

PENERAPAN METODE *NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION* DAN METODE *FINITE STATE MACHINE* PADA GAME “SI PITUNG”

Muhammad Rivaie^{1*}, Dolly Virgianshaka Yudha Sakti², Hari Soetanto³, Indra⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}rivaie28@email.com, ²dolly.virgianshaka@budiluhur.ac.id, ³hari.soetanto@budiluhur.ac.id, ⁴indra@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak-Cerita yang berkembang dimasyarakat disebut cerita rakyat. Salah satu cerita rakyat Indonesia adalah Si pitung yang berasal dari Jakarta. Cerita rakyat ini disukai oleh banyak anak dan juga kalangan remaja. Cerita rakyat Betawi Si Pitung merupakan cerita seorang pemuda dari daerah Rawa Belong yang melawan para penjahat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah permainan bertemakan cerita rakyat Betawi Si pitung dengan visualisasi game dengan grafik 3D berbasis desktop dengan menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Dalam penelitian Tugas Akhir ini akan berfokus pada Game yang dapat dikombinasikan dengan teknologi kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) untuk membuat game semakin hidup dan menarik NPC AI sebagai proses Tindakan aksi tersebut agar NPC dapat bergerak secara otomatis dan respon perilaku dapat sesuai dengan game. Pada tugas akhir ini akan dibuat sistem AI yang dapat melakukan Tindakan apa saja yang diperoleh oleh NPC AI berdasarkan data text. Metode yang digunakan dalam pembuatan permainan ini adalah Metode Neural Network Backpropagation untuk sistem klasifikasi dan Metode Finite State Machine sebagai Metode Pengambil tindakan dalam aksi pada NPC AI. Metode *Neural Network Backpropagation* adalah salah satu teknik yang paling umum digunakan dalam pelatihan (*training*) jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*). Sedangkan Metode *Finite State Machine* adalah metode yang digunakan untuk tindakan aksi perilaku NPC. Ketika Player melakukan kontak dengan NPC maka NPC tersebut akan berjalan ke arah player, ketika sudah mendekati maka NPC akan melakukan tindakan aksi perilaku yaitu dengan menyerang nya ketika player melakukan serang juga maka NPC akan mengambil tindakan bertahan sampai player kehabisan stamina nya. Dari pengujian melalui kuisioner, mendapatkan hasil kemudahan penggunaan (user friendly) 86%(Baik), efisiensi (efficiency) 88%(baik), kegunaan (functionality) 80%(Baik), keandalan (reliability) 87%(Baik), dan total keseluruhan 85%(Baik).

Kata Kunci: permainan aksi, cerita rakyat, MDLC, Finite State Machine, Neural Network Backpropagation.

APPLICATION OF NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION METHOD AND FINITE STATE MACHINE METHOD IN “SI PITUNG” GAME

Abstract-Stories that develop in the community are called folklore. This is a characteristic of all countries with a variety of cultures consisting of many cultures and histories from the countries of origin that exist. One of the Indonesian folklore is Si pitung which comes from Jakarta. This folklore is liked by many children and also among teenagers. The Betawi Si Pitung folklore is the story of a young man from the Rawa Belong area who fights criminals. The purpose of this research is to build a game themed on the Betawi Si Pitung folklore with game visualization with desktop-based 3D graphics using the Multimedia Development Life Cycle method (Multimedia Development Life Cycle). MDLC). In this final project research, the focus will be on games that can be combined with artificial intelligence technology or Artificial Intelligence (AI) to make games more lively and interesting. In this final project, an AI system will be created that can perform any action obtained by NPC AI based on text data. The method used in making this game is the Neural Network Backpropagation Method for the classification system and the Finite State Machine Method as a Method for taking action on NPC AI. The Neural Network Backpropagation method is one of the most commonly used techniques in training (*training*) artificial neural networks (*Artificial Neural Network*). Meanwhile, the Finite State Machine method is a method used for NPC behavior actions. When the Player makes contact with the NPC, the NPC will walk towards the player, when it is close, the NPC will take behavioral actions, namely by attacking him when the player is also attacking, the NPC will take defensive action until the player runs out of stamina. From testing through a questionnaire, the results are user friendly 86% (good), efficiency 88% (good), functionality 80% (good), reliability 87% (good), and overall total 85%(Good).**Keywords:** action game, folklore, MDLC, Finite State Machine, Neural Network Backpropagation.

