

## PENERAPAN METODE FUZZY LOGIC UNTUK PEMBENTUKAN PERILAKU NON PLAYER CHARACTER PADA GAME ADVENTURE LOKI INVATION

Riki Fantoni

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia  
*fantoniriki@gmail.com*

### ABSTRAK

Perkembangan industri game pada saat ini sangat pesat dengan berbagai macam genre. Salah satu jenis game yang digemari adalah game ber-genre Adventure. Jenis game ini yang memiliki alur cerita dalam permainannya. Perangkat lunak aplikasi yang digunakan dalam pembuatan permainan ini adalah Adobe Flash CS5 dengan bahasa pemrograman action script 2.0. Adobe Flash CS5 adalah salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat animasi yang menarik. Dengan Adobe Flash CS5 aplikasi permainan yang dibuat dapat dilengkapi dengan beberapa macam animasi, audio, interaktif animasi, dan lain-lain. Kebutuhan sistem yang diperlukan untuk menjalankan permainan ini adalah sistem operasi Windows, dan Flash Player 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. NPC bertugas untuk “berjaga”, “mendekat”, “mengganggu” dan “kabur” dari pemain. Perancangan strategi gerak NPC menggunakan Finite State Machine dan logika Fuzzy digunakan untuk menentukan respon NPC terhadap kondisi tertentu. Dengan cara membandingkan perhitungan manual dan perilaku yang dihasilkan pada game, dan menggunakan nilai masukan variable kesehatan NPC dan jarak NPC terhadap pemain yang bervariasi menunjukkan hasil yang sama atau berjalan sesuai rancangan.

Tujuan utama dari game yang dibangun adalah mampu menghasilkan respon NPC terhadap pemain yang variatif. Implementasi Finite State Machine dapat diterapkan pada game 2D bergenre adventure dengan indikasi musuh dapat mengejar dan meyerang player dengan kondisi tertentu. Fuzzy Logic dapat diterapkan dengan indikasi Bos Musuh melakukan aksi yang berbeda tergantung HP dan Jarak. Alur cerita dari game ini adalah sebuah alur cerita permainan yang diambil dari film buatan amerika produksi marvel yang salah satu filmnya berjudul thor.

**Kata kunci :** *finite state machine, fuzzy, flash, NPC, game adventure, kecerdasan buatan, Windows*

### 1. PENDAHULUAN

Permainan atau sering disebut dengan *Game* merupakan suatu sarana hiburan yang diminati dan dimainkan oleh banyak orang baik dari kalangan anak-anak, remaja maupun orang dewasa. Game ini terdiri dari game tradisional dan game modern. Game tradisional merupakan segala bentuk permainan yang telah ada sejak zaman dahulu dan diwariskan secara turun-menurun dari generasi ke generasi. Biasanya game tradisional yang tumbuh dan berkembang dalam suatu masyarakat mencerminkan warna kebudayaan setempat. Sedangkan game modern merupakan game yang disajikan pada suatu piranti atau perangkat teknologi dan dimainkan secara virtual. Media teknologi yang digunakan, yaitu console, komputer, handphone dan elektronik lainnya. Seiring perkembangan teknologi, game tradisional ini sudah jarang dimainkan dan kalah bersaing dari game modern. *Game* dikembangkan dalam berbagai jenis. Salah satu yang paling populer adalah permainan petualangan. permainan ini biasanya berupa

perjalanan yang menuntut kewaspadaan untuk menyelesaikan.

Metode yang dipakai dalam pembuatan *game adventure* Loki Invention ini menggunakan metode *FSM* atau *Finite State Machine* dan *Fuzzy Logic*. Dimana metode tersebut bagian dari metode kecerdasan buatan atau artificial intelligence untuk pengambilan keputusan karakter *NPC (Non Playable Character)* yaitu karakter yang digerakan oleh kecerdasan buatan yang digunakan untuk mendukung *game* tersebut

Pada *game* biasanya *FSM* dan *Fuzzy Logic* digunakan pada karakter *NPC (Non Playable Character)* yaitu karakter yang digerakan oleh kecerdasan buatan yang digunakan untuk mendukung *game* tersebut. Seperti karakter musuh, *Fuzzy Logic* dapat digunakan untuk menentukan gerakan dan aksi dari musuh tanpa melibatkan pengguna *game*.

