

MODEL PERILAKU BERJALAN AGEN-AGEN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC

Nelly Indiani Widiastuti

Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112-116 Bandung
Email : alifahth@yahoo.com / indiwidi@gmail.com

ABSTRAK

Perilaku sebuah agen yang natural atau mampu merespon lingkungan adalah tujuan yang dikembangkan oleh para game developer. Logika fuzzy adalah salah satu metode yang mampu menangkap kondisi lingkungan yang tidak diskrit. Penelitian ini menjelaskan model perilaku kecepatan berjalan sejumlah agen yang mendapat pengaruh dari lingkungannya. Variabel masukan untuk penelitian ini adalah ukuran kelompok, kondisi stamina dan kondisi lingkungan yang secara random dimunculkan. Metode inferensi yang digunakan adalah metode Mamdani dan metode defuzzifikasi Mean Of Maximum. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 3,9 yang merupakan kecepatan berjalan yang dipengaruhi ukuran kelompok 16 buah, dengan kondisi stamina tingkat 6 dan kondisi lingkungan pada state 42.

Kata Kunci – model berjalan, logika fuzzy, metode Mamdani, Mean of Maximum.

1. PENDAHULUAN

Game interaktif semakin berkembang dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan harapan untuk game yang berkualitas semakin tinggi. Kemampuan game developer untuk membuat game yang menarik perlu ditunjang oleh kemampuan untuk men'cipta'kan karakter-karakter dalam game yang mampu merespon lingkungannya.

Mensimulasikan sebuah agen dalam kecerdasan buatan adalah suatu pekerjaan yang bertujuan untuk mengembangkan agen agar semakin mendekati perilaku manusia. Berjalan adalah salah satu perilaku manusia yang memiliki keunikan tertentu yang perlu dimiliki sebuah agen. Perilaku berjalan sebuah agen adalah cara, tindakan atau respon dalam mencapai tujuan. Sebuah agen dilengkapi sensor untuk mengetahui lingkungannya. Pengetahuan ini akan diolah menjadi serangkaian perilaku untuk memperoleh sifat *life-like* yang akan digunakan untuk memilih kombinasi tindakan yang

sesuai[7]. Penelitian ini akan difokuskan pada perilaku berjalan sebuah agen.

Perilaku berjalan sebuah agen dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : usia, jenis kelamin, ukuran kelompok, kondisi atau stamina, medan yang akan dilalui, dan lain-lain. Dalam penelitian ini faktor yang dipertimbangkan adalah ukuran kelompok, stamina, dan kondisi lingkungan. Metode fuzzy digunakan memodelkan perilaku berjalan agen sehingga menghasilkan kecepatan berjalan yang dinamis.

2. FRAMEWORK

Memodelkan perilaku agen dalam sebuah game menggunakan *fuzzy logic* bukan yang pertama kali dilakukan. Perkembangan kecepatan mikroprosesor, membuat penggunaan fuzzy logic dan teknik kecerdasan buatan lainnya semakin meningkat[1]. Dalam game bergenre strategi, terutama yang melibatkan banyak agen cerdas, perilaku berjalan yang berbeda-beda dibutuhkan untuk mendapatkan *life-like* yang baik.

Ada beberapa framework yang digunakan untuk merancang dan mengimplemantasikan agen cerdas. Yang paling terkenal misalnya, Beliefs-Desires-Intentions (BDI), Goal-Operators-Methods-Selections (GOMS) rules, dan Soar[2]. Framework yang digunakan dalam penelitian ini adalah BDI, karena mendukung kelompok-kelompok agen yang saling berinteraksi[3].

