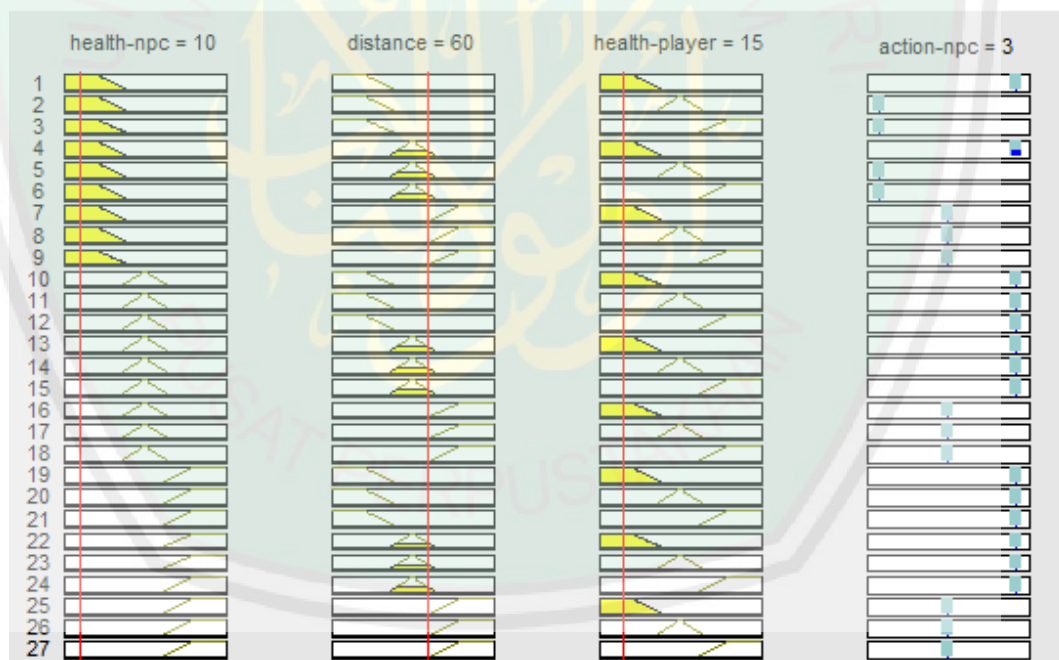
Gambar 13 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-13 dengan masukan [30 65 50]



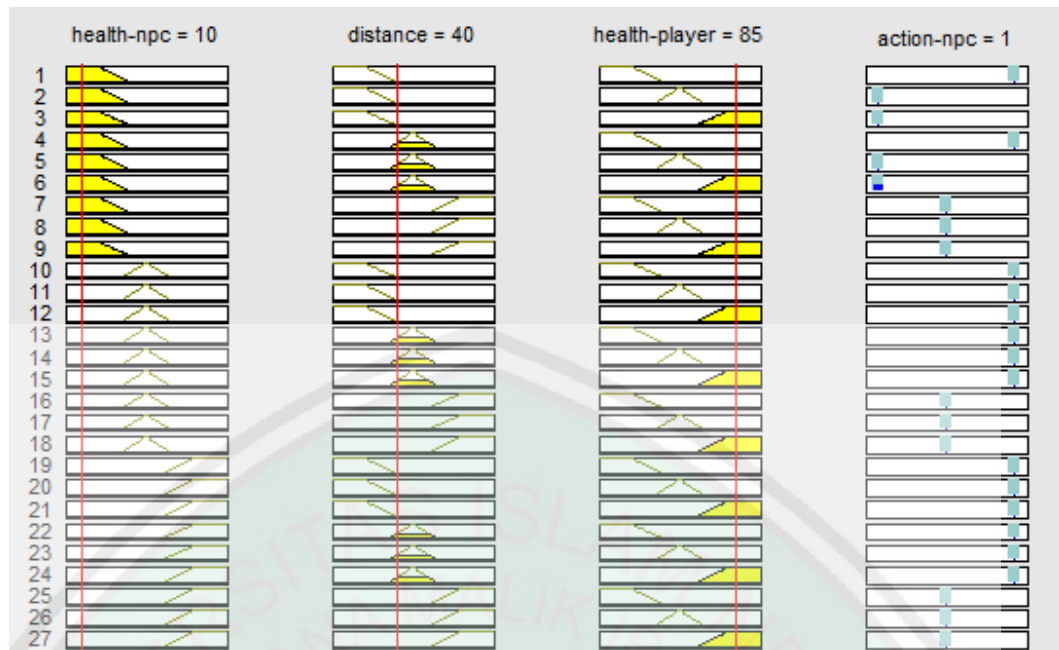
Gambar 14 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-14 dengan masukan [30 65 15]



