

PENGEMBANGAN GAME “THE LAST SAMURAI” DENGAN MENGGUNAKAN METODE FSM DAN FUZZY LOGIC MAMDANI

Ari Lieanto Lie

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1318058@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Salah satu jenis *game* yang digemari oleh masyarakat saat ini adalah *game* ber-genre *Adventure*, jenis *game* ini memiliki alur cerita dalam permainannya. Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan permainan ini adalah *Adobe Illustrator CS6*, beserta *Unity 3D v5.3.2* sebagai perancangan dari *game* yang dibuat. *Unity 3D* dapat digunakan untuk membuat atau mengembangkan sebuah *game* dan nantinya dapat dijalankan pada perangkat komputer, ponsel pintar, ataupun console. Sedangkan *Adobe Illustrator CS6* merupakan perangkat lunak yang dipergunakan untuk membuat animasi 3D. Dengan *Adobe Illustrator CS6*, permainan yang dibuat dapat dilengkapi dengan beberapa macam visual karakter 3D, audio, interaktif animasi, dan lain-lain. Kebutuhan sistem yang diperlukan untuk menjalankan permainan ini adalah sistem operasi *Windows 10*, *Adobe Illustrator CS6* yang sudah terpasang pada laptop/komputer pengguna.

Game ini juga memanfaatkan kecerdasan buatan dengan mendesain *finite state machine* pada musuh biasa, sedangkan untuk bos menggunakan *fuzzy logic mamdani*. NPC bertugas untuk “patrol”, “mendekat”, “memukul” dan “menembak” dari pemain. Perancangan gerak NPC menggunakan *Finite State Machine* dan logika *Fuzzy Mamdani* digunakan untuk menentukan respon NPC terhadap kondisi tertentu. Dengan membandingkan perhitungan manual dan perilaku yang dihasilkan pada *game*, dan menggunakan nilai masukan variable healthpoint musuh dan jarak NPC terhadap pemain yang bervariasi menunjukkan hasil yang sama atau berjalan sesuai rancangan.

Dari pengujian yang telah dilakukan, hasil dari kecerdasan buatan *FSM (Finite State Machine)* pada *game adventure “The Last Samurai”* ini. Karakter NPC (*Non Playable Character*) dapat mendeteksi keberadaan player untuk menentukan aksi dari musuh tanpa melibatkan pengguna *game*, dari hasil pengujian, presentase yang dicapai yakni 100 % berhasil.

Kata Kunci : *Finite State Machine, Fuzzy, NPC, game Adventure, kecerdasan buatan, Unity 3D, Fuzzy Logic Mamdani.*

1. PENDAHULUAN

Game merupakan salah satu produk teknologi informasi yang cukup digemari saat ini, *game* juga merupakan bentuk aplikasi yang interaktif. Dengan kata lain, dapat bersifat menghibur maupun memberikan efek tantangan terhadap penggunanya. *Action Game* (Permainan Aksi) merupakan jenis permainan yang menekankan pada tantangan fisik, yang membutuhkan reaksi cepat dengan koordinasi antara mata dan tangan.

Pada *game* yang dirancang pada penelitian ini, diimplementasikan logika *fuzzy* untuk mengatur perilaku musuh. Logika *fuzzy* adalah salah satu cabang ilmu dari sistem kecerdasan buatan (*artificial intelecgent*) yang mensimulasikan kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Penerapan logika *fuzzy* pada permainan ini adalah untuk mengatur perilaku musuh, secara singkatnya, jika musuh sedang dalam keadaan darah dengan tingkat rendah, dia akan mengeluarkan jurus. Selain itu, faktor yang menentukan perilaku

adalah jarak musuh dengan pemain. Penerapan logika *fuzzy* pada permainan ini menghasilkan *output* yaitu musuh yang memiliki kepintaran dalam bertindak.