Referensi [5] menjelaskan bahwa arsitektur BDI merupakan contoh penalaran praktis sebagai proses menemukan keputusan. Keputusan tersebut merupakan aksi yang dilakukan dari waktu ke waktu untuk kelanjutan tujuan. BDI menggunakan dua proses penting :

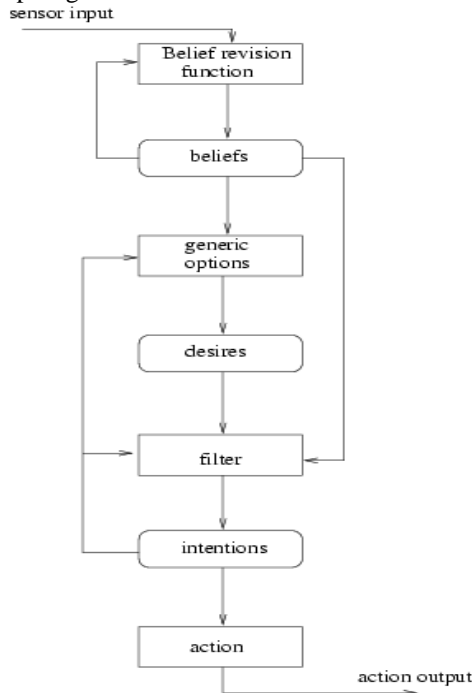
- Deliberations : menentukan tujuan apa yang akan dicapai
- Means-ends reasoning : menentukan bagaimana cara mencapai tujuan tersebut.

Arsitektur BDI adalah contoh arsitektur yang menyeimbangkan reactive behavior dengan goal-directed behavior. untuk membedakan antara konsep

Believe, Desire dan Intend, dapat dilihat pada contoh berikut[4] :

- I believe that if I study hard I will pass this course
- I desire to pass this course
- I intend to study hard

Jadi beliefs dan desires membentuk intentions yang diadopsi agent.



Gambar 1. Skema arsitektur BDI[4]

3. TEORI MEMODELKAN AGEN

Masalah utama yang harus diselesaikan dalam autonomous agent adalah arsitektur untuk autonomous agent yang menghasikan perilaku efektif, adaptif dan robust [7]. Adaptif artinya, semakin lama agen mampu meningkatkan kompetensinya dalam mencapai tujuan. Robust artinya, tidak terkalahkan. Efektif artinya, agent pada akhirnya mampu mencapai tujuan. Secara spesifik ada dua hal yang harus diselesaikan, yaitu[7] :

1. Masalah memilih aksi
Memilih keputusan yang akan diambil adalah tujuan yang berkaitan dengan waktu, kesempatan yang muncul, sengketa diantara konflik tujuan, noise dari sensor dan aktuator, sesuai trend dan lain-lain.
2. Masalah belajar dari pengalaman
Pengalaman adalah informasi yang akan digunakan agen untuk menghadapi kondisi selanjutnya.

Memodelkan perilaku agen dengan logika fuzzy dapat dilakukan dengan cara[10] :

1. Arbitrary atau secara acak.
2. Mengambil keputusan dengan mengambil bilangan acak dengan probabilitas tertentu.
3. Membuat aturan yang akan diberlakukan dalam kondisi tertentu.

4. TEORI LOGIKA FUZZY

Logika fuzzy berasal dari himpunan fuzzy. Berbeda dengan himpunan tegas, dimana suatu objek dapat menjadi anggota atau bukan anggota, himpunan fuzzy adalah himpunan yang keanggotaan objek-objeknya hanya sebagian.

Contoh himpunan fuzzy, misalnya himpunan yang mengelompokkan kendaraan yang melaju cepat dan yang melaju lambat. Pada himpunan tegas, dapat ditentukan bahwa kendaraan yang melaju dengan kecepatan lebih dari 100 km/jam termasuk himpunan cepat, sedangkan kendaraan yang melaju kurang dari 100 km/jam termasuk himpunan lambat. Dalam himpunan fuzzy keanggotaan sebuah kendaraan tidak 100% cepat atau 100% lambat. Kendaraan yang melaju dengan kecepatan 80 km/jam memiliki keanggotaan 80% cepat atau 20 % lambat.