Dari uraian di atas penulis ingin mengimplementasikan penggunaan metode *FSM* dan *Fuzzy Logic* untuk melakukan penelitian dalam pembuatan *game* untuk tugas akhir skripsi dengan judul *Loki Invention* yang merupakan *game 2D*

dengan *Genre Adventures* menggunakan *Adobe Flash professional* sebagai *game engine*. *Game Adventure Loki Invation* ini bertujuan untuk memberikan hiburan bagi pemain dan keseruan yang sama seperti film "THOR".

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

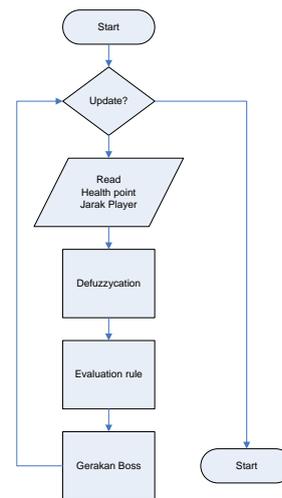
**2.1 Penelitian Terkait**

Salah satu unsur yang berperan penting dalam sebuah *game* adalah kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* yang merupakan suatu program komputer yang bertindak dan berpikir seperti manusia dan juga bertindak dan berpikir secara rasional pada saat yang bersamaan. Dengan kecerdasan buatan, elemen-elemen dalam *game* dapat berperilaku seperti manusia. *Game playing* (permainan *game*) merupakan bidang AI yang sangat populer berupa permainan antara manusia melawan mesin yang memiliki intelektual untuk berpikir. Komputer dapat bereaksi dan menjawab tindakan-tindakan yang diberikan oleh lawan mainnya [3]

Untuk karakter bos musuh di *game* "Loki Invation" menggunakan metode Fuzzy Logic untuk menentukan gerakan dan aksi yang dikeluarkan berdasarkan nyawa dan jarak, Fuzzy Logic sendiri adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan fuzzy dan teori kemungkinan. Logika fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965.[4]

**2.2. Fuzzy Logic**

*Fuzzy Logic* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh pada tahun 1965. Merupakan metode yang mempunyai kemampuan untuk memproses variabel yang bersifat kabur atau yang tidak dapat dideskripsikan secara eksak/pasti seperti misalnya tinggi, lambat, bising. Dalam Fuzzy Logic variabel yang bersifat kabur tersebut direpresentasikan sebagai sebuah himpunan yang anggotanya adalah suatu nilai crisp dan derajat keanggotaannya (membershipfunction) dalam himpunan tersebut.[1]



Gambar 1. Flowchart proses Fuzzy Logic.

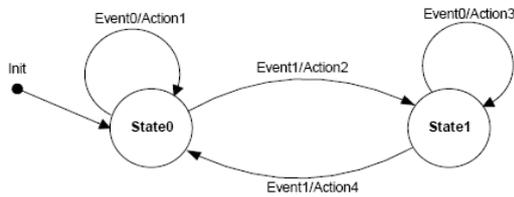
Pada bagian ini merupakan perancangan dari fuzzy logic pada *game* ini yaitu digunakan untuk menentukan gerakan bos musuh secara realtime. Dengan cara mengambil nilai health point dari player, dan jarak player dari bos secara kontinyu per frame. Kemudian dilakukan proses fuzzifikasi untuk mendapatkan nilai fuzzy. Setelah dilakukan proses fuzzifikasi dilakukan proses inferensi yaitu membandingkan nilai fuzzy dengan rule. Setelah didapat nilai fuzzy output dilanjutkan dengan proses defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai craps output. Kemudian nilai craps output tersebut dipetakan berdasarkan desain yang telah dibuat untuk mengetahui aksi apa yang akan dilakukan oleh bos musuh.

