

PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE PADA GAME “ESCAPE FROM PUNK HAZARD”

Bima Armedianto Putro, Karina Aulia Sari, Abdul Wahid
 Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
 Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
bima.amedianto@gmail.com

ABSTRAK

Game merupakan salah satu media hiburan yang paling populer untuk semua kalangan usia. Sejak pertama kali ditemukan sampai saat sekarang, teknologi *game* telah mengalami kemajuan yang terbilang pesat. Hal ini ditandai dengan berkembangnya jenis *game*, produk, alat dan jenis interaksi *game* dengan penggunaan yang semakin beragam bentuknya. *Game Escape From Punk Hazard* adalah *game* 3 dimensi (3D) bergenre *Adventure* berbasis Android yang dibuat dengan *game engine* Unity dan menggabungkan metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy Logic* untuk mengontrol NPC yang ada di dalam *game*.

Pada penelitian ini menggunakan gabungan metode *Finite State Machine* (FSM) dan metode *Fuzzy Logic*. Metode FSM ini diterapkan pada semua NPC yang ada didalam *game*. Sedangkan metode *Fuzzy Logic* diterapkan pada NPC Boss yang ada disetap levelnya.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, peneliti menggunakan 11 data responden dengan menggunakan *system* oprasi Android yang berbeda-beda pada tiap responden guna mendapatkan hasil pengujian yang baik. Hasil pengujian tersebut yaitu sebesar 100% responden menyukai *game* ini, 81.8% responden menyatakan bahwa *control* dan *gameplay* berjalan dengan lancar, dan sebanyak 90,9% responden menyatakan bahwa NPC pada *game* berjalan dengan baik.

Kata Kunci : *Game 3D, Adventure, Escape From Punk Hazard, Finite State Machine, Unity3D*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Game merupakan salah satu sarana hiburan yang banyak diminati baik anak-anak hingga orang dewasa. Sebuah *game* harus memiliki jalan cerita dan goal yang dicapai. Ada banyak jenis *game* berdasarkan tipenya antara lain *Adventure, Action, Real Time Strategy, Role Playing, Puzzle*.

Berdasarkan representasinya, *game* dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *game* 2 dimensi (2D) dan 3 dimensi (3D). *Game* 2D adalah *game* yang secara matematis hanya melibatkan 2 elemen koordinat kartesius yaitu x dan y, sehingga konsep kamera pada *game* 2D hanya menentukan gambar pada *game* yang dapat dilihat oleh pemain. Sedangkan *game* 3D adalah *game* yang selain melibatkan elemen x dan y juga melibatkan elemen z pada perhitungannya sehingga konsep kamera pada *game* 3D benar-benar menyerupai konsep kamera pada kehidupan nyata.

Game Escape From Punk Hazard merupakan *Game* 3D dengan *genre Adventure, game* bergenre *Adventure* dipilih karena memiliki daya minat tersendiri dikalangan anak-anak sampai dewasa. *Game* bergenre *Adventure* banyak diminati karena player harus mencari teka-teki, melawan berbagai macam musuh, dan melewati rintangan-rintangan. Menggunakan Unity3D sebagai *game engine* dan menggabungkan metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy* dimana metode tersebut berfungsi pada beberapa *system* didalam *game*. Metode *Finite State Machine* sangat cocok digunakan karena sifatnya

yang simple dan mudah diterapkan untuk AI didalam *game*. Sedangkan metode *fuzzy* sifatnya yang lebih kompleks yang sangat cocok digunakan di AI Boss didalam *game*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana mengembangkan *game adventure Escape From Punk Hazard* dengan menerapkan metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam membuat *game Escape from Punk Hazard* yang menggabungkan metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy* antara lain adalah:

1. Pada penelitian ini hanya mengembangkan *game* menggunakan algoritma pemrograman sesuai dengan metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy*.
2. *Game Escape From Punk Hazard* yang dikembangkan bersifat *Single Player*.
3. Jumlah misi dalam menyelesaikan *Game* ini akan dibuat sebanyak tiga level.
4. *Game* dapat dimainkan oleh semua kalangan.
5. Karakter pada *Game Escape From Punk Hazard* yaitu karakter manusia yang akan dimainkan oleh player dan karakter monster sebagai NPC. Semua karakter dibuat menggunakan software Blender.
6. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan sistem adalah bahasa C# pada *tools* Unity.

