RANCANG BANGUN *GAME "JACK THE GIANT KILLER"* MENGGUNAKAN METODE *FINITE STATE MACHINE* DAN *FUZZY LOGIC*

Fegi Amanda Dwi Kusumawardani
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1418115@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Ide cerita pada sebuah *game* dapat diangkat dari kehidupan nyata, olah raga, maupun cerita rakyat atau cerita dongeng. Seperti cerita dongeng "*Jack and the Beanstalk*" yang bercerita tentang pertualangan Jack untuk mengalahkan raksasa dengan terlebih dahulu menghadapi karakter musuh lainnya. Karakter musuh/ karakter *non-player* dalam sebuah game berperan sebagai salah satu rintangan yang harus dihadapi oleh *player*. Perilaku karakter *non-player* dapat dibuat layaknya manusia atau hewan dengan menambahkan kecerdasan buatan di dalamnya. Salah satunya adalah metode *Finite State Machine* dan metode *Fuzzy Logic*. Metode *Finite State Machine* akan memberikan respon perubahan *state* perilaku. Sedangkan, metode *Fuzzy Logic* akan mengatur perilaku musuh berdasarkan nilai *input* yang dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. *Game* dikembangkan dengan menggunakan Unity 5.3.1 dan Adobe PhotoshopCS6 sebagai *game engine* dan karakter desain. Pengujian metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy Logic* didapat hasil yang sesuai seperti musuh dapat bergerak dengan otomatis sesuai kecerdasan yang diterapkan pada karakter. Terdapat perbedaan hasil *output* pada perhitungan *Fuzzy Logic* antara *game* dan Matlab sebesar 2.4132%. Pada pengujian fungsional dari 20 aspek didapat seemua fungsi berjalan dengan baik.

Kata kunci : *Fuzzy Logic, Finite State Machine, Game.*

1. PENDAHULUAN

Dunia *video game* saat ini semakin berkembang pesat. *Game* merupakan salah satu sarana hiburan yang dinikmati dan dimainkan banyak orang, mulai dari kalangan anak kecil hingga dewasa. Banyaknya peminat *game* menimbulkan beraneka ragam cerita yang disajikan di dalam *game*. Ide cerita pada sebuah *game* dapat diangkat dari kehidupan nyata, olah raga, maupun cerita rakyat atau cerita dongeng. Seperti cerita dongeng "*Jack and the Beanstalk*" yang ditulis oleh Joseph Jacobs pada tahun 1890, yang menceritakan tentang pertualangan seorang pemuda menaklukan raksasa. Cerita tersebut dapat diangkat menjadi jalan cerita sebuah *game*, dimana *player* memainkan peran sebagai Jack untuk berpetualang mengalahkan raksasa dengan terlebih dahulu menghadapi karakter *non-player* lainnya.

Karakter *non-player* dalam sebuah game berperan sebagai salah satu rintangan yang harus dihadapi oleh *player*. Perilaku karakter *non-player* dapat dibuat layaknya manusia atau hewan dengan menambahkan kecerdasan buatan di dalamnya. Terdapat banyak metode kecerdasan buatan yang dapat digunakan untuk mengatur perilaku karakter *non-player*. Salah satunya adalah metode *Finite State Machine* dan metode *Fuzzy Logic*. Metode *Finite State Machine* akan memberikan respon perubahan *state* perilaku yang terdapat dalam suatu kumpulan state dimana setiap *state* dapat berpindah dari satu *state* ke *state* lainnya jika variable *input* memenuhi kondisi tertentu [1]. Sedangkan, metode *Fuzzy Logic* akan mengatur perilaku musuh berdasarkan nilai variable *input yang* dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya [2].

Metode *Finite State Machine* yang memiliki kesederhanaan dalam proses komputasi dan kemudahan dalam proses implementasinya, akan diterapkan pada karakter *non-player* biasa yang terdapat disetiap level [3]. Sedangkan, karakter bos pada level 3 akan diterapkan metode *Fuzzy Logic*, karena karakter ini akan memberikan respon perubahan perilaku yang lebih dinamis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Purba dkk pada tahun 2016 setiap musuh memiliki status kekuatan yang akan mengatur perilaku musuh tersebut, seperti jika musuh sedang dalam keadaan lemah, maka dia akan melarikan diri [4].

