



Educational Game Explore Old Museums Using Fuzzy State Machine

Game Edukasi Jelajah Museum Tua Menggunakan Fuzzy State Machine

Moch. Kholil*, Ismanto

Teknik Informatika, Akademi Komunitas Negeri Putra Sang Fajar Blitar

*Email Penulis Korespondensi: moch.kholil89@gmail.com

Abstract. Indonesia has a diverse culture from the form of creation, work, and intention, but over time Indonesian culture is eroded by the sophistication of the times. Using entertainment media such as games will be able to provide knowledge about culture through the game and can develop morale, using 3D interactive design of an object such as historical heritage will look close to real and with the Artificial Intelligence (AI) used in the opponent will make the game that is played becomes fun or not monotonous. This study uses the Fuzzy State Machine (FuSM) method which aims to shape character behavior like human like behaviour. The results that can be generated from FuSM are behavior that changes according to the conditions and rules that have been determined. This is where the AI that is formed will not always be the same in the same situation, all will be different depending on the conditions and rules that exist.

Keywords- Fuzzy State Machine, Culture Game, AI

Abstrak. Indonesia memiliki kebudayaan yang beraneka ragam dari wujud cipta, karya, serta karsa akan tetapi seiring berjalannya waktu kebudayaan indonesia terkikis oleh kecangihan zaman. Dengan menggunakan media hiburan seperti game akan dapat memberikan pengetahuan seputar kebudayaan melalui game tersebut dan dapat mengembangkan moral, dengan menggunakan desain interaktif 3D dari sebuah objek seperti peninggalan sejarah akan terlihat mendekati nyata dan dengan adanya Artificial Intelligence (AI) yang digunakan di dalam lawan akan membuat game yang dimainkan menjadi menyenangkan atau tidak monoton. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy State Machine (FuSM) bertujuan untuk membentuk perilaku karakter layaknya human like behaviour. Hasil yang dapat dihasilkan dari FuSM adalah tingkah laku yang berubah ubah sesuai kondisi dan rule yang telah ditentukan. Dari sinilah AI yang dibentuk tidak akan selalu sama dalam keadaan yang sama semua akan berbeda tergantung dari kondisi dan rule yang ada.

Kata kunci- Fuzzy State Machine, Game Kebudayaan, AI

PENDAHULUAN

AI adalah teknik yang dipakai dalam *character game* untuk membentuk ilusi intelijen didalam perilaku *Non Player Character* (NPC). Teknik yang dipakai sering memanfaatkan metode yang ada dalam ilmu AI. Namun, permainan AI ini sering dipakai sebagai rujukan kepada beberapa kelompok algoritma yang luas beserta juga memakai teknik dari sebuah robotika, teori kontrol, ilmu komputer dan grafik komputer secara luas[1]. *Game* komputer yang berbasis AI merupakan suatu inovasi dari *game* yang dibuat dengan pendekatan perilaku manusia (*human like behavior*). *Game* komputer dapat dibuat realistis (nyata) jika didukung dengan mengimplementasikan *human like behavior* pada *Player*, *NPC Follower* dan *NPC Enemy*. Disaat kita berbicara bahwa *game* sudah terdapat AI yang bagus, memiliki arti bahwa dalam sebuah permainan *character* memperlihatkan tingkah laku yang konsisten dan realistis, bereaksi dengan tepat terhadap tindakan pemain dan karakter lain[2]. Salah satu algoritma yang ada di dalam *game* adalah *Finite State Machine* (FSM). FSM dapat digunakan sebagai satu metode untuk pemodelan kecerdasan dan perilaku. Metode ini fleksibel dan kuat dengan menghormati pemodelan,

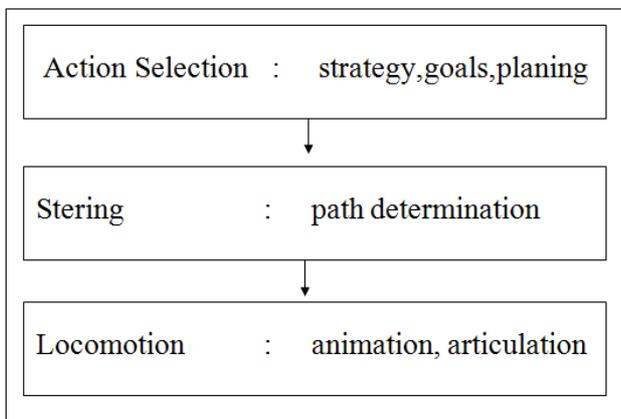
mampu mencapai kompleksitas yang tinggi tingkatnya. Namun, FSM memiliki batasan tertentu sehubungan dengan kemampuan merek, keterbatasan ini terkait langsung untuk *player* logika Boolean, membuat FSM hanya bisa bertindak pada satu keadaan pada suatu waktu. Sebagai perpanjangan dari FSM, ada yang disebut *Fuzzy State Machine* (FuSM). Kemampuan logika *fuzzy* untuk mewakili keadaan ambigu, membuat mereka berlaku untuk berbagai bidang seperti permainan elektronik, pemodelan karakter cerdas dan sebagainya[3].

