
**PENERAPAN FINITE STATE MACHINE UNTUK PENGENDALIAN ANIMASI PADA
VIDEO GAME RPG NUSANTARA LEGACY**

Mustofa¹, Sidiq², Eva Rahmawati³

¹Pasca Sarjana Ilmu Komputer, STMIK Nusa Mandiri, Jakarta

^{2,3}STMIK Nusa Mandiri; Jl. Damai No 8 Warung Jati Barat Jakarta Selatan, telp/fax: (021)
78839513

e-mail: *¹mustofa.campus@gmail.com, ²sidik.sdk@nusamandiri.ac.id, ³eva.rijal@gmail.com

Abstrak

Perkembangan dunia yang dinamis mendorong percepatan perkembangan teknologi dan informasi. Dengan dorongan tersebut komputer yang dulunya dibuat hanya untuk membantu pekerjaan manusia sekarang berkembang menjadi sarana hiburan, permainan, komunikasi dan lain sebagainya. Dalam sektor hiburan salah satu industri yang sedang menjadi pusat perhatian adalah industri *video game*. Begitu banyaknya produk *video game* asing yang masuk ke dalam negeri ini memberikan tantangan kepada bangsa ini. Tentunya *video game* asing yang masuk ke negara ini membawa banyak unsur kebudayaan negara lain. Ini semakin membuat kebudayaan nusantara semakin tergeserkan dengan serangan kebudayaan asing melalui berbagai media. Maka dari itu peneliti mencoba untuk menerapkan *Finite State Machine* dalam merancang sebuah *video game* RPG (*Role-Playing game*) yang memperkenalkan kebudayaan. Dalam perancangan *video game* ini peneliti menggunakan metode GDLC (*Game Development Life Cycle*) agar penelitian ini berjalan secara sistematis. Dalam suatu perancangan *video game* terdapat banyak elemen, pada penelitian ini penulis lebih fokus pada pengendalian animasi karakter yang dimainkan pada *video game* ini. Dari perancangan yang dilakukan, disimpulkan bahwa *Finite State Machine* dapat digunakan untuk pengendalian animasi yang baik pada *video game* RPG. Diharapkan *video game* ini dapat menjadi salah satu media untuk mengenalkan kebudayaan nusantara.

Kata kunci—Video Game, Finite State Machine, Kebudayaan

Abstract

The dynamic development of the world drives the acceleration of information and technology developments. Impulse the computers were created just to help human work now develop into a means of entertainment, games, communication etc.. In the entertainmen industries that is becoming the center of attention is the video game industry sector. So many productsof foreign video game that come in to country to give challenge for the nation. Of course, foreign video games that enter this country bring many culture elements of other countries. This increasingly makes the culture of the archipelago increasingly displaced with foreign cultural attacks through various media. Researchers try to apply the Finite State Machine in designing an RPG (Role-Playing game) video game that introduces culture. In designing this video game researcher using GDLC (Game Development Life Cycle) method for this research to run systematically. In a video game designing there are many elements, in this study the authors focus more on controlling the animated character played on this video game, The result was concluded that Finite State Machine can be used for good animation control on video game RPG. It is expected that this video game can be one of the media to introduce the culture of the archipelago.

Keywords— Video Game, Finite State Machine, Culture

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, terkadang manusia dihadapi oleh suatu hambatan dan kesulitan yang pada akhirnya membuat mereka merasa bosan dan jenuh. Disaat mengalami hal seperti itu, ada diantara mereka yang memanfaatkan bermacam-macam media hiburan untuk mengurangi perasaan tidak enak tersebut, yang mana salah satunya adalah memainkan video game. Sebagai media hiburan, video game dibuat dengan bermacam judul dengan tujuan agar para penikmat media tersebut tidak cepat merasa bosan dengan permainan yang itu-itu saja. Video Game merupakan sesuatu yang banyak digemari oleh semua kalangan. Video Game saat ini sudah menjadi alternatif hiburan bagi semua orang dari segala usia. Sudah sejak lama peranan game dirasakan cukup efektif dalam membantu menghilangkan kepenatan ataupun ketegangan karena aktifitas rutin sehari-hari. Selain itu perkembangan game di dunia semakin pesat, tidak terkecuali di Indonesia.