AI tersebut nantinya akan dikembangkan untuk merancang perilaku dari *Non Playable Character (NPC)* dalam suatu *game*, yang nantinya NPC tersebut akan bereaksi secara otomatis tanpa diberikan perintah ataupun interaksi dari *user* berdasarkan kondisi yang dianalisisnya. Seakan – akan NPC tersebut memiliki suatu kecerdasan tersendiri dalam menentukan tindakannya. Hal inilah yang dapat memberikan nilai lebih hidup pada *game* sebagai pelaku dari *learning agent*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Game

Permainan adalah kegiatan yang kompleks yang di dalamnya terdapat peraturan, bermain dan budaya. Sebuah permainan adalah sebuah sistem di mana pemain terlibat dalam konflik buatan. Di sini pemain berinteraksi dengan sistem dan konflik dalam permainan merupakan rekayasa atau buatan. Dalam permainan terdapat peraturan yang bertujuan untuk

membatasi perilaku pemain dan menentukan permainan.

2.2 Game Adventure

Game *adventure* adalah genre game yang menggabungkan unsur-unsur jenis komponen antara game action dan game adventure, biasanya menampilkan rintangan yang berjangka panjang yang harus diatasi menggunakan alat atau item sebagai alat bantu dalam mengatasi rintangan, serta rintangan yang lebih kecil yang hampir terus-menerus ada.

2.3 Finite State Machine

Finite state machine (FSM) adalah sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal berikut: *State* (Keadaan), *event* (kejadian) dan *action* (aksi). Pada satu saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, sistem akan berada pada salah satu *state* yang aktif. Sistem dapat beralih atau bertransisi menuju *state* lain jika mendapatkan masukan atau *event* tertentu, baik yang berasal dari perangkat luar atau komponen dalam sistemnya itu sendiri.

2.4 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* yang pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0(nol) hingga 1(satu), berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1(satu) atau 0(nol). Logika *Fuzzy* dapat diterapkan pada *Non Player Character* (NPC) yang ada pada game. NPC adalah jenis *otonomous agent* yang ditujukan untuk penggunaan komputer animasi dan media interaktif seperti games dan *virtual reality*. Agen ini mewakili tokoh dalam cerita atau permainan dan memiliki kemampuan untuk improvisasi tindakan mereka.

2.5 Unity 3D Game Engine

Unity 3D adalah sebuah *game engine* yang berbasis cross-platform. *Unity* dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar *android*, *iPhone*, PS3, dan bahkan X-BOX. *Unity* adalah sebuah tool yang terintegrasi untuk membuat game, arsitektur bangunan dan simulasi. *Unity* bisa untuk games PC dan games Online. Untuk games online diperlukan sebuah *plugin*, yaitu *Unity Web Player*, sama halnya dengan *Flash Player* pada Browser.

Unity tidak dirancang untuk proses desain atau *modelling*, dikarenakan *unity* bukan tool untuk mendesain. Jika ingin mendesain, penggunaan 3D editor lain seperti *3dsmax* atau *Blender*. Banyak hal

yang bisa dilakukan dengan *unity*, ada fitur *audio reverb zone*, *particle effect*, dan *Sky Box* untuk menambahkan langit. Fitur *scripting* yang disediakan, mendukung 3 bahasa pemrograman, *JavaScript*, *C#*, dan *Boo*. *Flexible and EasyMoving*, *rotating*, dan *scaling objects* hanya perlu sebaris kode. Begitu juga dengan *Duplicating*, *removing*, dan *changing properties*.

Visual Properties Variables yang di definisikan dengan *scripts* ditampilkan pada *Editor*. Bisa digeser, di *drag and drop*, bisa memilih warna dengan *color picker* berbasis .NET. Artinya penjalanan program dilakukan dengan *Open Source .NET platform, Mono*.