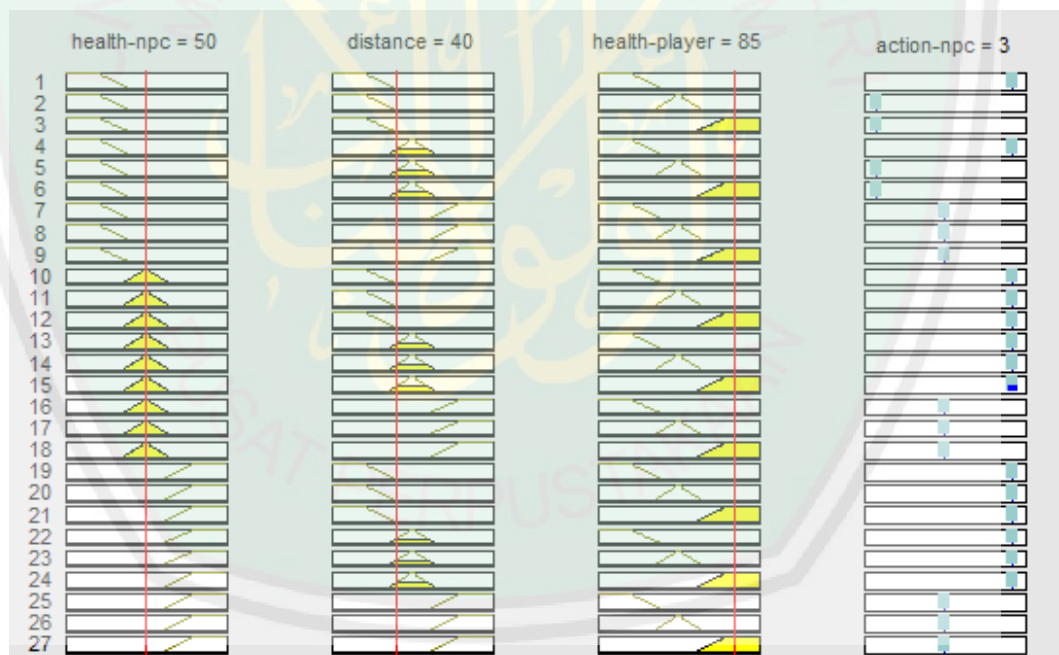
Gambar 15 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-15 dengan masukan [60 60 15]



Gambar 16 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-16 dengan masukan [10 60 15]



