

Penerapan Finite State Machine Dalam Sistem Pertarungan Role Playing Game

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma¹, Muhammad Abdul Muin², Firdiyan Syah³

¹ Prodi S1 Teknik Informatika, STMIK Bina Patria

² D3 Teknik Informatika, Politeknik Negeri Cilacap

³ S1 Informatika, Universitas PGRI Yogyakarta

e-mail: ¹fauziariesta@stmikbinapatria.ac.id, ²abdulmuin@pnc.ac.id,

³ryuakendent@upy.ac.id

Intisari

Industri game telah berkembang pesat, khususnya dalam pengembangan mekanisme pertarungan dalam *Role-Playing Game* (RPG). Salah satu tantangan utama dalam pengembangan sistem pertarungan adalah menciptakan musuh yang adaptif dan responsif terhadap strategi pemain. *Finite State Machine* (FSM) banyak digunakan untuk mengelola perilaku musuh secara dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan sistem pertarungan dengan dan tanpa FSM guna menganalisis dampaknya terhadap kualitas gameplay.

Metode yang digunakan adalah *Game Development Life Cycle* (GDLC) dengan pendekatan *Doppler Interactive*, yang mencakup tahapan perencanaan, desain, pengembangan, pengujian, hingga evaluasi. Untuk menguji efektivitas sistem pertarungan yang dikembangkan, evaluasi dilakukan menggunakan *Heuristic Evaluation for Educational Games* (HEEG), yang menilai aspek gameplay dan enjoyment berdasarkan tingkat *severity rating*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pertarungan dengan FSM memperoleh skor gameplay sebesar **41%**, sedangkan aspek *enjoyment* mendapatkan skor **71%**. Selain itu, **78%** responden menyatakan bahwa FSM meningkatkan adaptasi musuh terhadap strategi pemain, menciptakan pengalaman bermain yang lebih dinamis dan menantang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembang game, khususnya pengguna *RPG Maker MV*, dalam mengoptimalkan mekanisme pertarungan guna meningkatkan kualitas permainan secara keseluruhan.

Kata kunci: *Finite State Machine*, RPG, sistem pertarungan, *gameplay*.

Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite State Machine dalam Role Playing Game

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

Abstract

The gaming industry has experienced rapid development, particularly in the evolution of combat mechanics within Role-Playing Games (RPGs). One of the main challenges in combat system development is creating enemies that adapt and respond to player strategies. The Finite State Machine (FSM) is widely used to dynamically manage enemy behavior. This study aims to compare combat systems with and without FSM to analyze their impact on gameplay quality.

The research employs the Game Development Life Cycle (GDLC) method with the Doppler Interactive approach, covering planning, design, development, testing, and evaluation stages. To assess the effectiveness of the developed combat system, an evaluation is conducted using Heuristic Evaluation for Educational Games (HEEG), which measures gameplay aspects and player enjoyment based on severity rating.

*The results indicate that the FSM-based combat system achieved a **41%** score in gameplay aspects, while the enjoyment aspect received a **71%** score. Additionally, **78%** of respondents agreed that FSM improved enemy AI adaptability, creating a more dynamic and engaging gameplay experience. This study is expected to serve as a reference for game developers, particularly RPG Maker MV users, in optimizing combat mechanisms to enhance overall game quality.*

Keywords: Finite State Machine, RPG, combat system, gameplay.

PENDAHULUAN

Industri game terus mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir, baik dari segi teknologi, desain, maupun mekanisme permainan. Salah satu elemen utama dalam pengembangan game, terutama dalam *Role-Playing Game* (RPG), adalah sistem pertarungan. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme permainan, tetapi juga memengaruhi strategi pemain, tingkat kesulitan, serta pengalaman bermain secara keseluruhan. Namun, banyak game RPG masih menggunakan sistem pertarungan berbasis AI yang statis[1], di mana musuh memiliki pola serangan yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam dinamika pertarungan, karena pemain dapat dengan mudah mengidentifikasi pola serangan musuh dan mengeksploitasinya. Kondisi ini menurunkan tantangan permainan serta mengurangi daya tarik jangka panjang bagi pemain.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pendekatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) yang lebih adaptif agar musuh dalam game dapat menyesuaikan strategi berdasarkan perilaku pemain. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengembangan AI game adalah *Finite State Machine* (FSM). FSM memungkinkan musuh dalam game memiliki berbagai kondisi (*state*) yang berubah secara dinamis berdasarkan aksi pemain[2]. Dengan penerapan FSM, musuh dapat melakukan adaptasi dalam strategi serangan, seperti berpindah dari mode bertahan ke menyerang, atau menggunakan serangan khusus saat HP pemain berada di bawah ambang tertentu [3][4]. Meski FSM telah banyak digunakan dalam pengembangan AI game, masih sedikit penelitian yang membandingkan secara kuantitatif efektivitas sistem pertarungan yang menggunakan FSM dan yang tidak menggunakannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penggunaan FSM dalam sistem pertarungan RPG dengan membandingkan kualitas gameplay dan enjoyment antara sistem pertarungan dengan dan tanpa FSM.