**2.3. Finite State Machines (FSM)**

*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. Transisi keadaan ini umumnya juga disertai oleh aksi yang dilakukan oleh sistem ketika menanggapi masukan yang terjadi. Aksi yang dilakukan tersebut dapat berupa aksi yang sederhana atau melibatkan rangkaian proses yang relatif. Contoh diagram *state* sederhana ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 memperlihatkan FSM (*Finite State Machine*) dengan dua buah *state* dan dua buah *input* serta empat buah aksi output yang berbeda: seperti terlihat pada gambar, ketika sistem mulai dihidupkan, sistem akan bertransisi menuju *state0*, pada keadaan

ini sistem akan menghasilkan *Action1* jika terjadi masukan *Event0*, sedangkan jika terjadi *Event1* maka *Action2* akan dieksekusi kemudian sistem selanjutnya bertransisi ke keadaan *State1* dan seterusnya.



Gambar 2. Contoh Diagram State Sederhana

Salah satu alternatif implementasi FSM adalah menggunakan pemrograman berorientasi objek (*Object Oriented Programming*) atau yang sering disingkat sebagai OOP (Rahadian, Suyatno, & Maharani, 2016). Kelebihan penggunaan OOP pada FSM adalah fleksibilitasnya yang tinggi dan pemeliharannya yang mudah baik pada sistem yang sederhana, menengah, maupun sistem yang kompleks. Selain itu juga mendapatkan manfaat dari salah satu kelebihan OOP yaitu penggunaan kembali kode yang telah diketik (*code reusability*) sehingga pengetikan kode menjadi lebih sedikit.[2]

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Analisis Game

Dalam Loki Invasion menggunakan view side scroller, yaitu dimana game terlihat dari samping dengan desai 2D. Pada Loki Invasion, pemain dituntut untuk menjawab soal-soal latihan yang akan muncul pada setiap stage. Berikut analisis game yang ada pada Loki Invasion :

1. Menggunakan Grafik 2D.
2. Metode yang digunakan adalah Finite State Machine dan Fuzzy Logic.
3. Game ini bergenre Adventure.
4. Interaksi menggunakan Mouse & keyboard.
5. Game ini dibuat dengan Adobe Flash CS5.
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 setiap stage.
7. Game ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman ActionScript 2.0
8. Game ini ditargetkan untuk berjalan pada sistem operasi Microsoft windows 7 dan atau versi yang lebih baru.

#### 3.2. Tujuan Game

Di dalam sebuah game pasti memiliki goal atau tujuan untuk bisa menyelesaikan setiap level pada game. Dalam Loki Invasion memiliki goal yaitu Pemain harus menjelajahi stage dan mengalahkan musuh sesuai dengan jenis musuh.

Pemain juga harus melewati 3 stage yang terdapat bos di setiap stagenya untuk menuju ke ending game, ketiga stage tersebut yaitu sebagai berikut.

#### a. Stage 1

Goal pada stage 1 game Loki Invasion ini adalah musuh memiliki tingkat kesulitan yang mudah atau easy. Dimana kerusakan yang di berikan karakter utama kepada musuh sangat besar yaitu sebesar 5px, karakter utama harus membasmi musuh juga harus mengumpulkan diamond sebanyak 20 sampai indikator *diamond* penuh untuk membuka portal di mana bos pada stage 1 berada dan mengalahkannya untuk dapat lanjut ke stage berikutnya.

#### b. Stage 2

Goal pada stage 2 game Loki Invasion ini adalah musuh memiliki tingkat kesulitan yang sedang atau medium. Dimana kerusakan yang di berikan karakter utama kepada musuh sama yaitu sebesar 3px, karakter utama harus membasmi musuh juga harus mengumpulkan diamond sebanyak 20 sampai indikator *diamond* penuh untuk membuka portal di mana bos pada stage 2 berada dan mengalahkannya untuk dapat lanjut ke stage berikutnya.

#### c. Stage 3

Goal pada stage 3 game Loki Invasion ini adalah musuh memiliki tingkat kesulitan yang sulit atau hard. Dimana kerusakan yang di berikan karakter utama kepada musuh sangat besar yaitu sebesar 1px, karakter utama harus membasmi musuh juga harus mengumpulkan diamond sebanyak 20 sampai indikator *diamond* penuh untuk membuka portal di mana bos pada stage 1 berada dan mengalahkannya untuk menyelesaikan game.

