

# **PENGEMBANGAN *GAME* BERBASIS FPP DALAM GAME PETUALANGAN “CAHAYA DI UJUNG JALAN”**

**Moch Alfian Miftachul Huda<sup>1,a</sup>, Siti Wasi'atul Maghfiroh<sup>1,b</sup>, Gustin Rheza Rasyidi  
Nuanza Azdy<sup>1,c</sup>, Achmad Furqon Rachmadiet<sup>1,d</sup>, Ahmad Fahmi Karami<sup>1,e</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik  
Ibrahim Malang

<sup>a</sup>[220605110088@student.uin-malang.ac.id](mailto:220605110088@student.uin-malang.ac.id)

<sup>b</sup>[220605110035@student.uin-malang.ac.id](mailto:220605110035@student.uin-malang.ac.id)

<sup>c</sup>[220605110107@student.uin-malang.ac.id](mailto:220605110107@student.uin-malang.ac.id)

<sup>d</sup>[220605110146@student.uin-malang.ac.id](mailto:220605110146@student.uin-malang.ac.id)

<sup>e</sup>[afkarami@uin-malang.ac.id](mailto:afkarami@uin-malang.ac.id)



**Fakultas Sains dan Teknologi**

**Program Studi Teknik Informatika**

**Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang**

**Tahun ajaran 2024/2025**

## **Bab 1**

### **Pendahuluan**

Game berbasis teknologi modern telah menjadi salah satu media yang efektif untuk menyampaikan pesan moral dan nilai-nilai pendidikan kepada masyarakat, khususnya generasi muda. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, khususnya dalam pengembangan game tiga dimensi (3D), kebutuhan akan media pembelajaran yang interaktif dan menarik semakin meningkat. Game "Cahaya di Ujung Jalan" dikembangkan dengan tujuan membawa pesan moral kepada pemain, khususnya mengenai pentingnya nilai-nilai spiritual dan ibadah. Dengan tema maze yang sarat tantangan, game ini mengingatkan kita pada firman Allah dalam Surah Al-Baqarah ayat 2: *"Kitab (Al-Qur'an) ini tidak ada keraguan padanya; petunjuk bagi mereka yang bertakwa."* Maze di dalam game ini melambangkan jalan hidup penuh cabang, di mana petunjuk dari Allah menjadi kompas untuk memilih jalan yang benar. Dalam permainan ini, elemen edukasi dikemas dalam bentuk game petualangan yang interaktif untuk menarik minat target audiens berusia 12 hingga 18 tahun. Inovasi ini menjadi langkah penting dalam menjawab tantangan penyampaian nilai moral melalui media digital yang relevan dengan perkembangan zaman.

Tujuan utama dari pengembangan "Cahaya di Ujung Jalan" adalah menciptakan pengalaman gameplay yang tidak hanya menyenangkan tetapi juga mendidik. Game ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran pemain akan nilai-nilai spiritual melalui eksplorasi labirin (maze) dalam perspektif orang pertama (first-person perspective/FPP). Selain itu, inovasi teknologi pada game ini, yang menggunakan Unity 3D, bertujuan menunjukkan potensi teknologi modern dalam menghadirkan visualisasi dan interaksi yang mendalam dalam genre petualangan single-player.

Cakupan studi pengembangan ini melibatkan analisis dari berbagai artikel ilmiah dalam lima tahun terakhir, yang berfokus pada penerapan teknologi dan mekanisme kecerdasan buatan dalam game. Salah satu pendekatan yang relevan dalam pengembangan ini adalah pemanfaatan model Finite State Machine (FSM) untuk sistem kecerdasan buatan karakter, sebagaimana diuraikan oleh Najah et al. (2024) yang menunjukkan efektivitas FSM dalam game bertema edukasi dan moral seperti *Muslims Explorer's Faithful Maze Adventure*. Pendekatan serupa juga ditemukan pada penelitian Tengku et al. (2023), yang mengimplementasikan model FSM dalam sistem kecerdasan buatan karakter untuk game MMORPG. Selain itu, penelitian Ivan et al. (2019) menegaskan bahwa arsitektur perangkat lunak berbasis FSM mampu meningkatkan kompleksitas perilaku karakter dalam game Starcraft, menunjukkan relevansi model ini dalam berbagai genre game.

