

**IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO UNTUK
KECERDASAN BUATAN GAME TURN-BASED RPG**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Departemen Ilmu Komputer/Informatika**

**Disusun oleh:
Dhemma Ratanajaya
24010312130122**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2018

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhemma Ratanajaya

NIM : 24010312130122

Judul : Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Kecerdasan Buatan Game Turn-Based RPG

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.




HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Kecerdasan Buatan Game Turn-Based RPG
Nama : Dhemma Ratanajaya
NIM : 24010312130122

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 7 Juni 2018 dan dinyatakan lulus pada tanggal 7 Juni 2018.

Mengetahui
Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika

Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom
NIP. 198104202005012001

Semarang, 19 Juli 2018
Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,

Priyo Sidik Sasongko, S.Si, M.Kom
NIP. 197007051997021001

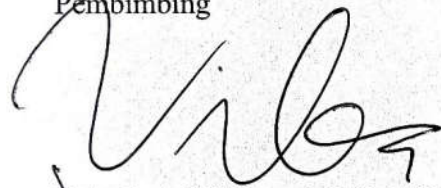
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Kecerdasan Buatan Game Turn-
Based RPG
Nama : Dhemma Ratanajaya
NIM : 24010312130122

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 7 Juni 2018.

Semarang, 19 Juli 2018

Pembimbing



Helmie Arif Wibawa, S.Si, MCs

NIP. 197805162003121001

ABSTRAK

Turn-based Role Playing Game (RPG) adalah salah satu genre *video game* yang menggunakan sistem pertarungan antara dua kubu yang salah satunya dikontrol oleh pemain dan kubu lainnya oleh kecerdasan buatan. Pada RPG yang beredar di pasaran masih banyak *game* yang memiliki sistem kecerdasan buatan yang masih belum dapat mengambil keputusan yang paling baik untuk memenangkan pertarungan. Pada penelitian ini dibuat potongan dari *game* RPG yang didasarkan pada konvensi genre yang ditemukan pada *game* serupa. Setelah itu dibuat sistem kecerdasan buatan untuk mengontrol kubu musuh yang mampu melakukan pengambilan keputusan dengan tepat dalam pertarungan pada *game* tersebut. Logika *fuzzy* digunakan pada sistem kecerdasan buatan sebagai fungsi untuk melakukan pembobotan atas pilihan keputusan yang dapat dilakukan. Sistem kecerdasan buatan akan menggunakan metode inferensi Tsukamoto dan metode defuzzifikasi *centroid* karena nilai keluaran yang diperlukan adalah sebuah bilangan *crisp* yang merepresentasikan bobot suatu keputusan. *Game* dibuat menggunakan *engine* Unity3D dan bahasa pemrograman C#. Proses pengembangan dilakukan dengan metode *extremme programming*. Setelah pengembangan selesai, kinerja dari sistem kecerdasan buatan yang dihasilkan diuji apakah sudah mampu melakukan pengambilan keputusan yang tepat pada pertarungan dari *game* yang telah dibuat. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah sistem kecerdasan buatan berbasis logika *fuzzy* yang dapat bekerja dengan baik pada sebuah *game* yang didasarkan pada RPG pada umumnya.

Kata Kunci : Game, RPG, Fuzzy, Tsukamoto, Kecerdasan Buatan, Unity3D, Extremme Programming

ABSTRACT

Turn-based Role Playing Game (RPG) is a video game genre where there is a battle fought by two parties, one controlled by the player and the opposing party by an artificial intelligence. In many RPGs in the market, the artificial intelligence system that controls the enemy parties are unable to make the best decisions in order to win the battle. In this research, we created a section of an RPG which based on the genre conventions which are commonly found on similar video games. An artificial intelligence system who controls the enemy parties is also created. This artificial intelligence system is designed to make the most logical decisions in the game's battle system. Within the artificial intelligence system, fuzzy logic is utilized as a method to calculate the weight of every possible actions. In order to achieve desired output, which is a crisp floating-point number to represent the weight of a potential action, Tsukamoto inferencing method and centroid defuzzification method is used. The game was developed on Unity3D game engine which uses C# programming language. The development processes were done according to extreme programming development method. Once the development was done, the artificial intelligence system was tested of its ability to make the most logical decisions in the game's battle system. The end result of this research was a fuzzy-based artificial intelligence system that can work well in a game which design is based on the typical RPG games.