Perkembangan video game belakangan ini sangatlah pesat, terutama di kawasan Asia tenggara yang laju pertumbuhan majemuk tahunan (Compound Annual Growth Rate) pendapatan video game mencapai +28.8% [1]. Ini dibuktikan juga dengan semakin banyaknya pengembang (developer) video game yang menghasilkan video game yang menarik.

Indonesia merupakan negara yang memiliki keaneka ragaman suku dan budaya yang tersebar di berbagai daerah. Tapi pengenalan budaya nusantara masih dinilai kurang [2]. Untuk itu diperlukan sebuah wahana yang mampu menarik perhatian pengguna teknologi untuk kembali mengingat dan mencintai budaya nusantara yang tidak kalah menarik dari kebudayaan asing.

Video game merupakan salah satu alat yang bisa digunakan untuk memperkenalkan budaya secara efektif [3]. Maka dari itu penulis tertarik untuk membuat sebuah video game yang mengenalkan dan mengangkat salah satu kebudayaan nusantara yang dituangkan dalam sebuah video game bernama "Nusantara Legacy". Sebuah video game yang mengangkat budaya nusantara. Pada penelitian ini peneliti lebih menyoroti pada bagian pengendali animasi sebagai salah satu elemen penting dalam sebuah *video game*. Metode yang digunakan sebagai rancangan pengendali adalah Finite State Machine.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Video Game

Dalam bukunya Adams [4] menjelaskan bahwa "a game is a type of play activity, conducted in the context of a pretend reality, in which the participant(s) try to achieve at least one arbitrary, nontrivial goal by acting in accordance with rules." Jika diterjemahkan dalam bahasa Indonesia menjadi "games adalah aktivitas bermain yang dilakukan dalam konteks memerankan sebuah peran dimana pemain berusaha untuk mencapai tujuan tertentu, bertindak sesuai dengan aturan". Sedangkan Pressman dalam Ramadhan dan Widyani [5] berpendapat bahwa "game is kind of software which provides entertainment" yang berarti video game adalah sebuah software yang menyediakan hiburan.

2.2 Kategori Video Game

Ada beberapa kategori *video game* yang dapat digunakan. Seperti yang dipaparkan oleh Adams [4] yang dia sebut sebagai "The Classic Game Genres" antara lain:

1. *Shooter Game*
Shoter game adalah kategori *video game* dimana karakter pemain melakukan aksi dengan jarak tertentu menggunakan senjata jarak jauh. Dalam *video game* ini pemain harus fokus pada dua hal sekaligus yaitu wilauah sekitar karakter dan target.
2. *Actions dan Arcade Game*
Action game memiliki tantangan fisik pada karakter yang dimainkan. *Video game* ini menggabungkan *puzzle, race,* dan tantangan yang beragam dengan jumlah karakter yang sedikit. Sedangkan *Arcade game* merupakan *action game* yang didesain dalam model bisnis untuk mendapatkan uang.
3. *Platform Game*
Kategori ini disebut juga sebagai *platformer*. *Platformer* adalah *games* dimana karakter bergerak pada wilayah vertikal. Melompat pada suatu *platform* ke *platform* lainnya pada ketinggian yang berbeda-beda. Biasanya memiliki tantangan berupa menghindari jebakan dan bertarung.
4. *Fighting Game*
Fighting game memiliki kesamaan dengan *action game*. Tetapi *game* ini lebih mengkhususkan permainan *action* dimana karakter bermain satu lawan satu (*one-on-one*) didalam arena pertarungan. Lebih mengutamakan pertarungan tangan kosong (*hand-to-hand*) walaupun juga menggunakan senjata secara terbatas.
5. *Strategy Game*
Permainan ini adalah *video game* yang mengandung unsur strategi, taktik, dan tantangan logika. Juga memberikan tantangan tambahan seperti aspek ekonomi untuk menambah variasi permainan. *Strategy game* membutuhkan perencanaan dan manajemen sumberdaya untuk menyelesaikan tantangan.
6. *Role-Playing Game*
RPG lebih memberikan kesempatan pada pemain untuk berinterksi dengan dunia *game*. *RPG* juga memiliki aturan permainan yang lebih banyak dari kategori *video game* yang lain. Hal yang paling penting dari *RPG* adalah permintaan(*quest*) ataupun jalan cerita dari permainan. *Quest* biasanya memerlukan pertarungan dan aturan permainan untung mendukungnya.
7. *Sport Game*
Untuk kategori *video game* ini merujuk pada olah raga yang ada dalam dunia nyata dengan mengadopsi aturan-aturan yang sama persis dengan kenyataannya. Sebagai contoh adalah *video game* PES yang menggunakan olah raga sepak bola sebagai aturan dalam *video game* tersebut
8. *Vehicle simulations*
Video game kategori ini memberikan kesempatan kepada pemain untuk mengemudikan kendaraan, seperti: mobil, pesawat, kapal, kereta dan lain sebagainya dengan aturan tertentu.
9. *Construction dan Simulation Game*
Kategori ini juga disebut dengan *construction and manageent simulations*. *Video game* ini meminta pemain untuk membangun sesuatu, kemudian mengoperasikannya dengan sumber daya yang ada. Tujuan *video game* dengan kategori ini tidak untuk menghancurkan musuh. Tetapi membangun sesuatu dalam konteks proses yang berkesinambungan.
10. *Advanture Game*
Kategori ini sangst berbeda dengan katogori *video game* yang populer. Tidak berkompetsi, tidak membutuhkan manajemen sumber daya