3. ANALISA DAN PERANCANGAN

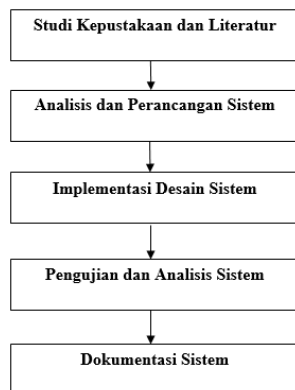
3.1 Analisis Game

Analisis masalah merupakan proses identifikasi serta evaluasi terhadap game sejenis dan game yang akan dibangun. Dalam *game Adventure*, Setiap pemain harus menyelesaikan semua stage yang ada dalam game. Setiap *stage* memiliki tingkat kesulitan tertentu seperti menyelesaikan misi di setiap stage untuk dapat menuju ke stage selanjutnya. Di setiap *game Adventure*, akan terasa kurang menarik jika hanya melawan musuh-musuh kecil yang mudah mati. Oleh karena itu dibuatlah sebuah AI yang tidak mudah untuk dikalahkan *player* dan memiliki status diatas rata-rata bahkan melebihi karakter pemain yang biasanya disebut *boss*. *Boss* berada di level 3 akhir game dan untuk mengalahkannya pemain secara tidak langsung dituntut untuk mengasah kemampuan analisa menyerang dan bertahan.

Dalam game "*The Last Samurai*" menggunakan *view side scroller*, yaitu dimana game terlihat dari samping dengan desain 2D. Berikut analisis game yang ada pada *The Last Samurai* :

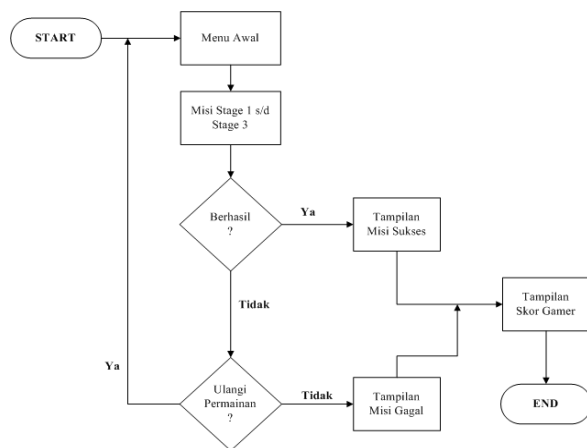
1. Menggunakan Grafik 2D.
2. Metode yang digunakan adalah *Finite State Machine* dan *Fuzzy Logic*.
3. Game ini bergenre *Adventure*.
4. Interaksi menggunakan *keyboard*.
5. Beberapa asset dalam game dibuat menggunakan *Coreldraw*.
6. FSM terletak pada musuh, jika terdeteksi ada area musuh maka secara otomatis musuh akan curiga dan mulai mengejar lalu membunuh karakter utama dan *Fuzzy Logic* yang terletak pada bos musuh di level 3.
7. Game ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *C Sharp*
8. Game ini ditargetkan untuk berjalan pada sistem operasi *Android* dengan minimal versi *android kitkat (4.4+)* maupun versi yang lebih baru.

3.2 Alur Pelaksanaan



Gambar 3.1 Alur Pelaksanaan

3.3 Diagram Alir Game



Gambar 3.2 Flowchart Game

Dari gambar di atas, dapat dijelaskan bahwa saat pertama *game* dijalankan, akan ditampilkan menu utama. Dalam permainan, jika *user* berhasil melewati salah satu *level* maka akan ditujukan untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya. Jika gagal, maka akan diberikan pilihan mengulangi *game* atau keluar *game*. Di akhir *level*, akan diberikan hasil dari skor yang diperoleh.

3.4 Desain Game

Di dalam sebuah *game* pasti memiliki goal atau tujuan untuk bisa menyelesaikan setiap *level* pada *game*. Dalam *The Last Samurai* memiliki goal yaitu Pemain harus menjelajahi *level* dan mengalahkan musuh sesuai dengan jenis musuh. Pemain juga harus melewati 3 *level* dan terdapat bos pada *level* 3 untuk menuju ke ending *game*, ketiga stage tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Level 1

Goal pada *level* 1 *game* “*The Last Samurai*” ini adalah, pemain harus melewati rintangan dan beberapa musuh yang sudah diterapkan kecerdasan buatan *finite state machine*. Setelah berhasil melewati

rintangan dan musuh-musuh mengalahkan mini boss di *level* 1 maka pemain bisa menuju ke *level* selanjutnya. Setelah berhasil di *level* 1 maka pemain akan menuju ke *level* 2.