Keywords: action game, folklore, MDLC, Finite State Machine, Neural Network Backpropagation

1. PENDAHULUAN

Cerita yang berkembang dimasyarakat disebut cerita rakyat. Ini adalah karakteristik dari semua negara dengan beragam budaya yang terdiri dari banyaknya budaya dan sejarah dari asal negara yang ada [1]. Salah satu cerita rakyat Indonesia adalah Si pitung yang berasal dari Jakarta. Cerita rakyat ini disukai oleh banyak anak dan juga kalangan remaja. Cerita rakyat Betawi Si Pitung merupakan cerita seorang pemuda dari daerah Rawa Belong[2] yang melawan para penjahat. Cerita rakyat Betawi Si Pitung ini adalah salah satu cerita rakyat yang sedikit dilupakan oleh Masyarakat terutama jaman sekarang.

Kurangnya minat masyarakat dalam mengenal budaya Indonesia melalui cerita rakyat, padahal kebudayaan Indonesia sangat kaya dan variatif, sehingga diperlukan media yang bersifat *fun* dan atraktif agar Masyarakat dapat lebih tertarik mengenali budaya Indonesia melalui permainan.

Permainan atau *game* merupakan game yang disukai oleh berbagai usia dari anak – anak sampai orang dewasa sebagai sarana hiburan[3]. Selain digunakan untuk menghilangkan rasa capek dalam beraktivitas, sebuah game juga dapat berfungsi untuk melatih pola pikir dalam mencari solusi suatu permasalahan yang ada di sebuah permainan. Permainan merupakan salah satu sarana pembelajaran yang dapat menarik dan meningkatkan motivasi untuk para anak – anak untuk sarana belajar. Serta membangun sebuah permainan dapat membantu pengetahuan anak – anak terhadap cerita rakyat Betawi Si pitung.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah permainan bertemakan cerita rakyat Betawi Si pitung dengan visualisasi game dengan grafik 3D berbasis desktop [4]. Aplikasi pemograman yang digunakan untuk mengembangkan game adalah Unity 3D [5]. Dalam penelitian sebelumnya mengenai pengenalan cerita rakyat melalui game[6], penelitian yang dilakukan oleh Syafei Karim, dengan judul “Perubahan Perilaku Non-Player Character(NPC) Pada Game “Arabic Hunter” Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron”, diimplementasikan dengan blok diagram [7].

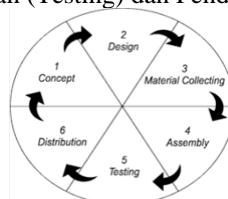
Dalam penelitian Tugas Akhir ini akan berfokus pada Game yang dapat dikombinasikan dengan teknologi kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) untuk membuat game semakin hidup dan menarik[8]. *NPC AI* sebagai proses Tindakan aksi tersebut agar NPC dapat bergerak secara otomatis dan respon perilaku dapat sesuai dengan game[9]. Pada tugas akhir ini akan dibuat sistem AI yang dapat melakukan Tindakan apa saja yang diperoleh oleh *NPC AI* berdasarkan *data text*. Metode yang digunakan dalam pembuatan permainan ini adalah Metode *Neural Network Backpropagation* untuk sistem klasifikasi dan Metode *Finite State Machine* sebagai Metode Pengambil tindakan dalam aksi pada *NPC AI*. *Neural network backpropagation* digunakan karena dianggap sesuai untuk melakukan prediksi aksi Tindakan pada *NPC AI* agar dapat optimal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Penerapan Metode

2.1.1 Penerapan MDLC

Pada Pengembangan game ini menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri enam tahap yaitu tahap Pengonsepan (Concept), Perancangan (Design), Pengumpulan bahan (Material Collecting), Pembuatan (Assembly), Pengujian (Testing) dan Pendistribusian (Distribution)[10].