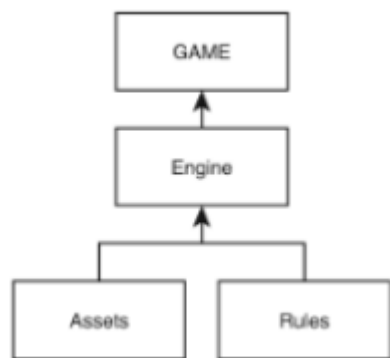
dan strategi. *Video game* ini lebih kepada penyajian cerita yang interaktif.

11. *Puzzle Game*

Penyelesaian *puzzle* adalah tujuan utama, meskipun pada *puzzle game* bisa disisipkan alur cerita. Bisa juga memiliki tujuan lain seperti mengkoleksi sesuatu dalam permainan untuk menambah variasi dari permainan ini.

2.3 Anatomi Video Game

Thorn [6] menyatakan bahwa seorang *developer video games* tidak hanya melihat *video game* dari sisi luar saja, tetapi juga harus mengenalinya dari sisi dalam. Seorang perancang *video game* harus mengetahui anatomi *game* dan melihat bagian demi bagian. Berikut adalah anatomi *video game* yang dipaparkan oleh Thorn [6]:



Gambar 1. Anatomi *video game*

1. *Engine*

Engine adalah kewenangan dari *programer* dan hal yang membuat *video game* menjadi hidup dan berjalan. Bagian ini sama seperti jantung di dalam tubuh manusia. Tetapi *engine* bukanlah sebuah *video game* tanpa grafis, suara, ataupun karakter yang disebut dengan *asset*.

2. *Asset*

Engine merupakan infrastruktur, sedangkan *asset* merupakan suprastruktur yang dibangun di atas *engine*. *Asset* dalam *video game* antara lain:

- a. Grafis
- b. Suara
- c. *Story board*
- d. Desain
- e. Animasi
- f. Script
- g. Video
- h. *Scene*
- i. *Interface components*
- j. *Musical scores*
- k. *Voiceover track*

3. *Rules*

Dalam perancangan *video game*, *rules* juga disebut dengan *game logic* atau *core design*. *Rules* ada sebagai bagian yang abstrak dan independen dari *video game* yang bukan merupakan bagian dari *engine* ataupun *asset*. *Rules* bekerja diantara kedua komponen tersebut, memberi tahu *engine* bagaimana *engine* harus mengatur *asset* selama permainan. *Rules* tergantung pada jenis *video game* yang dirancang. Tetapi *rules* minimal yang dimiliki *video game* secara umum sebagai berikut:

- a. Jumlah pemain
- b. Kondisi untuk menang
- c. Kondisi kalah

Cara yang diperbolehkan untuk menang ataupun kalah

2.4 Finite State Machine

Dewasa ini terdapat beberapa model komputasi. Tidak semua model komputasi sesuai dengan segala hal, sehingga kita harus jeli dalam memilih model komputasi yang berbeda, tergantung pada fitur yang ingin

kita fokuskan. Salah satu model komputasi yang paling mudah yaitu *finite state machine* atau juga disebut *finite automata*.

