

IMPLEMENTASI FINITE STATE MACHINE DALAM MENGATUR POLA GERAK PADA ENEMY DALAM GAME “ETERNAL TWILIGHT”

Implementation of Finite State Machine in Setting Movement Patterns in Enemy of `ETERNAL TWILIGHT` Game

Habib Zulfiqar Aryasatya¹, Umi Rosyidah²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro
E-mail: ¹111202012489@mhs.dinus.ac.id, ²umi.rosyidah@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengkaji penerapan metode Finite State Machine (FSM) untuk mengelola perilaku enemy dalam game 2D berjudul "Eternal Twilight". FSM digunakan untuk mendefinisikan berbagai state perilaku enemy, termasuk patrol, pengejaran, dan serangan, dengan tujuan untuk meningkatkan keanekaragaman dan fleksibilitas dalam interaksi permainan. Metode ini memungkinkan enemy untuk bertransisi antara state secara dinamis berdasarkan kondisi permainan, yang memberikan pengalaman gameplay yang lebih menarik dan adaptif. Penelitian ini mencakup implementasi FSM pada dua tipe enemy berbeda: Enemy Jenis 1 dan Enemy Jenis 2, dengan evaluasi terhadap efektivitas sistem menggunakan Game Experience Questionnaire (GEQ). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penerapan FSM berhasil menciptakan perilaku enemy yang lebih variatif dan responsif, meningkatkan elemen gameplay secara keseluruhan. Skor rata-rata dari GEQ mencapai 3.64, menunjukkan tingkat kepuasan pemain yang memadai terhadap inovasi dalam gameplay. Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa FSM merupakan metode yang efektif untuk memperkaya model perilaku enemy dengan cara yang sederhana namun adaptif, memperkaya pengalaman pemain. Untuk penelitian masa depan, disarankan untuk mengeksplorasi kombinasi FSM dengan algoritma lain seperti Fuzzy Sugeno untuk menghasilkan gameplay yang lebih kompleks dan menantang serta memperluas pengembangan perilaku enemy yang lebih bervariasi.

Kata kunci: *Finite State Machine, Pengembangan Game, Perilaku Enemy, Game Experience Questionnaire*

Abstract

This research focuses on the use of the Finite State Machine (FSM) method in managing enemy behavior in a 2D game called "Eternal Twilight". By employing FSM, the researchers aimed to enhance diversity and flexibility in gameplay by defining different states of enemy behavior, such as patrol, pursuit, and attack. This approach enables enemies to transition dynamically between states based on game conditions, resulting in a more engaging and adaptable gaming experience. The study implemented FSM on two enemy types and evaluated its effectiveness using the Game Experience Questionnaire (GEQ). The evaluation showed that the FSM implementation successfully created more diverse and responsive enemy behaviors, consequently improving gameplay elements. The GEQ average score of 3.64 indicated a satisfactory level of player contentment with the gameplay innovations. The study concludes that FSM is an effective method for enriching enemy behavior models in a straightforward yet adaptive manner, enhancing player experience. Future research should explore combining FSM with other algorithms, like Fuzzy Sugeno, to generate more complex and challenging gameplay and expand the range of diverse enemy behaviors in games.

Keywords Finite State Machine, Game Development, Enemy Behavior, Game Experience Questionnaire

1. PENDAHULUAN

Industri *game* terus berkembang pesat dengan menghadirkan inovasi yang semakin memperkaya pengalaman bermain, menciptakan dunia *virtual* yang semakin realistis dan menarik bagi pemain. *Game*, sebagai salah satu bentuk hiburan interaktif, menawarkan pengalaman yang memungkinkan pemain untuk terlibat aktif dalam mengikuti aturan yang telah ditetapkan, sehingga mereka merasakan tantangan dan kepuasan dalam mencapai tujuan bermain. Salah satu teknik yang sering digunakan dalam pengembangan respons *NPC (Non-Playable Character)* adalah *Finite State Machine (FSM)*, karena metode ini dikenal mudah diterapkan dan efektif dalam menciptakan variasi perilaku yang diinginkan [1].

Dalam pengembangan *game* modern, kecerdasan buatan (*AI*) memainkan peran krusial dalam memperkaya *gameplay* dan meningkatkan kualitas interaksi dalam *game*. *AI*, khususnya dalam pengendalian karakter *NPC* seperti musuh (*enemy*), berfungsi untuk menciptakan tantangan yang menarik dan tidak monoton. Dalam *game platform 2D*, *AI* yang mengendalikan karakter musuh penting untuk menguji strategi, refleks, dan adaptasi pemain terhadap situasi yang tak terduga, yang pada akhirnya memperkaya desain *level* dan pengalaman bermain secara keseluruhan [2].