Referensi [9] menjelaskan bahwa Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : cepat, normal, lambat
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 32, 43, 55

Kedua atribut tersebut akan digunakan selanjutnya untuk menentukan aturan dalam logika fuzzy. Dalam logika fuzzy terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Beberapa fungsi yang dapat digunakan adalah representasi linier, kurva.
2. Operator logika fuzzy atau disebut operator dasar Zadeh seperti :

- a. Operator AND yang berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. Hasil operasi (α – predikat) AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang saling berkaitan.

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

- b. Operator OR berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α – predikat sebagai hasil operasi OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar

elemen-elemen pada himpunan yang berkaitan. $\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$

- c. Operator NOT berhubungan dengan operasi komplemen himpunan. α – predikat sebagai hasil operasi NOT diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen-elemen pada himpunan yang berkaitan.

$$\mu_{A'} = 1 - \mu_A[x]$$

- 3. Penalaran atau proses mengolah input logic menjadi output logic. Ada beberapa jenis penalaran dalam logika fuzzy, seperti :

- a. Penalaran monoton. Metode ini adalah metode penalaran yang paling sederhana untuk teknik implikasi fuzzy. Secara umum fungsi implikasi adalah IF x is A THEN y is B, dengan x dan y adalah skalar atau numerik, A dan B adalah linguistik. Ada dua fungsi implikasi, yaitu : Min yang memotong output dan Dot (product) dimana output akan diskalakan.

- b. Metode tsukamoto. Metode ini merupakan perluasan dari penalaran monoton. Dari beberapa menalaran monoton dilakukan penalaran sehingga output hasil inferensi diberikan secara tegas berdasarkan α – predikat dengan menggunakan rata-rata terbobot.

- c. Metode Mamdani atau Metode Max-Min. Metode ini melakukan empat tahap, yaitu :

- 1) Pembentukan himpunan fuzzy
Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- 2) Aplikasi fungsi implikasi
Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
- 3) Komposisi aturan
Inferensi diperoleh dari korelasi beberapa aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi logika fuzzy, yaitu : max, additive dan probabilistik OR.

- 4) Penegasan (defuzzy)
Input dari defuzzifikasi adalah himpunan fuzzy dari komposisi aturan-aturan fuzzy, dan output merupakan domain himpunan fuzzy tersebut. Beberapa metode defuzzifikasi, antara lain : metode Centroid, metode Bisektor, metode Mean of Maximum, metode Largest of Maximum, metode Smallest of Maximum.

- d. Metode Sugeno atau Metode Takagi-Sugeno Kang (TSK)

Penalaran dengan metode ini hampir sama dengan penalaran Mamdani, tapi dalam penalaran Sugeno, output tidak berupa himpunan fuzzy tapi berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini ada dua jenis,

yaitu : Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol dan Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu.

5. SKENARIO PERILAKU BERJALAN KERUMUNAN AGEN

Pemodelan perilaku berjalan ini tidak diterapkan pada game tertentu. Model perilaku ini dapat diterapkan pada game bergenre strategi yang melibatkan banyak agen. Agen cerdas dalam penelitian ini terdiri dari sebuah agen sebagai player dan sejumlah agen yang menjadi Non-Playable Character (NPC). Dalam kerumunan agen tersebut, ada yang berlaku sebagai player, player tersebut memiliki tujuan yang telah ditetapkan, sedangkan agen lain berlaku sebagai NPC yang bergerak secara acak ke segala arah.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jumlah agen tidak ditentukan, tapi minimum jumlah agen adalah lebih dari 5.
2. Semua agen tidak berjalan searah, arah masing-masing agen berjalan secara acak ke 8 penjuru arah mata angin.
3. Peta lokasi memiliki hambatan berupa tembok dan memiliki kontur yang datar.
4. Hambatan yang harus dihadapi sebuah agen yang berjalan dalam kerumunan adalah halangan dinamis yaitu NPC yang bergerak secara acak, dan halangan statis seperti tembok, bangunan, atau benda lain yang tidak bergerak.
5. Tujuan agen tersebut adalah mencapai suatu tempat yang telah ditentukan.