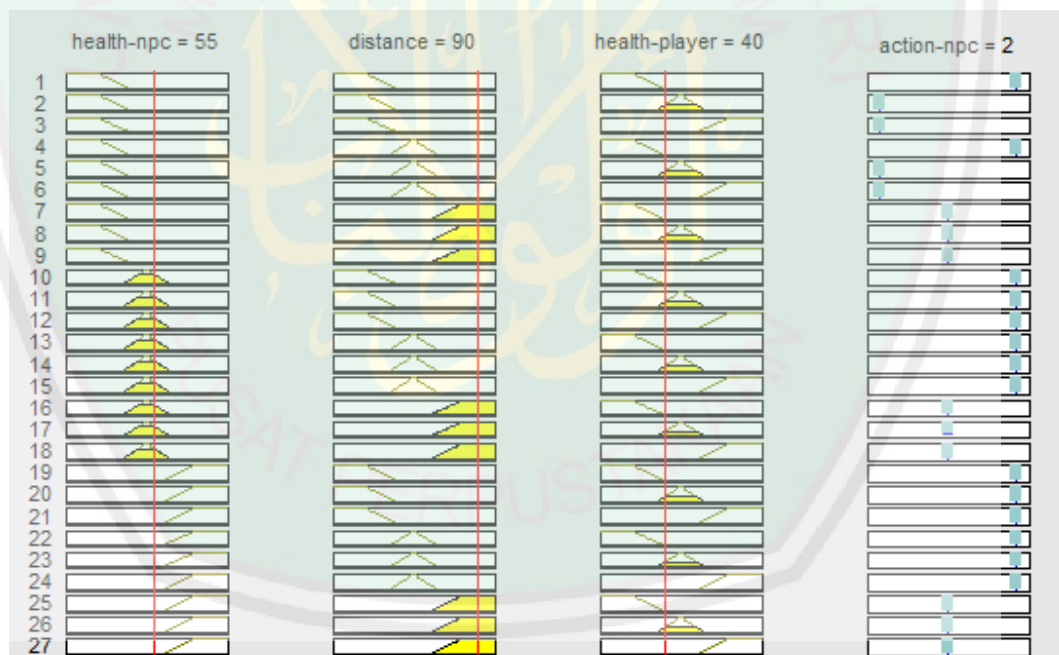
Gambar 17 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-17 dengan masukan [10 40 85]



Gambar 18 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-18 dengan masukan [50 40 85]



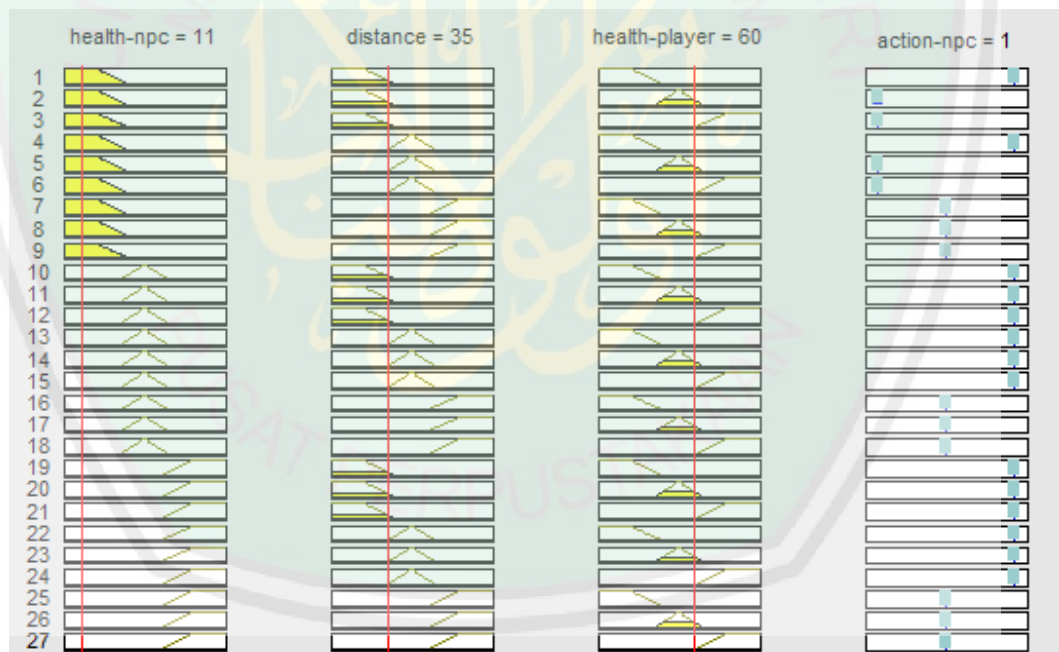
Gambar 19 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-19 dengan masukan [45 45 100]