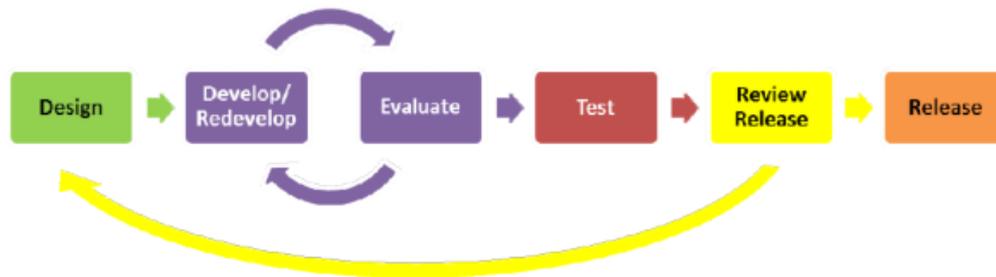
Penelitian ini menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC) dengan pendekatan *Doppler Interactive*[5], serta mengukur efektivitas sistem pertarungan menggunakan *Heuristic Evaluation for Educational Games* (HEEG)[6]. Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter gameplay dan enjoyment untuk mengetahui sejauh mana FSM berkontribusi dalam meningkatkan pengalaman bermain[7]. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan FSM dalam sistem pertarungan RPG serta rekomendasi bagi pengembang game dalam mengoptimalkan mekanisme pertarungan guna menciptakan pengalaman bermain yang lebih menantang, dinamis, dan menarik bagi pemain.

Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite State Machine dalam Role Playing Game

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) dengan pendekatan *Doppler Interactive* karena lebih terperinci dibandingkan model GDLC lainnya. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan sistem pertarungan berbasis FSM melalui siklus iteratif, di mana pengujian dan evaluasi dapat dilakukan di setiap tahap pengembangan. Hal ini penting agar sistem AI musuh dapat diuji secara optimal sebelum diterapkan dalam game secara keseluruhan.



Gambar 1. GDLC Doppler Interactive

1. Desain (*Design*)

Tahapan ini berfokus pada pembuatan aset permainan dan mekanisme pertarungan dengan mengikuti alur cerita dan plot yang telah ditentukan.

1. Pembentukan Map & Penempatan Sistem Pertarungan

Map dibuat berdasarkan skenario cerita untuk menciptakan dunia game yang lebih imersif dan menentukan posisi sistem pertarungan ditentukan berdasarkan kebutuhan gameplay, seperti area khusus pertempuran atau pertemuan musuh secara random encounter. Setiap area dalam game diatur dengan level kesulitan yang meningkat secara bertahap sesuai dengan perkembangan karakter pemain.

2. Pengaturan Musuh & Level Dynamic NPC Behavior

Setiap musuh dalam game diberikan pola perilaku yang menyesuaikan tingkat kesulitan dan strategi permainan. Musuh dapat memiliki berbagai level AI yang mengikuti Finite State Machine (FSM) untuk menciptakan pengalaman bertarung yang lebih dinamis dan menantang. NPC musuh beradaptasi dengan strategi pemain berdasarkan pola pergerakan dan perilaku yang sudah ditentukan dalam sistem.

2. *Develop/Redevelop*

Tahapan ini berfokus pada implementasi sistem pertarungan dalam game engine RPG Maker dengan menggunakan event editor, switch, dan variable. Menggunakan event editor untuk menentukan bagaimana NPC musuh bereaksi terhadap aksi pemain dan penggunaan Switch dan variable digunakan untuk mengontrol perubahan perilaku musuh, seperti kondisi musuh agresif, bertahan, atau melarikan diri tergantung situasi dalam pertarungan serta bagaimana FSM digunakan untuk memungkinkan musuh beradaptasi secara real-time berdasarkan pola yang telah ditentukan. Implementasi logika FSM dalam RPG Maker ini dilakukan dengan kombinasi perintah event dan skrip untuk memastikan musuh bertindak sesuai strategi yang telah diprogram.