2. Level 2

Goal pada *level* 2 *game* *The Last Samurai* ini adalah musuh memiliki kecepatan yang sedang atau medium. Dimana kerusakan yang di berikan karakter utama kepada musuh sama dengan kerusakan yang di berikan musuh kepada karakter utama, karakter utama harus membasmi musuh juga harus mengumpulkan gold untuk membuka gerbang di mana bos pada *level* 2 berada dan mengalahkannya untuk dapat lanjut ke stage berikutnya.

3. Level 3

Goal pada *level* 3 *game* *The Last Samurai* ini adalah pemain harus melewati rintangan yang ada pada *level* 3 untuk menuju bos, dan harus mengalahkan bos agar dapat menyelesaikan permainan.

3.5 Storyline

Jalan cerita dari *Game The Last Samurai* ini menceritakan tentang seorang samurai yang sedang melakukan perjalanan untuk mencapai desa kelahirannya. Namun, dalam perjalanan samurai tersebut tidaklah mudah. *Save Point* dalam *game* terdiri dari 3 *level*. Dan tiap – tiap *level* memiliki tingkat kesulitan yang berbeda. Samurai tersebut harus melewati bahkan membunuh NPC yang berupa *monster* maupun rintangan – rintangan lain. Jika HP (*Health Point*) dari samurai tersebut nol, maka *game* akan terhenti dan muncul tulisan “*Game Over*”.

3.6 Desain Level

Game ini terbagi menjadi tiga *level* utama. Masing masing *level* memiliki latar, musuh dan tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Beberapa aturan dari *game* ini yaitu :

1. *Player* memiliki *health* atau darah 100.
2. *Player* mempunyai aksi utama yaitu *walk*, *jump*, *attack* dan *Shot*
3. *Player* mati jika darah (*health point*) habis atau 0.
4. Jika *player* mati, maka permainan selesai atau *game over*.
5. Jika *health* habis (*game over*), *player* mengulang dari *level* awal.
6. Terdapat item gold disepanjang perjalanan sebagai scoring pada *game*.
7. Terdapat item untuk menambah *health point* (hp).
8. Terdapat item untuk menambah nyawa.
9. Pada akhir *level* 3 terdapat bos *level* yang harus dikalahkan.

3.7 Diagram Finite State Machine

Pada Gambar 3.3 adalah diagram *finite state machine* pada karakter *enemy*.



Gambar 3.3 FSM pada Enemy

Gambar 3.3 : Dalam game *The Last Samurai*, penerapan alur FSM pada karakter musuh memiliki sifat jika karakter player mendekat pada jarak 300-400 pixel dari musuh, maka musuh akan mencurigai keberadaan karakter player, dan ketika player mendekat lagi pada jarak 300 pixel dari musuh, maka musuh akan mengejar dan menyerang player, jika player menjauh dari musuh dengan jarak lebih dari 400 pixel dari musuh, maka musuh akan kembali patrol.

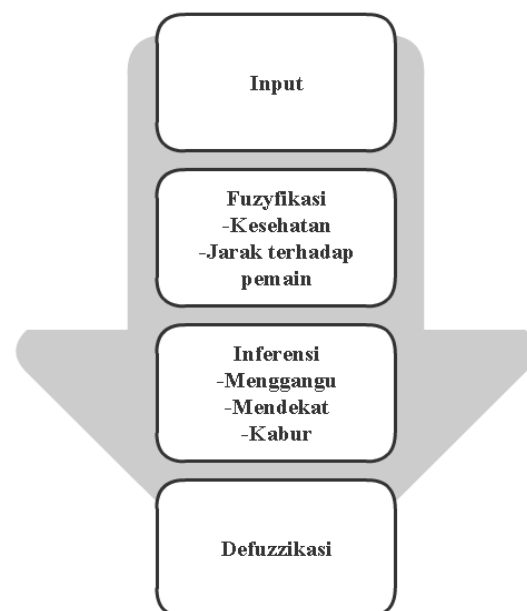
3.8 Penerapan Fuzzy Logic

Dalam pengaplikasian *Fuzzy* pada NPC “Bos” menggunakan 2 macam variable yaitu variable kesehatan dan variable jarak terhadap