Dengan memperhitungkan dan menganalisis hal-hal di atas maka dapat dipahami bahwa tujuan dari penulisan ini untuk menciptakan suatu *game* pada *platform* dengan tema budaya Indonesia, dengan maksud agar masyarakat Indonesia untuk mengenal, memperhatikan, melindungi serta melestarikan budaya yang dimiliki oleh Indonesia. Di dalam *game* ini, *player* akan berada di sebuah museum tua yang memiliki beberapa peninggalan yang masih tersisa. Setelah itu *player* akan menyusuri setiap ruangan didalam museum untuk mencari benda dan mengumpulkannya namun saat mengumpulkannya akan terdapat halangan dimana terdapat musuh yang menyerang *player*, penggunaan FuSM disini digunakan untuk menciptakan tingkah laku musuh sesuai dengan tindakan *player*. Setelah

selesai menemukan benda peninggalan dan mampu menjawab pertanyaan semua, *player* akan bisa berpindah *stage*[4].

METODE PENELITIAN

NPC merupakan sebuah jenis *autonomous agent* yang ditunjuk untuk pemakaian media interaksi seperti *game* dan VR (*virtual reality*). NPC dipakai untuk memainkan peran sebuah tokoh didalam cerita dan mempunyai beberapa keahlian untuk improvisasi gerak mereka, tindakannya diarah secara langsung oleh gerakan pemain. Terdapat beberapa penelitian AI yang merupakan sebuah NPC didalam *game*, hingga sampai sekarang masih terus dikembangkan. AI tersebut terus dikembangkan untuk menciptakan tingkah laku NPC yang fleksibel. Disaat sebuah *game* terdapat AI yang bagus, maksudnya bahwa AI terlihat memiliki tingkah laku yang realistis dan konsisten, perilakunya sesuai kondisi terhadap tingkah laku karakter utama[5]. Hirarki gerak perilaku akan ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Hirarki gerak perilaku

Pada gambar 1 dapat diketahui bahwa perilaku NPC dapat dibagi menjadi 3 lapis: *action selection* (seleksi tindakan), *steering* (kendali), dan *locomotion* (penggerak), Lapisan-lapisan ini diartikan untuk sebuah kekhususan dan kejelasan.. Didalam *game* yang memiliki sebuah AI terdapat banyak metode yang dapat dipakai untuk membentuk sebuah tingkah laku. Pada karakter AI lebih bagus dan mudah dipahami dengan membagi menjadi 3 lapisan.

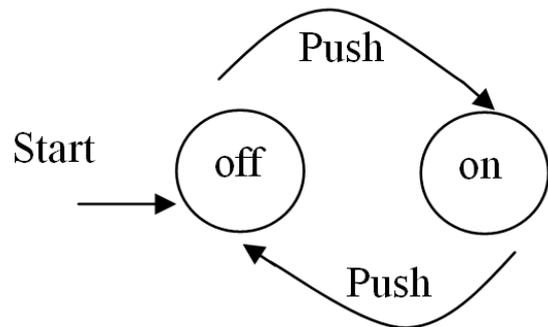
Dalam penerapan *FuSM* ini didapatkan pada sebuah perilaku dan kondisi. *FSM* dipakai sebagai suatu cara dalam menggambarkan tingkah laku tindakan karakter musuh, dan *fuzzy logic* dipakai untuk menetapkan perilaku dalam pergerakan berdasar dari variable yang ada. Logika *fuzzy* ini diaplikasi pada perilaku dari musuh yang berdasarkan tingkah *player* untuk rancangan pembentukan perilaku NPC dapat dilihat pada gambar. Tiga variable dipakai untuk mengatur perilaku NPC, variable tersebut yaitu “Jarak” , “Waktu”, dan “Kondisi”.