#### 3.3. Game Story

*Game* ini mengangkat cerita dari film buatan amerika salah satu filmnya yaitu avenger. *Game Loki Invasion* ini menceritakan tentang bumi yang diserang oleh pasukan alien yang di pimpin oleh Loki, Suatu hari ada kelompok alien yang dipimpin oleh Loki untuk menguasai dunia, Loki mengerahkan semua pasukannya datang ke bumi untuk menyerang. Loki menggunakan kekuatannya dengan membuka portal antara bumi dan aliaen, maka dari itu alien terus berdatangan ke bumi untuk menghancurkannya. Di bumi ada perkumpulan superhero yang bernama avenger, anggota avenger sendiri adalah semua super hero yang ada di bumi. Mereka menugaskan salah satu super hero untuk menghentikan serangan loki. Pimpinan avenger menyuruh salah satu hero yang bisa diandalkan yaitu Riku untuk masuk ke dalam markas di mana Loki berada Dalam perjalanan Si Riku harus melawan beberapa musuh untuk sampai markas Loki berada. Dan ketika sampai dalam

markas Loki, Si Riku terkejut ternyata Loki sendiri adalah saudara kembarnya, tapi Riku akan tetap melawan Loki untuk bisa menutup portal para alien berdatangan. Setelah berhasil mengalahkan Loki, Si Riku menutup portal alien dan para alien kalah.

### 3.4. 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. Berikut Desain Level 1 akan dijelaskan pada Gambar 3



Gambar 3. Tampilan Awal Level 1

Di Level 1 ini Player memiliki health atau darah 100. Kerusakan yang diberikan kepada musuh sebesar 5px. Player akan mati jika darah (health point) habis atau 0. Jika player mati, maka permainan selesai atau game over. Jika health habis (game over), player mengulang dari stage awal. Terdapat item diamond disepanjang perjalanan sebagai point tambahan sebanyak 20. Setiap mengumpulkan diamond, credit juga akan bertambah dan jika credit berjumlah 10 maka bisa ditukar dengan hp pada player sebanyak 25px. Pada akhir level terdapat bos Gnemot yang harus dikalahkan.

2. Berikut Desain Level 2 akan dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Awal Level 2

Di Level 1 ini Player memiliki health atau darah 100. Kerusakan yang diberikan kepada musuh sebesar 3px. Player akan mati jika darah (health point) habis

atau 0. Jika player mati, maka permainan selesai atau game over. Jika health habis (game over), player mengulang dari stage awal. Terdapat item diamond disepanjang perjalanan sebagai point tambahan sebanyak 20. Setiap mengumpulkan diamond, credit juga akan bertambah dan jika credit berjumlah 10 maka bisa ditukar dengan hp pada player sebanyak 25px. Pada akhir level terdapat bos Witchwiki yang harus dikalahkan. Berikut Desain Level 3 akan dijelaskan pada Gambar 5.



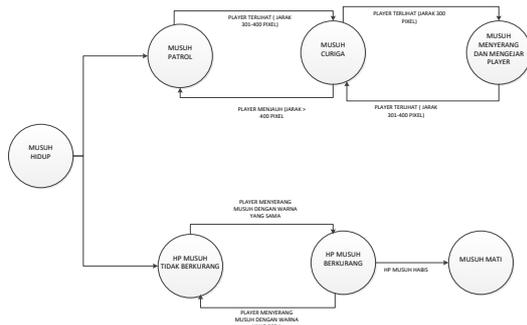
Gambar 5. Tampilan Awal Level 3

Di Level 3 ini Player memiliki health atau darah 100. Kerusakan yang diberikan kepada musuh sebesar 1px. Player akan mati jika darah (health point) habis atau 0. Jika player mati, maka permainan selesai atau game over. Jika health habis (game over), player mengulang dari stage awal. Terdapat item diamond disepanjang perjalanan sebagai point tambahan sebanyak 20. Setiap mengumpulkan diamond, credit juga akan bertambah dan jika credit berjumlah 10 maka bisa ditukar dengan hp pada player sebanyak 25px. Pada akhir level terdapat bos Loki yang harus dikalahkan.