6. PERILAKU DAN ATURAN FUZZY

Agar perilaku agen-agen terkesan natural dan cerdas, maka dibuat 2 jenis model perilaku agen. Perilaku ini dipilih berdasarkan inferensi Mamdani dari model logika fuzzy. Pemodelan ini akan diterapkan pada perilaku kecepatan dan arah berjalan agen.

Tabel 1 Aturan Perilaku Untuk Kecepatan Berjalan

ANTECEDENT			CONSEQUENT
KELOMPOK	OPERATOR	STAMINA	KECEPATAN
kecil	AND	Lemah	lambat
		Normal	normal
		Kuat	cepat
sedang		Lemah	lambat
		Normal	normal
		Kuat	cepat
besar		Lemah	lambat
		Normal	normal

		Kuat	Cepat
KELOMPOK	OPERATOR	KONDISI	KECEPATAN
kecil	AND	Tenang	lambat
		Normal	normal
		Kacau	cepat
sedang		Tenang	lambat
		Normal	normal
		Kacau	cepat
besar		Tenang	lambat
		Normal	normal
		Kacau	cepat

Secara umum, agen yang berjalan dalam kerumunan yang padat akan berjalan lambat, atau agen yang berjalan dalam kondisi kuat akan berjalan dengan cepat. Yang akan dilakukan dalam pemodelan ini adalah kombinasi dari beberapa kondisi lingkungan yang dihadapi oleh agen dalam sebuah kerumunan.

Perilaku ini memiliki himpunan aturan fuzzy. Masukan untuk aturan tersebut dalam bentuk istilah-istilah bahasa yang merupakan didapat dari kinerja agen, NPC, dan keadaan game. Beberapa contoh aturan perilaku yang berlaku dalam kecepatan berjalan, yaitu :

1. IF KELOMPOK sedikit AND STAMINA kuat THEN KECEPATAN lambat.
2. IF KELOMPOK sedang AND KONDISI kacau THEN KECEPATAN cepat.
3. IF KELOMPOK besar AND STAMINA lemah THEN KECEPATAN lambat.

Dan seterusnya.

Aturan lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

7. RANCANGAN

Masukan untuk aturan atau yang menjadi antecedent adalah ukuran KELOMPOK, kondisi STAMINA dan LINGKUNGAN dan yang menjadi consequent adalah KECEPATAN. Berikut ini istilah linguistik untuk masing-masing masukan, yaitu :

1. Ukuran KELOMPOK : kecil < 5, 10 ≤ sedang ≤ 40, dan besar > 45.
2. Keadaan STAMINA : lemah < 3, 3 ≤ sedang ≤ 6, dan kuat > 6.
3. KONDISI : tenang jika stamina sedang sampai kuat dan tidak ada pekerjaan yang harus dilakukan , normal jika serangan tidak ada dan NPC sedang melakukan mempersiapkan bahan makanan atau membangun tempat tinggal, dan kacau jika tiba-tiba ada serangan musuh sedangkan senjata tidak lengkap.

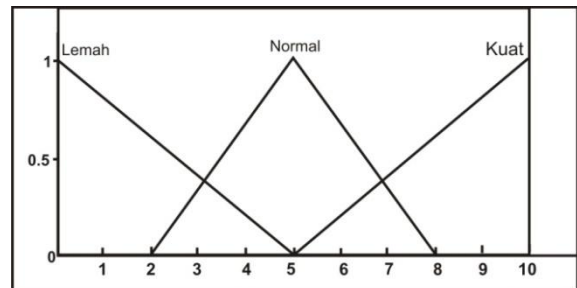
Kecepatan berjalan maksimum manusia yang berjalan sendiri 5,5 m/jam dan manusia yang berjalan berkelompok 5,1 m/jam (5,04 fps dan 4,63 fps)[Karen]. Dalam penelitian ini kecepatan berjalan cepat 5,5 dan untuk kecepatan berjalan yang lebih lambat 2,5.