Dengan mengintegrasikan elemen desain berbasis FSM dan teknologi Unity 3D, game ini bertujuan untuk menyajikan pengalaman bermain yang unik sekaligus memperkuat pesan moral yang diusung. Ruang lingkup penelitian dan pengembangan ini mencakup perancangan mekanisme

gameplay, pengujian tingkat kesulitan maze, serta implementasi kecerdasan buatan yang mendukung interaksi pemain secara adaptif dan dinamis. Adapun target audiens adalah remaja berusia 12 hingga 18 tahun yang dapat merasakan manfaat hiburan sekaligus edukasi melalui pengalaman bermain game ini.

## **Bab 2**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Game dengan Tema Serupa**

Genre *adventure* dan *maze puzzle* telah menjadi pilihan populer dalam pengembangan game karena mampu memberikan pengalaman bermain yang menantang dan interaktif. Game seperti *Super Mario*, sebagaimana ditinjau oleh Natalia et al. (2022), menggunakan model Finite State Machine (FSM) untuk mengatur mekanisme permainan yang mendukung interaksi dinamis antara pemain dan lingkungan. Pendekatan serupa diterapkan dalam *Malik Looks for the Holy Book* (Adam, 2023), yang memanfaatkan FSM untuk meningkatkan imersi pemain melalui elemen pencarian dan tantangan moral. Selain itu, game edukasi berbasis Android seperti *Tsunami Rescue* (Auliyaa et al., 2024) juga menunjukkan potensi FSM dalam menciptakan gameplay yang mendidik dan menyenangkan. Penelitian-penelitian ini menjadi landasan penting dalam mengembangkan game "Cahaya di Ujung Jalan", yang menekankan pada eksplorasi labirin dan pengalaman petualangan berbasis nilai-nilai moral.

#### **2.2 Algoritma NPC (FSM dan FUSM)**

Finite State Machine (FSM) telah menjadi metode yang efektif dalam mengatur perilaku Non-Playable Characters (NPC) dalam game. Sebagai contoh, penelitian Tengku et al. (2023) menunjukkan implementasi FSM dalam sistem kecerdasan buatan pada game MMORPG, yang mampu menghasilkan perilaku NPC yang adaptif. Lebih lanjut, konsep FSM hierarkis (Hierarchical FSM) digunakan oleh Euis et al. (2023) untuk mengelola animasi karakter dalam game aksi, menunjukkan efisiensi dalam mengontrol perilaku kompleks. Selain itu, Agung et al. (2023) mengembangkan agen FSM pada game *Idle Breeder* untuk mengatur perilaku NPC berdasarkan aksi pengguna. Penelitian ini relevan untuk meningkatkan kedalaman interaksi pemain dengan karakter dalam game "Cahaya di Ujung Jalan". Pendekatan FSM ini dapat diperluas dengan Future Uncertainty State Machines (FUSM), sebagaimana diuraikan oleh Asrianda et al. (2022), yang memungkinkan NPC untuk mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan tindakan di masa depan.

## 2.3 Teknologi Unity

Unity merupakan salah satu teknologi unggulan dalam pengembangan game berbasis perspektif orang pertama (First-Person Perspective/FPP). Platform ini menyediakan berbagai fitur seperti *physics engine*, *asset management*, dan integrasi teknologi 3D yang mendukung pembuatan lingkungan permainan yang realistis dan interaktif. Unity telah digunakan secara luas dalam pengembangan berbagai genre game, termasuk *Alien Warfare 2D* (Bayu et al., 2024), yang memanfaatkan FSM untuk mengatur perilaku karakter dan meningkatkan kualitas pengalaman bermain. Dalam konteks pengembangan "Cahaya di Ujung Jalan", Unity menjadi alat yang ideal untuk mewujudkan visualisasi lingkungan maze dan interaksi karakter berbasis FSM.