Finite State Machine (FSM) adalah model matematika yang digunakan untuk mendesain logika kontrol dalam sistem dinamis. *FSM* mengandalkan tiga elemen utama, yaitu *state* (keadaan), *event* (kejadian), dan *action* (aksi), yang digunakan untuk menggambarkan perilaku sistem [3]. Dalam *game "Eternal Twilight"*, penerapan *FSM* pada karakter musuh terbukti cocok karena mampu mengatur pola gerak musuh secara efektif dan terstruktur, menghasilkan pengalaman bermain yang lebih dinamis dan responsif [4]. *FSM* juga memberikan keuntungan dengan struktur logika yang teratur dan efisien, menjadikannya pilihan ideal untuk mengelola perilaku musuh yang linear dan tidak terlalu kompleks, dibandingkan dengan metode lain seperti *Behaviour Tree* yang lebih rumit dan sulit diprediksi [5].

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan *FSM* pada karakter musuh dalam *game "Eternal Twilight"* guna meningkatkan pengalaman bermain. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi metode yang paling efektif dalam penerapan *FSM* untuk meningkatkan kualitas interaksi antara pemain dan karakter musuh, serta memberikan wawasan baru tentang penggunaan *AI* dalam *game platform 2D*. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan *FSM*, diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan *gameplay* yang lebih memuaskan dan memberikan referensi bagi pengembang *game* lainnya dalam penerapan *AI* pada *game* mereka.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang diangkat adalah *Finite State Machine (FSM)*, sebagai pendekatan utama untuk menggambarkan dan mengimplementasikan berbagai perilaku dari *enemy* dalam *game "Eternal Twilight"*. Metode ini memungkinkan *enemy* untuk berpindah antara berbagai keadaan (*state*) berdasarkan kondisi tertentu, sehingga menciptakan perilaku yang lebih dinamis dan variatif.

2.1 Perancangan Alur *Finite State Machine*

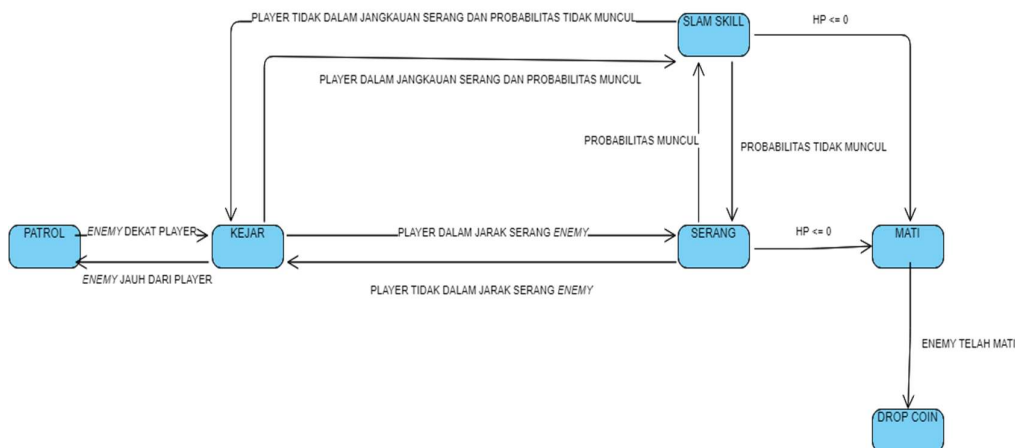
Dalam penelitian ini memiliki metode *Finite State Machine* pada *enemy*. Penerapan alur *Finite State Machine* pada *enemy* memiliki sifat berbeda-beda berikut ini adalah sifat setiap *enemy*:

Pada gambar 1, jika pemain mendekati enemy jenis dalam tingkat ini maka *enemy* akan mengejarnya, dan jika pemain berada pada jarak jangkauannya, maka *enemy* akan menyerangnya. Apabila pemain menyerangnya secara terus menerus hingga $hp \leq 0$, maka enemy akan mati dan menjatuhkan coin yang mana coin ini berguna untuk membeli item.



Gambar2.1 Alur FSM enemy Tingkat mudah

Pada Tingkat ini, enemy dapat melakukan patrol, mengejar, menyerang, diserang, dan mati seperti sebelumnya. Namun, di tingkat kesulitan sulit, terdapat kemungkinan bahwa enemy akan menggunakan skill dan memberikan damage yang lebih besar.