Keywords : Game, RPG, Fuzzy, Tsukamoto, Artificial Intelligence, Unity3D, Extreme Programming.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Kecerdasan Buatan Turn-Based RPG”.

Dalam pelaksanaan tugas akhir serta penyusunan dokumen skripsi ini, penulis menyadari banyak pihak yang membantu sehingga akhirnya dokumen ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer /Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Bapak Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs, selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang, serta selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis hingga selesainya skripsi ini.
3. Semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dokumen skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 19 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
1.4. Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Penelitian Terkait.....	4
2.2. Video Game	5
2.2.1. Elemen – Elemen Dasar Game.....	5
2.2.2. Perancangan Game	6
2.2.3. Kecerdasan Buatan dalam Game.....	7
2.3. Logika Fuzzy	8
2.3.1. Fungsi Keanggotaan	9
2.3.2. Operasi Fuzzy.....	12

2.3.3.	Fungsi Implikasi	13
2.3.4.	Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto	14
2.4.	Extremme Programming (XP)	16
2.5.	Tools	17
2.5.1.	Unity 3D	17
2.5.2.	Visual Studio dan C#	18
BAB III METODOLOGI		19
3.1.	Analisis	19
3.1.1.	Peraturan Game	19
3.1.2.	Karakteristik Masalah.....	20
3.1.3.	Kebutuhan Fungsional.....	21
3.1.4.	Kebutuhan Non-Fungsional.....	21
3.2.	Desain Game	22
3.2.1.	Sistem Game.....	22
3.2.2.	Data Karakter.....	23
3.2.3.	Data Aksi	25
3.3.	Desain Kecerdasan Buatan	26
3.3.1.	Himpunan Fuzzy	27
3.3.2.	Aturan Fuzzy	41
3.3.3.	Defuzifikasi	42
3.4.	Desain Struktur Game.....	45
3.4.1.	Use Case Diagram	45
3.4.2.	Class Diagram	46
BAB IV PENGUJIAN.....		48
4.1.	Tampilan Grafis	48

4.1.1.	Grafis Karakter	48
4.1.2.	Grafis Aksi.....	48
4.2.	Tampilan Antarmuka	49
4.2.1.	Menu Utama	49
4.2.2.	Menu Aksi	50
4.2.3.	Tabel Prioritas Aksi.....	52
4.2.4.	Status Karakter	53
4.3.	Pengujian	53
4.3.1.	Pengujian Karakter Knight.....	54
4.3.2.	Pengujian Karakter Fighter.....	55
4.3.3.	Pengujian Karakter Medic	56
4.3.4.	Pengujian Karakter Wizard	58
4.3.5.	Pengujian Karakter Archer	59
4.4.	Analisis Pengujian	60
BAB V PENUTUP		62
5.1.	Kesimpulan	62
5.2.	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Linier Naik (Kusumadewi & Purnomo, 2010).....	10
Gambar 2.2 Representasi Linier Turun (Kusumadewi & Purnomo, 2010).....	11
Gambar 2.3 Representasi Kurva Segitiga (Kusumadewi & Purnomo, 2010)	11
Gambar 2.4 Fungsi Implikasi Min (Kusumadewi & Purnomo, 2010)	13
Gambar 2.5 Fungsi Implikasi Dot (Kusumadewi & Purnomo, 2010).....	14
Gambar 2.6 Sistem Inferensi Fuzzy (Sivanandam, et al., 2007)	15
Gambar 2.7 Model Fuzzy Tsukamoto (Jang, et al., 1997)	15
Gambar 2.8 Siklus Hidup XP	17
Gambar 3.1 Alur Sistem <i>Game</i>	22
Gambar 3.2 Alur Proses Kecerdasan Buatan	27
Gambar 3.3 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>damage</i> pada Aksi <i>slash</i>	28
Gambar 3.4 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>damage</i> pada Aksi <i>fire</i> dan <i>shoot</i>	29
Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>hp</i> pada Aksi <i>slash</i> , <i>fire</i> , dan <i>shoot</i>	30
Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>p</i> pada Aksi <i>slash</i> , <i>fire</i> , dan <i>shoot</i>	31
Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>damage</i> pada Aksi <i>punch</i>	32
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>ep</i> pada Aksi <i>punch</i>	33
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>p</i> pada Aksi <i>punch</i>	34
Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>dexterity</i> pada aksi <i>heal</i>	35
Gambar 3.11 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>hp</i> pada Aksi <i>heal</i>	36
Gambar 3.12 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>p</i> pada Aksi <i>heal</i>	37
Gambar 3.13 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>dexterity</i> pada Aksi <i>guard</i>	38
Gambar 3.14 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>hp</i> pada Aksi <i>guard</i>	39
Gambar 3.15 Fungsi Keanggotaan Variabel <i>p</i> pada Aksi <i>guard</i>	40