Dari uraian di atas, dikembangkan *game* "*Jack the Giant Killer*" dengan mengadaptasi cerita dongeng yang ditulis oleh Joseph Jacobs untuk menjadi jalan cerita *game. Game* ini merupakan *game* 2D berbasis *desktop* dengan *platform* Windows dan memiliki tiga tahapan level. *Game* ini menggunakan *game engine* Unity 5.3.1 dengan Bahasa pemrograman C# dan Adobe PhotoshopCS6 sebagai tools dalam pengembangannya. Karakter *non-player* biasa akan diterapkan metode *Finite State Machine* dan karakter *non-player* bos pada level 3 akan diterapkan metode *Fuzzy Logic*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

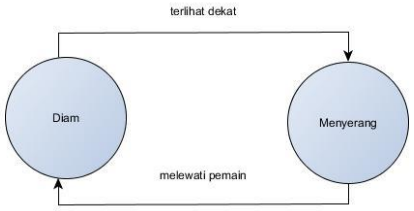
2.1 Penelitian Terkait

Sebuah Game itu menarik dikarenakan beberapa hal: grafis, *gameplay experience*, *replayability value*, dan kecerdasan buatan yang terdapat di dalamnya [5]**.** Oleh karena itu kecerdasan buatan merupakan suatu unsur yang penting dalam membangun sebuah *game*. Kecerdasan Buatan merupakan suatu kecerdasan yang diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin (komputer) agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Kecerdasan buatan membuat elemen-elemen dalam *game* bertindak dan berpikir seperti manusia [6].

Game "*Jack The Giant Killer*" merupakan *game* RPG dimana pemain berperan sebagai Jack dengan jalan cerita yang diambil dari cerita *Jack and the Beanstalk*. Pembuatan *game* ini menggunakan dua metode yang akan diterapkan pada karakter *non-player*. Metode *Finite State Machine* akan diterapkan pada karakter *non-player* biasa yang terdapat pada setiap level. Metode ini digunakan untuk menentukan respon dari karakter *non-player* berdasarkan interaksi yang dilakukan pemain terhadap perubahan kondisi [6]. Karakter *non-player* bos pada level tiga akan diterapkan metode *Fuzzy Logic*. Penerapan logika fuzzy digunakan untuk mengatur perilaku musuh berdasarkan nilai variable masukan sehingga perilaku karakter *non-player* memiliki kepintaran dalam bertindak [4].

2.2 Finite State Machine

Prinsip kerja *Finite State Machine* menggunakan tiga hal yaitu: *state, event,* dan *action.* Pada suatu saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, sistem akan berada pada salah satu *state* yang aktif .Sistem akan beralih menuju state lain jika mendapatkan masukan atau *event* tertentu. Transisi keadaan ini umumnya juga disertai oleh aksi yang dilakukan oleh sistem ketika menanggapi masukan yang terjadi.

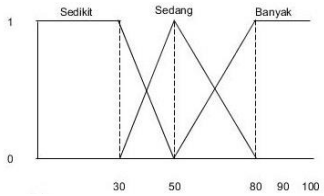


Gambar 1. Contoh diagram finite state machine

Contoh sederhana *Finite State Machine* dapat dilihat pada Gambar 1. Terdapat dua keadaan (*state*) yaitu diam dan menyerang. Sistem akan berpindah dari *state* diam ke state menyerang, jika terjadi masukan *event* berupa jarak terlihat dekat.

2.3 Fuzzy Logic

Logika *Fuzzy* ada tiga tahap yang harus dilakukan, yaitu tahap fuzzifikasi, penalaran (inferensi) dan defuzzifikasi. Fuzzifikasi adalah proses konversi nilai tegas (crips) ke nilai kabur (Fuzzy). Pada proses fuzzifikasi hal yang akan dilakukan yaitu memasukkan input Fuzzy. Yaitu dengan membuat himpunan dan input. Misalkan ada *variable Health*_point_musuh yang terdiri atas 3 himpunan Fuzzy, yaitu: BANYAK, SEDANG, dan SEDIKIT. Kurva Fungsi Keanggotaan *Health*_point_musuh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva fungsi keanggotaan health_point_musuh

Berdasarkan Gambar 2 derajat keanggotaan dari *variable Health*_point_musuh dapat dicari dengan rumus seperti di bawah ini.

$$\mu\text{Sedikit}[X] = \begin{cases} 1 & , \ x \geq 30 \\ \frac{50-x}{20}, & 30 \leq x \leq 50 \\ 0 & , \ x \geq 50 \end{cases}$$