Variabel KELOMPOK, STAMINA DAN LINGKUNGAN digambarkan dengan fungsi keanggotaan segitiga.

$$\mu_{StmLEMAH} [x] = \begin{cases} \frac{5-x}{5-0}; & 0 \leq x \leq 5 \\ 0 & ; x \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{StmNORMAL} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 8 \\ \frac{x-2}{5-2}; & 2 \leq x \leq 5 \\ \frac{5-x}{8-5}; & 5 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{StmKUAT} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{10-5}; & 5 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \geq 10 \end{cases}$$

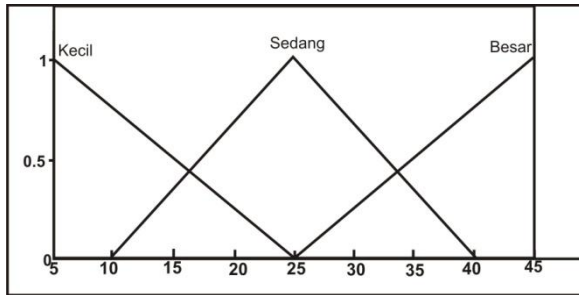


Gambar 2. Derajat keanggotaan stamina

$$\mu_{KelKECIL} [x] = \begin{cases} \frac{25-x}{25-5}; & x \leq 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{KelSEDANG} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x-10}{25-10}; & 10 \leq x \leq 25 \\ \frac{25-x}{40-25}; & 25 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{KelBESAR} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 25 \\ \frac{x-25}{40-10} & ; 25 \leq x \leq 40 \\ 1 & ; x \geq 45 \end{cases}$$

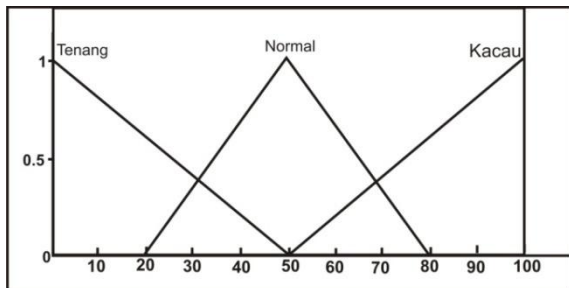


Gambar 3. Derajat Keanggotaan Kelompok

$$\mu_{KndTENANG} [x] = \begin{cases} 50 - x & ; 0 \leq x \leq 50 \\ 0 & ; x \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{KndNORMAL} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 80 \\ \frac{x - 20}{50 - 20} & ; 20 \leq x \leq 50 \\ \frac{50 - x}{80 - 50} & ; 50 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{Kel BESAR} [x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq 50 \\ \frac{x - 50}{100 - 50} & ; 50 \leq x \leq 100 \\ 1 & ; x \geq 100 \end{cases}$$



Gambar 4. Derajat keanggotaan kondisi

Jika jumlah NPC dalam satu kelompok 16 dengan tingkat stamina 6 dan kondisi lingkungan 42, maka fungsi keanggotaan stamina adalah :

$$\mu_{StmLEMAH} [6] = 0$$

$$\mu_{StmNORMAL} [6] = \frac{8 - 6}{8 - 5} = 0,67$$

$$\mu_{StmKUAT} [6] = \frac{6 - 5}{10 - 5} = 0,2$$

Fungsi keanggotaan kelompok yaitu :

$$\mu_{KelKECIL} [16] = \frac{25 - 16}{25 - 5} = 0,45$$

$$\mu_{KelSEDANG} [16] = \frac{16 - 10}{25 - 10} = 0,4$$

$$\mu_{KelBESAR} [16] = 0$$

Fungsi keanggotaan Kondisi sebagai berikut :