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan *Game Escape From Punk Hazard* ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan *Game Escape From Punk Hazard* dengan Unity 3D menggunakan metode *Finite State Machine* dan *Fuzzy*.
2. Mengimplementasikan *Finite State Machine* dan *Fuzzy* sebagai metode untuk menentukan reaksi NPC dan peralatan didalam *Game Escape From Punk Hazard*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari pembuatan *Game Escape From Punk Hazard* ini adalah sebagai berikut:

1. Mengasah otak dalam bermain untuk memenangkan permainan.
2. Mengasah kemampuan dalam menyelesaikan masalah.
3. Melatih ketangkasan pemain dalam melawan musuh dan melewati rintangan-rintangan yang ada didalam game.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Ditahun 2019 Mukhammad Herlambang membuat sebuah game bernama "Dreadman" dengan menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*). Dalam penelitiannya *Game "Dreadman"* menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*), dimana metode tersebut berfungsi untuk mengambil keputusan pada karakter NPC (*Non Playable Character*) yaitu karakter yang digerakkan oleh kecerdasan buatan yang digunakan untuk mendukung *Game* tersebut seperti karakter musuh agar gerakan dan aksi dari musuh tanpa melibatkan pengguna *Game*. Penulis ingin mengimplementasikan penggunaan metode FSM (*Finite State Machine*) untuk melakukan pembuatan *Game* dengan judul "Penerapan Metode Finite State Machine Pada *Game Dreadman*" yang merupakan *Game3D* dengan *genre Adventure Game*, dengan menggunakan Unity sebagai *Game engine* [1].

Ditahun 2019 Yusuf Wahid Ramadan membuat sebuah *game* bernama "The Farmer Feed Animals" dengan menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*). Dalam penelitiannya *game* ini menggunakan dasar penemuan yang bertujuan untuk menentukan langkah yang akan diambil *player*. Penerapan algoritma *Finite State Machine* perlu dipersiapkan keadaan, kejadian, dan aksinya [2].

Ditahun 2018 Akhmad Jawasq Alfanur membuat sebuah *game* bernama "Cowboys Form Nowhere" dengan menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*). Dalam penelitiannya *Game adventure* Cowboys Form Nowhere merupakan permainan petualangan dimana pemain akan menjalankan karakter *cowboy* yang harus menyelamatkan bumi dari kehancuran yang ingin dikuasai oleh alien jahat dan juga para pengikutnya.

Dari uraian diatas penulis ingin mengimplementasikan penggunaan metode FSM (*Finite State Machine*) untuk melakukan pembuatan *game* dengan judul "Cowboys From Nowhere" yang merupakan *game 2D* dengan *genre Side Scroller, Adventure*, menggunakan Unity sebagai *game engine* [3].

Ditahun 2020 Ary Muhamad Rumakey membuat sebuah *game* bernama "Escape Plan" dengan menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*). Dalam pengembangan *game* ini menggunakan *platform* Unity3D sebagai *game engine* dan menerapkan metode FSM (*Finite State machine*) pada karakter musuh sehingga dapat berinteraksi dengan *player*, dan mendukung interaksi yang terdapat pada *game*. Dengan penerapan metode dengan menggunakan Keadaan, Kejadian, Aksi [4].

Ditahun 2020 Fikriadi Sakrani membuat sebuah *game* bernama "Lastr And The Last Tree" dengan menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*). Dari pengujian yang telah dilakukan hasil dari kecerdasan buatan FSM (*Finite State Machine*) pada *game* Adventure "Lastr And The Last Tree" ini karakter NPC (*Non Playable Character*) dapat mendeteksi keberadaan *player* untuk menentukan aksi serangan dari musuh, fungsi dari setiap tombol *control player* berjalan dengan sangat baik. AI menggunakan FSM (*Finite State Machine*) didapat hasil yang sesuai, seperti musuh dapat bergerak dengan otomatis sesuai dengan kecederdasaan buatan yang diterapkan, dan mendapatkan timbal balik yang cukup baik dari para pengguna. [5]

Ditahun 2013 Kristo Radion Purba, Rini Nur Hasanah dan M Azis Muslim membuat sebuah *game* "Song of Ruination 2" dengan menggunakan Logika *Fuzzy*. Dari pengujian yang telah dilakukan, dirancang penerapan logika *fuzzy* Sugeno untuk mengatur perilaku musuh, pada *game* (permainan) bertipe Action-RPG yang berjudul "Song of Ruination 2". Setiap musuh dan pemain memiliki status kekuatan, terdiri dari *attack* (Kekuatan serang), *defense* (Ketahanan), *speed* (Kecepatan gerak), *agility* (Kemampuan menghindar) dan *life* (Nyawa). Penerapan *fuzzy* dalam permainan ini telah berjalan dengan baik, dimana musuh tipe penyerang menjadi cukup agresif (45% perilaku menyerang), tipe pemanah agresif jika berada pada jarak jauh (49% perilaku menyerang), dan musuh boss sangat agresif (89% perilaku menyerang) [6].

Ditahun 2017 Astrid Novita Putri dan Albertus Victor Crissano membuat sebuah *game* "Smart Agent" dengan menggunakan Logika *Fuzzy*. Dari pengujian yang telah dilakukan, permainan atau aplikasi yang dirancang menggunakan agen cerdas sebagai otak untuk melawan manusia. Agen adalah sesuatu yang dapat mengesan lingkungannya melalui sensors dan mengambil indakan terhadap lingkungannya melalui actuators. Empat agen dasar yaitu simple reflex agents, model-based reflex agents, goal-based agents dan unity-based agents [7].