3. Evaluate

Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem pertarungan berjalan sesuai yang dirancang. Metode Blackbox Testing digunakan untuk menguji berbagai skenario dalam pertarungan. Pengujian pola perilaku musuh memastikan NPC mengikuti strategi yang telah diberikan dalam FSM, kemudian Pengujian kondisi variabel dan switch memastikan mekanisme pertarungan berjalan sesuai aturan, seperti perubahan mode musuh dari pasif ke agresif. Dilakukan juga validasi respons AI terhadap input pemain apakah musuh beradaptasi secara dinamis dalam pertarungan atau tetap dalam pola statis.

4. Testing

Pengujian akhir dilakukan dengan melibatkan beta tester yang memainkan game dalam dua kondisi:

1. Tanpa Finite State Machine (FSM)

Musuh hanya memiliki pola serangan statis tanpa kemampuan beradaptasi, Pola serangan dapat dengan mudah ditebak oleh pemain dan Tidak ada variasi strategi dalam pertarungan.

2. Menggunakan Finite State Machine (FSM)

Musuh dapat merespons dan beradaptasi berdasarkan pola permainan pemain. Pola pertarungan lebih dinamis dan menantang. Variasi strategi meningkat, menciptakan pengalaman bermain yang lebih menarik.

Menggunakan HEEG (*Heuristic Evaluational Education Game*), dengan pertanyaan sebagai berikut ini :

Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite State Machine dalam Role Playing Game

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

<i>kategori</i>	<i>Heuristik</i>	<i>Kriteria</i>
Sistem Permainan (<i>Gameplay</i>)	Ketahanan	Para pemain menganggap permainan ini menyenangkan, tanpa tugas yang berulang atau membosankan (G1)
	Bermain	Pemain tidak boleh mengalami hukuman berulang kali untuk kegagalan yang sama. (G2)
	Tantangan, Strategi, Kecepatan	Kelelahan pemain diminimalkan dengan memvariasikan aktivitas dan mondar-mandir selama bermain game. (G3)
	Tujuan	Tujuan permainan jelas. Permainan memberikan tujuan yang jelas, menyajikan tujuan utama di awal serta tujuan jangka pendek selama bermain game. (G4)
Kesenangan (<i>Enjoyment</i>)	Pengalaman	Game harus merespons tindakan pemain secara konsisten, menantang, dan menarik (misalnya, musik yang sesuai dengan aksi dalam game). (E1) Permainan ini memanfaatkan konten audio, dan visual untuk lebih meningkatkan pengalaman pemain dalam permainan.(E2)
	Konsentrasi	Game harus memberikan banyak rangsangan dari berbagai sumber yang berbeda.(E3) Game harus memberikan rangsangan yang layak untuk diperhatikan.(E4) Game harus dengan cepat menarik perhatian pemain dan mempertahankan fokus mereka selama permainan.(E5) Pemain tidak boleh dibebani dengan tugas-tugas yang tidak penting.(E6) Pemain tidak boleh teralihkan dari tugas yang mereka inginkan atau butuhkan untuk berkonsentrasi (E7)

Tabel 1. Heuristic Evaluation Educational Game

Untuk prosentase nilai yang dipakai rating scale [8] dengan perhitungan sebagai berikut :

<i>Skala Rating</i>	<i>Tingkat Kegunaan</i>
0	Saya tidak setuju bahwa ini adalah masalah kebergunaan sama sekali.
1	Tidak perlu diperbaiki kecuali ada waktu tambahan dalam proyek
2	Masalah Kecil : perbaikannya harus diberikan prioritas rendah
3	Masalah besar: penting untuk diperbaiki, sehingga harus diberikan prioritas tinggi.
4	harus diperbaiki sebelum produk dapat dirilis