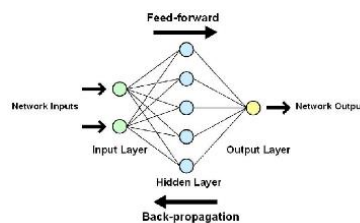
Gambar 1. MDLC[10]

- Konsep (*Concept*) game ini menceritakan tentang kehidupan seorang pemuda dari Rawa Belong bernama "Pitung", sejak kecil pitung diajari silat oleh guru nya yang bernama Hj. Naipin. Pitung adalah anak yang rajin dan giat dalam pekerjaan menjual kambing ke pasar. Setelah menjual hewan nya lalu pitung pulang kerumah Hj. Naipin, beliau tinggal Bersama dengan anak Perempuan nya yang bernama Siti. Sampai pitung dirumah, tiba - tiba Hj. Naipin mencari Siti tapi ia menghilang entah kemana lalu ada surat bahwa siti telah diculik oleh penjahat.
- Desain (*Design*) Untuk tahapan desain ini, peneliti akan menentukan dan merancang desain – desain dari game, yang berisi tampilan aplikasi game tersebut yang akan user lihat ketika menjalankan aplikasi game tersebut.
- Pengumpulan Materi (*Material Collecting*) Pada tahapan ini, peneliti mengumpulkan semua bahan – bahan atau asset yang digunakan dalam mengerjakan project game ini berupa gambar, audio, suara efek yang di unduh dari *Unity Asset Store* dan *Mixamo* sebagai bahan referensi animasi yang bergerak 3D.

- d. Pembuatan (*Assembly*) Pada tahap ini peneliti atau pembuat melakukan berbagai macam tampilan, objek, dan menambahkan fungsi dalam game ini dengan melakukan pengkodean. Dalam mengerjakan tampilan game ini pembuat menggunakan game engine Unity3D, sedangkan untuk pengkodean pembuat menggunakan Microsoft Visual Studio 2019.
- e. Pengujian (*Testing*) Pada tahapan ini pembuat melakukan uji Testing untuk mengetahui apakah game ini sudah sesuai yang diharapkan oleh pembuat atau masih terjadi kesalahan seperti error, terdapat objek yang hilang, dan terdapat tombol atau objek yang tidak berfungsi dengan baik.
- f. Distribusi (*Distribution*) Pada tahap distribusi ini, Selanjutnya dilakukan kompresi terhadap game tersebut untuk distribusi ke masing – masing platform aplikasi.

2.1.2 Penerapan Metode Neural Network Backpropagation Dan Metode Finite State Machine

Metode *Neural Network Backpropagation* adalah salah satu teknik yang paling umum digunakan dalam pelatihan (*training*) jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*). Dalam backpropagation membutuhkan fungsi aktivasi (1) memungkinkan jaringan saraf tiruan untuk menangkap pola-pola dan kompleksitas yang lebih tinggi dalam data dengan memperkenalkan non-linearitas. MSE(Mean Squared Error)(2) Fungsi ini mengukur selisih antara output yang dihasilkan oleh jaringan dengan output yang diharapkan (*target*) dan kemudian mengkuadratkan selisih tersebut. Perlu dilakukan perhitungan *error* pada tiap *node* dengan menggunakan rumus perhitungan *error* (3) Lalu, Perubahan bobot dilakukan setelah *error* diperoleh untuk menghitung bobot yang baru(4). Setelah diperoleh nilai perubahan bobot, maka akan dihitung bobot baru dengan menambahkan bobot lama dan bobot baru(5). Pada gambar 2 *Backpropagation* memungkinkan jaringan saraf untuk mengenali pola dalam data dan melakukan koreksi pada bobotnya berdasarkan kesalahan yang dihasilkan pada prediksi.



Gambar 2. Penerapan *Neural Network Backpropagation*

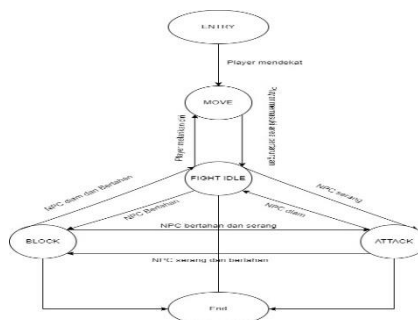
$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{1}$$

$$MSE = (target - output)^2 \tag{2}$$

$$\delta_j = f'(net_j)(target_j - output_j) \tag{3}$$

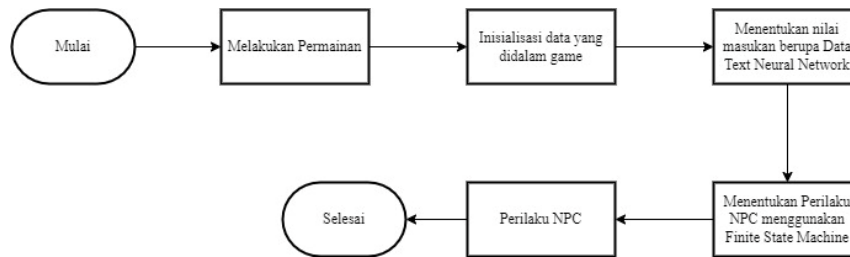
$$\Delta w_{ji} = \alpha \delta_j x_{ji} \tag{4}$$

