

PERANCANGAN GAME ADVENTURE JAYAKATWANG MENGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE (FSM) DAN PATHFINDING BERBASIS ANDROID

Muhammad Rizky Genta Ananda, Agung Panji Sasmito, Nurlaily Vendyansyah

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2018120@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Pentingnya sejarah dalam kehidupan setiap orang maupun masyarakat karena sejarah juga memiliki perang penting dalam kehidupan masyarakat, terutama pelajar di jenjang SMP dan SMA. Perang Kerajaan Kediri melawan pasukan Mongol merupakan salah satu peristiwa sejarah yang patut dipelajari dan dilestarikan. Hasil survey dari 17 pelajar menunjukkan bahwa ada 70,6% yang tertarik dengan Sejarah yang ada di Indonesia, tetapi 82,4% tidak tahu mengenai sejarah Kerajaan Kediri. Dari 17 responden itu juga 94,1% tidak mengetahui tentang Jayakatwang sebagai raja di Kerajaan Kediri. Game merupakan salah satu media yang dapat diterapkan untuk menyampaikan materi dengan baik dan menyenangkan. Berdasarkan hasil survei kepada 17 responden data menunjukkan bahwa sebanyak 50% menghabiskan waktunya selama 1 – 2 jam untuk bermain game dan sekitar 45% bermain game sekitar 3 – 4 jam. Artikel ini membahas perancangan game adventure berjudul "Adventure Jayakatwang" berbasis Android dengan menerapkan metode Finite State Machine (FSM) dan Pathfinding. Hasil pengujian dari 15 responden menyatakan bahwa 89,44% game berjalan dengan semestinya, 10,55% menyatakan game tidak berjalan dengan semestinya.

Kata kunci : *Game, Adventure Jayakatwang, Finite State Machine, Pathfinding, android*

1. PENDAHULUAN

Kejadian maupun peristiwa yang terjadi dimasa lampau dengan adanya studi atau ilmu pengetahuan tentang cerita yang telah terjadi dimasa itu bisa disebut dengan Sejarah. Dalam Bahasa Arab sejarah berasal dari kata "*syajaratun*" yang memiliki arti yaitu pohon kayu. Istilah yang digunakan dalam bahasa Inggris adalah *historie* yang artinya "yang diketahui karena penyelidikan" atau dalam bahasa Yunani disebut "historia".

Pentingnya sejarah dalam kehidupan setiap orang maupun masyarakat karena sejarah juga memiliki perang penting dalam kehidupan masyarakat, terutama pelajar di jenjang SMP dan SMA. Perang Kerajaan Kediri melawan pasukan Mongol merupakan salah satu peristiwa sejarah yang patut dipelajari dan dilestarikan. Hasil survey dari 17 pelajar menunjukkan bahwa ada 70,6% yang tertarik dengan Sejarah yang ada di Indonesia, tetapi 82,4% tidak tahu mengenai sejarah Kerajaan Kediri. Dari 17 responden itu juga 94,1% tidak mengetahui tentang Jayakatwang sebagai raja di Kerajaan Kediri. Game adalah salah satu media yang dapat diterapkan untuk menyampaikan materi peristiwa perang Kerajaan Kediri melawan pasukan Mongol dengan baik dan menyenangkan.

Media teknologi game dibuat dalam dua dan tiga dimensi untuk kesenangan dan tujuan pendidikan. Game sekarang dapat ditemukan dengan mudah dalam perangkat elektronik yang berhubungan dengan teknologi informasi. Karena game begitu mudah tersedia di zaman teknologi ini, tampaknya masuk akal bahwa jumlah pengguna game terus bertambah. Berdasarkan hasil survei kepada 17 responden data

menunjukkan bahwa sebanyak 50% menghabiskan waktunya selama 1 – 2 jam untuk bermain game dan sekitar 45% bermain game sekitar 3 – 4 jam. Selain itu sekitar 80% menggunakan perangkat handphone untuk bermain game. Hasil survey data juga menunjukkan bahwa ketertarikan pada game tentang Sejarah sekitar 73% dan hanya sekitar 42 % saja dari responden yang pernah bermain game tentang Sejarah.