Penalaran (Inferensi) berfungsi untuk untuk mencari suatu nilai *Fuzzy output* dari *Fuzzy input*. Pada proses ini keluaran yang dihasilkan akan berdasarkan pada *IF-THEN rule* dengan mengambil nilai MIN/terkecil dari dua bilangan. Misalkan ada rule "*IF health_point*_musuh banyak *AND* jarak jauh *THEN* perilaku musuh menyerang" maka:

α-predikat = MIN (μBanyak[*X*] **;**μJauh[*X*])

= MIN (0.60; 0.4)

= 0.4

$$\frac{z-40}{20} = 0.4$$

Defuzzyfikasi adalah proses mengubah himpunan *fuzzy* menjadi nilai tegas. Metode deffuzifikasi pada kasus ini dilakukan dengan menggunakan metode *centroid.*

$$Z = \frac{\sum \alpha\text{-predikat} * z}{\sum \alpha\text{-predikat}}$$

3. METODE PENELITIAN

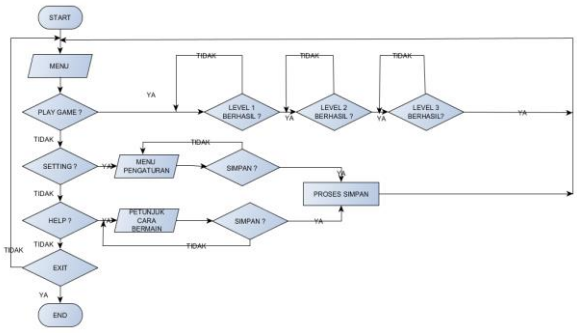
3.1 Deskripsi Sistem

Game yang akan dibangun merupakan *game* 2 dimensi yang memiliki jalan cerita dari cerita dongeng "*Jack and the Beanstalk*". Pemain akan berperan sebagai Jack yang melakukan pertualangan. Terdapat tiga level yang harus diselesaikan untuk dapat memenangkan permainan ini. *Game* ini

mengadopsi tipe *side scrolling game* yaitu game dengan sudut pandang kamera dari sebelah samping.

3.2 Flowchart Game

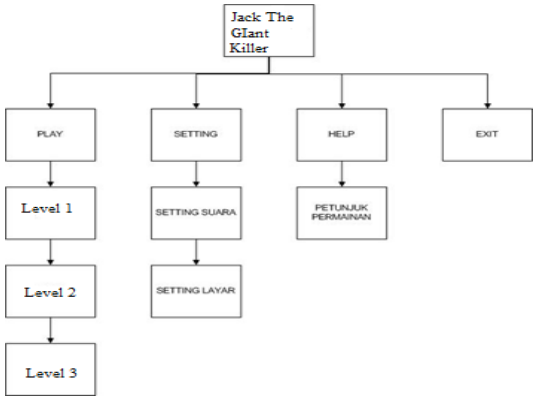
Flowchart dari *game* yang akan dibuat. dapat dilihat pada Gambar 3. Pemain akan mengakses menu utama pertama kali permainan dijalankan. Menu utama dari game tersebut yaitu memulai permainan (*play game*), pengaturan (*setting*), bantuan (*help*) dan keluar (*exit*). Pemain akan memasuki level pertama jika memilih memulai permainan (*play game*). terdapat tiga level yang dapat dimainkan. Pemain dapat melanjutkan ke level berikutka dengan terlebih dahulu menyesaikan level tersebut dan jika pemain tidak berhasil menyelesaikan permainan maka pemain akan mengulang level tersebut. Pilihan menu *setting* dan *help* dapat di pilih jika ingin mengatur permainan dan melihat cara bermain. Kemudian pemain dapat keluar dari permainan dengan memilih *exit.*



Gambar 3. Flowchart game

3.3 Struktur Menu Game

Pada game "*Jack the Giant Killer*" ini terdiri dari beberapa menu yaitu *Start Game, Setting, Help, dan Exit*. Diagram struktur menu dapat dilihat pada Gambar 4.