$$w_{new} = w_{old} + \Delta w_{new} \tag{5}$$



Gambar 3. Penerapan *Finite State Machine*

Sedangkan Metode *Finite State Machine* adalah metode yang digunakan untuk tindakan aksi perilaku NPC ketika player berada di wilayah nya. Pada gambar 3 menjelaskan ketika Player melakukan kontak dengan NPC maka NPC tersebut akan berjalan ke arah player, ketika sudah mendekati maka NPC akan melakukan tindakan aksi perilaku yaitu dengan menyerang nya ketika player melakukan serang juga maka NPC akan mengambil tindakan bertahan sampai player kehabisan stamina nya.

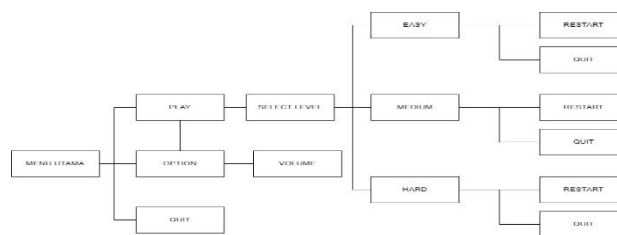


Gambar 4. NN Backpropagation Dan FSM

Pada gambar 4 menjelaskan bagan terkait metolodi yang digunakan ketika didalam game tersebut. Ketika melakukan permainan, proses menginisialisasi data yang ada didalam game, lalu masukan nilai berupa data text pada Neural Network Backpropagation, lalu proses menentukan perilaku menggunakan Metode Finite State Machine secara optimal.

2.2 Rancangan Menu

Pada rancangan menu ini dibuat dalam bentuk diagram hirarki, Pada gambar 5 diagram hirarki ini menggambarkan menu yang dapat dijalankan. Menu bagian utama berfungsi untuk menampilkan menu tentang game Si Pitung, Menu bagian Play game berfungsi menampilkan Select Level, Menu bagian Pause berfungsi untuk menghentikan game sementara di setiap level, Menu bagian Option berfungsi untuk mengatur besar-kecilnya suara music didalam game.

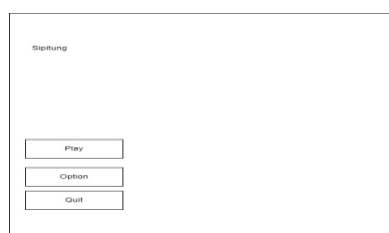


Gambar 5. Rancangan Menu

2.3 Rancangan Layar

2.3.1 Rancangan Layar Menu Utama

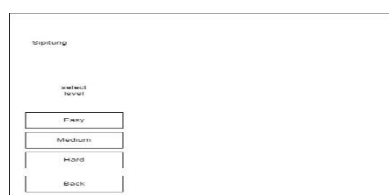
Pada gambar 3 rancangan layar menu utama adalah rancangan layar yang akan muncul ketika awal membuka game Si Pitung.



Gambar 6. Rancangan Layar Menu Utama

2.3.2 Rancangan Layar Menu Select Level

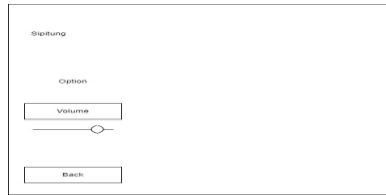
Pada gambar 4 rancangan layar menu select level adalah rancangan layar yang akan muncul ketika tombol Select Level pada menu diklik.



Gambar 7. Rancangan Layar Menu Select Level

2.3.3 Rancangan Layar Menu Option

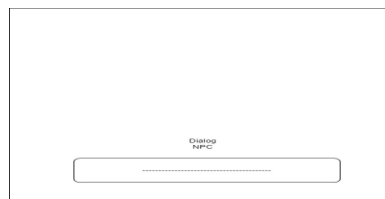
Pada gambar 5 rancangan layar menu option adalah rancangan layar yang akan muncul ketika tombol Option pada menu diklik



Gambar 8. Rancangan Layar Menu Option

2.3.4 Rancangan layar Dialog NPC

Pada gambar 7 rancangan layar dialog NPC adalah rancangan layar menu dialog yang akan muncul ketika didalam game.