FSM merupakan *automata* yang terdapat *state* yang memiliki jumlah terbatas atau juga bisa disebut *finite*. *State* ini dipakai untuk memahami bagian yang relevan dari kondisi sebelumnya sistem. Disebabkan total *state* yang ada memiliki batas, seluruh kondisi sebelumnya dari sistem sering tidak bisa diingat-ingat, karena-nya sistem harus dibentuk sedemikian rupa agar dapat mengingat yang terpenting dan melupakan yang tidak dibutuhkan. Keuntungan dari *FSM* ini adalah sistem bisa

mengimplementasikan sebuah kebutuhan yang memiliki jumlah pasti, mirip layaknya perangkat keras atau *circuit*[6].

Pembuatan AI didalam *game* yang menggunakan *FSM* merupakan sebuah teknik yang paling sering dipakai untuk *decision making* (permasalahan), dan sekalian dengan *scripting*, serta dipakai secara luas untuk membentuk sistem didalam *game*. *FSM* diketahui secara luas sebagai teknik untuk kondisi berbasis *event* atau pemodelan fenomena.

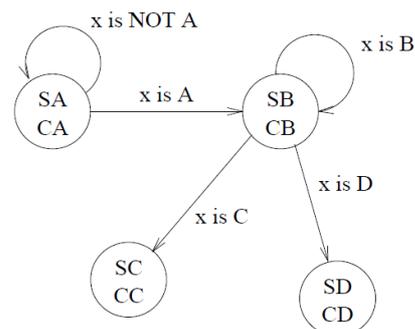
Teknik ini adalah sebuah metode untuk merancang sistem pemodelan perilaku atau *object* yang berdasarkan dengan sesuatu kondisi yang telah diartikankan dalam set. *FMS* merupakan alat yang memiliki beberapa jumlah *state* yang bisa bergerak berdasarkan masukan (*input*) untuk menempuh transisi dari 1 *state* ke *state* lainnya atau mengakibatkan sebuah keluaran (*output*) atau terjadi sebuah tindakan. Sebuah *FSM* cuma dapat berada dalam 1 *state* disetiap waktu, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model dasar finite state automata

Pada gambar 2. merupakan sebuah gambaran yang paling mudah dari sebuah *FSM* adalah sebuah *switch* “on” atau “off”. Gambaran tersebut akan mengingat sebuah kondisi yang terjadi saat ini berada di “on” atau “off” dan disaat pengguna menekan/*push* tombol ,berefek dengan hasil yang berbeda setiap pengguna menekannya sesuai dengan *state* yang ada.

FuSM merupakan sebuah *automata* dimana transisi dari setiap *state* terjadi bukan dari kejadian, namun didasari dari *variable fuzzy* dan sesuai transisi, setiap *state* juga memiliki *fuzzy*. Disebabkan dari sifat itu, disaat apapun terjadi sistem bisa terdapat dilebih dari 1 *state*, akan tetapi juga dapat berada di setiap *state state* pada waktu yang sama. Setiap *state* memiliki *membership value* sendiri sendiri. *FuSM* dipakai untuk memberikan perilaku yang lebih sulit untuk diperkirakan, dan berbeda dengan *FSM* biasa yang mudah diprediksi[7]. Diagram *Fuzzy State Automata* ditunjukkan oleh Gambar 3.

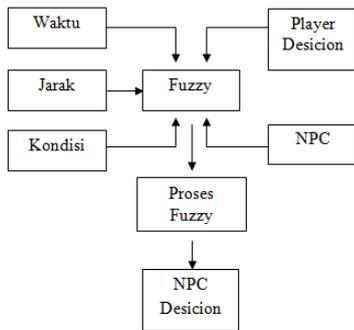


Gambar 3. Fuzzy State Automata

FuSM memiliki sifat yang mirip dengan FSM tradisional, yang mana *automata* adalah sebuah kumpulan dari *state Sj*, yang digabungkan oleh *fuzzy transition*. Seperti yang ada pada FSM, sebuah *state* menunjukkan kondisi untuk melakukan sebuah tindakan. Akan tetapi, perbedaan yang membuat beda tentang FSM dengan *FuSM* adalah sistem tidak diwajibkan berada di dalam *state* pada waktu tertentu. disetiap *state Sj* bisa disatukan dengan sebuah *fuzzy state activity* yang berkisar antara 0 sampai dengan 1 yang menunjukkan jumlah banyaknya sistem yang terdapat pada *state* tersebut.