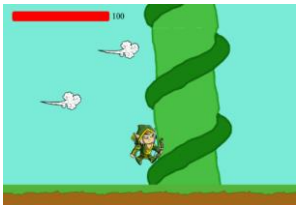


Gambar 4. Struktur menu

3.4 Storyboard Game

Berikut ini adalah *story board* yang menjelaskan sketsa jalan cerita dari *game* dari level 1 sampai level 3.

a. Pada level 1 menggunakan latar sebuah batang pohon besar pada siang hari. Untuk bisa melalui level 1 pemain harus memanjat pohon, melewati rintangan dan mengalahkan musuh. Gambar 5 menjelaskan sketsa awal level 1.

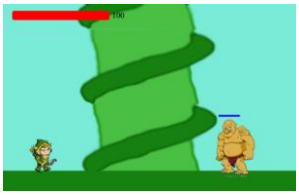


Gambar 5. Sketsa awal level 1

b. Pada level 2 ini menggunakan latar di dalam tempat tinggal raksasa. Untuk bisa melalui level 2 harus bersembunyi dari musuh raksasa dan mengalahkan musuh yang sebelumnya terdapat di level 1. Gambar 6 menjelaskan sketsa awal level 2.

Gambar 6. Sketsa awal level 2

c. Pada level 3 ini menggunakan latar di luar tempat tinggal raksasa. Untuk bisa melalui level 3 harus mengalahkan musuh. Gambar 7 menjelaskan sketsa awal level 3.



Gambar 7. Sketsa awal level 3

3.5 Desain Karakter

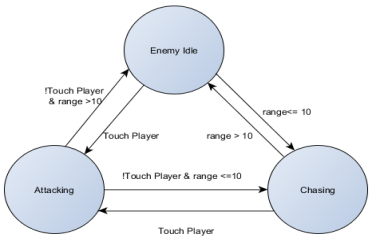
Desain awal dari karakter meliputi karakter utama, dan musuh pada tiap-tiap level. Tabel 1 menjelaskan desain karakter pada *game "Jack the Giant Killer".*

Tabel 1. Desain Karakter

Nama Karakter	Gambar	Keterangan
Jack		Karakter pemain.
Green Giant		Karakter *non-player*. Karakter ini akan ada pada level 2 dan 3.
Bos Giant		Karakter *non-player*. Karakter ini akan muncul pada level tiga.
White Giant		Karakter *non-player*. Karakter ini akan ada pada level 2 dan 3.
Brown Giant		Karakter *non-player*. Karakter ini akan muncul pada level tiga.
Bird		Karakter *non-player*. Karakter ini akan muncul pada level satu.
Beast		Karakter *non-player*. Karakter ini akan muncul pada level satu.

3.6 Diagram Finite State Machine Pada NPC

Pada Gambar 8 menjelaskan tentang diagram *Finite State Machine* pada musuh biasa yang terdapat disemua level.

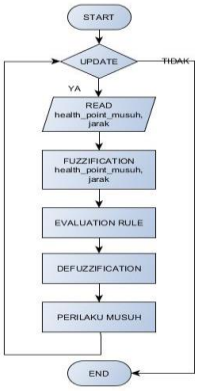


Gambar 8. Diagram Finite State Machine

Pada Gambar 8 musuh biasa memiliki tiga *state* yaitu: diam, mengejar, dan menyerang. *Event* yang harus dipenuhi untuk dapat berpindah dari *state* diam ke *state* mengejar adalah *range* harus lebih kecil dari 10 pixel satuan unity dan tidah menyentuh *player*. *Action* yang dilakukan adalah mengejar *player*. Perpindahan dari *state* mengejar ke *state* diam harus memenuhi *event range* > 10 dan tidak menyentuh *player*. *Action* yang dilakukan adalah berdiam ditempat. Perpindahan dari *state* mengejar ke *state* menyerang harus memenuhi *event* menyentuh *player*. *Action* yang dilakukan adalah menyerang *player*. Perpindahan dari *state* menyerang ke *state* mengejar harus memenuhi *event* tidak menyentuh *player* dan *range* < 10. *Action* yang dilakukan adalah mengejar *player*. Perpindahan dari *state* diam ke *state* menyerang harus memenuhi *event* menyentuh *player*. *Action* yang dilakukan adalah menyerang *player*. Perpindahan dari *state* menyerang ke *state* diam harus memenuhi *event* tidak menyentuh *player* dan *range* > 10. *Action* yang dilakukan adalah diam ditempat.