Tabel 2. Skala Rating

Rumus perhitungan [9] yang digunakan adalah sebagai berikut ini :

$$Usability (X) = ((G/ 0.3636) + (E/ 0.6363 / 2)) \quad (1)$$

G digunakan sebagai representasi dari sistem permainan (*Gameplay*), sedangkan E direpresentasikan sebagai kesenangan dalam bermain (*Enjoyment*). Bobot pertanyaan didapatkan dari heuristik pada masing-masing kriteria dibagi total heuristik. Nilai rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini

$$F(x) = (\sum H / \sum Ht) \times P \quad (2)$$

$\sum H$ hasil dari skor tingkat *usability* untuk setiap kategori heuristik, $\sum ht$ kategori yang memiliki nilai buruk dan P nilai heuristik yang paling buruk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan dari Finite State Machine dalam membangun Role Playing Game adalah dengan menggunakan 2 (dua) komparasi model untuk membangun lingkup

Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite State Machine dalam Role Playing Game

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

mekanisme pertarungan yang berbeda, yaitu dengan penerapan tanpa Finite State Machine dan Menggunakan Finite State Machine.

1. Penerapan sistem pertarungan tanpa menggunakan Finite State Machine



Gambar 2. Penerapan Battle

Non FSM

Pada bagian ini ketika sistem pertarungan tidak menggunakan Finite State Machine dalam 10 responden dan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Tabel Uji Coba

Sequence Action	Hasil
Percakapan	Tidak ada perubahan percakapan di dalam pertarungan
Keputusan AI Musuh	Musuh tetap menyerang tanpa adanya perubahan strategi
Variasi Pola Serangan	Pola serangan acak tanpa melihat kondisi HP User
Keseimbangan	Bisa terlalu sulit bisa terlalu mudah karena tidak adanya penyesuaian dinamika mode bertarung

Peningkatan kekuatan

Perubahan bentuk tidak merubah pola serang

2. Penerapan sistem pertarungan menggunakan Finite State Machine



Gambar 3. Penerapan Battle FSM

Pada bagian ini ketika sistem pertarungan tidak menggunakan Finite State Machine dalam 10x percobaan dan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Tabel Uji Coba

<i>Sequence Action</i>	<i>Hasil</i>
Percakapan	Adanya perubahan percakapan yang terjadi di setiap kondisi
Keputusan AI Musuh	Musuh tetap menyerang sesuai dengan perubahan kondisi state
Variasi Pola	Pola serangan bervariasi

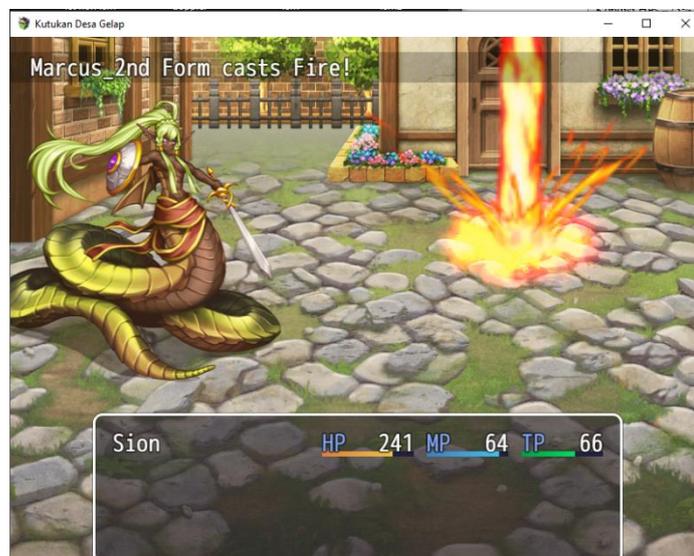
Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite State Machine dalam Role Playing Game

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

Serangan Keseimbangan	Adanya penyesuaian dinamika bertarung seperti			
	Kondisi Hp \leq 80%	Serangan Digunakan	Skill Dual	Attack
	Kondisi HP \leq 50%	Serangan Digunakan	Triple	Attack
Peningkatan kekuatan	Kondisi HP \leq 35%	Serangan Digunakan	Shadow	Slash
	Adanya perubahan bentuk dan merubah pola serang			
	Kondisi HP \leq 25%	Musuh berevolusi dengan pola serangan yang baru		



Gambar 4. Kondisi percakapan ketika HP \leq 50%



Gambar 5. Pola Serangan berubah ketika FSM diterapkan sesuai *State*

Dari hasil pengujian dari 10 responden maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian