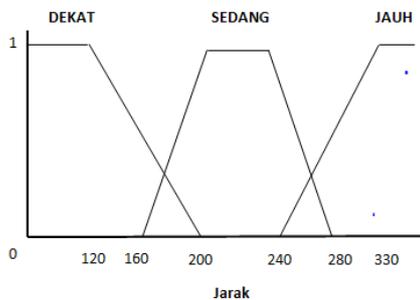
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penerapan *FuSM* ini didapatkan pada sebuah perilaku dan kondisi. FSM dipakai sebagai suatu cara dalam menggambarkan tingkah laku tindakan karakter musuh, dan *fuzzy logic* dipakai untuk menetapkan perilaku dalam pergerakan berdasar dari variable yang ada. Logika *fuzzy* ini diaplikasi pada perilaku dari musuh yang berdasarkan tingkah *player* untuk rancangan pembentukan perilaku NPC dapat dilihat pada gambar. Tiga variable dipakai untuk mengatur perilaku NPC, variable tersebut yaitu “Jarak”, “Waktu”, dan “Kondisi”. Proses *FuSM* dengan Logika *fuzzy* ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses *FuSM* dengan Logika *Fuzzy*

Atribut yang diberikan untuk *NPC* adalah jarak terhadap pemain, lama waktu bermain, dan kondisi palyer menghadap atau tidak. Untuk fungsi keanggotaan “Jarak” terdapat 3 variable yaitu “Dekat”, “Sedang”, dan “Jauh” dengan interval nilai 0 sampai 330. Perhitungan *fuzzyfikasi* didapatkan dan beberapa fungsi- fungsi yang digunakan pada variabel poin ada 3 linear turun, kurva trapesium, linier naik seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Derajat keanggotaan Jarak

Dengan perhitungan manual sebagai berikut:

Fungsi Keanggotaan Linier Turun (Dekat) :

$$\mu[x] = \begin{cases} (200 - x)/(200 - 120); & 120 \leq x \leq 200 \\ 0; & x \geq 200 \end{cases}$$

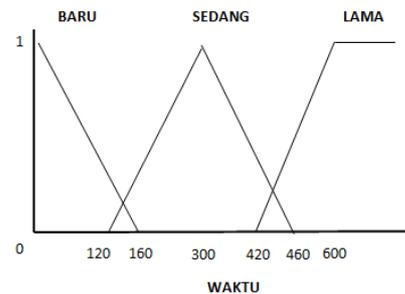
Fungsi Keanggotaan Kurva Trapesium (Sedang):

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 160 \text{ atau } x > 280 \\ \frac{x - 160}{200 - 160}; & 160 \leq x \leq 200 \\ \frac{280 - x}{280 - 240}; & 200 \leq x \leq 240 \\ \frac{280 - x}{280 - 240}; & x \geq 280 \end{cases}$$

Fungsi Linier Naik (Jauh):

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 240 \\ \frac{x - 240}{330 - 240}; & 240 \leq x \leq 330 \\ 120; & x \geq 330 \end{cases}$$

Untuk fungsi keanggotaan “Waktu” terdapat 3 variable yaitu “Baru”, “Sedang”, dan “Lama” dengan interval nilai 0 sampai 600. Perhitungan *fuzzyfikasi* [8]didapatkan dengan menggunakan sebuah fungsi yang dipakai, yaitu linear turun, kurva segitiga, linier naik seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Derajat keanggotaan waktu

Dengan perhitungan manual sebagai berikut:

Fungsi Keanggotaan Linier Turun (Baru) :

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{160 - x}{160 - 0}; & 0 \leq x \leq 160 \\ 0; & x \geq 160 \end{cases}$$

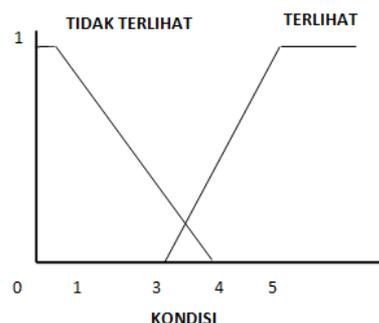
Fungsi Keanggotaan Kurva Segitiga (Sedang):

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 120 \text{ atau } x > 300 \\ \frac{x - 120}{300 - 120}; & 120 \leq x \leq 300 \\ \frac{300 - x}{460 - 300}; & 300 \leq x \leq 460 \end{cases}$$