Gambar 9. Rancangan Layar Dialog NPC

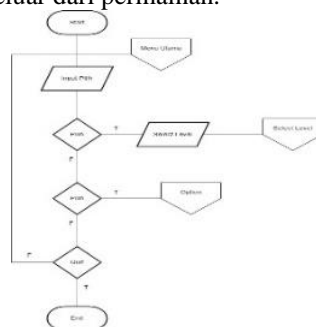
2.4 Rancangan Pengujian

Dalam melakukan pengujian penulis menggunakan metode blackbox, blackbox adalah merupakan metode perancangan data uji yang didasarkan pada spesifikasi perangkat lunak. Data uji dibangkitkan, di eksekusi pada perangkat lunak dan kemudian keluaran dari perangkat lunak dicek apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Pengujian dilakukan dengan metode ISO 9126.

2.5 Rancangan Flowchart

2.5.1 Flowchart Menu Utama

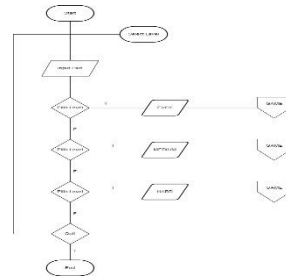
Flowchart ini merupakan gambaran alur proses dari layar menu utama yang berisi dengan menu Play, Option, dan Quit. Pada gambar 8 proses ini akan terus berjalan selama scene menu utama muncul dilayar. Menu Play berfungsi untuk memilih tingkat level permainan, menu Option berfungsi untuk menampilkan informasi pengatur sound, dan menu Quit berfungsi untuk keluar dari permainan.



Gambar 10. Flowchart Menu Utama

2.5.2 Flowchart Menu Select Level

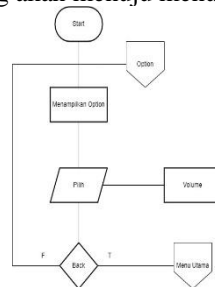
Flowchart ini merupakan gambaran alur proses dari layar menu select level, pada gambar 9 flowchart ini berisi tingkat kesulitan pada level nya, Easy, Medium dan Hard.



Gambar 11. Flowchart Menu Select Level

2.5.3 Flowchart Menu Option

Flowchart ini merupakan gambaran alur proses yang menampilkan menu option pada saat pemain men-klik tombol Option pada menu utama. Pada gambar 10 menu Option ini pemain dapat mngatur suara besar kecil volume. Jika pemain merasa sudah cukup nyaman dengan suara, maka pemain dapat kembali untuk memulai permainan dengan menekan tombol back yang akan menuju menu utama.



Gambar 12. Flowchart Menu Option

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tampilan Layar

Tampilan layar dan implementasi menjelaskan tentang tampilan layar dari game “Sipitung”. Tampilan layar dibuat semenarik mungkin dan semudah mungkin (user friendly) untuk memudahkan pemain dalam bermain dan terhindar dari kesulitan dalam memainkan game ini. Penjelasan dan gambar dari tampilan layar “Sipitung” yaitu :

3.1.1 Tampilan Layar Menu Utama

Dalam Main Menu ini terdapat beberapa tombol, yaitu tombol Play, Option, dan Quit. Pada gambar 12 tombol Play untuk memulai permainan, tombol Option untuk mengatur suara volume dan tombol Quit untuk keluar dari permainan.



Gambar 13. Tampilan Layar Menu Utama

3.1.2 Tampilan Layar Menu Select Level

Pada saat Play selesai di pilih, akan muncul tampilan Select Level. Dalam Select Level ini terdapat beberapa tombol, yaitu tombol Easy, Medium, dan Hard. Pada gambar 13 tombol Easy untuk memulai permainan tingkat mudah, tombol Medium untuk memulai tingkat lumayan mudah dan tombol Hard memulai tingkat sulit.



Gambar 14. Tampilan Layar Menu Select Level

3.1.3 Tampilan Layar Menu Option

Pada saat Layar main Menu selesai menampilkan, akan muncul tampilan Option. Pada gambar 14 dalam Option ini terdapat slide volume yang mengatur besar kecilnya suara.