Finite Automata adalah model yang baik untuk komputer dengan jumlah memori yang sangat terbatas [7]. Banyak hal yang bisa dilakukan komputer dengan memori kecil tersebut Bahkan, pengguna dapat berinteraksi dengan komputer seperti itu setiap saat, karena memori berada di jantung berbagai perangkat elektromekanik. Pengontrol untuk pintu otomatis adalah salah satu contoh perangkat semacam itu. Sering ditemukan di pintu masuk dan keluar supermarket, pintu otomatis berayun terbuka ketika pengontrol merasakan bahwa seseorang sedang mendekat.

2.5 Animasi

Animasi Berasal dari bahasa latin yaitu “anima” yang berarti jiwa, hidup, nyawa, semangat. Sedangkan animasi secara utuh diartikan sebagai gambar yang membuat objek yang seolah-olah hidup, disebabkan oleh kumpulan gambar itu berubah beraturan dan bergantian ditampilkan. Menurut Yudistira dan Adjie [8] animasi adalah “serangkaian gambar yang bergerak dengan cepat secara kontinyu yang memiliki hubungan antara satu dan lainnya”. Sedangkan menurut Puspitosari [9] “animasi adalah suatu seni untuk memanipulasi gambar menjadi seolah-olah hidup dan bergerak, yang terdiri dari animasi 2 dimensi maupun 3 dimensi.

Beberapa teknik animasi terus dikembangkan mulai dari teknik manual hingga menjadi teknik digital seperti sekarang ini. Animasi bahkan telah berkembang dan tumbuh menjadi industri hiburan yang luar biasa. Bahkan animasi telah berevolusi dalam dunia *video game*.

Era digital sangat membantu perkembangan yang pesat untuk animasi.

Menggabungkan teknik animasi *hand drawn* dan dibantu dengan komputer. Gambar yang sudah dibuat kemudian discan, diwarnai, dianimasikan, dan diberi efek dikomputer sehingga animasi yang didapatkan hidup tetapi masih dalam animasi 2 dimensi.

3D Computerized Modeling adalah teknik pembuatan animasi yang pengerjaannya sangat mengandalkan komputer. Dimana proses pembuatannya mutlak dalam teknologi komputer dengan bantuan perangkat lunak dalam pengerjaannya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Model yang digunakan dalam penulisan ini menggunakan model GDLC (*Game Development Life Cycle*) Yang terbagi menjadi 7 tahapan menurut Byl [10], yaitu:

- a. Ide (*idea*)
Setiap proyek pembuatan *video game* bermula dari sebuah ide atau gagasan. Ide merupakan landasan yang menggerakkan proyek pembuatan *video game* secara keseluruhan. Dalam rangka untuk mengatasi masalah dan mewujudkan tujuan yang telah penulis cantumkan di atas maka penulis memiliki ide untuk membuat *video game* yang mengangkat nilai kebudayaan nusantara.
- b. Analisa
Tahap pengumpulan kebutuhan untuk menspesifikasikan kebutuhan dalam proses pengembangan *video game*. Dalam tahap ini juga ditentukan *timeline* proyek, biaya (*budget*) yang dibutuhkan, kemampuan (*skill*) yang dibutuhkan dalam pembangunan *video game* dan penentuan *hardware* atau *platform* yang dijadikan target berjalannya *video game*.