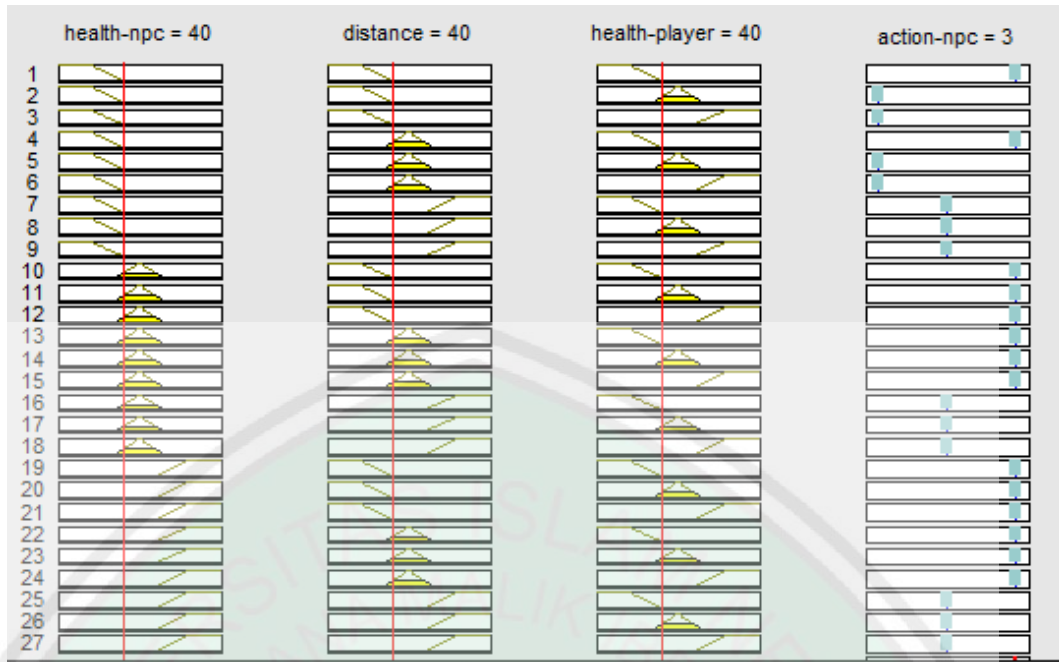
Gambar 20 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-20 dengan masukan [55 90 40]



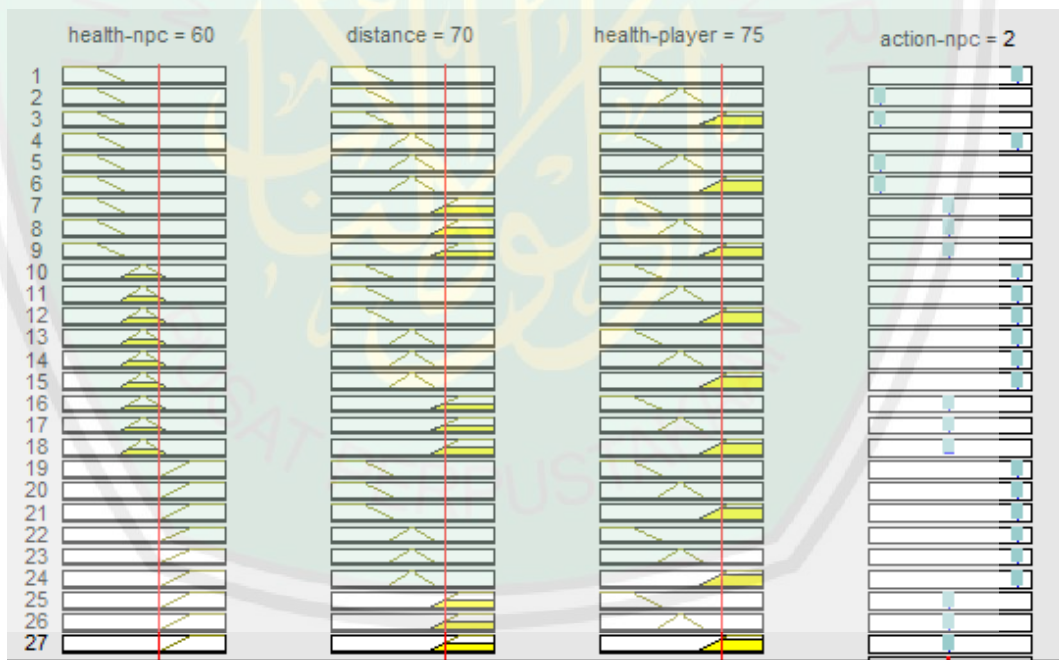
Gambar 21 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-21 dengan masukan [11 40 30]