Gambar 2.2 Alur FSM enemy Tingkat sulit

2.2 Perilaku Enemy NPC

Enemy dalam game "Eternal Twilight" memiliki tugas utama yang sama: membunuh pemain. Perbedaannya terletak pada perilaku mereka, di mana enemy tingkat mudah tidak memiliki skill dan memberikan sedikit damage, sementara enemy tingkat sulit dapat mengeluarkan skill dan memberikan damage yang lebih tinggi.

Tabel 2.1 Perilaku Enemy Sesuai Tingkat kesulitan

Enemy Tingkat kesulitan Mudah (Jenis 1)	Enemy Tingkat kesulitan Sulit (Jenis 2)
----------------------------------------------------	----------------------------------------------------

1. Patrol	1. Patrol
2. Mengejar	2. Mengejar
3. Menyerang	3. Menyerang
4. Mati	4. Mengeluarkan Skill
	5. Mati

2.3 Metode Pengumpulan Data

Pada tahap ini Teknik yang dilakukan peneliti dalam pengambilan data pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Observasi, peneliti mengamati interaksi pemain dengan musuh dalam game "*Eternal Twilight*" untuk menilai kemampuan pemain dan efektivitas variasi musuh dalam meningkatkan tantangan permainan, serta untuk mengevaluasi kesesuaian hasil dengan ekspektasi.
2. Survei, data diperoleh melalui survei terhadap 20 peserta pameran *SF HF Developer Hi-Technology 2024*. Mayoritas responden merasa bahwa keberadaan musuh dalam game membuat permainan lebih menarik dan variatif.
3. Kepustakaan, mengumpulkan referensi dari buku, jurnal ilmiah, dan artikel online yang relevan untuk mendukung pengembangan sistem, termasuk materi tentang *game*, *AI*, dan metode *Finite State Machine (FSM)* untuk perilaku musuh.

2.4 Metode Pengujian Sistem

Metode pengujian *Game Experience Questionnaire (GEQ)* adalah pendekatan yang digunakan untuk mengevaluasi pengalaman bermain game secara komprehensif melalui beberapa modul yang mencakup berbagai dimensi pengalaman pemain. Dalam konteks game "*Eternal Twilight*", metode ini diterapkan dengan meminta pemain menyelesaikan tugas tertentu dan mengisi kuesioner berdasarkan modul-modul ini, GEQ menyediakan wawasan mendalam mengenai kekuatan dan kelemahan permainan, yang berguna untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini adalah untuk mencakup langkah-langkah pemodelan perilaku *enemy* dan tantangan dalam pengembangan. Bab ini bertujuan memberikan pemahaman tentang penerapan *FSM* dalam memodelkan perilaku *enemy* di game "*Eternal Twilight*."

3.1 Implementasi *FSM*

Pada bagian ini, akan dijelaskan secara detail proses implementasi Finite State Machine (*FSM*) dalam game "*Eternal Twilight*." Pembahasan akan mencakup setiap langkah yang diambil untuk menerapkan *FSM*, dimulai dari konsep dasar hingga penerapan praktisnya dalam permainan.

Tabel 4.1 Hasil Rancangan State *FSM* Enemy Jenis 1

Perilaku	Jarak < 1.5	Jarak >= 1.5 & Jarak <= 3 pixel	Jarak > 3 pixel	HP Habis
----------	-------------	---------------------------------	-----------------	----------

Mondar-mandir (Patrol)	Berhenti	Mengejar	Patrol	Mati
Mengejar	Berhenti	Mengejar	Patrol	Mati
Serang	Serang	Mengejar	Patrol	Mati
Mati	Mati	Mati	Mati	Mati

Tabel 4.2 Hasil Rancangan State FSM Enemy Jenis 2

Perilaku	Jarak < 1.5 & Skill == True	Jarak < 1.5 & Skill != True	Jarak >= 1.5 & Jarak <= 3 pixel	Jarak > 3 pixel	HP Habis
Mondar-mandir (Patrol)	Berhenti	Berhenti	Mengejar	Patrol	Mati
Mengejar	Berhenti	Berhenti	Mengejar	Patrol	Mati
Serang	Berhenti	Serang	Mengejar	Patrol	Mati
Special Attack	Menyerang	Berhenti	Mengejar	Patrol	Mati
Mati	Mati	Mati	Mati	Mati	Mati