Gambar 3.16 Use Case Diagram	45
Gambar 3.17 Class Diagram.....	46
Gambar 4.1 Menu Utama	50
Gambar 4.2 Scene Pertarungan	51
Gambar 4.3 Menu Aksi	51
Gambar 4.4 Tabel Prioritas Aksi Terhadap Lawan	52
Gambar 4.5 Tabel Prioritas Aksi Terhadap Kawan.....	52
Gambar 4.6 Status Karakter.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait.....	4
Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsional.....	21
Tabel 3.2 Data Karakter.....	24
Tabel 3.3 Data Atribut.....	24
Tabel 3.4 Data Aksi.....	25
Tabel 3.5 Rumus Aksi.....	25
Tabel 4.1 <i>Sprites</i> Karakter.....	48
Tabel 4.2 <i>Sprites</i> Aksi.....	49
Tabel 4.3 Pengujian Karakter Knight Sampel Default.....	54
Tabel 4.4 Pengujian Karakter Knight Sampel Ekstrim.....	54
Tabel 4.5 Pengujian Karakter Fighter Sampel Default.....	55
Tabel 4.6 Pengujian Karakter Fighter Sampel Ekstrim.....	56
Tabel 4.7 Pengujian Karakter Medic Sampel Default.....	57
Tabel 4.8 Pengujian Karakter Medic Sampel Ekstrim.....	57
Tabel 4.9 Pengujian Karakter Wizard Sampel Default.....	58
Tabel 4.10 Pengujian Karakter Wizard Sampel Ekstrim.....	58
Tabel 4.11 Pengujian Karakter Archer Sampel Default.....	59
Tabel 4.12 Pengujian Karakter Archer Sampel Ekstrim.....	59

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Role Playing Game (RPG) adalah *game* yang pemainnya berperan sebagai seorang tokoh di dalam *game*, biasanya pada *setting* fantasi atau fiksi ilmiah, yang dapat berinteraksi dengan dunia di dalam *game* tersebut (Rouse, 2011). Genre ini adalah salah satu genre *video game* yang paling populer dan telah melahirkan beberapa *sub-genre* serta variasi regional seperti *Japanese RPG* (JRPG) dan *Western RPG* (WRPG).

Perbedaan utama antara JRPG dan WRPG terletak pada bagaimana *battle* atau pertarungan antara karakter pemain dan karakter musuh yang dikendalikan oleh komputer dilakukan. JRPG pada umumnya menggunakan *turn-based battle system*, yaitu sistem pertarungan antara dua kubu yang masing-masing kubu saling bergantian melakukan aksi dengan menunggu *input* dari pemain seperti permainan catur. Sedangkan WRPG pada umumnya menggunakan *real-time battle system*, yaitu sistem pertarungan yang setiap karakternya, baik karakter pemain ataupun karakter musuh melakukan aksi secara bersamaan.

Pada *real-time battle*, karakter musuh yang dikontrol oleh komputer memiliki keuntungan yang besar seperti akurasi yang sempurna dan kecepatan reaksi yang instan dibandingkan dengan karakter pemain yang dikontrol oleh manusia. Sehingga yang perlu diperhatikan dalam mendesain karakter musuh dalam *game* seperti ini adalah bagaimana membuatnya lebih mudah dikalahkan dengan memberikan sifat-sifat “manusiawi” seperti kemampuan untuk melakukan kesalahan. Namun lain halnya pada *game turn-based*. Kecepatan berpikir dan akurasi tidak diperhitungkan sehingga karakter pemain yang dikontrol oleh manusia dapat dengan mudah mengalahkan karakter musuh. Bahkan dengan teknologi saat ini masih mustahil untuk mendesain kecerdasan buatan *game turn-based* yang dapat mengalahkan pemain berpengalaman (Welch, 2007).