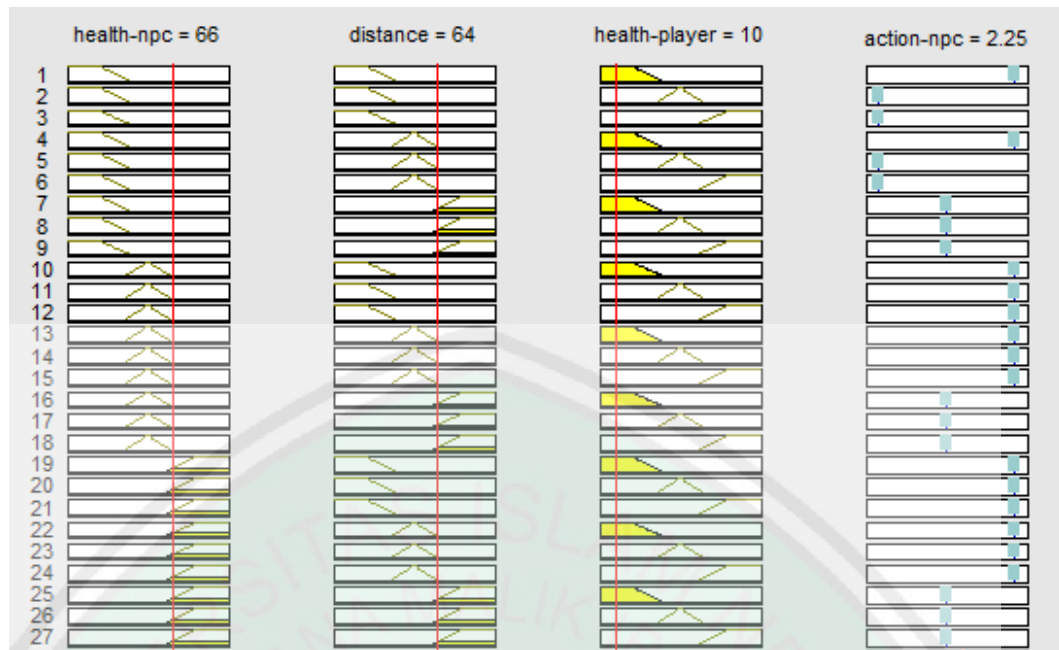
Gambar 22 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-22 dengan masukan [11 35 60]