### 3.5. Diagram Finite State Machine

Dalam game Loki Invasion memiliki 3 jenis metode FSM, yaitu metode FSM pada musuh Surtur, metode FSM pada musuh Zambos dan yang terakhir metode FSM pada musuh Glad. Penerapan FSM pada musuh biasa

Penerapan alur FSM pada karakter musuh Surtur memiliki sifat jika karakter player mendekati pada jarak 300-400 pixel dari musuh, maka musuh akan mencurigai keberadaan karakter player, dan ketika player mendekati lagi pada jarak 300 pixel dari musuh, maka musuh akan mengejar player, jika player menjauh dari musuh dengan jarak lebih dari 300 pixel dari musuh, maka musuh akan kembali patrol pada tempat semula musuh berada. Seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur diagram FSM Pada Karakter Musuh Surtur

3.6. Penerapan Finite State Machine

Pada Gambar 2 merupakan penerapan finite state machine pada game

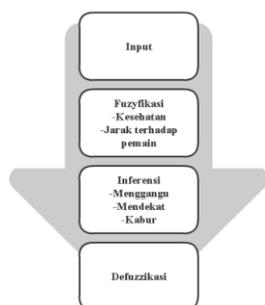


Gambar 8. Penerapan Finite State Machine (Musuh Mengejar)

Gambar 7: Pada game ini karakter musuh mempunyai jarak penglihatan (patroli) yaitu 300-400 pixel kedepan dan belakang, jika musuh melihat player dalam area patroli, maka musuh akan melakukan serangan. Jika player melarikan diri dan keluar dari zona patroli musuh, maka musuh akan kembali melakukan patroli.

3.7. Penerapan Fuzzy Logic

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



Gambar 9. Logika Fuzzy pembangkit perilaku NPC

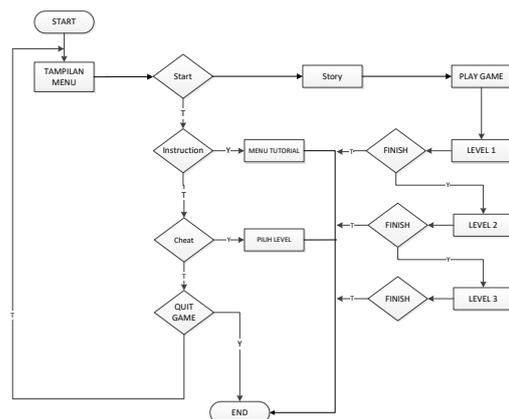
Gambar 9: Pada bagian ini merupakan perancangan dari implementasi fuzzy logic pada game ini yaitu digunakan untuk menentukan gerakan bos musuh Dengan cara mengambil nilai kesehatan dari player, dan jarak player dari bos secara kontinyu per frame. Kemudian dilakukan proses fuzzifikasi untuk mendapatkan 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

| ANTESEDEN |              | ANTESEDEN |            | KONSEKUEN |            |
|-----------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Opera tor | Jarak        | Operat or | Kesehata n | Opera tor | Tindakan   |
| IF        | Dekat sekali | AND       | Critical   | THEN      | Kabur      |
|           |              |           | Bad        |           | Kabur      |
|           |              |           | Medium     |           | Mengganggu |
|           | Dekat        |           | Good       |           | Mengganggu |
|           |              |           | Critical   |           | Kabur      |
|           |              |           | Bad        |           | Mengganggu |
|           | Jauh         |           | Medium     |           | Mendekat   |
|           |              |           | Good       |           | Mendekat   |
|           |              |           | Critical   |           | Mengganggu |
|           |              |           | Bad        |           | Berjaga    |
|           |              |           | Medium     |           | Berjaga    |
|           |              |           | Good       |           | Berjaga    |

3.8. Flowchart Game

Flowchart Game akan dijelaskan pada gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Flowchart Game

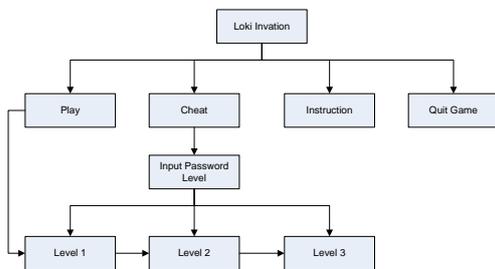
Gambar 10 keterangan:

1. Pada tampilan awal game “Loki Invation” akan menampilkan intro cerita.
2. Kemudian terdapat pilihan menu awal yang terdiri dari Play game, Setting, Help, dan Exit.