## 2.4 Psikologi Game dan Tantangan

Game tidak hanya berfungsi sebagai media hiburan, tetapi juga memiliki dampak psikologis yang signifikan terhadap pemain. Pengalaman bermain yang menantang dapat memicu rasa penasaran, keterlibatan emosional, dan kepuasan. Penelitian oleh Najah et al. (2024) menunjukkan bahwa game bertema maze dapat mendorong pemain untuk memecahkan masalah secara kreatif dan mempertahankan fokus dalam menghadapi rintangan. Namun, tantangan yang terlalu sulit dapat menyebabkan frustrasi, sementara tantangan yang terlalu mudah dapat mengurangi daya tarik permainan. Oleh karena itu, dalam pengembangan "Cahaya di Ujung Jalan", tingkat kesulitan dirancang secara adaptif dengan memanfaatkan FSM untuk menjaga keseimbangan antara tantangan dan kenyamanan bermain, sehingga pemain tetap termotivasi untuk menyelesaikan permainan.

# Bab 3

## Metodologi Pengembangan

### 3.1 Model Pengembangan

Pengembangan game "Cahaya di Ujung Jalan" menggunakan pendekatan *Agile Development* yang berfokus pada iterasi dan peningkatan berkelanjutan dalam setiap tahap pengembangan. Metode ini dipilih untuk memastikan fleksibilitas dalam menyesuaikan desain, implementasi teknologi, dan elemen gameplay berdasarkan hasil pengujian dan umpan balik. Kerangka kerja *Scrum* digunakan untuk mengatur tugas-tugas pengembangan dalam sprint yang berlangsung selama dua minggu. Setiap sprint mencakup perencanaan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi guna memastikan setiap elemen game berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.

### 3.2 Desain Game

#### 3.2.1 Plot dan Narasi

Cerita dari game ini berpusat pada karakter utama bernama Ujang Karbu, seorang pemuda

Muslim yang berusaha pergi ke masjid untuk menunaikan ibadah. Perjalanan Ujang menuju masjid penuh dengan tantangan, seperti jalanan yang rumit, gangguan dari lingkungan sekitar, serta berbagai rintangan yang menguji keteguhan niatnya. Tema cerita ini dirancang untuk menginspirasi pemain agar memahami pentingnya komitmen terhadap ibadah meskipun menghadapi banyak hambatan.