Ditahun 2017 Nelly Indiani Widiastuti membuat sebuah Model Perilaku Berjalan Agen-Agen dengan menggunakan Logika *Fuzzy*. Dari pengujian yang telah dilakukan, perilaku sebuah agen yang natural atau mampu merespon lingkungan adalah tujuan yang dikembangkan oleh para game developer. 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 [8].

Ditahun 2018 Dhemma Ratanajaya dan Helmie Arif Wibawa membuat sebuah kecerdasan buatan untuk menentukan Aksi Karakter pada *Game* RPG dengan menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto. Dari pengujian yang telah dilakukan, pada RPG yang beredar di pasaran masih banyak game yang memiliki sistem kecerdasan buatan yang masih belum dapat mengambil keputusan yang paling baik untuk memenangkan pertarungan. Logika *fuzzy* digunakan pada sistem kecerdasan buatan sebagai fungsi untuk melakukan pembobotan atas pilihan keputusan yang dapat dilakukan. Sistem kecerdasan buatan akan menggunakan metode inferensi Tsukamoto dan metode *defuzzifikasi centroid*. *Game* dibuat menggunakan *engine* Unity3D dan bahasa pemrograman C# [9].

Ditahun 2020 Ahmad Haqi Annazili dan Anita Qoiriah membuat sebuah *game* bernama "Petualangan Si Thole" dengan menggunakan Algoritma Fisher-Yates Shuffle dan Logika *Fuzzy* Tsukamoto. Dari pengujian yang telah dilakukan, Algoritma *fisher-yates shuffle* merupakan algoritma yang digunakan untuk menghasilkan permutasi acak pada himpunan data, sehingga algoritma tersebut mampu menentukan solusi pengacakan yang tidak berulang-ulang dan menghasilkan data yang variatif. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah *game* yang diberi nama petualangan si thole, pada game ini akan diterapkan algoritma *fisher-yates shuffle* dan algoritma *fuzzy* tsukamoto. Algoritma *fisher-yates shuffle* merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan random atau pengacakan pada soal, sehingga soal yang akan ditampilkan akan berbeda dan tidak berulang - ulang. Algoritma *fuzzy* tsukamoto menghasilkan akurasi yang baik yaitu sebesar 100% dari perhitungan berdasarkan sistem di dalam game dengan perhitungan secara manual [10].

2.2 Game

Game bermakna permainan merupakan aplikasi berbentuk hiburan yang sering digunakan untuk menghilangkan penat dan menyegarkan pikiran di

waktu-waktu luang. *Game* biasanya digemari oleh anak-anak hingga orang dewasa. *Game* sebenarnya penting dalam mengasah otak, meningkatkan konsentrasi, dan melatih pemain dalam menyelesaikan masalah. Tetapi game merugikan apabila pemain sudah kecanduan dan lupa waktu yang akan mengganggu aktifitas yang sedang dilakukan.

2.3 Pengertian Finite State Machine

Finite State Machine adalah sebuah metode untuk mengatur tingkah laku sebuah system dengan menggunakan prinsip kerja keadaan (*State*), kejadian (*Event*) dan aksi (*Action*). Jalan kerjanya, salah satu *state* akan aktif yaitu *state* pertama atau *state* 0. Sistem dapat berpindah menuju *state* lain jika mendapatkan masukan atau *event* tertentu, baik yang berasal dari perangkat luar atau komponen dalam sistemnya itu sendiri. Setiap *state* akan menghasilkan aksi yang berbeda-beda sesuai system yang diinginkan. Aksi yang dilakukan tersebut dapat berupa aksi yang sederhana atau melibatkan rangkaian proses yang *relative*.

2.4 Pengertian Sistem Fuzzy Metode Sugeno

Sistem *Fuzzy* menggunakan metode Sugeno, mempunyai ciri-ciri yaitu konsekuen dan bukan himpunan *fuzzy*, tetapi merupakan sebuah persamaan linier dengan variabel-variabel yang cocok dengan variabel-variabel inputnya. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Sistem *fuzzy* Sugeno memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh sistem *fuzzy* murni untuk menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian *THEN*. Pada perubahan ini, sistem *fuzzy* memiliki suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*) di dalam bagian aturan *fuzzy* IF-THEN [11].

2.5 Kombinasi metode FSM dan Fuzzy

Kombinasi metode FSM dan *Fuzzy* digunakan karena kedua metode tersebut mempunyai kemiripan yaitu mudah diimplementasikan didalam sebuah *system*. Untuk metode FSM sendiri digunakan pada game dibagian NPC normal yang pergerakannya monoton dan mudah ditebak. Sedangkan Metode *fuzzy* digunakan pada NPC Boss karena NPC Boss memiliki beberapa variable yang dapat menentukan aksi-aksinya dalam melawan pemain. Sehingga pergerakan NPC Boss lebih sulit ditebak dibandingkan dengan NPC normal.