- c. **Desain**
Desain merupakan tahap pemecahan masalah dan merupakan tahapan dimana ide akan menjadi nyata. Dalam tahapan ini akan dibuat alur cerita (*storyline*), desain antar muka, mekanisme permainan dan semua aspek *video game* yang telah tercantum dalam ide. Dalam tahap ini juga dibuat rencana pengembangan *video game* yang berdasarkan kepada *timeline*, *budget*, ruang lingkup dan sumberdaya.
- d. **Develop**
Dalam tahap ini *programmer* membuat beberapa *prototype* untuk melakukan percobaan guna memastikan dasar desain dapat dijalankan. Karena dalam pembuatan *video game* belum dapat dipastikan *video game* dapat berjalan sesuai ide secara keseluruhan. Dalam tahap ini *video game* diintegrasikan dengan ide dan desain, menavigasikan sistem menu dan *level* dalam game. *Prototype* dikembangkan selama tahapan ini, dijalankan secara teliti untuk dievaluasi.
- e. **Pengujian**
Pada tahap pengujian, *prototype* yang telah diujicoba secara teliti dievaluasi kembali berdasarkan spesifikasi desain untuk memastikan *video game* berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Termasuk pencarian *bugs* yang dapat menimbulkan *error* pada *video game*.
- f. **Filter**
Tahap penyaringan atau *filter* adalah tahap dimana pengembang harus meninjau kembali ide *video game*, desain dan proses pengembangan dari berbagai sudut pandang berdasarkan pada motivasi dan tujuan dibalik pembuatan *video game*. Tahap ini menentukan apakah *video game* harus dikembangkan lagi, didesain kembali,

release, atau bahkan menghentikan proyek secara keseluruhan.

- g. **Release**
Adalah tahap penyampaian *video game* yang telah melalui tahap pengujian dan penyaringan kepada pengguna.

Adapun teknik pengumpulan data yang penulis lakukan yaitu:

- a. **Observasi**
Penulis melakukan metode pengumpulan data dengan mengamati secara langsung mengenai perkembangan *video game* dan mengamati kebudayaan di beberapa daerah yang ada di Indonesia.
- b. **Wawancara**
Dilakukan dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan seputar pengembangan *video game* kepada para pakar/ahli pengembang *video game*.
- c. **Studi pustaka**
Dilakukan dengan cara penulis mengumpulkan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, literatur-literatur, artikel *internet* dan laporan-laporan yang berhubungan dengan kebudayaan nusantara dan *video game*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsep Permainan

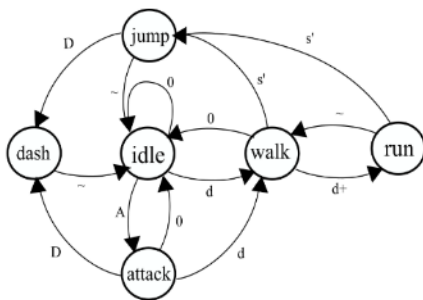
Video game ini memiliki *genre* RPG sehingga memiliki aturan main seperti *game* RPG pada umumnya yaitu *game* ini mengikuti alur cerita yang telah dibuat. *Video game* ini memiliki banyak adegan pertarungan, sehingga membutuhkan manajemen pergerakan (animasi yang baik) agar animasi berjalan sesuai harapan.

4.2 Rancangan Finite State Machine

Penerapan *Finite State Machine* dalam *video game* ini berfokus pada pengendali animasi yang ditentukan oleh berbagai syarat dan kondisi. FSM diterapkan pada pengendali animasi karakter yang dimainkan, NPC (*Non Playable Character*), musuh bertipe *warrior* dan musuh bertipe *assassin*. Setiap *state* merepresentasikan animasi yang dimainkan.

Berikut adalah rancangan *Finite state machine* pada masing-masing karakter:

a. Karakter *Player*



Gambar 2. FSM *Player*

Keterangan kondisi yang ada pada gambar di atas:

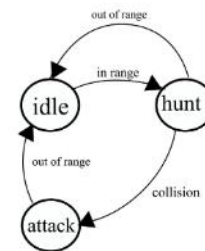
- A : *input keyboard A*
- D : *input keyboard D*
- d : *input keyboard arah*
- s' : *input keyboard spacebar*
- d+ : *input keyboard shift dan arah*
- 0 : *tidak ada input apapun*
- ~ : *input keyboard apapun*

State Awal adalah karakter menjalankan animasi *idle*. Selama tidak ada inputan apapun animasi *idle* akan terus diputar. Dalam posisi *idle*, animasi dapat berubah dalam *state walk* jika ada inputan tombol arah pada keyboard. Ketika tombol arah terlepas, berarti tidak ada inputan yang diterima sehingga *state* kembali pada *state idle*. Jika dalam *state walk*, *player* menekan tombol *shift* maka *state* akan berpindah pada *state run*.