$$\mu_{KndTENANG} [42] = \frac{50 - 42}{50 - 0} = 0,16$$

$$\mu_{KndNORMAL} [42] = \frac{42 - 20}{50 - 20} = 0,73$$

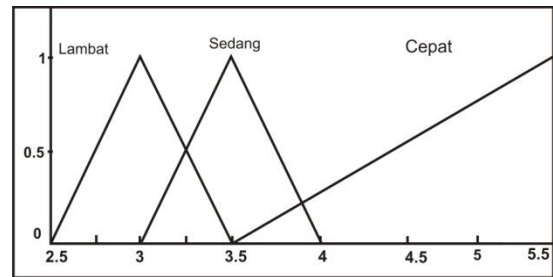
$$\mu_{KndKACAU} [42] = 0$$

Setelah memperoleh fungsi keanggotaan, tahap selanjutnya adalah menentukan fungsi implikasi berdasarkan aturan-aturan yang ada pada Tabel 1. Fungsi implikasi yang digunakan pada metode Mamdani adalah Min. Rincian lengkap terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Fungsi Implikasi Perilaku Kecepatan

NO	FUNGSI IMPLIKASI	
[R1]	$\alpha - pred_1 =$	$\mu_{StmLEMAH} \cap \mu_{KelKECIL}$ Min ($\mu_{StmLEMAH} (6); \mu_{KelKECIL} (16)$) Min(0,0,45) 0
[R2]	$\alpha - pred_2 =$	$\mu_{StmNORMAL} \cap \mu_{KelKECIL}$ Min ($\mu_{StmNORMAL} (6); \mu_{KelKECIL} (16)$) Min(0,67,0,45) 0,45
NO	FUNGSI IMPLIKASI	
[R3]	$\alpha - pred_3 =$	$\mu_{StmKUAT} \cap \mu_{KelKECIL}$ Min ($\mu_{StmKUAT} (6); \mu_{KelKECIL} (16)$) Min(0,2,0,45) 0,2
[R4]	$\alpha - pred_4 =$	$\mu_{StmLEMAH} \cap \mu_{KelSEDANG}$ Min ($\mu_{StmLEMAH} (6); \mu_{KelSEDANG} (16)$) Min(0,0,4) 0
[R5]	$\alpha - pred_5 =$	$\mu_{StmNORMAL} \cap \mu_{KelSEDANG}$ Min ($\mu_{StmNORMAL} (6); \mu_{KelSEDANG} (16)$) Min(0,67,0,4) 0,4
[R6]	$\alpha - pred_6 =$	$\mu_{StmKUAT} \cap \mu_{KelSEDANG}$ Min ($\mu_{StmKUAT} (6); \mu_{KelSEDANG} (16)$) Min(0,2,0,4) 0,2
[R7]	$\alpha - pred_7 =$	$\mu_{StmLEMAH} \cap \mu_{KelBESAR}$ Min ($\mu_{StmLEMAH} (6); \mu_{KelBESAR} (16)$) Min(0,0) 0
[R8]	$\alpha - pred_8 =$	$\mu_{StmNORMAL} \cap \mu_{KelBESAR}$ Min ($\mu_{StmNORMAL} (6); \mu_{KelBESAR} (16)$) Min(0,67,0) 0
[R9]	$\alpha - pred_9 =$	$\mu_{StmKUAT} \cap \mu_{KelBESAR}$ Min ($\mu_{StmKUAT} (6); \mu_{KelBESAR} (16)$) Min(0,2,0) 0