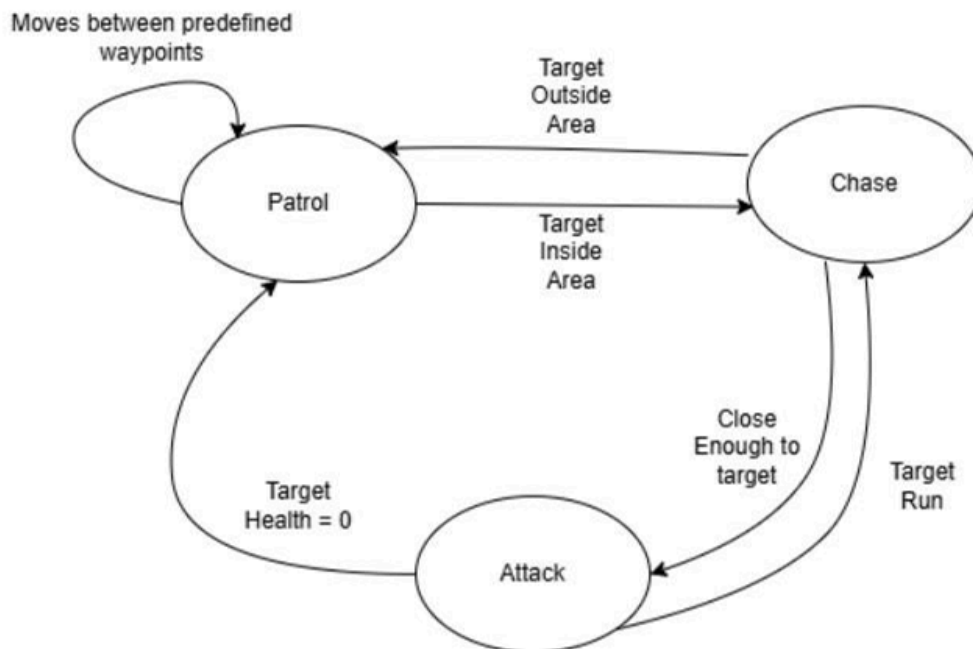
### 3.2.2 Level Design dan Maze

Level dalam game ini berbentuk labirin (*maze*) yang dihasilkan secara acak menggunakan algoritma procedural generation. Labirin dirancang dengan berbagai elemen seperti pepohonan, bangunan-bangunan (rumah, hotel, dan fasilitas lainnya), serta masjid sebagai tujuan utama pemain. Visualisasi maze dikembangkan dengan mengintegrasikan aset-aset 3D realistis untuk menciptakan pengalaman bermain yang imersif. Tata letak labirin mencakup jalur-jalur yang memerlukan eksplorasi dan pemecahan masalah, di mana pemain harus menemukan jalan yang benar sambil menghadapi tantangan-tantangan yang menghalangi pergerakan mereka.

## 3.3 Implementasi Teknologi

### 3.3.1 Pemrograman NPC dengan FSM/FUSM

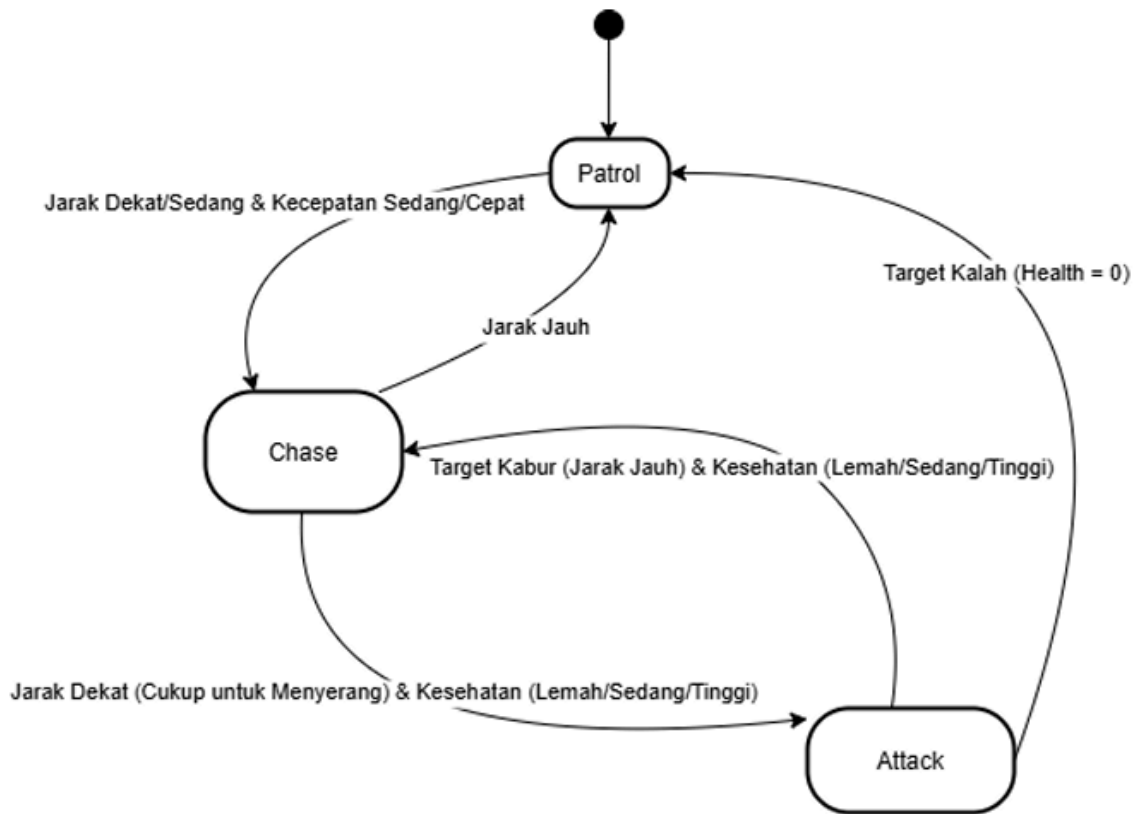
#### Finite State Machine (FSM) dalam Game



Gambar 3.1: logika FSM (Finite State Machine)