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan pada paragraf sebelumnya maka muncul sebuah ide untuk membuat sebuah game 2D dengan platform android menggunakan metode *Pathfinding* dan *Finite State Machine* (FSM) bernama "*Adventures Jayakatwang*". Pada game ini musuh dibuat dengan menggunakan kecerdasan buatan FSM (*Finite State Machine*) yaitu perancangan sistem kontrol yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal berikut: State (Keadaan), Event (kejadian) dan Action (aksi). *Pathfinding* juga ditambahkan pada musuh yaitu AI yang dimana musuh akan mencari jalur tercepat dalam menemukan *player*. Game ini adalah berisi edukasi yang menceritakan sebuah petualangan Jayakatwang, yaitu seorang prajurit Kerajaan Kediri dalam melawan tentara Mongol.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian dengan judul penerapan A* *Pathfinding* dan *Finite State Machine* (FSM) pada game "*lost civilization*". Agar karakter musuh dapat berinteraksi dengan pemain dan mendukung interaksi dalam game, metode *finite state machine* (FSM) dalam

pengembangan *game*. Selain itu, metode pathfinding A* digunakan untuk menentukan lokasi *player* dengan perhitungan jarak antar node dengan nilai total terkecil. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa metode algoritma A* dapat diimplementasikan dengan akurasi 100% dalam menemukan pemain dan mengidentifikasi rute tercepat untuk menemukan pemain dengan menggunakan perhitungan jarak setiap node dengan nilai total terkecil. Musuh yang dilengkapi dengan *finite state machine* (FSM) juga mampu bertindak sebagai respons terhadap tindakan pemain [1].

Disamping itu, menurut penelitian Saputra (2019) dengan judul penerapan metode *finite state machine* (FSM) dalam *War of Astraghoul. Game RTS* ini dibuat dengan *Unity Engine 2017* dan menggunakan kecerdasan buatan (AI) pada karakter *player* dan *enemy*, dengan menggunakan metode FSM. Metode FSM sendiri digunakan untuk *decision making* pada *player* dan *enemy*. Pengujian AI dapat berfungsi dengan baik di semua kondisi, termasuk berjalan, serangan biasa, serangan khusus, dan mati dengan pengaruh jarak, serangan, jumlah nyawa, dan jumlah serangan terhadap NPC, dan dapat mengetahui keberadaan pemain atau musuh berdasarkan pengujian perilakunya pada NPC [2].

Menurut Elvito (2022) berjudul “Implementasi Metode Pathfinding dengan Algoritma A* pada Game Rogue-like menggunakan Unity”. *Rogue-like* merupakan *game PC* yang dimainkan dengan cara eksplorasi pada peta yang dibuat secara acak. Karena peta yang diberikan terus berubah maka algoritma A* digunakan karena algoritma ini dapat berjalan secara *real-time* dan dapat digunakan pada tempat atau area yang bersifat dinamis atau terus berubah-ubah seperti dalam *game rogue-like*. Metode *Machine Learning* kurang efektif jika diterapkan pada *game* ini karena metode tersebut harus melalui proses training pada unit, proses tersebut memakan waktu yang tidak singkat sehingga dapat mempengaruhi proses pengembangan pada permainan ini [3].

Menurut penelitian Syandana (2023) pada perancangan *game mutes* dengan menggunakan metode *finite state machine* berbasis android dimana musuh berpatroli disekitar platform, dapat bergerak mendekati Player dengan jarak tertentu, menyerang Player dan kembali bergerak ke posisi awal. Pada pengujian *user* yang dijalankan, sebanyak 11 *user* didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa 0% menyatakan Sangat Kurang, 4,55% menyatakan Kurang, 10,91% menyatakan Cukup, 32,73% menyatakan Baik, dan 51,82% menyatakan Sangat Baik [4].

2.2. Game

Definisi game atau permainan adalah usaha olah diri (olah pikiran dan olah fisik) yang sangat bermanfaat bagi peningkatan dan pengembangan motivasi, kinerja, dan prestasi dalam melaksanakan tugas dan kepentingan organisasi dengan lebih baik.

Sesuatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu sehingga ada yang menang dan ada yang kalah, biasanya dalam konteks tidak serius dengan tujuan refreshing. Bermain game dapat dikatakan sebagai *life style* masyarakat dimasa kini. Mulai dari usia anak-anak hingga orang dewasa pun menyukai video game. Itu semua dikarenakan bermain video game adalah hal yang menyenangkan [5].

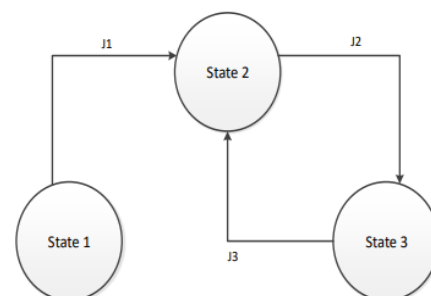
2.3. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (Artificial Intelligence / AI) adalah pengetahuan yang dimiliki oleh entitas buatan. Sebuah mesin (komputer) yang diberi kecerdasan sehingga memungkinkan melakukan tugas-tugas seperti manusia.

Game berbasis kecerdasan buatan sangat bergantung pada kemampuan komputer dalam mengendalikan elemen yang ada pada game dan memberikan keputusan pada situasi tertentu. Kecerdasan buatan pada game bergantung pada hasil akhir, komputer akan memiliki beberapa keputusan untuk mengatasi suatu keadaan [7].

2.4. Metode Finite State Machine

FSM yaitu sebuah metode perancangan sistem yang bisa menggambarkan sebuah tingkah laku sistem dengan menggunakan tiga hal, Keadaan, kejadian dan aksi. 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 kompleks.



Gambar 1. Diagram Finite State Machine

- Simbol Lingkaran : Simbol lingkaran digunakan untuk memberi nama sesuai nama state tersebut. State 1 dan state 2 merupakan lingkaran sementara, dan state 3 adalah lingkaran akhir.
- Simbol Panah : Menunjukkan transisi dari state 1 ke state lain.
- J1, J2, J3 : kondisi / aksi ketika state dijalankan [8].

2.5. Metode Pathfinding

Pathfinding dalam game adalah pergerakan pemain melalui suatu jalan terpendek tanpa menabrak halangan. Penggunaan metode pathfinding adalah

pada game real-time dimana seseorang pemain pada titik awal menentukan titik akhir/ tujuan. Ada dua jenis *pathfinding* terarah dan tidak terarah. Tidak terarah ibarat seekor semut yang tersesat dalam labirin, tanpa tujuan mencari jalan keluar. Sedangkan terarah sebelum memutuskan mana yang terbaik, diarahkan menggunakan sejumlah teknik untuk mengidentifikasi semua node terdekat di labirin [9] [10].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Analisis Permasalahan

Analisis permasalahan adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan masalah tersebut muncul, meliputi :

- Kurangnya ketertarikan pelajar SMP dan SMA pada sejarah di Indonesia yang sering kali diabaikan terutama pada sejarah Kerajaan Kediri.
- Dari 17 responden, 58,8% tertarik dengan Sejarah yang ada di Indonesia, tetapi 82,4% tidak tahu mengenai sejarah Kerajaan Kediri.
- Dari 17 responden, 94,1% tidak mengetahui tentang sejarah Jayakatwang sebagai raja di Kerajaan Kediri.
- Dari 17 responden, 82,4% tidak pernah bermain game yang mengandung unsur sejarah.

3.2. Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional berisi analisis fungsional yang berkaitan dengan *game Adventures Jayakatwang*, meliputi :

- Tombol mulai untuk memulai permainan dalam *game*.
- Tombol pengaturan untuk menampilkan pengaturan volume dalam *game*.
- Tombol keluar untuk keluar dari aplikasi *game*.
- Tombol *pause* untuk menjeda permainan.
- Tombol *resume* buat memulai Kembali permainan.
- Karakter dapat *respawn* saat *player* mati oleh musuh.
- Hp bar untuk menampilkan nyawa *player* dan *enemy*.
- Attack* untuk menyerang dan mengalahkan *enemy*.