3. DESAIN ARSITEKTUR SISTEM

3.1 Rancangan Jalan Cerita dan Level pada Game

1. Pada *level* 1, player akan melawan beberapa NPC sebagai pembuka. Kemudian melewati rintangan laser untuk mencari card id. Card id berada di ruangan NPC Boss. Dengan kata lain, player harus membunuh NPC Boss untuk mengambil Card id. Card id digunakan untuk membuka pintu menuju *game level* 2 dengan

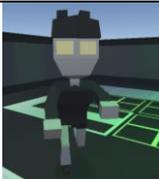
cara memasukkan Card id ke dalam generator. Setelah berhasil, *player* dapat melanjutkan *game* ke level 2.

2. Pada level 2, *player* harus bertahan hidup melawan NPC Robot selama waktu yang sudah di tentukan untuk mendapatkan potongan Card id. Setelah *player* berhasil bertahan hidup, kemudian *player* harus mencari potongan Card id lainnya didalam labirin. Didalam labirin terdapat rintangan penembak yang siap menghadang *player*. Setelah *player* berhasil menemukan potongan Card id yang ada di labirin, *player* harus menyatukan Card id-nya dan menggunakannya di generator untuk membuka pintu menuju *game* level 3.
3. Pada level 3, *player* harus melewati berbagai macam rintangan, beberapa macam NPC Robot, dan NPC Boss terakhir. Setelah berhasil melewati rintangan tersebut, *player* bisa keluar dari Punk Hazard menggunakan kendaraan yang ada diujung map level 3.

3.2 Perancangan Karakter Game

Berikut adalah perancangan karakter yang ada pada *game Escape From Punk Hazard* yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Table 1 Perancangan karakter game

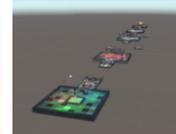
No	Karakter	Penjelasan
1		Karakter utama pada game <i>Escape From Punk Hazard</i> . <i>Player</i> membawa senjata pisau yang didapat dari dalam laboratorium. <i>Player</i> dapat menjalankannya dengan menggunakan Joy Stick.
2		Karakter NPC Robot pada game <i>Escape From Punk Hazard</i> . Digambarkan sebagai robot yang siap menyerang pada saat <i>player</i> berada didekatnya.
3		Karakter NPC Penembak pada game <i>Escape From Punk Hazard</i> . Digambarkan sebagai robot penembak jarak jauh.
4		Karakter NPC Boss Level 1 pada game <i>Escape From Punk Hazard</i> . Digambarkan sebagai manusia yang sudah dimodifikasi menjadi robot. NPC ini mempunyai serangan andalan yaitu memutarakan badanya.
5		Karakter NPC Boss Level 2 pada game <i>Escape From Punk Hazard</i> . Digambarkan sebagai robot yang cerdas dan memiliki pertahanan yang kuat. NPC ini mempunyai jurus andalan yaitu memperkuat pertahanan

		badannya.
6		Karakter NPC Boss Level 3 pada game <i>Escape From Punk Hazard</i> . Digambarkan sebagai manusia yang menjaga area luar Laboratorium. NPC ini mempunyai jurus andalan yaitu menambah <i>damage</i> pukulan pada saat marah.

3.3 Perancangan Background Tempat Game

Berikut adalah perancangan background tempat yang ada pada *game Escape From Punk Hazard* yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

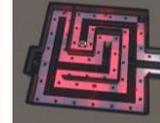
Tabel 2 Perancangan Background Tempat

No	Tempat	Penjelasan
1		Background tempat pada <i>game</i> level 1. Menggambarkan kondisi berada didalam laboratorium Punk Hazard.
2		Background tempat pada <i>game</i> level 2. Menggambarkan kondisi berada didalam laboratorium Punk Hazard, Sebagian sudah beradai di daerah luar laboratoritu Punk Hazard.
3		Background tempat pada <i>game</i> level 3. Menggambarkan kondisi berada diluar area laboratorium Punk Hazard.