Finite State Machine (FSM) adalah salah satu pendekatan yang umum digunakan untuk mengatur perilaku Non-Playable Characters (NPC) dalam game. FSM bekerja dengan memetakan berbagai keadaan (state) NPC dan menentukan transisi antar keadaan berdasarkan aksi pemain atau kondisi tertentu di dalam game. Misalnya, dalam penelitian Tengku et al. (2023), FSM digunakan untuk mengelola perilaku NPC dalam game MMORPG, di mana NPC mampu berpindah dari keadaan "menyerang" ke "bertahan" berdasarkan interaksi pemain. Selain itu, studi Natalia et al. (2022) menunjukkan implementasi FSM pada game *Super Mario*, yang berhasil menciptakan interaksi dinamis antara pemain dan elemen lingkungan. Pendekatan ini juga diterapkan pada game *Tsunami Rescue* oleh Auliyaa et al. (2024), di mana FSM digunakan untuk mengontrol gerakan karakter dalam menyelesaikan misi penyelamatan, menghasilkan gameplay yang lebih terstruktur. FSM terbukti efektif untuk perilaku yang relatif sederhana, seperti bergerak, menyerang, atau memberikan respons spesifik terhadap tindakan pemain. Dalam konteks game *Cahaya di Ujung Jalan*, FSM memungkinkan NPC untuk menghadang, memberikan tantangan, atau bahkan membantu Ujang Karbu selama perjalanannya menuju masjid. Pendekatan ini memastikan bahwa NPC bertindak sesuai dengan skenario naratif, meningkatkan kedalaman pengalaman bermain sekaligus menjaga efisiensi pengembangan.

### **Hierarchical FSM (FUSM) dalam Game**



Gambar 3.2: logika FUSM

Hierarchical FSM (FUSM) merupakan pengembangan dari FSM yang mampu menangani perilaku NPC yang lebih kompleks dengan cara mengatur state dalam hierarki tertentu. FUSM memungkinkan transisi antar state yang lebih fleksibel dan terorganisir, menjadikannya cocok untuk game dengan elemen gameplay yang dinamis dan beragam. Penelitian Euis et al. (2023) membuktikan keunggulan FUSM dalam mengelola animasi 2D karakter di game aksi, memungkinkan NPC untuk merespons secara kontekstual berdasarkan aksi pemain. Pendekatan serupa diterapkan oleh Agung et al. (2023) pada game *Idle Breeder*, di mana FUSM digunakan untuk mengatur perilaku agen berdasarkan aktivitas pengguna, seperti mengumpulkan sumber daya atau meningkatkan level. FUSM juga diadopsi oleh Asrianda et al. (2022) untuk menciptakan sistem NPC yang dapat memperkirakan tindakan masa depan berdasarkan keadaan yang sedang berlangsung, meningkatkan realisme dan imersi pemain. Dalam pengembangan *Cahaya di Ujung Jalan*, FUSM dapat digunakan untuk mengatur perilaku NPC yang memiliki lebih dari satu fungsi, seperti NPC yang awalnya menghadang pemain namun dapat memberikan petunjuk arah jika tantangan tertentu berhasil diselesaikan. Hal ini memberikan fleksibilitas desain naratif dan gameplay, memastikan bahwa NPC tidak hanya menjadi rintangan, tetapi juga elemen yang memperkaya pengalaman bermain. Dengan FUSM, perilaku NPC

dapat dikembangkan secara modular dan skalabel, mendukung kompleksitas game tanpa mengorbankan performa.

### **3.3.2 Pemilihan dan Pengolahan Aset 3D di Unity**

Unity digunakan sebagai mesin pengembangan utama, memanfaatkan fitur-fitur seperti *Asset Store* dan *Terrain Editor* untuk mendukung visualisasi lingkungan game. Aset-aset 3D, termasuk pepohonan, bangunan, dan masjid, dipilih dengan mempertimbangkan gaya visual yang sesuai dengan tema permainan. Aset-aset ini dioptimalkan dengan teknik seperti *level of detail* (LOD) untuk menjaga kinerja game tetap stabil, bahkan pada perangkat dengan spesifikasi menengah. Proses procedural generation pada maze dilakukan dengan memanfaatkan skrip khusus yang mengintegrasikan algoritma *randomization* dalam Unity, memastikan setiap pengalaman bermain menjadi unik.