Gambar 15. Tampilan Layar Menu Option

3.1.4 Tampilan Layar Menu Pause

Apabila pemain menekan tombol “ESC” maka akan tampil Menu Pause. Pada gambar 15 di dalam Menu Pause sendiri terdapat beberapa tombol yaitu tombol Menu untuk kembali ke Menu Utama, tombol Quit untuk keluar dari permainan, dan tombol Restart untuk mengulang permainan, jika ingin melanjutkan kembali permainan maka pemain hanya cukup menekan kembali tombol “ESC”



Gambar 16. Tampilan Layar Menu Pause

3.1.5 Tampilan Layar Dialog NPC

Pada gambar 16 ini Setelah pemain melakukan perjalanan maka akan bertemu dengan NPC dialog.



Gambar 17. Tampilan Layar Dialog NPC

3.1.6 Tampilan Layar Enemy1

Pada gambar 17 ini pemain akan bertemu anwar(enemy1) untuk bertarung.



Gambar 18. Tampilan Layar Enemy1

3.2 Pengujian Fungsionalitas

Pada tabel 1 pengujian fungsionalitas kali ini dilakukan dengan cara memainkan game pada Asus X455L. Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan melihat fungsi – fungsi pada tombol dan menu game yang ada pada aplikasi game “Sipitung” dapat berjalan dengan optimal.

Tabel 1. Pengujian Fungsionalitas

No.	Prosedur	Hasil yang diharapkan	Hasil Tes
1.	Pengujian menampilkan splash screen Budi Luhur	Menampilkan splash screen Budi Luhur	“Berhasil”
2.	Pengujian tombol “Play” pada Main Menu	Menampilkan Select Level yang akan dipilih untuk mulai game	“Berhasil”
3.	Pengujian tombol “Select Level” pada Play Menu	Menampilkan Select Level yang selanjutnya memulai game	“Berhasil”
4.	Pengujian tombol “Option” pada Main Menu	Menampilkan Panel untuk mengatur besar kecil volume	“Berhasil”
5.	Pengujian tombol “ESC” pada saat permainan berlangsung	Menampilkan menu <i>Pause</i>	“Berhasil”
6.	Pengujian tombol “Menu” pada Menu <i>Pause</i>	Menampilkan Main Menu	“Berhasil”
7.	Pengujian tombol “Quit” pada Menu <i>Pause</i>	Keluar dari permainan	“Berhasil”
8.	Pengujian tombol “Restart” pada Menu <i>Pause</i>	Mengulang game dari awal bermain	“Berhasil”
9.	Pengujian tombol “Menu” pada Menu <i>Game Over</i>	Menampilkan Main Menu	“Berhasil”
10.	Pengujian tombol “Quit” pada Menu <i>Game Over</i>	Keluar dari permainan	“Berhasil”
11.	Pengujian tombol “Quit” pada Main Menu	Keluar dari permainan	“Berhasil”

3.3 Pengujian Kuisisioner ISO 9126

Pada tabel 2 Pengujian kuisisioner ISO 9126 merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui pendapat dari pengguna melalui kuisisioner, apakah perangkat lunak telah berjalan dengan sesuai kebutuhan secara kemudahan pengguna (user friendly), efisiensi (efficiency), kegunaan (functionality), keandalan (reliability) yang telah diterapkan.

Tabel 2. Pengujian Kuisisioner ISO 9126

Pertanyaan Kemudahan Pengguna (user friendly)	
1.	Game ini sangat mudah kamu gunakan?
2.	Game ini memiliki tampilan yang sangat mudah kamu mengerti?
3.	Game ini menyajikan menu yang sangat mudah kamu pahami?
Pertanyaan efisiensi (efficiency)	
1.	Musuh dalam game ini membuat kamu kesulitan?
2.	Game ini sangat membantu kamu dalam melatih ketangkasan?
3.	Kamu merasa puas dengan memainkan game ini?
Pertanyaan kegunaan (functionality)	
1.	Tampilan game ini menyajikan objek gambar dengan menarik?
2.	Game ini memberikan pengalaman dalam bermain game yang sulit?
3.	Game ini dapat di mainkan di waktu luang?
Pertanyaan keandalan (reliability)	
1.	Game ini tidak membuat Laptop/PC kamu lambat ketika dimainkan?
2.	Game ini dijalankan dengan mudah tanpa error?
3.	Game ini dapat dihentikan dengan mudah tanpa error?