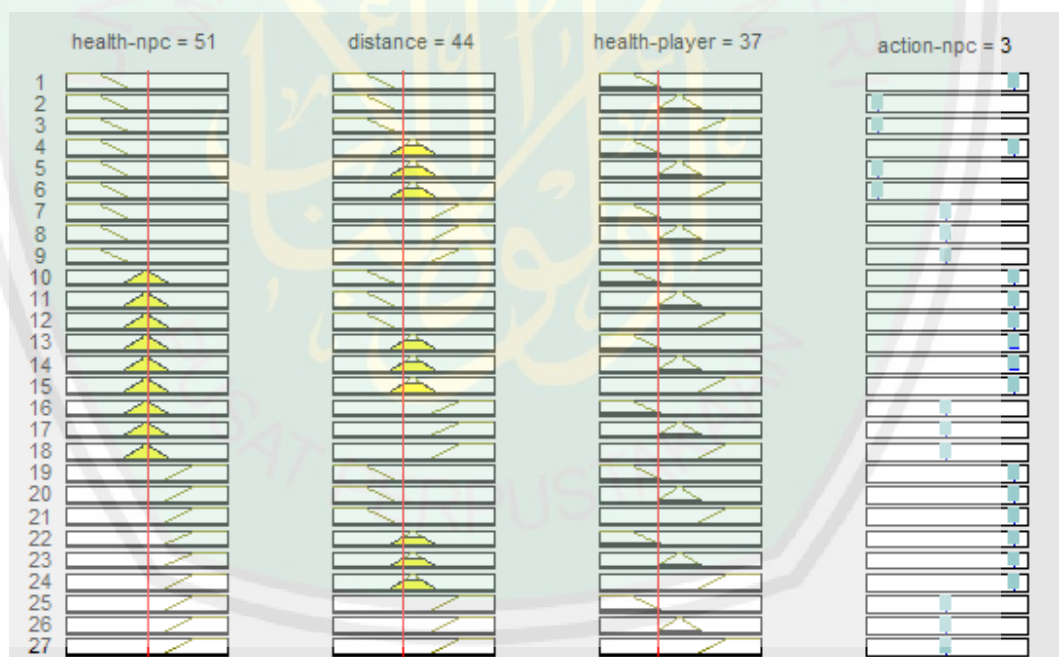
Gambar 23 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-23 dengan masukan [40 40 40]



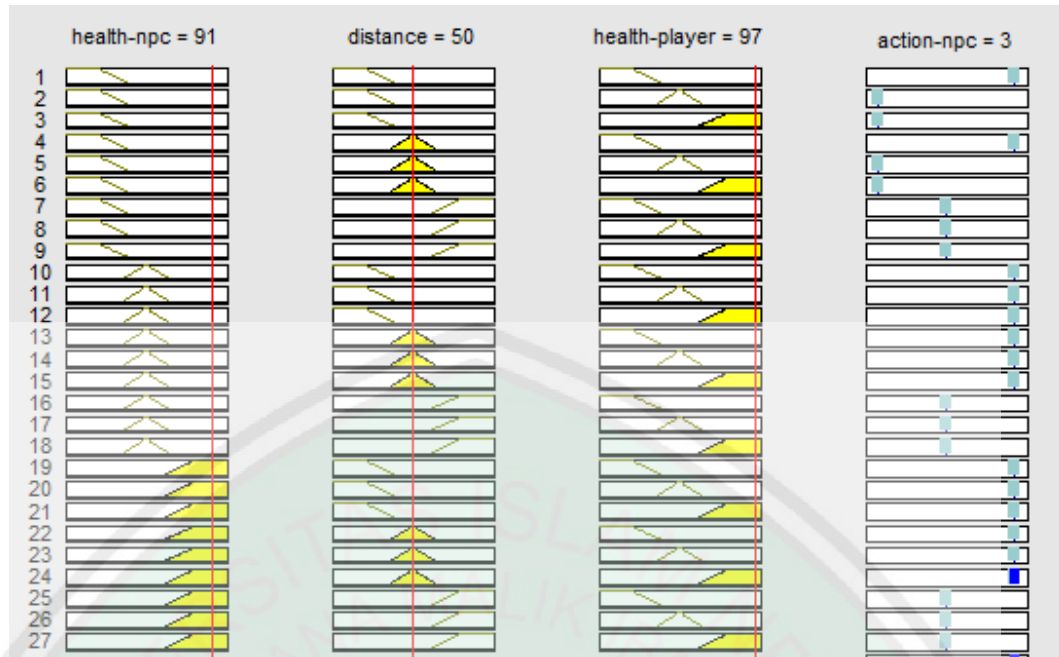
Gambar 24 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-24 dengan masukan [60 70 75]