Fungsi Linier Naik (Lama):

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 420 \\ \frac{x - 420}{600 - 420}; & 420 \leq x \leq 600 \\ 1; & x \geq 600 \end{cases}$$

Untuk fungsi keanggotaan “Kondisi” terdapat 2 variable yaitu “terlihat” dan “Tidak terlihat” dengan interval nilai 0 sampai 5. Perhitungan *fuzzyfikasi* didapatkan dengan menggunakan sebuah fungsi yang dipakai, yaitu linear turun, linier naik seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Derajat keanggotaan Kondisi

Dengan perhitungan manual sebagai berikut:
Fungsi Keanggotaan Linier Turun (Tidak Terlihat) :

$$\mu[x] = \begin{cases} 4-x & ; 1 \leq x \leq 4 \\ 0 & ; x \geq 4 \end{cases}$$

Fungsi Linier Naik (Terlihat):

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

Aturan aturan *fuzzy* yang tersusun untuk membentuk tingkah laku NPC musuh dalam tabel matriks terdapat 3 input yaitu waktu, jarak, dan kondisi.

Skenario pengujian dilakukan untuk mengetahui kekurangan dan untuk mengetahui aplikasi yang dibuat sudah memenuhi kriteria sesuai dengan tujuan dibuatnya. Skenario yang diujikan akan memberikan beberapa nilai *input* yang berbeda untuk memeriksa tingkah laku gerakan dari NPC seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji

No	Nama Perangkat	Versi Android	Chipset	RAM	Hasil Uji
1	Redmi 4A	Android 7.1	Snapdragon 425	2	Sukses
2	Zenofone C	Android 4.4	Dual-Core	1	Sukses
3	Sony Xperia XZ	Android 8.0	Snapdragon 820	3	Sukses
4	Polytron Prime T8 R255B	Android 8.1	Mediatek MT6737	2	Gagal
5	Redmi Note 7	Android 9	Snapdragon 620	3	Sukses
6	Xiomi 6X	Android 8.1	Snapdragon 660	4	Sukses
7	Xiomi Redmi Note 5 Pro	Android 7.1.2	Snapdragon 505	4	Sukses
8	Xiomi Note 2	Android 5	Mediatek MT6795	2	Sukses
9	Sony Xperia C3 Dual	Android 4.4.2	Snapdragon 400	1	Sukses
10	Samsung J7 Prime	Android 6.0.1	Exynos 7870 Octa	3	Sukses

Pada Tabel 1 telah banyak tercapai keseluruhan dengan tanpa adanya kendala

$$\frac{9}{10} * 100\% = 90\%$$

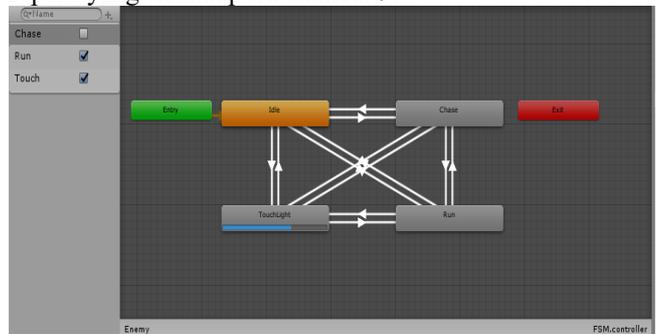
Dapat diketahui tingkat kesuksesan dengan menggunakan game engine *unity* dari pengujian compabilty disetiap perangkat adalah 90% seperti yang terlihat pada Gambar 8.



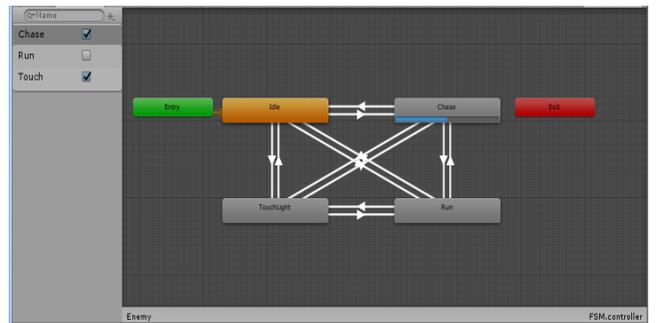
Gambar 8. hasil uji sukses

Pada gambar 8, merupakan hasil uji sukses dimana kebanyakan aplikasi dapat berjalan lancar tanpa adanya kendala di perangkat yang telah di uji