<i>Pertanyaan</i>	<i>Iya</i>	<i>Tidak</i>
Apakah suasana pertarungan dengan penerapan FSM dan Non FSM menantang?	8	2
Apakah Pola Serang Variasi dan Tidak mudah ditebak?	7	3
Apakah Versi AI FSM lebih cerdas dalam merespons?	8	2
Apakah kamu merasa AI memilih waktu yang tepat untuk berubah atau menggunakan skill transformasi	7	3
Bagaimana Pola Serangan AI setelah bertransformasi apakah berubah	9	1
Apakah Versi FSM membuat lebih waspada dalam sistem pertarungan?	8	2

Secara keseluruhan pengujian *game* yang dilakukan dengan menerapkan FSM dan tidak baik di misi ataupun pertarungan dengan HEEG, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 6. Pengujian *Heuristic HEEG*

<i>Heuristic</i>	Usability Problems Found	Severity Rating				
		4	3	2	1	0
<i>Gameplay</i>	10	0	3	6	1	0
<i>Enjoyment</i>	8	0	5	3	0	0

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *gameplay*

$$\sum H = (4*0) + (3*3) + (2*6) + (1*1) + (0*0)$$

$$= 0 + 9 + 12 + 1 + 0 = 22$$

Untuk mendapatkan nilai $\sum ht$

$$\sum ht = 3*3 = 9$$

Perhitungan Untuk *Gameplay* :

$$F(X) = (\sum ht / \sum H) * P$$

$$F(G) = (9/22) * 0.3636$$

$$= 0.4090 * 0.3636 = 0.148$$

Hasil Akhir akhir perhitungan Heuristik untuk *Gameplay*

$$Usa(G) = (0.148 / 0.3636) * 100$$

$$= 41\%$$

**Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite
State Machine dalam Role Playing Game**

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *Enjoyment*

$$\begin{aligned}\sum H &= (4*0) + (3*5) + (2*3) + (1*0) + (0*0) \\ &= 0 + 15 + 6 + 0 + 0 = 21\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai $\sum ht$

$$\sum ht = 3*5 = 15$$

Perhitungan Untuk *Enjoyment* :

$$F(X) = (\sum ht / \sum H) * P$$

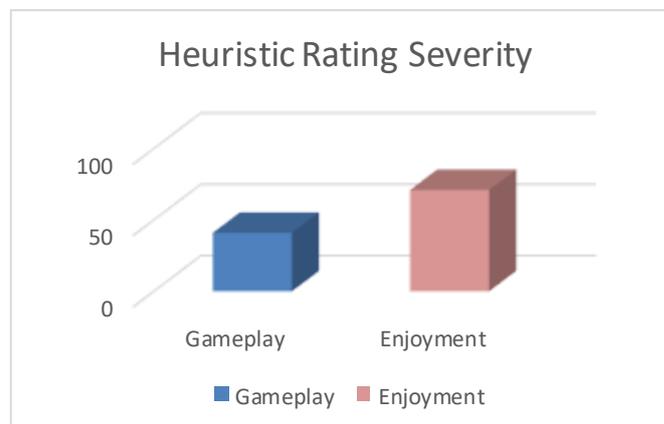
$$\begin{aligned}F(G) &= (15/21) * / 0.6363 \\ &= 0.7142 * 0.6363 = 0.4544\end{aligned}$$

Hasil Akhir akhir perhitungan Heuristik untuk *Enjoyment*

$$\begin{aligned}Usa(G) &= (0.4544 / 0.6363) * 100 \\ &= 71 \%\end{aligned}$$

Sehingga total dari perhitungan heuristik adalah sebagai berikut

$$= (41 + 71) / 2 = 56 \% .$$



Gambar 6. Tabel Perbandingan Nilai *Gameplay* dan *Enjoyment*

Dari hasil yang didapatkan, merujuk dari komparasi sistem pertarungan menggunakan FSM dan Non FSM didapatkan 78% setuju FSM mempengaruhi AI musuh dalam pertarungan dan 22% tidak setuju. Kemudian dilakukan dengan pengujian HEEG seluruh *game* yang dibangun, dari aspek *Gameplay* mendapatkan nilai 41% dan pada aspek *Enjoyment* mendapatkannilai sebesar 71%. Hasil ini belum dikatakan baik jika presentasi yang diambil di antara 80% - 100% [10] .Penelitian ini menunjukkan bahwa FSM meningkatkan responsivitas AI musuh, yang dapat meningkatkan pengalaman bermain dan menantang pemain lebih baik dibandingkan sistem tanpa FSM."