[R10]	$\alpha - pred_{10} =$	$\mu_{KndTENANG} \cap \mu_{KelKECIL}$ Min ($\mu_{KndTENANG} (42); \mu_{KelKECIL} (16)$) Min(0,16;0,45) 0,16
[R11]	$\alpha - pred_{11} =$	$\mu_{KndNORMAL} \cap \mu_{KelKECIL}$ Min ($\mu_{KndNORMAL} (42); \mu_{KelKECIL} (16)$) Min(0,73;0,45) 0,45
[R12]	$\alpha - pred_{12} =$	$\mu_{KndKACAU} \cap \mu_{KelKECIL}$ Min ($\mu_{KndKACAU} (42); \mu_{KelKECIL} (16)$) Min(0;0,45) 0
[R13]	$\alpha - pred_{13} =$	$\mu_{KndTENANG} \cap \mu_{KelSEDANG}$ Min ($\mu_{KndTENANG} (42); \mu_{KelSEDANG} (16)$) Min(0,16;0,4) 0,16
[R14]	$\alpha - pred_{14} =$	$\mu_{KndNORMAL} \cap \mu_{KelSEDANG}$ Min ($\mu_{KndNORMAL} (42); \mu_{KelSEDANG} (16)$) Min(0,73;0,4) 0,4
[R15]	$\alpha - pred_{15} =$	$\mu_{KndKACAU} \cap \mu_{KelSEDANG}$ Min ($\mu_{KndKACAU} (42); \mu_{KelSEDANG} (16)$) Min(0;0,4) 0
[R16]	$\alpha - pred_{16} =$	$\mu_{KndTENANG} \cap \mu_{KelBESAR}$ Min ($\mu_{KndTENANG} (42); \mu_{KelBESAR} (16)$) Min(0;0) 0
[R17]	$\alpha - pred_{17} =$	$\mu_{KndNORMAL} \cap \mu_{KelBESAR}$ Min ($\mu_{KndNORMAL} (42); \mu_{KelBESAR} (16)$) Min(0,73;0) 0
[R18]	$\alpha - pred_{18} =$	$\mu_{KndKACAU} \cap \mu_{KelBESAR}$ Min ($\mu_{KndKACAU} (42); \mu_{KelBESAR} (16)$) Min(0;0) 0



Gambar 5. Derajat keanggotaan kecepatan

Tahap selanjutnya adalah membuat komposisi dari aturan yang telah memiliki fungsi implikasi yaitu mencari nilai maksimum dari nilai fungsi keanggotaan pada tabel 2. Jika kecepatan yang dihasilkan lambat, dapat diperoleh :

$$\frac{(z_1 - 2.5)}{(3 - 2.5)} = 0 \text{ maka } z_1 = 2,5$$

$$\frac{(3 - z_2)}{(3 - 2.5)} = 0 \text{ maka } z_2 = 3$$

Untuk kecepatan normal, diperoleh fungsi implikasi sebagai berikut :

$$\frac{(z_3 - 3)}{(3,5 - 3)} = 0,4 \text{ maka } z_3 = 3,2$$

$$\frac{(z_4 - 3)}{(3,5 - 3)} = 0,45 \text{ maka } z_4 = 3,22$$

$$\frac{(4 - z_5)}{(4 - 3,5)} = 0,4 \text{ maka } z_5 = 4,2$$

$$\frac{(4 - z_6)}{(4 - 3,5)} = 0,45 \text{ maka } z_6 = 4,22$$

Fungsi implikasi untuk kecepatan cepat adalah :

$$\frac{(5,5 - z_7)}{(5,5 - 3,5)} = 0,2 \text{ maka } z_7 = 5,1$$

Fungsi keanggotaan kecepatan yang merupakan konsekuensi fuzzy.

$$\mu_{KecLAMBAT} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2.5 \text{ atau } x \geq 3.5 \\ \frac{x - 2.5}{3 - 2.5}; & 2.5 \leq x \leq 3 \\ \frac{3.5 - x}{3.5 - 3}; & 3 \leq x \leq 3.5 \end{cases}$$

$$\mu_{KecSEDANG} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{x - 3}{3.5 - 3}; & 3 \leq x \leq 3.5 \\ \frac{4 - x}{4 - 3.5}; & 3.5 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{KecCEPAT} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3.5 \\ \frac{x - 3.5}{5.5 - 3.5}; & 3.5 \leq x \leq 5.5 \\ 1; & x \geq 5.5 \end{cases}$$