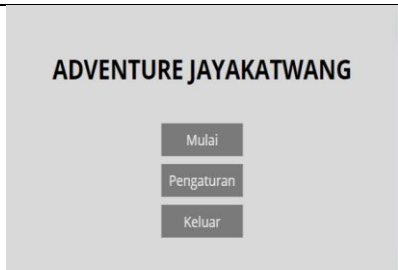
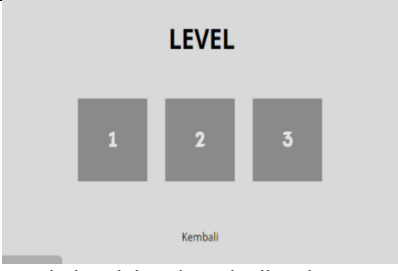
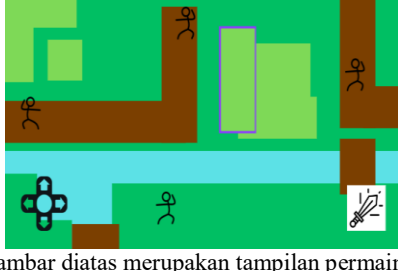
3.3. Kebutuhan Non Fungsional

Pada analisis ini berisi informasi kebutuhan yang mendeskripsikan tentang bagaimana sistem bekerja dalam menjalankan game sebagai berikut :

- Game* memiliki 3 level.
- Game* dapat di mainkan pada perangkat *mobile* dengan platform android minimum versi OS 5.0.

3.4. Perancangan Storyboard

Table 1. Storyboard

No	Desain
1	 Main Menu (menu utama) dari <i>game</i> "Adventure Jayakatwang". Pada Main Menu akan terdapat 3 menu, yaitu Mulai, Pengaturan dan Keluar
2	 Pada tombol mulai terdapat ketika player menekan button tersebut maka akan muncul tampilan menu level, yang dimana ada tiga level
3	 Main Menu (menu utama) dari <i>game</i> "Adventure Jayakatwang". Pada Main Menu akan terdapat 3 menu, yaitu Mulai, Pengaturan dan Keluar
4	 Gambar diatas merupakan tampilan permainan terdapat kontrol untuk bergerak, dan menyerang.

3.5. Gameplay

- Tujuan
Tujuan dari *game Adventures Jayakatwang* adalah memasuki pintu dengan cara melewati rintangan yang ada.
- Start
Sebelum memulai permainan pemain akan melalui menu utama. Pemain dapat memilih menu yang tersedia, yaitu menu mulai, menu pengaturan, dan menu keluar.

c. Middle

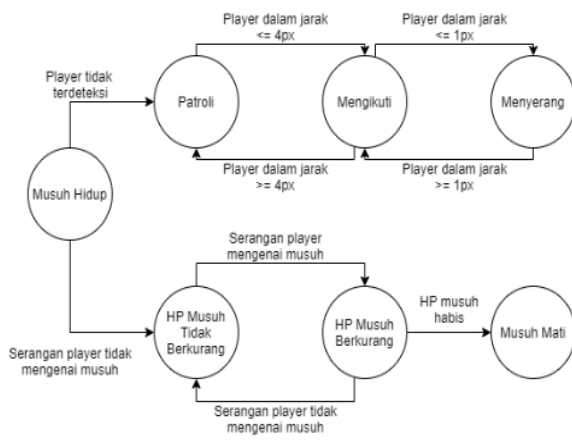
Pada bagian *middle* akan ditunjukkan proses permainan dari *game Adventures Jayakatwang* pada level ke level.

- *Player* melawan *enemy* yang tersebar pada tiap area.
- Serangan musuh yang mengenai *player* akan mengurangi jumlah nyawa dan akan mati apabila nyawa *player* 0 dan melakukan respawn.

d. Ending

Setelah menyelesaikan semua level, ini menandakan bahwa permainan telah selesai dan pemain dapat memainkannya kembali.