## **Bab 4**

### **Hasil dan Pembahasan**

#### **Kinerja Game dan Respons Pemain**

Game *Cahaya di Ujung Jalan* berhasil mencapai kinerja stabil dengan rata-rata 30 frame per second (FPS) pada perangkat uji coba, yang mencerminkan performa teknis yang cukup baik untuk game berbasis Unity 3D. Menu utama mendapat apresiasi dari pemain karena responsivitasnya, tampilan intuitif, serta adanya fitur kredit untuk penghargaan terhadap referensi aset game. Respons positif juga terlihat pada karakter utama dan NPC yang dianggap lucu dan unik, memberikan daya tarik tersendiri pada permainan. Namun, navigasi maze cenderung terlalu mudah, terutama ketika masjid sering kali muncul dekat dengan spawn point pemain. Situasi ini mengurangi tantangan eksplorasi dalam gameplay. Selain itu, pemain menyoroti bahwa kualitas aset bangunan, seperti rumah dan hotel, dapat ditingkatkan untuk memberikan pengalaman visual yang lebih mendalam.





Gambar 4.1: Tampilan Menu Utama *Game* Cahaya di Ujung Jalan



Gambar 4.2: Tampilan Game saat Ujang Karbu pertama kali muncul

### Masalah dan Solusi Teknis dalam Navigasi dan Kamera

Salah satu tantangan dalam pengembangan game ini adalah implementasi logika NPC yang tidak menggunakan waypoint. Keputusan ini dibuat untuk mencegah konflik dengan algoritma FSM/FUSM yang mengatur perilaku NPC, seperti mengejar atau menghadang pemain berdasarkan posisi. Sebagai gantinya, NPC menggunakan pergerakan berbasis *pathfinding* dinamis yang lebih selaras dengan struktur maze. Namun, ditemukan bug pada sistem kamera di mana sudut pandang pemain terkadang menembus ke dalam bangunan. Masalah ini dapat diatasi dengan menerapkan *colliders* pada setiap bangunan dan mengatur properti kamera melalui *Clipping Planes* di Unity, untuk memastikan kamera hanya memvisualisasikan objek di luar struktur bangunan. Solusi ini akan meningkatkan pengalaman bermain dan mencegah gangguan visual.

## Keunikan dan Inovasi Game

Keunikan utama dari game *Cahaya di Ujung Jalan* terletak pada kombinasi tema moralitas dengan gameplay berbasis maze adventure. NPC dirancang tidak hanya sebagai rintangan, tetapi juga elemen interaktif yang dapat memengaruhi perjalanan pemain melalui mekanisme FSM/FUSM. Implementasi tanpa waypoint menambah inovasi, memungkinkan NPC beradaptasi secara real-time terhadap perilaku pemain. Selain itu, fitur kredit pada menu utama mencerminkan profesionalisme pengembangan dengan memberikan penghargaan pada sumber aset. Namun, inovasi ini perlu dilengkapi dengan perbaikan teknis seperti desain maze yang lebih kompleks dan perbaikan kualitas aset bangunan. Dengan memperbaiki kekurangan ini, game ini berpotensi menjadi pengalaman bermain yang lebih menarik dan mendalam.