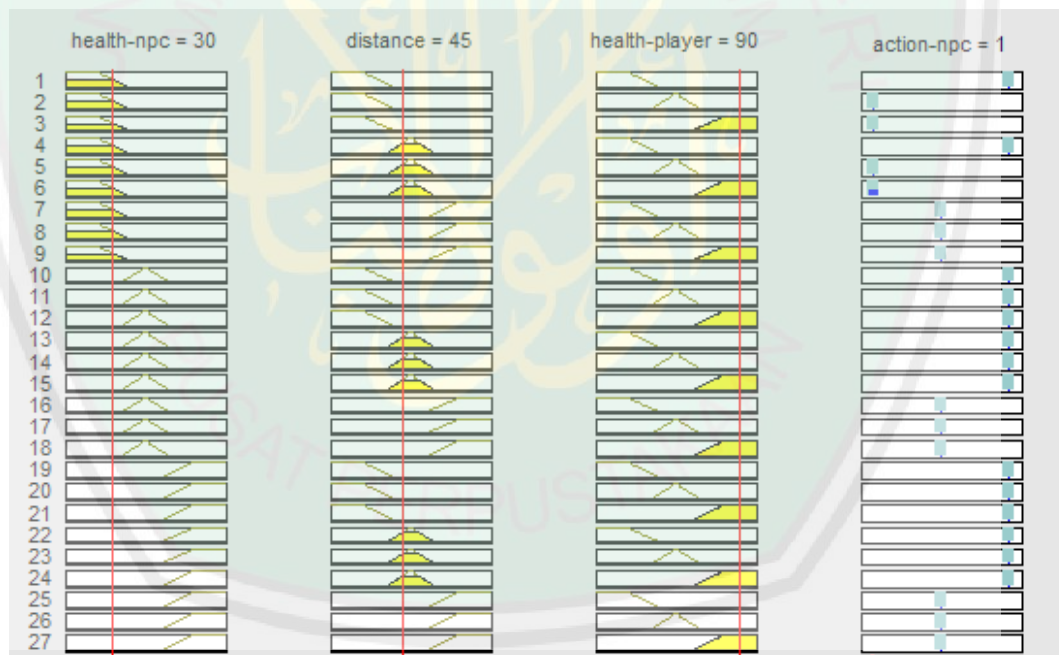
Gambar 25 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-25 dengan masukan [66 64 10]