3.4 Perancangan Rintangan Game

Berikut adalah perancangan Rintangan yang ada pada *game Escape From Punk Hazard* yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

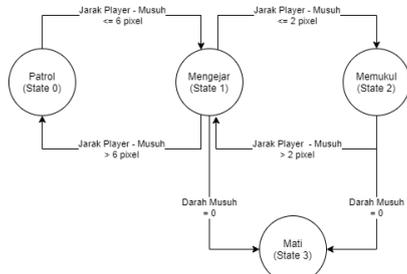
Tabel 3 Perancangan Rintangan Game

No	Rintangan	Penjelasan
1		Rintangan laser akan mengembalikan <i>player</i> ke <i>check point</i> terakhir jika <i>player</i> menyentuh atau menabrak laser.
2		Rintangan labirin dibuat untuk menyembunyikan <i>item Card id</i> .
3		Rintangan Pijakan Bergerak digunakan untuk melewati atau menyebrang ke area di depannya. Jika <i>player</i> terjatuh maka <i>player</i> akan dikembalikan di <i>check point</i> terakhir.
4		Rintangan Penembak digunakan untuk menembak <i>player</i> pada saat melewati rintangan tersebut. <i>Player</i> akan berkurang nyawa atau <i>health</i> jika terkena tembakannya.

3.5 Rancangan flowchart FSM pada game

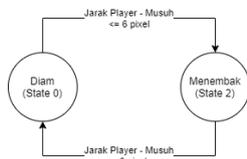
Pada game *Escape From Punk Hazard* menerapkan metode *Finite State Machine* yang berbeda-beda di setiap NPCnya.

1. Pada NPC1, karakter Musuh memiliki sifat Partol, Mengejar, Memukul, dan Mati.



Gambar 1 Finite State Machine NPC 1

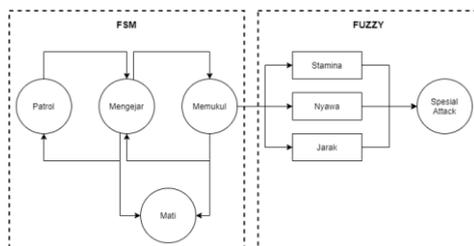
2. Pada NPC2, karakter Musuh memiliki sifat Diam dan Menembak.



Gambar 2 Finite State Machine NPC 2

3.6 Rancangan flowchart Fuzzy pada game

Pada NPC Boss terdapat 3 variabel yang digunakan untuk menentukan aksi selanjutnya. Variabelnya yaitu Stamina, Nyawa, dan Jarak.



Gambar 3 Kombinasi FSM dan Fuzzy NPC Boss

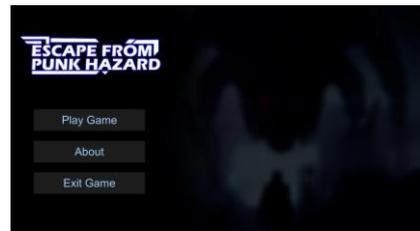
- [R1] IF Stamina = 10 AND Nyawa >=51 AND Jarak <= 1.9 THEN Damage = 4, Speed = 2;
- [R2] IF Stamina = 10 AND Nyawa < 51 AND Jarak <= 1.9 THEN Damage = 10, Speed = 0, Nyawa = Nyawa + 10, Stamina = 0;
- [R3] IF Stamina <= 10 AND Nyawa <= 100 AND Jarak <= 1.9 THEN Damage = 4, Speed = 2;

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Tampilan Menu Utama Game

Tampilan menu utama adalah tampilan awal yang akan muncul pada saat pemain menjalankan *Game Adventure Escape From Punk Hazard*. Pada tampilan awal ini berisikan tombol *Play Game*, *About*, dan *Exit*. Tombol *Play Game* digunakan untuk memulai *game*,

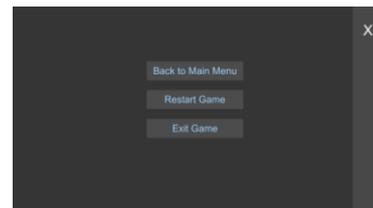
tombol *About* digunakan untuk melihat penjelasan tentang *game*, tombol *Exit* digunakan untuk keluar dari *game*.



Gambar 4 Tampilan Main Menu

4.2 Tampilan Menu Option Game

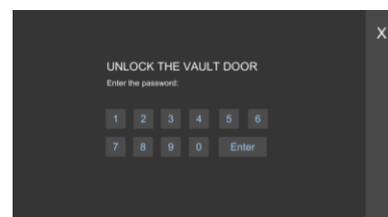
Tampilan Menu Option adalah tampilan menu yang akan muncul setelah pemain memainkan *Game Adventure Escape From Punk Hazard* dan menekan tombol option. Pada tampilan option ini berisikan tombol *Back to Main Menu*, *Reset Game*, *Exit Game*, dan tombol X. Tombol *Back to Main Menu* digunakan untuk kembali ke menu utama, tombol *Restart Game* digunakan untuk memainkan ulang *game*, tombol *Exit Game* digunakan untuk keluar dari *game*, tombol X digunakan untuk keluar dari menu option.