3.6. Penerapan Metode Finite State Machine

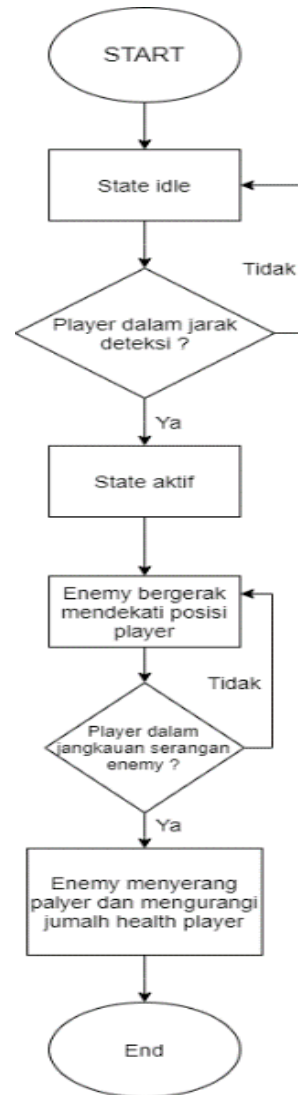


Gambar 2. Flowchart Finite State Machine pada musuh

Ketika FSM diterapkan pada karakter *enemy*, maka secara otomatis karakter akan mengejar karakter pemain jika mendekat pada jarak kurang dari 4 piksel. Jika mereka mendekat lagi pada jarak kurang dari 1 piksel, *enemy* akan menyerang pemain tersebut. Jika pemain menjauh dari *enemy* pada jarak lebih dari 4 piksel, *enemy* akan melanjutkan patroli.

3.7. Penerapan Metode Pathfinding

Persoalan paling mendasar dalam kecerdasan buatan (AI) adalah *pathfinding*, yaitu proses perpindahan posisi karakter permainan dari titik awal ke tujuan yang ditentukan. Penerapan metode ini ada pada musuh *player*, perpindahan musuh akan dapat mengikuti dimana *player* berada, musuh akan menyerang *player* jika musuh sudah dekat dengan *player*.



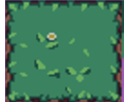
Gambar 3. Flowchart Pathfinding pada musuh

3.8. Desain Karakter

Table 2. Desain karakter

Karakter	Keterangan
	Jayakatwang sebagai karakter utama pada <i>game</i> ini, dimana karakter ini akan digunakan sampai permainan selesai.
	Pasukan mongol sebagai <i>enemy</i> dapat melancarkan serangan kepada karakter utama Ketika berdekatan dengan musuh tersebut.
	Jendral pasukan mongol sebagai <i>enemy</i> yang memiliki nyawa yang lebih banyak daya serang yang kuat dapat melancarkan serangan kepada karakter utama Ketika berdekatan dengan musuh tersebut.

Table 3. Desain environment

Asset	Keterangan
	Environment pohon pada game "Adventure Jayakatwang"
	Environment air pada game "Adventure Jayakatwang"
	Environment tanah pada game "Adventure Jayakatwang"
	Environment jembatan pada game "Adventure Jayakatwang"
	Environment kotak kayu dan peti pada game "Adventure Jayakatwang"
	Environment pagar pada game "Adventure Jayakatwang"

4. HASIL DAN PENGUJIAN

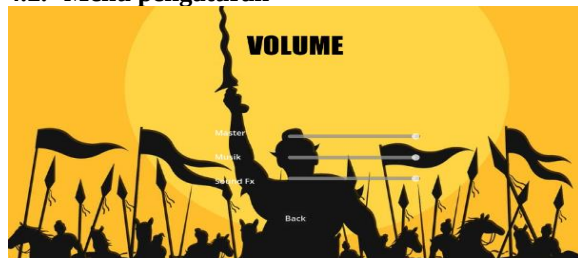
4.1. Menu utama



Gambar 4. Tampilan Main Menu Game

Pada gambar 4 adalah tampilan awal pada saat game di mulai yang berisi tombol mulai, pengaturan, dan keluar. *Button* mulai digunakan untuk memulai permainan, *button* pengaturan digunakan untuk mengatur volume *game*, dan *button* keluar digunakan untuk mengakhiri *game* maupun keluar dari aplikasi "Adventure Jayakatwang".