Logika *fuzzy* diperkenalkan pertama kali untuk pengembangan *game* pada 1996 pada *Game Developer Magazine* oleh Larry O’Brien dan sejak saat itu telah banyak

dieksplorasi dan dikembangkan oleh pengembang-pengembang lain. Bahkan Zarozinski menyatakan bahwa logika *fuzzy* selalu ada pada setiap *game*. Di dalam *game*, logika *fuzzy* pada umumnya diterapkan pada saat *game* atau karakter di dalam *game* perlu melakukan pengambilan keputusan berdasarkan data-data yang nilainya tidak tentu (Zarozinski, 2002).

Dibandingkan dengan teknik-teknik lainnya, sistem pengambilan keputusan berbasis logika *fuzzy* relatif mudah untuk didesain dan diimplementasikan. *Output* yang dihasilkannya tidak berbeda dengan sistem pengambilan keputusan berbasis data *crisp*. Perbedaannya hanyalah pada parameter atau *input* yang diterima, dan bagaimana mengolah input-input tersebut. Selain itu dari segi beban komputasi, logika *fuzzy* juga termasuk cukup ringan. Pengolahan data input dilakukan dengan aritmatika sederhana dan jumlahnya-pun proporsional dengan jumlah data *input* (Chen, 2011).

Salah satu model inferensi logika *fuzzy* adalah model Tsukamoto. Pada model ini proses inferensi dilakukan dengan mendefinisikan beberapa *rules* dengan masing-masing *rule* menggunakan dua atau lebih variabel. Pada setiap *rule*, nilai alfa diambil dari nilai minimum atau maksimum dari kedua variabel. Setelah itu dilakukan proses defuzifikasi dengan metode rata-rata terbobot. Dibandingkan model inferensi lainnya, model Tsukamoto lebih jarang digunakan terutama pada penelitian yang berkaitan dengan *game* sebagaimana yang dilakukan oleh Shaout, et al. pada penelitian mereka dalam membuat ulang *game* Pac-Man (Shaout, et al., 2006), dan Li, et al. pada penelitian mereka dalam membuat ulang *game* Battle City (Li, et al., 2004) yang keduanya menggunakan model Mamdani. Oleh karena itu perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui apakah model *fuzzy* Tsukamoto dapat menghasilkan kecerdasan buatan yang efektif sebagaimana *fuzzy* model lainnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, masalah-masalah yang dapat dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana implementasi logika *fuzzy* Tsukamoto pada sistem kecerdasan buatan pada *game* dilakukan?
2. Bagaimana menyeimbangkan variabel-variabel dan aturan-aturan *fuzzy* agar sistem kecerdasan buatan dapat mengambil pilihan-pilihan aksi yang tepat?
3. Bagaimana cara menguji sistem kecerdasan buatan pada *game* yang memiliki kombinasi variabel yang sangat banyak serta *range* nilai variabel yang luas?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah kecerdasan buatan yang berupa sistem pengambilan keputusan, berbasis logika *fuzzy*, yang terimplementasi dengan baik pada sebuah *game turn-based* RPG.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dengan tercapainya tujuan penelitian, yaitu mendapatkan pengetahuan dan pengalaman baru pada bidang kecerdasan buatan. Serta menghasilkan sebuah wacana yang dapat dijadikan sebagai referensi pada proyek pengembangan *game* ataupun penelitian-penelitian selanjutnya yang terkait dengan kecerdasan buatan untuk *game* dan logika *fuzzy*.

1.4. Ruang Lingkup

Dalam pengerjaan proyek ini, diberikan ruang lingkup yang jelas agar pengembangan lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan awal. Adapun ruang lingkungannya sebagai berikut:

1. *Game* yang dibuat adalah potongan dari sebuah *game* RPG penuh, yang dapat memperlihatkan kinerja dari sistem kecerdasan buatan yang dihasilkan.
2. *Engine* yang digunakan adalah Unity dengan bahasa pemrograman C#.
3. Program dibuat untuk *platform* Windows.