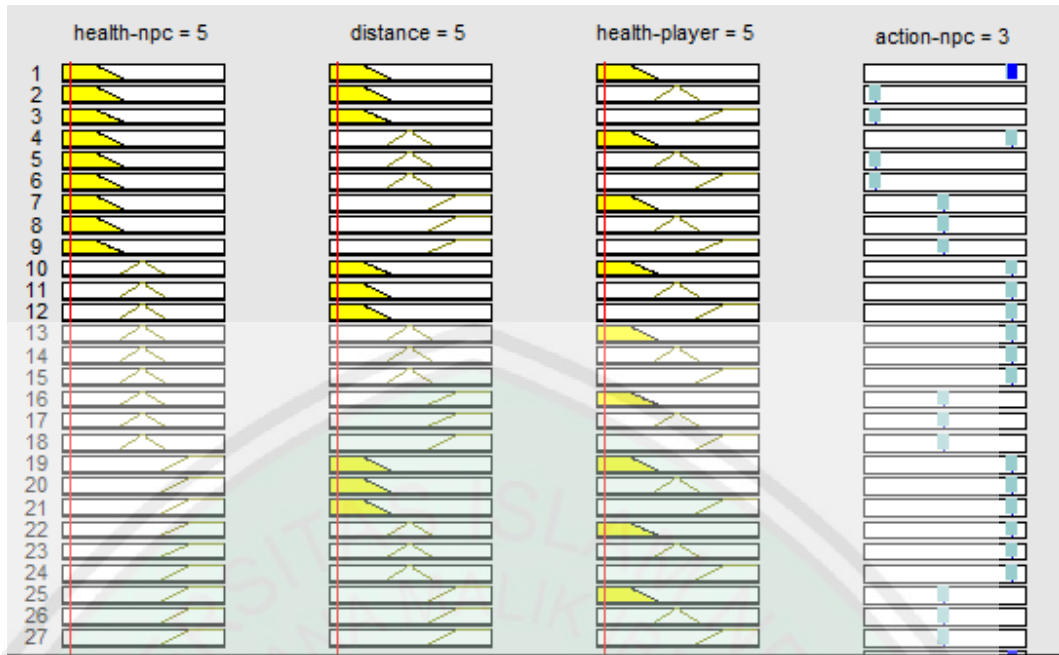
Gambar 26 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-26 dengan masukan [51 44 37]



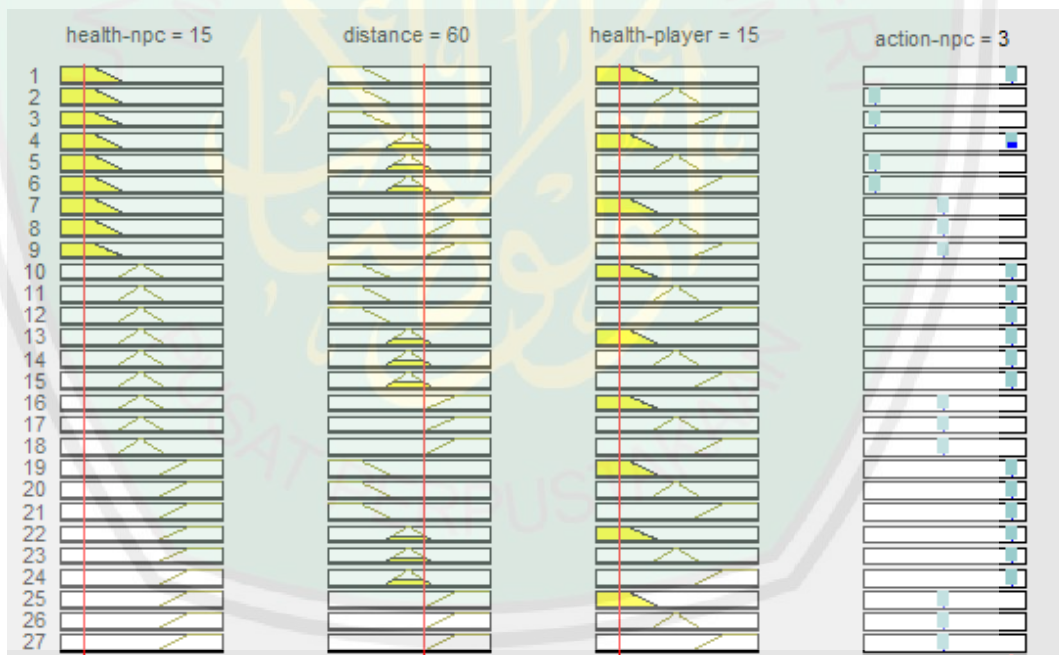
Gambar 27 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-27 dengan masukan [91 50 97]



Gambar 28 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-28 dengan masukan [30 45 90]



Gambar 29 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-29 dengan masukan [5 5 5]



Gambar 30 Uji coba *fuzzy sugeno* ke-30 dengan masukan [15 60 15]