pemain. Gambar 3.4 : Pada bagian ini merupakan perancangan dari implementasi *fuzzy logic* pada *game* ini yaitu digunakan untuk menentukan gerakan bos musuh Dengan cara mengambil nilai kesehatan dari player, dan jarak player dari bos secara kontinyu per *frame*. Kemudian dilakukan proses fuzzifikasi untuk mendapatkan nilai *fuzzy*. Setelah dilakukan proses fuzzyfikasi dilakukan proses inferensi yaitu membandingkan nilai *fuzzy* dengan *rule*. Setelah didapat nilai *fuzzy output* dilanjutkan dengan proses defuzzyfikasi untuk mendapatkan nilai *Defuzzykasi*. Kemudian nilai *Defuzzykasi* tersebut dipetakan berdasarkan desain

yang telah dibuat untuk mengetahui aksi apa yang akan dilakukan oleh bos musuh.

Pada desain *fuzzy logic game* ini terdapat total 12 *rule*, seperti terlihat pada Tabel 1



Gambar 3.4 Logika Fuzzy Pada NPC

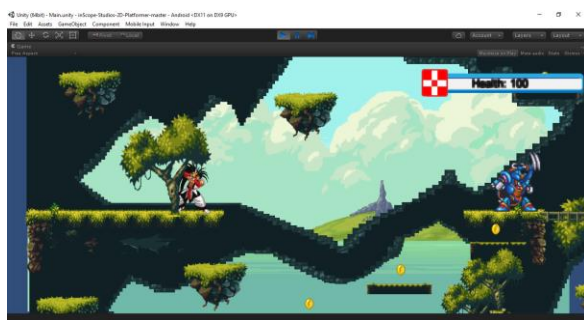
Tabel 1 Rule Fuzzy

ANTESEDEN		ANTESEDEN		KONSEKUEN	
Operator	Jarak	Operator	Kesehatan	Operator	Tindakan
IF	Dekat Sekali	AND	Critical	THEN	Jurus
			Bad		Jurus
			Medium		Menembak
			Good		Menembak
IF	Dekat	AND	Critical	THEN	Jurus
			Bad		Menembak
			Medium		Memukul
			Good		Memukul
IF	Jauh	AND	Critical	THEN	Menembak
			Bad		Menembak
			Medium		Menembak
			Good		Menembak

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Game

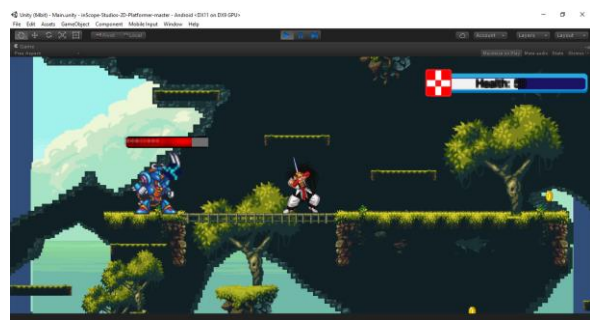
Pada tahap pengujian *game* dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah *game* sudah dapat berjalan dengan baik atau sebaliknya. Berikut ini adalah pengujian pada *game 2D The Last Samurai* :



Gambar 4.1 Tampilan Game

4.3 Pengujian Karakter Dengan Boss

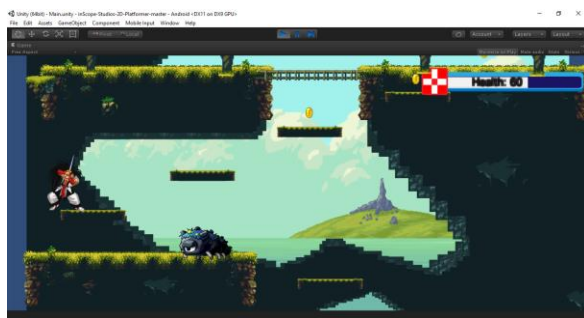
Pengujian ketika melawan bos terakhir loki yang health bar masih berkurang sedikit bos loki akan mengganggu atau menyerang karakter utama. Hal ini membuktikan *Fuzzy Logic* sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 4.2 Logika Fuzzy Pada Boss Enemy