Gambar 5 Tampilan Menu Option

4.3 Tampilan Menu Generator

Tampilan Menu *Generator* adalah tampilan menu yang akan muncul pada saat *player* mendekati *generator*. Pada tampilan ini berisikan tombol nomor 0 - 10, tombol Enter, dan tombol X. Tombol Nomor 0 - 10 digunakan untuk menghasilkan inputan berupa nomor sesuai nomor pada tombol, tombol *Enter* digunakan untuk mengoreksi inputan apakah sudah benar atau salah, tombol X digunakan untuk keluar dari menu generator.



Gambar 7 Tampilan Menu Generator

4.4 Pengujian FSM NPC 1

Pada NPC 1, musuh memiliki kebiasaan untuk patrol, mengejar, dan memukul player ketika player berada didekat NPC. Adapun pengujian FSM NPC 1 seperti pada Table 4 berikut.

Tabel 4 Pengujian NPC 1

No	State	Kondisi	Hasil
1	Patrol	Jika Player diluar jangkauan musuh > 6 pixel Maka musuh akan berpatroli	Sesuai
2	Mengejar	Jika Player masuk di jangkauan musuh <= 6 pixel Maka musuh akan mengejar player	Sesuai
3	Memukul	Jika Player berada di jangkauan serangan musuh <= 2 pixel Maka musuh akan memukul Player	Sesuai
4	Mati	Jika nyawa musuh <= 0 Maka musuh akan mati	Sesuai

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada NPC 1 menunjukkan hasil sesuai di setiap *state*. Hal tersebut menandakan bahwa metode FSM yang diterapkan pada NPC 1 berjalan sesuai yang diinginkan.

4.5 Pengujian FSM NPC 2

Pada NPC 2, musuh memiliki kebiasaan diam dan menembak *player* ketika *player* berada didekat NPC. Adapun pengujian FSM NPC 2 seperti pada Table 5 berikut.

Tabel 5 Pengujian NPC 2

No	State	Kondisi	Hasil
1	Diam	Jika Player diluar jangkauan musuh > 6 pixel Maka musuh akan berpatroli	Sesuai
2	Menembak	Jika Player masuk di jangkauan musuh <= 6 pixel Maka musuh akan menembak player	Sesuai

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada NPC 2 menunjukkan hasil sesuai di setiap *state*. Hal tersebut menandakan bahwa metode FSM yang diterapkan pada NPC 2 berjalan sesuai yang diinginkan.

4.6 Pengujian Kombinasi FSM dan Fuzzy Boos 1

Pada NPC Boss 1, musuh memiliki kebiasaan untuk patrol, mengejar, dan memukul *player* ketika *player* berada didekat NPC. Adapun pengujian kombinasi FSM dan Fuzzy NPC Boss 1 seperti pada Table 6 berikut.

Tabel 6 Pengujian NPC Boos 1

No	State	Event	Hasil
1	Patrol	Jika Player diluar jangkauan musuh > 5 pixel Maka musuh akan berpatroli	Sesuai
2	Mengejar	Jika Player masuk di jangkauan musuh <= 5 pixel Maka musuh akan mengejar player	Sesuai
3	Memukul	Jika Stamina musuh = 10, Nyawa > 71, dan Jarak <= 1.9	Sesuai

		Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 2 poin	
		Jika Stamina musuh = 10, Nyawa < 71, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 10 poin, menambah nyawa musuh 20 poin dan mengurangi stamina musuh 10 poin	Sesuai
		Jika Stamina musuh <= 10, Nyawa < 100, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 2 poin	Sesuai
4	Mati	Jika nyawa musuh <= 0 Maka musuh akan mati	Sesuai

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada NPC Boss 1 menunjukkan hasil sesuai di setiap *state*. Hal tersebut menandakan bahwa metode FSM yang diterapkan pada NPC Boss 1 berjalan sesuai yang diinginkan.

4.7 Pengujian Kombinasi FSM dan Fuzzy Boos 2

Pada NPC Boss 2, musuh memiliki kebiasaan untuk patrol, mengejar, dan memukul *player* ketika *player* berada didekat NPC. Adapun pengujian kombinasi FSM dan Fuzzy NPC Boss 2 seperti pada Table 7 berikut.

Tabel 7 Pengujian NPC Boss 2

No	State	Event	Hasil
1	Patrol	Jika Player diluar jangkauan musuh > 5 pixel Maka musuh akan berpatroli	Sesuai
2	Mengejar	Jika Player masuk di jangkauan musuh <= 5 pixel Maka musuh akan mengejar player	Sesuai
3	Memukul	Jika Stamina musuh = 10, Nyawa > 51, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 4 poin, speed menjadi 2 poin	Sesuai
		Jika Stamina musuh = 10, Nyawa < 51, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 10 poin, speed menjadi 0 poin, menambah nyawa musuh 10 poin, dan stamina menjadi 0 poin	Sesuai
		Jika Stamina musuh <= 10, Nyawa < 100, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 4 poin, speed menjadi 2 poin	Sesuai
4	Mati	Jika nyawa musuh <= 0 Maka musuh akan mati	Sesuai

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada NPC Boss 2 menunjukkan hasil sesuai di setiap *state*. Hal tersebut menandakan bahwa metode FSM yang diterapkan pada NPC Boss 2 berjalan sesuai yang diinginkan.