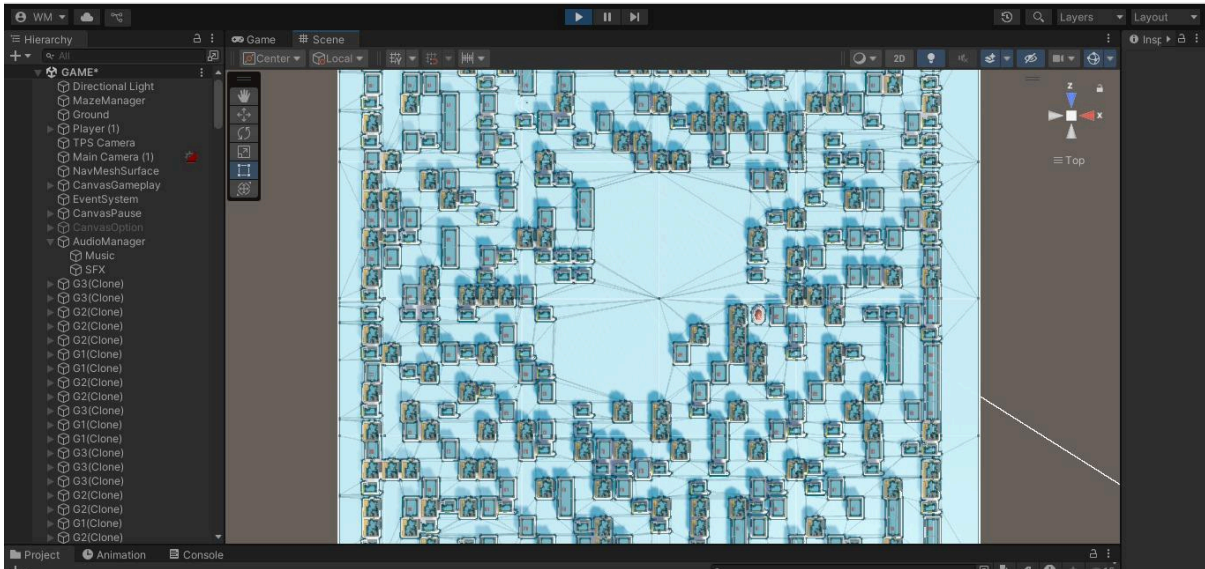


Gambar 4.3: Tampilan Saat Ujang Karbu Diajak Bermain

## Desain Maze dan Algoritma Recursive DFS

Maze dalam game *Cahaya di Ujung Jalan* dirancang menggunakan algoritma *recursive depth-first search* (DFS) untuk menghasilkan struktur labirin yang kompleks namun tetap terstruktur. Algoritma ini bekerja dengan prinsip eksplorasi menyeluruh dari satu simpul ke simpul lainnya sebelum kembali (backtracking) jika tidak ada jalan lebih lanjut, sehingga menghasilkan jalur yang tidak terduga namun tetap terhubung. Setiap simpul dalam grid maze direpresentasikan sebagai sel, dengan dinding-dinding antar sel yang dapat dihapus berdasarkan jalur yang dihasilkan algoritma. Pendekatan ini memungkinkan pembuatan maze secara prosedural, menghasilkan desain unik setiap kali pemain memulai permainan. Keuntungan menggunakan recursive DFS adalah kontrol penuh terhadap kerumitan maze, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan gameplay, seperti menempatkan masjid sebagai tujuan akhir di lokasi yang jauh dari spawn point pemain. **Gambar maze hasil**

**algoritma recursive DFS** yang dihasilkan dalam game dapat dilihat pada ilustrasi berikut. Maze ini tidak hanya menjadi elemen eksplorasi, tetapi juga integrasi dari tantangan moralitas, di mana pemain harus menemukan jalur menuju masjid sambil menghadapi rintangan dinamis seperti NPC. Desain ini memberikan pengalaman bermain yang menarik sekaligus mendidik, dengan algoritma DFS sebagai fondasi matematis dari estetika dan fungsi maze.



Gambar 4.4: Tampilan *Maze* dengan algoritma *Recursive DFS*

**Tabel Hasil Pengujian Game**

Aspek	Hasil Uji	Catatan
FPS	Stabil di 30 FPS	Performa cukup baik untuk Unity 3D
Menu Utama	Responsif, intuitif, dengan fitur kredit	Apresiasi positif dari pemain

<b>Navigasi Maze</b>	Cenderung mudah, masjid sering dekat spawn point	Memerlukan pengacakan posisi yang lebih baik
<b>Aset Bangunan</b>	Cukup fungsional namun kurang menarik secara visual	Perlu peningkatan kualitas desain
<b>NPC dan Karakter</b>	Lucu dan unik, tanpa waypoint	Memanfaatkan FSM/FUSM untuk logika dinamis
<b>Bug Kamera</b>	Kamera terkadang masuk ke dalam bangunan	Perbaiki dengan collider dan <i>Clipping Planes</i>