Dalam *state walk* dan *run* bisa berpindah ke *state jump* dengan menekan tombol *spacebar*. Jika dalam *state run* tidak ada inputan ataupun dimasukkan inputan lain maka akan kembali ke *state walk*. Jika dalam *state jump* tidak ada inputan, *state* akan berpindah pada *state idle* kembali. Namun, jika dalam *state jump* diberikan masukan keyboard D maka *state* akan berpindah ke *state dash*, kemudian akan masuk ke *state idle*.

Jika berada dalam *state attack* ditekan tombol D juga akan masuk ke *state dash*. Setelah itu akan masuk kembali ke *state idle*.

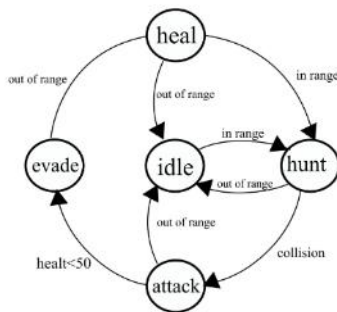
b. *Warrior*



Gambar 3. FSM *Warrior*

FSM yang diterapkan pada musuh bertipe *warrior* menggunakan kondisi di sekitar karakter berdasarkan jarak dengan *player*. *State default* dari karakter ini adalah *idle*. Jika *player* dalam jangkauan maka *state* akan berpindah ke *state hunt*. Jika sudah bersinggungan dengan *player*, maka karakter ini akan berpindah pada *state attack*. Jika *player* kabur hingga di luar jangkauan maka karakter ini akan kembali pada *state idle*.

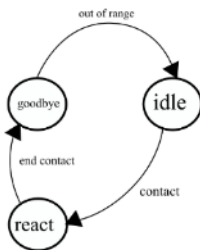
c. Assassin



Gambar 4. FSM Assassin

Pada karakter Assassin kurang lebih sama seperti pada karakter warrior. Perbedaannya pada dua state tambahan yaitu heal dan evade. Jika Assassin dalam state attack, kemudian nilai health lebih kecil dari 50 maka karakter akan masuk kedalam state evade, sampai pada jarak yang aman untuk masuk pada state heal. Jika dalam state heal kemudian player kembali dalam jangkauan maka akan kembali pada state hunt.

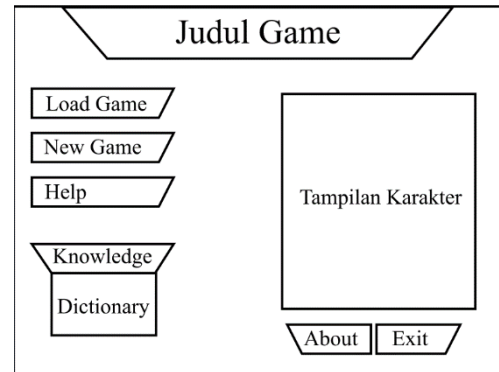
d. NPC



Gambar 5. FSM Assassin

Pada karakter NPC kondisi yang digunakan untuk berpindah state adalah interaksi dengan player. Jika ada kontak dengan player maka state akan berpindah pada state react. State berpindah pada state goodbye jika kontak berakhir sampai player berada di luar jangkauan. Setelah itu kembali ke state idle.