3. Jika memilih Menu Play Game , maka akan memulai permainan di misi 1 atau stage 1. Jika misi 1 berhasil maka akan lanjut ke misi selanjutnya tetapi jika misi pada stage tidak terpenuhi akan game over dan kembali menu awal.
4. Kemudian terdapat menu setting yang digunakan untuk pengaturan game “Loki Invation”.
5. Pada menu Help terdapat informasi cara bermain game “Loki Invation”.
6. Jika memilih menu keluar, maka game akan berhenti dan keluar.

**3.9. Struktur Menu**

Pada game adventure “Loki Invation” ini terdiri dari beberapa menu yaitu Start Game, Setting, Help, dan Exit. Diagram struktur menu dapat dilihat pada Gambar 11



Gambar 11. Struktur Menu

**3.10. Desain Karakter**

Perancangan karakter merupakan pembahasan mengenai karakter yang terlibat dalam Loki Invation. Karakter pada Loki Invation dapat dilihat pada Tabel 3.1.

| Gambar  | Keterangan   |
|---|--|
|  | Karakter Utama (Riku)                                  |
|  | Musuh biasa yang di setiap stage ada. (Gul dan Zambos) |
|  | Musuh Boss pada stage 1 (Gnemot)                       |
|  | Musuh Boss pada stage 2 (Wichwiki)                     |

| Gambar  | Keterangan                     |
|---|--------------------------------|
|  | Musuh Boss pada stage 3 (Loki) |

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Tampilan Menu Game**

Tampilan menu utama adalah tampilan awal yang muncul saat membuka aplikasi Game *Loki Invation*. Pada tampilan awal ini berisi tombol *Play* untuk langsung bermain, *Instruction* untuk melihat cara bermain, dan *Exit* untuk keluar dari *game*. Tampilan menu utama terlihat seperti pada Gambar 6. berikut:



Gambar 12. Tampilan game

**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 13. Tampilan ketika pemain bertemu Gul di stage 1 awal

**4.3 Pengujian Karakter Dengan Bos**

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 14. Bos loki menyerang karakter

**4.4 Pengujian Artificial Intelligence (AI)**

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

Tabel 2. Pengujian AI (Artificial Intelligence)

| 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)         | 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* Loki Invation berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan yang diharapkan.

**4.5 Pengujian Fungsional**

Pada fungsionalitas ini game dicoba dijalankan pada Windows. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Fungsional

| No | Item Uji           | Windows 7,8,10 |       |
|----|--------------------|----------------|-------|
|    |                    | Berhasil       | Gagal |
| 1  | Menu Utama         | √              | -     |
| 2  | Button Start       | √              | -     |
| 3  | Button Setting     | √              | -     |
| 4  | Button Intruction  | √              | -     |
| 5  | Button Exit        | √              | -     |
| 6  | Mute Sound         | √              | -     |
| 7  | Masuk Level 1 Game | √              | -     |

| No | Item Uji  | Windows 7,8,10 |       |
|----|---|----------------|-------|
|    |   | Berhasil       | Gagal |
| 8  | Masuk Level 2 Game  | √              | -     |
| 9  | Masuk Level 3 Game  | √              | -     |
| 9  | Bar Health Point karakter   | √              | -     |
| 10 | Bar Health Point Musuh  | √              | -     |
| 11 | Lari dan animation state lari pada karakter                                 | √              | -     |
| 12 | Loncat dan animation state loncat pada karakter                             | √              | -     |
| 13 | Attack dan animation state attack pada karakter                             | √              | -     |
| 14 | HP musuh berkurang ketika terkena attack                                    | √              | -     |
| 15 | Collision Detection pada Player   | √              | -     |
| 16 | Collision Detection pada Musuh  | √              | -     |
| 17 | Item tambah HP pada player  | √              | -     |
| 18 | Musuh Patroli pada daerah yang ditentukan                                   | √              | -     |
| 19 | Musuh mengikuti pada daerah yang ditentukan                                 | √              | -     |
| 20 | Musuh menyerang pada jarak yang ditentukan                                  | √              | -     |
| 21 | Bos Musuh melakukan aksi yang berbeda tergantung HP dan Jarak (Fuzzy Logic) | √              | -     |
| 22 | Game tamat ketika player mengambil item keris                               | √              | -     |
| 24 | Background Sound  | √              | -     |
| 25 | Sound Effect  | √              | -     |