4.8 Pengujian Kombinasi FSM dan Fuzzy Boos 3

Pada NPC Boss 3, musuh memiliki kebiasaan untuk patrol, mengejar, dan memukul player ketika player berada didekat NPC. Adapun pengujian kombinasi FSM dan Fuzzy NPC Boss 3 seperti pada Table 8 berikut.

Tabel 8 Pengujian NPC Boss 3

No	State	Event	Hasil
1	Patrol	Jika Player diluar jangkauan musuh > 4 pixel Maka musuh akan berpatroli	Sesuai
2	Mengejar	Jika Player masuk di jangkauan musuh <= 4 pixel Maka musuh akan mengejar player	Sesuai
3	Memukul	Jika Stamina musuh = 10, Nyawa > 71, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 4 poin	Sesuai
		Jika Stamina musuh = 10, Nyawa < 71, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 7 poin, menambah nyawa musuh 15 poin, dan stamina menjadi 0 poin	Sesuai
		Jika Stamina musuh <= 10, Nyawa < 100, dan Jarak <= 1.9 Maka musuh akan memukul Player dengan Damage 4 poin	Sesuai
4	Mati	Jika nyawa musuh <= 0 Maka musuh akan mati	Sesuai

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada NPC Boss 3 menunjukkan hasil sesuai di setiap *state*. Hal tersebut menandakan bahwa metode FSM yang diterapkan pada NPC Boss 3 berjalan sesuai yang diinginkan.

4.9 Pengujian Fungsional

Pengujian ini berfungsi untuk menguji apakah dalam game *Escape From Punk Hazard* seluruh fungsinya berjalan dengan baik atau masih ada beberapa *error* yang terjadi. Hasil pengujian fungsionalitas dapat dilihat pada Table 9 berikut.

Tabel 9 Pengujian Fungsional

No	Item Uji	Hasil
1	Tampilan Menu Utama	Sesuai
2	Tampilan Menu About	Sesuai
3	Tampilan Level 1	Sesuai
4	Tampilan Level 2	Sesuai
5	Tampilan Level 3	Sesuai
6	<i>Backsound Game</i>	Sesuai

7	Tampilan layar ketika menang	Sesuai
8	Health Point Karakter Utama	Sesuai
9	Pemain menerima Damage	Sesuai
10	Pemain menerima HealthPoint	Sesuai
11	Berpindah Scene ketika Menang	Sesuai
12	Animasi Karakter saat diam/ bergerak	Sesuai
13	Animasi musuh	Sesuai
14	Tombol Restart Level	Sesuai
15	Tombol Back To Home	Sesuai
16	Tombol Continue Level	Sesuai
17	Musuh Patroli	Sesuai
18	Musuh menyerang pemain	Sesuai
19	Health Point Musuh	Sesuai
20	Generator Sistem	Sesuai
21	Musuh menembak pemain	Sesuai
22	Spesial skill musuh	Sesuai
23	Chest Sistem	Sesuai
24	Laser Sistem	Sesuai
25	Rintangan Pijakan Bergerak	Sesuai
26	Save Sistem	Sesuai
27	Fall Down Sistem	Sesuai

4.10 Pengujian User

Pada pengujian ini, game dijalankan pada berbagai perangkat android untuk menguji performa game *Escape From Punk Hazard*. Hasil pengujian perangkat dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

No	Merk	RAM	Versi	Resolusi	Hasil
1	Samsung J5 Pro	1GB	9	720	Tidak Lancar
2	Vivo	3GB	8.1	720	Lancar
3	Samsung Note Fe	4GB	9	1080	Lancar
4	Redmi Note 4	4GB	8	1080	Lancar
5	Xiaomi Redmi 4X	3GB	7.1.2	1080	Lancar
6	Realme 3	3GB	10	720	Lancar
7	Nokia 5.1 Plus	3GB	10	1080	Lancar
8	Asus	4GB	9	1080	Lancar
9	Huawei Honor 9 Lite	3GB	9	720	Tidak Lancar
10	Oppo F9	4GB	10	1080	Lancar
11	Samsung J3 Pro	2GB	8	720	Lancar

4.11 Pengujian User

Pada pengujian user ini, game *Escape From Punk Hazard* dimainkan oleh 11 orang pengguna menggunakan perangkat Android yang berbeda-beda. Hasil pengujian user dapat dilihat pada Table 11 berikut.