4.2 Pengujian Karakter Dengan Dunia Game

Pengujian *gameplay* adalah pengujian bagaimana *game* tersebut berjalan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat. Tampilan pengujian *game* menggambarkan interaksi antara karakter dengan lingkungan di dalam *game*.



Gambar 4.1 Interaksi Player Dengan Item dan Enemy musuh

4.4 Pengujian Artificial Intelligence (AI)

Pengujian AI adalah pengujian mengenai fungsi yang berkaitan dengan AI (*artificial intelligence*) yang ada dalam *game The Last Samurai*. Hasil pengujian dari AI *finite state machine* dan *collision detection* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian AI

NO	FUNGSI	OUTPUT	HASIL
1	AI Finite State Machine pada musuh	Musuh berjalan mendekati <i>player</i> jika jarak <i>player</i> kurang dari 300px	Sesuai
2	AI Finite State Machine pada musuh	Musuh akan mulai menyerang <i>player</i> jika jarak <i>player</i> kurang dari 300px	Sesuai
3	AI Fuzzy Logic pada musuh Bos	Bos Musuh melakukan aksi yang berbeda tergantung HP dan Jarak (Fuzzy Logic)	Tidak Sesuai

Berdasarkan Tabel 2. AI yang ada pada musuh sudah berfungsi dengan baik. Ketika pemain mendekati musuh, musuh bisa mengejar dan bila pemain semakin dekat, musuh bisa menyerang pemain. *Health bar* dari musuh juga sudah bisa berkurang ketika musuh menerima serangan dari pemain. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semua AI (*Artificial Intelligence*) yang ada dalam *Game The Last Samurai* berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan yang diharapkan.

4.5 Pengujian Control Player

Pengujian *control player* adalah pengujian fungsi dari setiap tombol yang sudah diterapkan untuk menggerakkan karakter utama. Hasil pengujian *control player* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Control Player

TOMBOL	FUNGSI	HASIL
SPACE	Menggerakkan <i>player</i> ke atas (loncat)	Sesuai
KIRI	Menggerakkan <i>player</i> ke kiri	Sesuai
KANAN	Menggerakkan <i>player</i> ke kanan	Sesuai
MOUSE1	Menggerakkan <i>player</i> menembak	Sesuai
MOUSE0	Menggerakkan <i>player</i> menebas	Sesuai

Dari Tabel 3 ketika pemain menekan tombol arah kanan, dan arah kiri karakter dapat bergerak sesuai dengan arahnya yaitu, arah kanan untuk maju, arah kiri untuk bergerak mundur. Tombol *space* untuk bergerak meloncat, tombol MOUSE0 untuk serangan jarak dekat. Ketika pemain menekan tombol MOUSE1 karakter juga dapat menembak. Dari penjelasan di atas menunjukkan bahwa semua fungsi dari *control player* berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan yang diharapkan.

4.6 Pengujian User

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan dengan baik atau belum. Pengujian dilakukan terhadap 10 mahasiswa ITN Malang, 7 dari 10 responden bukan dari pecinta *game*, dan 3 orang lagi seorang pecinta *game* atau *Gamers*. Berikut Hasil pengujian *game adventure "The Last Samurai"*. Hasil dari pertanyaan terhadap responden dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Pengujian Terhadap User

NO	PERTANYAAN	PENILAIAN		
		Baik	Cukup	Kurang
1	Disain Karakter	80%	20%	0%
2	Animasi Pada Game	80%	20%	0%
3	Kontrol Game	70%	20%	10%
4	Informasi Game	70%	20%	10%
5	Game Sudah Menarik	80%	20%	0%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah pembuatan *Game The Last Samurai*, maka penulis dapat mengambil kesimpulan :

1. Implementasi *Finite State Machine* dapat diterapkan pada *game* 2D bergenre *adventure* dengan indikasi musuh dapat mengejar dan menyerang player dengan kondisi tertentu.
2. Implementasi *Fuzzy Logic* dapat diterapkan pada *game* 2D bergenre *adventure*.
3. Indikasi Bos Musuh melakukan aksi yang berbeda tergantung HP dan Jarak.
4. Semua fungsi dari menu, pergerakan Unit pemain dan musuh berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan yang diharapkan.