**4.6 4.4 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 4.

Tabel 4. Pengujian Control Player

| Tombol | Fungsi                                      | Hasil  |
|--------|---|--------|
| ↑      | Menggerakkan <i>player</i> ke atas (loncat) | Sesuai |
| ←      | Menggerakkan <i>player</i> ke kiri          | Sesuai |
| ↓      | Menggerakkan <i>player</i> jongkok          | Sesuai |
| →      | Menggerakkan <i>player</i> ke kanan         | Sesuai |
| Space  | Menggerakkan <i>player</i> menembak         | Sesuai |
| Z      | Mengganti senjata Bean hijau                | Sesuai |
| X      | Mengganti senjata Bean biru                 | Sesuai |
| C      | Mengganti senjata Bean merah                | Sesuai |

Dari Tabel 4 ketika pemain menekan tombol arah atas, arah bawah, arah kanan, arah kiri karakter

dapat bergerak sesuai dengan arahnya yaitu, arah kanan untuk maju, arah kiri untuk bergerak mundur, dan arah kanan untuk bergerak ke arah kanan, arah atas untuk bergerak meloncat, arah bawah untuk bergerak jongkok. Ketika pemain menekan tombol spasi karakter juga dapat menembak. Ketika pemain menekan tombol Z, X, dan C, karakter dapat melakukan serangan menembak sesuai dengan senjata yang telah diperoleh. Dari penjelasan di atas menunjukkan bahwa semua fungsi dari *control player* berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan yang diharapkan.

**4.7 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 "Loki Invasion"*. Hasil dari pertanyaan terhadap responden dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Terhadap User

| No | Pertanyaan                           | Penilaian |       |        |
|----|--------------------------------------|-----------|-------|--------|
|    |                                      | Baik      | Cukup | Kurang |
| 1  | Desain Karakter Game                 | 80%       | 20%   | 0%     |
| 2  | Desain Animasi pada Game             | 80%       | 20%   | 0%     |
| 3  | Kontrol pada game                    | 70%       | 20%   | 10%    |
| 4  | Fitur game                           | 80%       | 10%   | 10%    |
| 5  | Informasi game (Cerita, Narasi Game) | 70%       | 20%   | 10%    |
| 6  | Game sudah menarik                   | 80%       | 20%   | 0%     |

**5. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1. Kesimpulan**

Setelah pembuatan *Game Color Invasion*, maka penulis dapat mengambil kesimpulan :

1. Implementasi *Finite State Machine* dapat diterapkan pada *game* 2D bergenre *adventure* dengan indikasi musuh dapat mengejar dan meyerang player dengan kondisi tertentu.
2. Implementasi *Fuzzy Logic* dapat diterapkan pada *game* 2D bergenre *adventure* dengan

indikasi Bos Musuh melakukan aksi yang berbeda tergantung HP dan Jarak.

3. Semua fungsi dari menu, pergerakan Unit pemain dan musuh berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% sesuai dengan yang diharapkan.
4. *Game* dapat dijalankan pada komputer dengan RAM 4GB hingga 8GB juga dengan menggunakan Windows XP, 7, 8, 8.1, dan Windows 10.

**5.2. Saran**

Setelah dilakukan pengujian terhadap *Game Loki Invasion* maka masih ada ekurangan 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 Loki Invasion* ini.
3. Menambahkan fitur *save game* agar pemain bisa melanjutkan *game* nya lagi ketika *game* di keluarkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Putri, A. N., Hermawan, L., & Hariadi, M. (2014). *Game Scoring Non Player Character Menggunakan Agen Cerdas Berbasis Fuzzy Mamdani*. ISBN: 979-26-0276-3, 142-149.

[2] Rahadian, M. F., Suyatno, A., & Maharani, S. (2016). Penerapan Metode *Finite State Machine* pada *Game "The Relationship"*. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 14-22.

[3] Utari, Dely. (2012). Analisis Dan Implementasi Algoritma *Backtracking* Pada Permainan *Hangman*. Medan: Universitas Sumatera Utara, 1-3.

[4] Wardani, K. E., 2015, Perancangan dan Implementasi *Game* Petualangan Pencari Batu Akik Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Algoritma a\*, *Institut Teknologi Nasional Malang*, 1-13.