3.7 Flowchart Fuzzy Logic Pada NPC

Flowchart dari metode *fuzzy logic* yang diterapkan pada karakter bos musuh level 3 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Flowchart Fuzzy Logic

Pada Gambar 9 merupakan perancangan dari implementasi *fuzzy logic* pada *game* "*Jack The Giant Killer*" yang digunakan untuk menentukan perilaku yang akan dikeluarkan oleh karakter Giant. Dengan cara mengambil nilai *health* yang dimiliki musuh dan jarak dari musuh ke *player* secara kontinyu per-*frame*. Kemudian dilakukan *fuzzification* untuk mendapatkan nilai *fuzzy*. Setelah itu dilakukan proses inferensi dengan membandingkan nilai *fuzzy* dengan *rule* yang telah ditentukan. Setelah didapatkan nilai *output fuzzy*, delanjutkan dengan proses *defuzzification* untuk mendapatkan nilai *crips output*. Kemudian nilai *crips output* tersebut dipetakan berdasarkan desain yang telah dibuat untuk mengetahui aksi apa yang akan dilakukan oleh karakter *Giant*.

Adapun *rule* yang digunakan dalam game ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rule Fuzzy Logic

Rule	Keterangan Rule
R1	IF *health_point*_musuh banyak AND jarak jauh THEN perilaku musuh menyerang
R2	IF *health_point*_musuh banyak AND jarak sedang THEN perilaku musuh menyerang
R3	IF *health_point*_musuh banyak AND jarak dekat THEN perilaku musuh menyerang
R4	IF *health_point*_musuh sedang AND jarak jauh THEN perilaku musuh menyerang
R5	IF *health_point*_musuh sedang AND jarak sedang THEN perilaku musuh bertahan
R6	IF *health_point*_musuh sedang AND jarak dekat THEN perilaku musuh bertahan
R7	IF *health_point*_musuh sedikit AND jarak jauh THEN perilaku musuh bertahan
R8	IF *health_point*_musuh sedikit AND jarak sedang THEN perilaku musuh melarikan diri
R9	IF *health_point*_musuh sedikit AND jarak dekat THEN perilaku musuh melarikan diri

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Menu Utama

Pada Gambar 10 adalah desain GUI menu utama dari *game "Jack the Giant Killer"*. Pada menu utama terdapat pilihan menu yang dapat dipilih berdasarkan keinginan *user*. Menu *play* berfungsi untuk memulai permainan. Menu *setting* berfungsi untuk mengatur *volume* dan resolusi layar. Menu *help* berfungsi untuk untuk membantu *user* dalam menjalankan permainan, meni ini berisi petunjuk permainan. Menu *exit* berfungsi untuk keluar dari permainan.

Gambar 10. Tampilan menu utama

4.2 Tampilan Paused Menu Game

Gambar 11 menunjukkan tampilan *paused* menu pada *game.* Menu ini berisi pengaturan permainan ketika permainan diberhentikan sebentar/ *pause*.

Gambar 11. Tampilan paused menu

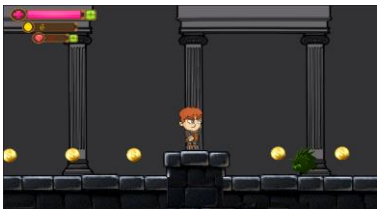
4.3 Tampilan Level 1 Pada Game

Pada level pertama pemain harus memanjat pohon besar dan melewati rintangan yang ada untuk dapat melanjutkan ke level berikutnya. Pada level ini terdapat rintangan angin, duri, burung, dan *beast.* Rintangan tersebut dapat mengurangi nilai *health* dari pemain. Tingkat kesulitan pada level ini adalah *easy* atau mudah, artinya jumlah karakter musuh yang harus dilawan tidah banyak. Desain tampilan *level* pertama ditunjukkan pada Gambar 12.S

Gambar 12. Tampilan level 1

4.4 Tampilan Level 2 Pada Game

Pada *game level* kedua pemain memasuki tempat tinggal para raksasa dan harus menemukan jalan keluar dari tempat tersebut. Pada level pemain akan menghadapi beberapa jenis musuh baru yang akan menghalangi pemain untuk menuju ke level selanjutnya. *Level* kedua pada *game* ini bersifat *medium*, artinya jumlah musuh akan lebih banyak dari level sebelumnya, dan *damage* yang diterima pemain akan bertambah. Desain tampilan *level* kedua ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan level 2

4.5 Tampilan Level 3 Pada Game

Pada *game level* ketiga pemain berada di luar tempat tinggal raksasa dan harus menemukan jalan untuk kembali pulang. Pemain akan kembali melewati rintangan yang akan menghalangi pemain untuk dapat menyelesaikan permainan. *Level* ketiga pada *game* ini bersifat *hard*, artinya tantangan yang diberikan sangat kuat. Tantangan tersebut terletak pada jumlah musuh dan jumlah *health point* musuh. Desain tampilan *level* kedua ditunjukkan pada Gambar 14.