4.2. Menu pengaturan



Gambar 5. Tampilan Menu Pengaturan

Pada gambar 5 terdapat tampilan menu pengaturan terdapat komponen *slider* yang berfungsi untuk mengatur volume master, musik dan *sound fx* pada *game*.

4.3. Level 1



Gambar 6. Tampilan level 1

Pada gambar 6 adalah tampilan level 1, pada level ini terdapat *checkpoint* untuk *respawn* Ketika *player* mati dan 3 pasukan mongol yang harus dikalahkan *player*.

4.4. Level 2



Gambar 7. Tampilan level 2

Pada gambar 7 adalah tampilan level 2, pada tahap ini terdapat *checkpoint* untuk *respawn player* serta buah untuk menambah nyawa *player*, 4 pasukan mongol dan 2 jendral pasukan mongol.

4.5. Tampilan level 3



Gambar 8. Tampilan level 3

Pada gambar 8 adalah tampilan level 3, pada tahap ini terdapat 2 *checkpoint*, 2 buah untuk tambah nyawa, 2 pasukan mongol dan 3 jendral pasukan mongol.

4.6. Pengujian Finite State Machine

Table 4. Pengujian Finite State Machine

No	State	Kondisi	Hasil
1	Pemain berjalan	Saat <i>joystick</i> digerakkan pemain akan berjalan sesuai dengan arah dari <i>joystick</i>	Berhasil
3	Pemain Diam	Pemain akan melakukan animasi idle	Berhasil

No	State	Kondisi	Hasil
		saat <i>joystick</i> tidak digerakkan	
4	Pemain Terkena Damage	Nyawa dari pemain akan berkurang jika terkena serangan musuh	Berhasil
5	Pemain Menyerang	Saat tombol <i>attack</i> ditekan maka pemain akan melakukan gerakan menyerang	Berhasil
7	Jendral dan Pasukan Mongol Menyerang	Karakter musuh akan melakukan animasi <i>attack</i> saat memasuki area serang karakter musuh	Berhasil
8	Jendral dan Pasukan Mongol Terkena Damage	Nyawa karakter musuh akan berkurang jika terkena serangan pemain	Berhasil

Dari pengujian pada Tabel 4 diatas, menunjukan hasil penerapan metode *finite state machine* pada karakter musuh sudah sesuai dengan hasil yang diharapkan.

4.7. Pengujian Pathfinding

Table 4. Pengujian Pathfinding

No	Karakter	Kondisi	Hasil
1	Jendral Pasukan Mongol di level 2	Dapat menemukan jalur optimal dari posisi <i>player</i>	Berhasil
2	Jendral Pasukan Mongol di level 3	Dapat menemukan jalur optimal dari posisi <i>player</i>	Berhasil

Berdasarkan pengujian pada tabel 4 Pathfinding pada musuh akan bekerja disaat *player* berada dalam jangkauan musuh akan mulai mengejar dan akan menyerang jika *player* dalam jangkauan serang.

4.8. Pengujian UI

Table 5. Pengujian UI

No	UI	Fungsi	Hasil
1		Pemain melakukan attack	Berhasil
2		Pemain berjalan	Berhasil
5		Memulai permainan	Berhasil
6		Membuka pengaturan	Berhasil
7		Keluar dari game	Berhasil

No	UI	Fungsi	Hasil
8		Mengatur volume master (musik dan sfx)	Berhasil
9		Mengatur volume musik	Berhasil
10		Mengatur volume sound fx	Berhasil
11		Kembali dari menu volume ke main menu	Berhasil

Pada tabel 5 pengujian UI *game* yaitu pengujian dari setiap tombol dan perintah yang sudah diterapkan dalam game “Adventure Jayakatwang” untuk mengontrol *game* dan menggerakkan karakter utama.