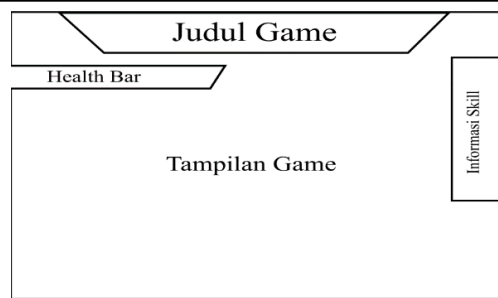
2.1 4.2 Rancangan Interface



Gambar 6. Rancangan menu utama

Main Menu adalah menu utama yang merupakan halaman utama pada video game. Main menu memiliki komponen sebagai berikut:

1. Panel judul video game menampilkan judul dari video game ini yaitu "Nusantara Legacy".
 2. Tampilan karakter adalah bagian yang menampilkan gambar karakter dalam video game untuk dijadikan sebagai gambar latar.
 3. Menu utama:
 - a. Load Game, untuk memainkan video game dari check point terakhir yang tersimpan saat player memainkan video game sebelumnya.
 - b. New Game, untuk memainkan video game dari titik awal.
 - c. Help, untuk menuju ke halaman menu bantuan.
 - d. Knowledge Dictionary, untuk menuju ke halaman menu informasi pengetahuan tentang video game.
 - e. About, untuk menuju ke menu informasi tentang video game.
- Exit, untuk keluar dari video game



Gambar 7. Rancangan permainan

Ini merupakan layar permainan *video game*, dimana *player* memainkan karakternya untuk menyelesaikan tantangan *video game*. Komponen layar permainan adalah:

1. Panel Judul
2. *Health bar*, menampilkan kondisi karakter yang dimainkan,
3. Informasi *skill*, menampilkan informasi mengenai *skill* apa saja yang telah dimiliki dan yang siap digunakan.
4. Tampilan *video game*, merupakan layar dimana permainan dimainkan.

4.3 Implementasi

Tahap implementasi dilakukan setelah tahap analisis dan perancangan selesai. Pada tahap ini perancangan diterapkan untuk menghasilkan suatu aplikasi yang berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dianalisa serta menerapkan perancangan yang telah dibuat sebelumnya.

1. Menu Utama



Gambar 8. Tampilan menu utama

2. Tampilan Permainan



Gambar 9. Tampilan permainan

3. Tampilan Pause Menu



Gambar 10. Tampilan pause menu

4. Tampilan menu bantuan



Gambar 11. Tampilan Help menu

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Penerapan Finite State Machine Untuk Pengendalian Animasi Pada *Video Game Rpg Nusantara Legacy* ini dapat peneliti simpulkan bahwa *Finite State Machine* cukup baik untuk merancang pengendali animasi pada *video game RPG* seperti *Video game* ini.

VI. SARAN

Peneliti memberikan saran untuk penelitian selanjutnya untuk mencoba membandingkan dengan metode lain sehingga akan lebih terlihat metode apa yang lebih baik untuk diterapkan pada *video game* ber-genre RPG.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Newzoo, "Preview of the Southeast Asian Game Market Opportunities in the world's fastest growing region," Newzoo, Shanghai, 2015.
- [2] P. L. Ekawati and A. Z. Fallani, "Pemanfaatan Teknologi Game Untuk Pembelajaran Ragam Budaya Indonesia Berbasis Android," *Jurnal Link*, pp. 5-30, 2015.
- [3] A. Saleha, "Arus Sosial dan Budaya Jepang pada Zaman Globalisasi," *Jurnal Kajian Wilayah*, pp. 25-43, 2013.
- [4] E. Adams, *Fundamentals of Game Design 2nd Edition*, Berkeley: New Riders, 2010.
- [5] R. Ramadhan and Y. Widayani, "Game Development Life Cycle Guidelines," *ICACSI 2013*, pp. 95-100, 2013.
- [6] A. Thorn, *Game Development Principal*, Boston: Cengage Learning, 2014.
- [7] S. Michael, *Introduction to the Theory of Computation third Edition*, Boston: Cengage Learning, 2013.
- [8] Yudistira and B. Adjie, *Buku Latihan 3D Studio MAX 9.0*, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2007.
- [9] H. A. Puspitosari, *Animasi Grafis dengan Adobe Flash Pro CS5*, Yogyakarta: PT. Skripta Media Creative, 2011.

- [10] P. d. Byl, *Holistic Mobile Game Development With Unity*, Burlington: Focal Press, 2015.