Tabel 11 Pengujian User

No	Pertanyaan	Penilaian	
		Ya	Tidak
1	Apakah <i>game</i> ini menyenangkan untuk dimainkan?	100%	0%
2	Apakah control atau button pada <i>game</i> ini berjalan lancar?	81.8%	18.2%
3	Apakah karakter musuh dapat menyerang pemain dan membuat darah pemain berkurang?	100%	0%
4	Apakah level tiap <i>game</i> dapat berjalan tanpa ada kendala?	90.9%	9.1%
5	Apakah desain 3D pada <i>game</i> menarik?	100%	0%
6	Apakah NPC atau AI pada <i>game</i> berjalan dengan baik?	90.9%	9.1%
7	Apakah <i>game</i> berjalan dengan lancar di Handphone anda?	81.8%	18.2%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat penulis sampaikan setelah melakukan pembuatan *game* “*Escape From Punk Hazard*” yang menggabungkan *metode Finite State Machine* dengan *Logika Fuzzy* antara lain yaitu:

1. Pada pengujian NPC yang menerapkan *metode Finite State Machine* menunjukkan hasil sesuai di setiap statenya.
2. Pada pengujian NPC yang menerapkan *metode Fuzzy* menunjukkan hasil sesuai di setiap statenya.
3. Pada pengujian fungsionalitas menunjukkan hasil sesuai di setiap item yang diujikan, yang menandakan bahwa *game* ini dapat berjalan secara lancar sesuai fungsinya.
4. Dari hasil pengujian perangkat Android, semakin kecil resolusi layang maka akan mempengaruhi kelancaran *game* pada saat dimainkan.
5. Hasil dari pengujian user, Kontrol yang diterapkan pada *game* berjalan dengan baik dan sesuai dengan tingkat prosentase 81.8%.
6. Hasil dari pengujian user, Kecerdasan Buatan yang diterapkan pada musuh berjalan dengan baik dan sesuai dengan tingkat prosentase 90.9%.
7. Hasil dari pengujian user, Kelancaran *Game* berjalan dengan baik dan sesuai dengan tingkat prosentase 81.8%.

5.2 Saran

Setelah dilakukan pengujian terhadap *game adventure Escape From Punk Hazard* maka masih ada kekurangan sehingga untuk pengembangan lebih lanjut disarankan:

1. *Game adventure Escape From Punk Hazard* dapat dijalankan pada berbagai macam platform yang berbeda.

2. Dapat mengembangkan lagi *game adventure Escape From Punk Hazard* dengan menambah *level, rank point, save game, dan multiplayer game*.
3. Diharapkan pengembang bisa memperbaiki fitur target musuh yang masih belum sempurna di *game Escape From Punk Hazard*.
4. Menambahkan efek animasi teks pada bagian intro agar *game* terlihat lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhmad Jawasiq Alfanur. 2018. *RANCANG BANGUN DAN PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE PADA GAME “COWBOYS FROM NOWHERE”*. Malang: JATI.
- [2] Yusuf Wahid Ramadan. 2019. *RANCANG BANGUN GAME THE FARMER FEED ANIMALS MENGGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE*. Malang: JATI
- [3] Mukhammad Herlambang. 2019. *PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE PADA GAME DREADMAN*. Malang: JATI
- [4] Ary Muhamad Rumakey. 2020. *PEMBUATAN GAME 2D “ESCAPE PLAN” DENGAN METODE FINITE STATE MACHINE*. Malang: JATI
- [5] Fikriadi Sakrani. 2020. *IMPLEMENTASI FINITE STATE MACHINE SEBAGAI KONTROL UNTUK NON PLAYER CHARACTER PADA GAME “LASTRI AND THE LAST TREE”*. Malang: JATI
- [6] Kristo Radion Purba, Rini Nur Hasanah dan M Azis Muslim. 2013. *Implementasi Logika Fuzzy Untuk Mengatur Perilaku Musuh dalam Game Bertipe Action-RPG*. Malang. Jurnal EEECCIS
- [7] Astrid Novita Putri dan Albertus Victor Crissano. 2017. *Fuzzy Controller Application For Player Movement On 3D Engine Games Based Smart Agent*. Semarang. TRANSFORMATIKA
- [8] Nelly Indiani Widiastuti. 2012. *MODEL PERILAKU BERJALAN AGEN-AGEN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC*. Bandung. KOMPUTA
- [9] Dhemma Ratanajaya dan Helmie Arif Wibawa. 2018. *Implementasi Kecerdasan Buatan dalam Menentukan Aksi Karakter pada Game RPG dengan Logika Fuzzy Tsukamoto*. Semarang. Khazanah Informatika
- [10] Ahmad Haqi Annazili dan Anita Qoiriah. 2020. *Implementasi Algoritma Fisher-Yates Shuffle Dan Fuzzy Tsukamoto Pada Game Petualangan Si Thole Berbasis Android Menggunakan Game Engine Unity*. Surabaya. JINACS
- [11] Rezak Andri Purnomo. 2017. *Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Pada Embedded System Untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan*. Malang. Repository Brawijaya