5.2 Saran

Setelah dilakukan pengujian terhadap *Game The Last Samurai* maka masih ada kekurangan sehingga untuk pengembangan lebih lanjut disarankan :

1. *Fuzzy logic* hanya dimplementasikan pada karakter bos, alangkah baiknya jika semua karakter musuh dimplementasikan *fuzzy logic*.
2. Penambahan level pada *game* karena hanya terdapat 3 level pada *game The Last Samurai* ini.
3. Menambahkan fitur *save game* agar pemain bisa melanjutkan *game* nya lagi ketika *game* di keluarkan.
4. Menambahkan menu utama, dan *sound effect* pada *game*.
5. Menambahkan item lain seperti hati untuk menambah *Health Point*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, D., Reza, B. and Erliana, C.I., GAME EDUKASI BERBASIS ROLE PLAYING GAME DENGAN METODE FINITE STATE MACHINE.
- [2] Bimantoro, T. and Haryanto, H., 2016. Pemodelan perilaku musuh menggunakan Finite State Machine (FSM) pada game pengenalan unsur kimia. *Journal of Applied Intelligent System*, 1(3), pp.210-219.
- [3] Brownlee, J., 2002. Finite State Machines (FSM).
- [4] Ekasari, Y. and Luthfi, E.T., 2012. Merancang Game Petualangan "Bingo" Menggunakan Unity 3D Game Engine. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AMIKOM.
- [5] Marzian, F. and Qamal, M., 2017. GAME RPG "THE ROYAL SWORD" BERBASIS DESKTOP DENGAN MENGGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE (FSM). *JURNAL SISTEM INFORMASI*, 1(2).
- [6] Putri, A.N., Hermawan, L. and Hariadi, M., 2014. Game Scoring Non Player Character Menggunakan Agen Cerdas Berbasis Fuzzy Mamdani. *Semantik*, 4(1).

-
- [7] Rahadian, M.F., Suyatno, A. and Maharani, S., 2016. Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game "The Relationship". vol, 1, pp.1-9.
- [8] Saelan, A., 2009. Logika Fuzzy. *Makalah IF2091 Struktur Diskrit Tahun*.
- [9] Salen, K., Tekinbaş, K.S. and Zimmerman, E., 2004. *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- [10] Septian, Ridwan Fadjar., 2014. *Implementasi Fuzzy Logic Metode Mamdani Untuk Pengembangan Intelegent Non-Player Character pada Game Strategi*. Bandung: UPI, 1-3.
- [11] Setiawan, I., 2006. Perancangan Software Embedded System Berbasis FSM. *Semarang: Universitas Diponegoro*.
- [12] Utari, D., 2012. Analisis Dan Implementasi Algoritma Backtracking Pada Permainan Hangman. *Analisis Dan Implementasi Algoritma Backtracking Pada Permainan Hangman*.
- [13] Von Neumann, J. and Morgenstern, O., 2007. *Theory of games and economic behavior (commemorative edition)*. Princeton university press.
- [14] Wardani, K. E ., 2015. Perancangan dan Implementasi Game Petualangan Pencari Batu Akik Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Algoritma a*. *Institut Teknologi Nasional Malang*.
- [15] Wardhani, A.K. and Nurhadiyono22, B., SCORING GAME PLAYER PADA GAME FIRST PERSON SHOOTER MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI.
- [16] Wulandari, Y., 2011. Aplikasi metode mamdani dalam penentuan status gizi dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan logika fuzzy. *Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Skripsi*.