4.9. Pengujian Responden

Table 6. Pengujian Responden

No	Pertanyaan	Penilaian	
		Sudah	Belum
1	Tombol Mulai pada Main Menu game berjalan dengan normal	15	0
2	Tombol Pengaturan pada Main Menu game berjalan dengan normal	15	0
3	Semua Pengaturan Volume berjalan dengan normal	14	1
4	Tombol Keluar pada Main Menu berjalan dengan normal	15	0
5	Kontroller pada Player saat Berjalan dan Melompat berfungsi dengan normal	14	1
6	Kontroller pada Player saat Menyerang berfungsi dengan normal	14	1
7	Background Musik pada Main Menu dan Semua Level berfungsi dengan normal	9	6
8	Sound FX Player dan Musuh pada semua level berfungsi dengan normal	13	2
9	Musuh dapat Menyerang Player	15	0
10	Player dapat Menyerang Musuh	14	1
11	Apakah game berjalan dengan Lancar pada perangkat anda	13	2
12	Apakah di dalam game terdapat Bug yang Mengganggu permainan	10	5
Total		161	19
Persentase		89,44%	10,55%

Pada tabel 6 Dari orang yang memainkan *game* “Adventure Jayakatwang” menunjukkan bahwa 89,44% menyatakan *game* berjalan dengan semestinya, 10,55% menyatakan *game* tidak berjalan dengan semestinya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi dalam pembuatan *game* “Adventure Jayakatwang”, dapat disimpulkan bahwa fitur-fitur *game* tersebut berjalan dengan semestinya. Implementasi Finite State Machine pada karakter musuh juga berfungsi dengan baik dan pengujian Pathfinding menunjukkan bahwa NPC berjalan sesuai dengan baik. Sebagian besar perangkat android dapat menjalankan *game* Knight The Devil Slayer dengan tingkat keberhasilan 80%. Berdasarkan hasil kusioner terhadap pengguna menunjukan rata-rata dari 12 aspek yang ditanyakan dalam *game* “Adventure Jayakatwang” bahwa 89,44% menyatakan *game* berjalan dengan semestinya, 10,55% menyatakan *game* tidak berjalan dengan semestinya. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menambah jumlah level dan meningkatkan lingkungan dalam *game*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Satrio, F. . S. Wahyuni and D. Rudhistiar, "PENERAPAN A* PATHFINDING DAN FSM (FINITE STATE MACHINE) PADA GAME “LOST CIVILIZATION” BERBASIS ANDROID," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, p. 1192, 2022.
- [2] D. Saputra, "PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE PADA GAME WAR OF ASTRAGHOUL," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, p. 91, 2019
- [3] E. G. Agung, D. Eridani and A. Fauzi, "Implementasi Metode Pathfinding dengan Algoritma A* pada Game Rogue-like menggunakan Unity," *Ind. Journal on Computing*, vol. 7, no. 3, p. 82, 2022
- [4] M. A. A. Syandana, H. Z. Zahro and S. Achmadi, "PERANCANGAN GAME MUTES DENGAN MENGGUNAKAN METODE FINITE BEBRASIS ANDROID," *JATI*, vol. 7, no. 4, p. 2167, 2023.
- [5] W. Diharjo, D. A. Sani and M. F. Arif, "Game Edukasi Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Fisher Yates Shuffle Pada Genre Puzzle Game," *INTEGER*, vol. 5, no. 2, p. 25, 2023
- [6] P. M. A. WP, F. S. Wahyuni and A. F. Setiawan, "GAME EDUKASI “PENGENALAN TRANSPORTASI” 2D BERBASIS ANDROID," *JATI*, vol. 7, no. 4, p. 2137, 2023.
- [7] K. A. Naufal, F. S. Wahyuni and M. Orisa, "PERANCANGAN GAME DUMA 3D MENGGUNAKAN METODE FINITE STATE MACHINE," *JATI*, vol. 7, no. 1, p. 958, 2023
- [8] M. Herlambang, "PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE PADA GAME DREADMAN," *JATI*, vol. 3, no. 2, p. 84, 2019
- [9] L. Safira, P. Harsadi and S. Harjanto, "Penerapan Navmesh Dengan Algoritma A Star Pathfinding Pada Game Edukasi 3d Go Green," *Jurnal TIKomSiN*, vol. 9, no. 1, p. 19, 2021
- [10] A. Zuhdi, I. Ahmad and A. . D. Putra, "Implementation Of A* Algorithm In A Great Elephant Game With Unity 2D," *SINTECH JOURNAL*, p. 119, 2023