Pengujian *state* akan diamati, apakah semua *state* berjalan dengan baik sesuai dengan *rule* dan *variable* yang ada dan dicek kembali apakah terdapat 2 *state* yang aktif secara bersamaan sehingga sesuai dengan *Fuzzy State Machine*, didalam *Unity* terdapat *animator* dimana dapat di buat sebuah *state machine* dan diamati terjadi perpindahan seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. State FuSM 1



Gambar 10. State FuSM 2

Pada Gambar 10 merupakan sebuah FuSM dimana terdapat 2 *variable* aktif diwaktu bersamaan .Pengujian akan dilakukan dengan mencocokkan nilai *variable* yang telah diberikan dan akan diuji apakah *Player* sesuai dengan tingkah laku yang diberikan pada NPC seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji

Input			Output	Hasil Uji Player
Jarak	Waktu	Kondisi		
8	30	4.5	Lari	Sesuai
21	56	1.2	Serang	Sesuai
33	180	4.2	Lari	Sesuai

41	320	2.3	Serang	Sesuai
27	426	3.5	Lari	Sesuai
55	459	2.6	Serang	Sesuai
90	27	4.7	Diam	Sesuai
168	96	2.6	Diam	Sesuai
157	335	4.5	Lari	Sesuai
211	423	2.1	Serang	Sesuai
187	485	3.9	Lari	Sesuai
110	572	3	Serang	Sesuai
261	124	4.9	Diam	Sesuai
278	86	1.8	Diam	Sesuai
300	187	4	Diam	Sesuai
298	320	2.1	Diam	Sesuai
281	550	4.4	Lari	Sesuai
310	590	2.2	Serang	Sesuai

Dalam percobaan yang dilakukan 18 kali dengan uji coba setiap *rule* yang ada hasil yang didapatkan adalah 100% telah sesuai.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan dan pengembangan game ini maka dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Media Edukasi berupa *game* menjadi sebuah lahan baru dalam pembelajaran, terutama dalam *game* ini yang berjudul "Jelajah Musem Tua Menggunakan Fuzzy State Machine" sebagai untuk pengenalan budaya indonesia agar budaya indonesia dapat dikenal kembali.
2. Pengembangan NPC behavior menggunakan metode fuzzy state machine yang menghasilkan NPC yang tak dapat ditebak melalui variable variable yang telah ada sesuai dengan rule yang telah dibuat. Telah sesuai dengan rule yang telah dibuat
3. Aplikasi dapat berjalan dengan baik melalui beberapa perangkat dengan uji coba dengan nilai kesesuaian 100%

REFERENSI

- [1] H. Haryanto, "PENDIDIKAN MORAL DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM REWARD DALAM GAME IMERSIF," 2010.
- [2] T. Daryatni, M. Hariadi, and A. Z. Fanani, "PERILAKU SMART NPC BERBASIS KOORDINASI MULTI AGENT MENGGUNAKAN FUZZY COORDINATOR," *J. Teknol. Inf. CyberKU*, vol. Vol 12 No, 2016.
- [3] F. K. Yunifa Miftachul Arif, Ady Wicaksono, "Pergantian Senjata NPC pada Game FPS Menggunakan Fuzzy Sugeno," vol. Vol 1, No, 2012.
- [4] T. Owen, *Artificial Intelligence by Patrick Henry Winston (second edition) Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, USA, July 1984 (£18.95, student hardback edition)*, vol. 6, no. 2. 1988.
- [5] J. D. U. John E. Hopcroft, Rajeev Motwani, "Teori Bahasa dan Otomata," ANDI, Ed. Yogyakarta: ANDI, 2007.
- [6] R. Caesar, "Kajian Pustaka Perkembangan Genre Games Dari Masa Ke Masa," *J. Animat. Games Stud.*, vol. Vol 1, No, 2015.
- [7] A. J. de O. C. Leandro GM Alvim, "A fuzzy state machine applied to an emotion model for electronic game characters," *IEEE Int. Conf. Fuzzy Syst. (IEEE World Congr. Comput. Intell.)*, 2008.
- [8] M. Buckland, *Programming Game AI by Example (Wordware Game Developers Library)*. Jones and Bartlett Publishers, Inc, 2004.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Article History:

Received: 2020-01-23 | Accepted: 2020-03-30 | Published: 2020-04-29