3.2 Pengujian GEQ

Guna mengetahui hasil dari pengalaman pemain ketika memainkan game “Eternal Twilight”, dilakukan survei dengan menggunakan metode Game Experience Questionnaire (GEQ). Kuesioner ini berisi 10 pertanyaan dan diberikan kepada 20 responden yang telah memainkan game ini. Penilaian evaluasi terdiri dari angka 1 sampai dengan 5, dengan penjabaran penilaian sebagai berikut :

- 1 : Sangat Tidak
- 2 : Tidak
- 3 : Cukup
- 4 : Baik
- 5 : Sangat Baik

Tabel 4.3 Hasil Pengujian GEQ

No.	Pertanyaan	Nilai					Rata - Rata	Status	Presentase
		1	2	3	4	5			

1	Apakah <i>gameplay</i> Dari "Eternal Twilight" Menarik?	0	0	5	6	9	4.2	Menarik	25% (3) 30% (4) 45% (5)
2	Apakah Game Terlalu Sulit?	0	2	8	6	4	3.6	Sulit	10% (2) 40% (3) 30% (4) 20% (5)
3	Apakah Anda Bosan Saat Bermain?	0	8	5	3	4	3.2	Bosan	40% (2) 25% (3) 15% (4) 20% (5)
4	Apakah Anda Merasa Senang Saat Bermain?	1	4	5	7	3	3.35	Senang	10% (1) 20% (2) 25% (3) 35% (4) 15% (5)
5	Apakah Game Ini Berkesan Untuk Anda?	0	1	5	8	6	3.95	Berkesan	5% (2) 25% (3) 40% (4) 30% (5)
6	Apakah Anda Merasa Tertantang Pada Game Ini?	0	2	3	5	10	4.15	Tertantang	10% (2) 15% (3) 25% (4) 50% (5)

7	Apakah Anda Menikmati Gamenya?	0	0	7	5	8	4.05	Menikmati	35% (3) 25% (4) 40% (5)	
8	Apakah Anda Merasa Lupa Waktu Saat Bermain Game Ini?	0	10	5	1	4	2.95	Lupa Waktu	50% (2) 25% (3) 5%(4) 20% (5)	
9	Apakah Anda Merasa Lelah Dengan Game Ini?	5	2	8	0	5	2.9	Lelah	25% (1) 10% (2) 40% (3) 25% (5)	
10	Apakah Anda Menyukai Game Ini?	0	0	5	9	6	4.05	Menyukai	10% (1) 20% (3) 45% (4) 30% (5)	
TOTAL RATA-RATA KESELURUHAN							3.64			

3.3 Penjelasan Rumus

1. Rata-rata Setiap pertanyaan:

$$\sum_{i=1}^5 \frac{Ni \times Ri}{Ni}$$

dimana:

- Ni adalah jumlah respon untuk nilai i
- Ri adalah nilai i
- N adalah total responden

Contoh untuk rata-rata pertanyaan pertama:

$$\frac{20(0 \times 1) + (0 \times 2) + (5 \times 3) + (6 \times 4) + (9 \times 5)}{20} = 4.2$$

2. Total Rata-rata Keseluruhan:

$$\frac{\sum_{j=1}^n R_j}{n}$$

di mana:

- R_j adalah rata-rata dari setiap pertanyaan j

3. Persentase Setiap Nilai:

$$\left(\frac{N_i}{N}\right) \times 100\%$$

di mana:

- N_i adalah jumlah respon untuk nilai i
- N adalah total responden

Contoh untuk presentase pertanyaan pertama pada bagian rating 5

$$\left(\frac{5}{20}\right) \times 100\% = 25\%$$

3.3 Penjelasan Kategori Status

Setiap pertanyaan dihubungkan dengan kategori yang sesuai berdasarkan konteks pertanyaan dan rata-rata nilai yang diberikan oleh responden. Kategori status ditentukan sebagai berikut:

- **Menarik:** Pertanyaan yang menilai aspek daya tarik dari *gameplay*.
- **Sulit:** Pertanyaan yang menilai tingkat kesulitan dari *gameplay*.
- **Bosan:** Pertanyaan yang menilai apakah *game* membosankan atau tidak.
- **Senang:** Pertanyaan yang menilai tingkat kesenangan saat bermain.
- **Berkesan:** Pertanyaan yang menilai apakah *game* memberikan kesan yang baik.
- **Tertantang:** Pertanyaan yang menilai apakah *game* menantang pemain.
- **Menikmati:** Pertanyaan yang menilai apakah pemain menikmati *game*.
- **Lupa Waktu:** Pertanyaan yang menilai apakah pemain merasa lupa waktu saat bermain.
- **Lelah:** Pertanyaan yang menilai apakah pemain merasa lelah dengan *game*.
- **Menyukai:** Pertanyaan yang menilai apakah pemain menyukai *game* secara keseluruhan.