KESIMPULAN

Dari hasil Penelitian ini bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut ini :

1. "Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Finite State Machine* (FSM) dalam sistem pertarungan RPG memungkinkan AI musuh untuk beradaptasi secara dinamis terhadap strategi pemain. Dibandingkan dengan sistem pertarungan tanpa FSM, pendekatan ini menghasilkan variasi pola serangan yang lebih luas dan meningkatkan tantangan dalam permainan.
2. Secara keseluruhan dari *game* yang dibangun, masih belum mendapatkan nilai dikatakan baik, karena perlu ada penyesuaian baik di sisi cerita yang variatif, Seperti Penerapan algoritma A dan algoritma Greedy untuk meningkatkan kompleksitas dan adaptasi AI dalam game

SARAN

Saran yang bisa diberikan dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah ;

1. Untuk penerapan FSM bisa dibuat lebih variatif seperti respon NPC apabila terkena *status effect* seperti *Buff Poison*, *Rage* dan sebagainya, mempunyai kemampuan untuk menyembuhkan secara mandiri.
2. Cerita dibuat variatif dengan *quest* bertingkat sehingga bisa lebih memunculkan gameplay yang dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nizhar Gumilang, H. Haryanto, E. Dolphina, T. Informatika, dan F. Ilmu Komputer, "Pengembangan Game RPG dan Story Dengan Elemen Gameplay Menggunakan Metodologi Finite State Machine (FSM) Pada Game Kisah Tjepoe Development Of RPG and Story Games With Gameplay Elements Using The Finite State Machine Methodology In The Tjepoe Story Game," Des 2023.
- [2] J. Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi, E. Pacsi Yudha Perdana, dan S. Winarso Martyas Edi, "IT-EXPLORE PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE (FSM) PADA GAME ROLE PLAYING GAME (RPG) INK JOURNEYS," 2024.
- [3] M. Fahrozy Prayogo, A. Usman, dan S. Khairani, "Penerapan Metode Finite State Machine pada Game Edukasi Sejarah 'Legacy of Sisingamangaraja XII' Menggunakan RPG Maker MV," *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, hlm. 23, 2025.
- [4] S. Retno, "Developing a Classic Turn-Based RPG: The Making of 'Waduh! Aku Pergi Ke Isekai' with RPG MakerMV," 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://ojs.unimal.ac.id/game>
- [5] R. Ramadan dan Y. Widayani, "Game development life cycle guidelines," dalam *2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACSIS 2013*, IEEE Computer Society, 2013, hlm. 95–100. doi: 10.1109/ICACSIS.2013.6761558.
- [6] M. B. Barbosa, A. B. Rêgo, dan I. De Medeiros, "HEEG: Heuristic Evaluation for Educational Games," 2015.

**Penerapan Sistem Pertarungan Menggunakan Finite
State Machine dalam Role Playing Game**

Ahmad Fauzi Anggi Ariesta Kusuma, Muhammad Abdul Muin, Firdiyan Syah

- [7] A. Amri, Z. Yunizar, H. Al, dan K. Aidilof, "SENASTIKA Universitas Malikussaleh PENERAPAN METODE FINITE STATE MACHINE DALAM GAME 'KETEGUHAN LISA' MENGGUNAKAN RPG MAKER MV DAN ANDROID STUDIO," 2024.
- [8] S. Soeheri, M. Suyanto, dan A. F. Sofyan, "Game Edukasi 'Petualang Adit dan Rara' dengan Metode PHEG (Playability Heuristic Evaluation for Educational Games)," dalam *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2016*, STMIK AMIKOM Yogyakarta, 6-7 Februari 2016, ISSN: 2302-3805, pp. 2.7-13 – 2.7-18.
- [9] N. M. Sabri, H. Mohamed, G. Y. Soon, and Y. M. H. M. Yusof, "A Quantitative Approach in the Usability Evaluation of A Courseware," *Journal of Next Generation Information Technology (JNIT)*, vol. 4, no. 2, pp. 29-38, Apr. 2013, doi:10.4156/jnit.vol4.issue2.4.
- [10] M. González, L. Masip, A. Granollers, and M. Oliva, "Quantitative analysis in a heuristic evaluation experiment," *Advances in Engineering Software*, vol 40 (12), 2009, 1271-1278