Gambar 14. Tampilan level 3

4.6 Tampilan Tambah Nyawa

Pada *game "Jack the Giant Killer"* ini pemain dapat menambah *health point* yang membantu pemain untuk menyelesaikan level. Pemain dapat menambah *health point* dengan menukar 5 diamond yang dimiliki dengan 50% *health* point. Untuk dapat menambah diamond pemain dapat menukarkan 30 koin dengan 1 diamond. Gambar 15 menunjukkan tampilan untuk menambah *health point.*

Gambar 15. Tampilan health point

4.7 Tampilan Special Sword

Pada *game "Jack the Giant Killer"* ini pemain dapat menggunakan *special sword* yaitu berupa *shiruken* yang dikeluarkan karakter pemain. Senjata spesial ini dapat membantu pemain menyerang musuh dari jarak jauh. Senjata ini dapat digunakan jika pemain mengumpulkan item *special attack.* Gambar 16 menunjukkan tampilan item *special sword.*

Gambar 16. Tampilan penggunaan item

4.8 Tampilan Story Game

Pada *game "Jack the Giant Killer"* ini terdapat *feature* yang menampilkan cerita dari permainan ini. Cerita ini akan membatu pemain dalam menyelesaikan permainan, karna berisi petunjuk permainan. Gambar 17 menunjukkan tampilan *feature story.*

Gambar 17. Tampilan story game

4.9 Pengujian Finite State Machine Pada Musuh

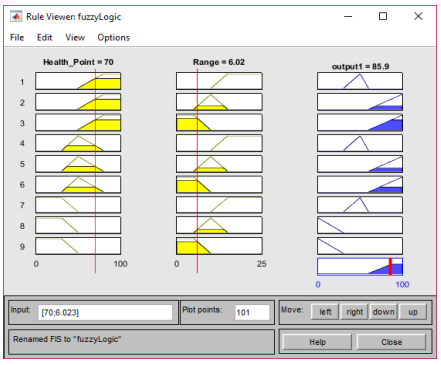
Pada bagian ini merupakan hasil pengujian metode *finite state machine* pada musuh telah berjalan dengan baik, dimana jika *player* terdeteksi oleh pengelihatan musuh maka musuh akan mengejar lalu akan memberikan *damage* pada *player* jika jarak sangat dekat. Tampilan pengujian *finite state machine* pada musuh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian FSM

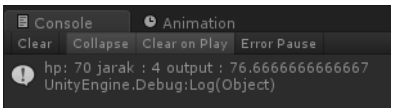
No	Fungsi	Keadaan	Kondisi	Aksi	Ket
1	FSM	Idle	Jarak > 10 pixel	Diam	Sesuai
2	FSM	Chasing	Jarak <=10 ms	Mengejar Player	Sesuai
3	FSM	Attack	TouchPlayer/ jarak = 0	Menyerang Player	Sesuai
4	FSM	Chasing	!TouchPlayer && jarak <= 10	Kembali Mengejar	Sesuai
5	FSM	Idle	!TouchPlayer && jarak > 10	Kembali Diam	Sesuai

4.10 Pengujian Fuzzy Logic

Pada skenario pengujian metode ini, implementasi dari *Fuzzy Logic* dari *game* diuji coba dengan dibandingkan dengan perhitungan dari *software* lain yaitu Matlab r2015b. Contoh hasil pengujian pada Matlab dapat dilihat pada Gambar 18, dan contoh hasil pengujian pada *game* dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 18. Pengujian metode fuzzy logic pada matlab



Gambar 19. Pengujian metode fuzzy logic pada game

Sepuluh contoh data yang akan dibandingkan antara *Fuzzy Logic* pada *game* dengan *Fuzzy Logic* menggunakan *Fuzzy Logic Toolbox* pada Matlab dan didapat hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Fuzzy Logic Pada Game Dan Matlab