## Bab 5

### Kesimpulan dan Saran

#### Kesimpulan

Game *Cahaya di Ujung Jalan* berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan elemen gameplay berbasis petualangan dan maze dengan pesan moral yang mendidik. Menggunakan teknologi Unity 3D, algoritma *recursive depth-first search* (DFS) untuk desain maze, serta FSM/FUSM untuk logika NPC, game ini menawarkan pengalaman bermain yang interaktif dan edukatif. Uji coba awal menunjukkan bahwa game ini cukup responsif, dengan rata-rata FPS stabil di angka 30. Navigasi maze yang sederhana memudahkan pemain untuk menyelesaikan tantangan, sementara aspek visual seperti karakter utama dan NPC yang lucu menjadi daya tarik utama. Meskipun masih terdapat beberapa kendala teknis, seperti bug kamera dan desain aset bangunan yang perlu diperbaiki, game ini telah memberikan kontribusi signifikan dalam menggabungkan hiburan dan pendidikan berbasis nilai moral.

#### Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa aspek dapat ditingkatkan agar game ini semakin menarik dan optimal. Penambahan fitur seperti variasi level maze dan tantangan baru akan meningkatkan daya tarik replayability. Optimasi AI NPC menggunakan pendekatan berbasis

*reinforcement learning* dapat menggantikan FSM untuk menghasilkan perilaku yang lebih adaptif dan realistis. Selain itu, perbaikan bug kamera dapat dilakukan dengan mengimplementasikan sistem kamera berbasis *raycasting* untuk memastikan kamera tidak menembus objek. Pengembangan aset visual, seperti bangunan dan lingkungan, juga dapat ditingkatkan untuk memberikan pengalaman bermain yang lebih imersif. Dengan implementasi rekomendasi ini, game *Cahaya di Ujung Jalan* memiliki potensi untuk menjadi platform edukasi moral yang lebih luas dan efektif.

### Daftar Pustaka

- Adam, A. (2023). Implementasi FSM (finite state machine) pada game *Malik Looks for the Holy Book*. *Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional*, 4(2), 39–45.  
<https://doi.org/10.36040/jasten.v4i2.8155>
- Agung, R., Sultan, I., & Aرسالillah, Y. (2023). Development of finite state machine agent in idle breeder game. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 8(2), 542–542. <https://doi.org/10.24114/cess.v8i2.47143>
- Auliyaa, I., Nur, Z., & Ahmad, F. (2024). Penerapan metode FSM (finite state machine) pada game *Tsunami Rescue* berbasis Android. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*.  
<https://doi.org/10.36040/jati.v8i4.7539>
- Bayu, A. W., Mahmudi, A., & Karina, A. (2024). Perancangan game *Alien Warfare 2D* menggunakan metode finite state machine (FSM) berbasis Android. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(5), 2945–2951. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i5.7555>
- Euis, N., Fitriani, D., & Haitsam, Z. (2023). Implementation of hierarchical finite state machine for controlling 2D character animation in action video game. *Proceedings of the 2023 International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–6.  
<https://doi.org/10.1109/icic60109.2023.10381978>
- Ivan, Y. S., & Sergey, A. B. (2019). Design of the software architecture for Starcraft video game on the basis of finite state machines. *Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EICONRUS)*, 8656866.  
<https://doi.org/10.1109/EICONRUS.2019.8656866>
- Najah, M., & Sanin, S. (2024). Implementasi FSM (finite state machine) pada game *Muslims Explorer's Faithful Maze Adventure*. *Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional*, 5(1), 46–54.  
<https://doi.org/10.36040/jasten.v5i1.8170>
- Natalia, C., & Carneiro, C. (2022). Design of Super Mario game using finite state machines. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 739, 739–752.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-19-3035-5\\_55](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3035-5_55)

- Tengku, S., Pardede, M. H., & Yustika, F. (2023). Implementation of finite state machine models on the artificial intelligence system of characters in the game "MMORPG" using RPG Maker. *Journal of Artificial Intelligence in Engineering Applications*, 3(1). <https://doi.org/10.59934/jaiea.v3i1.311>
- Zulfadli, Z., & Asrianda, A. (2022). Konsep finite state machine dan implementasinya pada game. *Sistem Informasi dan Informatika*, 6(1). <https://doi.org/10.29103/sisfo.v6i1.8352>