3.4 Penentuan Kategori Status

Berdasarkan nilai rata-rata setiap pertanyaan, status ditentukan dengan cara berikut:

- Sangat Tidak: 1- 1.5
- Tidak: 1.6 – 2.5
- Cukup: 2.6 – 3.5
- Baik: 3.6 – 4.5

- Sangat Baik: 4.6 – 5

Jika *gameplay* memiliki nilai rata-rata 2 atau 3, statusnya dapat ditentukan dengan cara berikut:

- Nilai 2: Berdasarkan skala penilaian:
 - 1 : Sangat Tidak
 - 2 : Tidak
 - 3 : Cukup
 - 4 : Baik
 - 5 : Sangat Baik

Dengan nilai rata-rata 2, status *gameplay* akan masuk dalam kategori “Tidak Menarik”.

- Nilai 3: Berdasarkan skala penilaian:
 - 1 : Sangat Tidak
 - 2 : Tidak
 - 3 : Cukup
 - 4 : Baik
 - 5 : Sangat Baik

Dengan nilai rata-rata 3, status *gameplay* akan masuk dalam kategori “Cukup Menarik”.

Jadi, jika *gameplay* memiliki nilai rata-rata 2, statusnya akan menjadi “Tidak Menarik”, dan jika memiliki nilai rata-rata 3, statusnya akan menjadi “Cukup Menarik”.

Berdasarkan hasil dari tabel di atas, diketahui nilai tertinggi ada pada *gameplay* yaitu dengan nilai 4.2 (Menarik). Sedangkan nilai terendah adalah 2.9. Kemudian dengan jumlah rata-rata yang didapat dari pengujian, “*Eternal Twilight*” dapat dikategorikan “Cukup Memuaskan” dengan nilai rata-rata keseluruhan 3.64.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan hasil penelitian mengenai penerapan metode *Finite State Machine* pada *game "Eternal Twilight"* dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan metode *Finite State Machine (FSM)* berhasil menghasilkan pemodelan perilaku enemy yang lebih bervariasi namun tetap sederhana.
2. *FSM* memungkinkan perilaku enemy untuk secara otomatis dan fleksibel menyesuaikan tingkat kesulitan, sehingga mampu memperkaya elemen *gameplay*.

Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar mengeksplorasi algoritma yang lebih kompleks dan canggih seperti *Fuzzy Sugeno* atau algoritma berbasis pembelajaran mesin untuk meningkatkan dinamika dan keakuratan perilaku musuh dalam *game*. Selain itu, perlu juga dipertimbangkan untuk memperluas sistem *FSM* dengan menambahkan lebih banyak status dan transisi, sehingga perilaku musuh dapat lebih responsif terhadap situasi *game* yang lebih kompleks dan adaptif terhadap tindakan pemain..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asrianda and Zulfadli, “Konsep Finite State Machine dan implementasinya pada Game,” SISFO, vol. 6, no. 1, 2022.

- [2] Y. Li, C. Thomas Ryan, and L. Sheng, "Optimal sequencing in single-player games," 2023. [Online]. Available: <https://www.limelight.com/resources/white-paper/state-of-21online-gaming-2019>
- [3] A. Fernando, L. Costaner, M. Devega, and U. Lancang Kuning, "Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game Pembelajaran Matematika," *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, vol. 3, no. 1, pp. 60–68, 2023.
- [4] S. C. Marcielo, A. Abiyu Febrisyam, M. Haris Syafiuddin, W. Imarta, and U. Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, "IMPLEMENTASI FSM (FINITE STATE MACHINE) PADA GAME MALIK LOOKS FOR THE HOLY BOOK," *JASTEN Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional*, vol. 04, no. 02, 2023.
- [5] M. Iovino, E. Scukins, J. Styrud, P. Ögren, and C. Smith, "A survey of Behavior Trees in robotics and AI," Aug. 01, 2022, Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.robot.2022.104096.
- [6] I. P. Hakiki, E. Muhammad, A. Jonemaro, and T. Afirianto, "Evaluasi User Experience Pada Game Playerunknowns Battleground Mobile Menggunakan Game Experience Questionnaire," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 6, pp. 5862–5868, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>