No	Input		Output		Selisih
	Health Point	Range	Game	Matlab	
1	70	4	76.667	85.9	-9.233
2	30	8	26.667	10.9	15.767
3	90	10	76.667	87	-10.333
4	45	14	52.7	49.4	3.3
5	65	13	63.768	66.2	-2.432
6	47	21	53.333	46.6	6.733
7	68	16	53.333	46.3	7.033
8	15	15	53.333	46.7	6.633
9	10	3	26.667	9.67	16.997
10	89	2	76.667	87	-10.333
				Sum	24.132
				Average	2.4132

Didapat hasil yang berbeda pada tabel pengujian, yaitu terdapat perbedaan hasil antara *output* dari *game* dan *output* dari Matlab. Rata-rata selisih *output* adalah sebesar 2.4132%. Sedangkan untuk pengujian aksi bos musuh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Fuzzy Logic Pada Bos Musuh

No	Fungsi	Defuzzyfikasi	Aksi	Keterangan
1	Fuzzy	$0 \leq x \leq 30$	Melarikan Diri	Sesuai
2	Fuzzy	$30 \leq x \leq 60$	Lempar Senjata	Sesuai
3	Fuzzy	$60 \leq x \leq 100$	Menyerang	Sesuai

Dari hasil pengujian diatas didapat hasil sesuai seperti fungsi dari algoritma yang diterapkan. Mulai dari aksi melarikan diri, lempar senjata, dan menyerang.

4.11 Pengujian Fungsionalitas

Pada fungsionalitas ini game dicoba dijalankan pada Windows. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Fungsional

No	Item Uji	Windows 7, 8, 10	
		Berhasil	Gagal
1	Menu Utama	√	-
2	*Button Start*	√	-
3	*Button Setting*	√	-
4	*Button Help*	√	-
6	*Audio Volume*	√	-
7	Masuk Level 1 Game	√	-
8	Masuk Level 2 Game	√	-
9	Masuk Level 3 Game	√	-
10	Bar Health Point karakter	√	-
11	Loncat dan animation state loncat pada karakter	√	-
12	Attack dan animation state attack pada karakter	√	-
13	Jalan dan animation state jalan pada karakter	√	
14	Musuh mengikuti sesuai kondisi yang ditentukan	√	-
15	Musuh menyerang pada jarak yang ditentukan	√	-
16	Bos Musuh melakukan aksi yang berbeda tergantung HP dan Jarak (Fuzzy Logic)	√	-
17	Game tamat ketika player mengambil item keris	√	-
18	Background Sound	√	-
19	Sound Effect	√	-
20	Item tambah HP pada player	√	-

4.12 Pengujian User

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan baik atau belum. Pengujian dilakukan terhadap 10 orang, 7 dari 10 responden bukan dari pecinta game, dan 3 orang lagi seorang pecinta game atau *Gamers* .Berikut Hasil pengujian *game "Jack the Giant Killer"*. Hasil dari pertanyaan terhadap responden dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Terhadap User

No	Pertanyaan	Penilaian		
		Baik	Cukup	Kurang
1	Desain Karakter Game	70%	30%	0%
2	Desain Animasi pada Game	40%	60%	10.00%
3	Kontrol pada game	90 %	10%	0%
4	Fitur game	80%	20%	0%
5	Informasi game (Cerita, Narasi Game)	60%	40%	0%
6	Game sudah menarik	60%	40%	0%
Average		**66.67%**	**33.33%**	**1.67%**

Berdasarkan Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa *game "Jack the Giant Killer"* cukup memenuhi keinginan *user* dengan 66.6% menjawab baik, 33.3% menjawab cukup, dan 1.67% menjawab kurang.

4.13 Pengujian Kontrol Player

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah *control* pada *game* sudah berjalan dengan baik atau belum. Pengujian dilakukan terhadap 10 orang, 7 dari 10 responden bukan dari pecinta game, dan 3 orang lagi seorang pecinta game atau *Gamers* .Berikut Hasil pengujian *game "Jack the Giant Killer"*. Hasil dari pertanyaan terhadap responden dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Terhadap Fungsi Kontrol

No	Tombol	Fungsi	Output	Berhasil
1	Spasi	Melompat	Player melompat	√
2	A	Arah Kiri	Player bergerak kekiri	√
3	D	Arah Kanan	Player bergerak kekanan	√
4	W	Memanjat	Player memanjat	√
5	Q	Spesial Sword	Player memakai spesial senjata	√
6	E	Enter	Player memasuki level selanjutnya	√
7	F	Attack	Player menyerang musuh	√

Dari Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa fungsi control dalam *game "Jack the Giant Killer"* telah 100% sesuai dengan yang sudah diterapkan oleh penulis.