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang sudah dihasilkan setelah menjalankan semua tahapan. Kesimpulan yang didapatkan dengan membuat game SiPitung sebagai sarana hiburan untuk mengisi waktu luang kepada anak-anak hingga remaja untuk memperkenalkan kembali cerita rakyat SiPitung. Dengan menggabungkan dua buah Metode Neural Network Backpropagation dan Metode Finite State Machine diterapkan pada enemy telah diuji dan hasilnya dapat berjalan dengan baik, sehingga enemy memiliki perilaku sesuai dengan interaksi pemainnya. Berikut hasil yang didapat dari perhitungan dan presentase dari keseluruhan tabel kemudahan penggunaan (user friendly), efisiensi (efficiency), Kegunaan (funcionality), keandalan (reliability).

Tabel 3. Hasil Uji Keseluruhan

No.	Pertanyaan	SS	S	KS	TS	STS	Pencapaian
1.	Kemudahan Penggunaan (User Friendly)	20	23	2	-	-	86%
2.	Efisiensi (Efficiency)	23	17	3	-	-	88%
3.	Kegunaan (Funcionality)	13	28	4	-	-	80%
4.	Keandalan (Reliability)	22	22	1	-	-	87%
Total		78	90	10	-	-	85%

Dari perhitungan tabel 3 mendapatkan hasil kemudahan penggunaan (user friendly) 86%(Baik), efisiensi (efficiency) 88%(baik), kegunaan (functionality) 80%(Baik), keandalan (reliability) 87%(Baik), dan total keseluruhan 85%(Baik), melalui perhitungan dari kuisioner dapat disimpulkan bahwa aplikasi game berjalan dengan baik seperti yang didefinisikan. Dalam game ini, penelitian ini dapat menjadi salah satu alat bantu untuk meningkatkan kembali anak-anak hingga remaja,serta menjadi inovasi baru untuk pengembangan game.

UCAPKAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan banyak berterima kasih kepada pihak yang sudah membantu dalam pembuatan game “SiPitung” karena penulis dapat menyelesaikan game dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Satrio Wibowo and M. Syafrullah, “PENERAPAN METODE MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE UNTUK APLIKASI GAME PERMAINAN TIMUN MAS BERBASIS ANDROID,” 2022.
- [2] N. Husin, “Rancang Bangun Game Berbasis Android Bertemakan Cerita Rakyat Betawi Si Pitung,” *J. Esensi Infokom*, vol. 5, no. 2, 2021.
- [3] N. Falah, R. Widiadhani, and A. Solichin, “PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE UNTUK PERGERAKAN MUSUH PADA PERMAINAN EDUKASI ‘PETUALANGAN TIMUN MAS,’” 2022.
- [4] M. A. Wahyu Saputra, J. N. Fadila, and F. Nugroho, “Perancangan Game First Person Shooter 3D ‘Saving Islamic Kingdom’ dengan Menggunakan Finite State Machine (FSM),” *Walisongo J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, p. 125, Dec. 2020, doi: 10.21580/wjit.2020.2.2.6981.
- [5] D. A. Setiawan, A. Wibowo, and Y. A. Pranoto, “PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE DAN FUZZY PADA GAME ‘BLACK WARRIOR,’” 2021.
- [6] A. T. Ramadan and M. Hardjianto, “PENERAPAN FINITE STATE MACHINE PADA GAME ‘PENDEKAR CISADANE’ BERBASIS ANDROID,” 2022. [Online]. Available: <https://senafti.budiluhur.ac.id/index.php/senafti/index>
- [7] S. Karim, “Perubahan perilaku Non-Player Character (NPC) pada Game ArabicHunter menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron,” *J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 34–41, 2018.
- [8] D. Setio Utomo, “Implementasi Finite State Machine (FSM) Dalam Game Monopoli 3D Teknologi Informasi dan Komunikasi dengan Algoritma Fisher-Yates Shuffle Berbasis Android,” 2022.
- [9] Y. W. Astuti, “PERILAKU NON PLAYER CHARACTER (NPC) PADA GAME FPS ‘ZOMBIE COLONIAL WARS’ MENGGUNAKAN FINITE STATEMACHINE (FSM),” *KURAWAL J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [10] D. S. Hormansyah, A. Retno, T. H. Ririd, and D. T. Pribadi, “IMPLEMENTASI FSM (FINITE STATE MACHINE) PADA GAME PERJUANGAN PANGERAN DIPONEGORO,” 2018.