Dengan demikian fungsi keanggotaan hasil komposisi aturan adalah :

$$\mu[z] = \begin{cases} 0; & 2,5 \leq z \leq 3 \\ \frac{z - 3}{3,2 - 3}; & 3 \leq z \leq 3,2 \\ \frac{z - 4,2}{4,5 - 4,2}; & 4,2 \leq z \leq 4,5 \\ 0,2; & z \geq 5,1 \end{cases}$$

Untuk menentukan nilai kecepatan dalam bentuk crisp, dilakukan defuzzifikasi. Dalam penelitian ini defuzzifikasi dilakukan dengan metode Mean of Maximum, sehingga diperoleh kecepatan 3,9 .

8. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dapat membuat model perilaku kecepatan berjalan agen-agen dalam dunia virtual dengan menggunakan fuzzy logic atau logika fuzzy dengan variabel masukan ukuran kelompok, kondisi stamina masing-masing agen dan kondisi lingkungan yang dipengaruhi oleh state-state tertentu. Hasil yang diperoleh dari pemodelan ini dalam disimpulkan sebagai berikut :

1. Masukan untuk himpunan fuzzy adalah 16 buah agen dengan stamina 6 point, dan kondisi lingkungan pada tingkat 42.
2. Masing-masing masukan akan menentukan nilai keanggotaan dalam himpunan fuzzy.
3. Aturan yang diperoleh dari menggabungkan masing-masing masukan, diolah dengan metode inferensi logika fuzzy Mamdani.
4. Hasil defuzzifikasi fungsi konsekuensi dengan metode Mean of Maximum adalah kecepatan 3,9 dalam satuan yang disesuaikan dengan kebutuhan.
5. Menambahkan komponen arah ke dalam perilaku berjalan dan kontur yang tidak datar.

- [8] Karen Aspelin, "Establishing Pedestrian Walking Speeds", ITE Distric 6 Technical Chair, Albuquerque, New Mexico, 2005.
- [9] Sri Kusumadewi, Hari Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy", Graha Ilmu, Edisi 2, 2010.
- [10] Soon Tee Teoh, "Game AI : Fuzzy Logic", CS 134, San Jose State University.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Johnson D. and Wiles J., "Computer Games With Intelligence", Proccedings of the IEEE International Conferece on Fuzzy System, Melbourne, Australia, vol. 3, pp. 1355-1358, 2001
- [2] Jones R. and Wray R., "Comparative Analysis of Frameworks or Knowledge-Intensive Intelegant Agents", AAAI Fall Symposium on Achieving Human-level Intelligence Through Integrated Systems and Research, Arlington, Virginia, pp 47-53,2004.
- [3] Randolph, M. Jones and Robert E. Wray, "Comparative Analysis of Framework for Knowledge Intensive Intelligent Agent", AI Magazine, vol 27 Number 2, 2006.
- [4] Yang, Gao, "Agent Technology-Agent Architectures", Agent Technology, AI lab NJU, 2008.
- [5] Adnan Shaout, Brady King, and Luke Reisner, "Real-Time Game Design of Pac-Man Using Fuzzy Logic", The International Arab Journal of Information Technology, vol. 3, no. 4, October 2006
- [6] M. Faizal Rochman, Moch. Hariadi, Phd, "Simulasi Perilaku Otonom Dalam Dunia Virtual Menggunakan Logika Fuzzy", Game Technology Research Group, ITS.
- [7] Pattie Maes, "Modeling Adaptive Autonomous Agent", MIT Media-Laboratory, 20 Ames Street Rm 305, Cambrige, MA 02139.