Berdasarkan pengujian yang telah penulis lakukan dapat disimpulkan bahwa pengembangan *game "Jack the Giant Killer"* telah cukup memenuhi keinginan pengguna. Fungsi-fungsi yang terdapat pada *game* termasuk kecerdasan buatan *Finite State Machine* dan *Fuzzy Logic* telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang sudah penulis terapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan dari proses pembuatan *game* "*Jack the Giant Killer*":

1. Fungsi *Finite State Machine* yang diterapkan pada *game* yang dibuat menggunakan *game engine* Unity berjalan dengan baik dan telah sesuai dengan algoritma *Finite State Machine* yang telah dirancang sebelumnya.
2. Terdapat perbedaan hasil *Fuzzy Logic* antara *output* dari *game* dan *output* dari Matlab sebesar 2.4132%.
3. Menggunakan *game engine* Unity fungsi *Fuzzy Logic* yang diterapkan pada bos musuh berjalan dengan baik dan sesuai dengan algoritma yang telah dirancang sebelumnya.
4. Tiga puluh lima(35) item uji yang terdapat pada *game "Jack the Giant Killer"* dapat berjalan dengan baik pada *platform* Windows versi 7, 8, dan 10 dengan *file game* berupa .exe.
5. *Game "Jack the Giant Killer"* cukup memenuhi keinginan *user* dengan 66.6% menjawab baik, 33.3% menjawab cukup, dan 1.67% menjawab kurang.
6. Fungsi kontrol yang diterapkan di dalam *game* dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang telah dirancang sebelumnya.
7. Fungsi *cheat* yang diterapkan dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang telah dirancang sebelumnya.
8. Pada pengujian yang dilakukan terhadap 10 responden didapatkan hasil rata-rata 66.6% menjawab baik, 33.3% menjawab cukup, dan 1.67% menjawab kurang dari 6 aspek yang dipertanyakan.

5.2. Saran

Adapun saran sebagai acuan terhadap penelitian atau pengembangan selanjutnya, diantaranya adalah:

1. Dapat dikembangkan menjadi game berbasis *mobile* sehingga dapat dimainkan pada sistem operasi *android*.
2. Menambahkan beberapa *level*, karakter *player* dan senjata yang digunakan sehingga *user* dapat memilih karakter sesuai dengan keinginan.j
3. *Fuzzy logic* hanya dimplementasikan pada karakter bos di level 3, alangkah baiknya jika semua karakter musuh dimplementasikan fuzzy logic.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rostianingsih, Silvia., Gregorius Satia Budhi dan Hans Kristian Wijaya. 2013. *Game Simulasi Finite State Machine Untuk Pertanian Dan Peternakan*. Jurnal Informatika Universitas Kristen Petra.

[2] Rahman, Budi., Ahmad Rois dan Daniel Udjulawa. 2017. Penerapan Ai Pada Game Tower Defense Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Mamdani. Jurnal Teknik Informatika STMIK GI MDP.

[3] Bimantoro, Tito dan Hanny Haryanto. 2016. Pemodelan Perilaku Musuh Menggunakan Finite State Machine (FSM) Pada Game Pengenalan Unsur Kimia Enemy .Journal of Applied Intelligent System: Vol.1, No. 3.

[4] Purba, Kristo Radion., Rini Nur Hasanah & M. Azis Muslim. 2013. *Implementasi Logika Fuzzy Untuk* Mengatur *Perilaku Musuh dalam Game Bertipe Action-RPG*. Jurnal EECCIS: Vol. 7, No. 1.

[5] Satrio, Primawan., Agung Toto Wibowo, S.T., M.T. dan Bayu Munajat, S.T., M.T. 2014. Implementasi Adaptive Artificial Intelligence pada game Capture The Flag dengan metode Dynamic Scripting. E-Proceeding of Engineering: Vol.1, No.1 ISSN : 2355-9365.

[6] Rahadian, Miftah Fauzan., Addy Suyatno & Septya Maharani. 2016. *Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game "The Relationship"*. Jurnal Informatika Mulawarman: Vol. 11 No. 1.