

RANCANG BANGUN MEKANIK OPERASIONAL PADA GAME MANAJEMEN JALAN TOL

Angga Yusma Prasetya, Yovan Athailah Supriyadi, Ade Rahma Yuly, S.Kom, M.Ds

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Program Studi Teknik Multimedia Digital

Kota Depok, Provinsi Jawa Barat

angga.yusma.prasetya.tik22@mhsw.pnj.ac.id

Abstract— Toll road management simulation games generally emphasize entertainment rather than realistic operational systems. This study aims to design and implement operational mechanics in a toll road management simulation game entitled Toll Tycoon. The game was developed using the Game Development Life Cycle (GDLC) method, consisting of initiation, pre-production, production, testing, beta, and release phases. The implemented mechanics include vehicle queue management, toll gate operations, gate upgrades, maintenance, rescue services, traffic monitoring, and economic balancing. The game was developed using Unity and deployed on the WebGL platform. System functionality was evaluated through Alpha Testing, while gameplay quality and user experience were assessed through Beta Testing using a Likert-scale questionnaire. The Alpha Testing results confirmed that all gameplay mechanics functioned as intended without critical errors. Meanwhile, Beta Testing achieved a user satisfaction score of 89.46%, categorized as Strongly Agree, indicating that the game provides an engaging, balanced, and educational simulation experience. These findings demonstrate that realistic operational mechanics can improve both player engagement and understanding of toll road management.

Keywords— Simulation Game, Toll Road Management, Operational Mechanics, GDLC, Unity WebGL.

Abstrak— Game simulasi manajemen jalan tol umumnya lebih berfokus pada aspek hiburan dibandingkan representasi sistem operasional yang realistis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan mekanik operasional pada game simulasi manajemen jalan tol berjudul Toll Tycoon. Pengembangan game menggunakan metode Game Development Life Cycle (GDLC) yang meliputi tahapan initiation, pre-production, production, testing, beta, dan release. Mekanik yang diterapkan meliputi sistem antrian kendaraan, pengelolaan gerbang tol, peningkatan gerbang, pemeliharaan, penyelamatan kendaraan, pemantauan lalu lintas, serta balancing ekonomi permainan. Game dikembangkan menggunakan Unity dan dipublikasikan pada platform WebGL. Pengujian dilakukan melalui Alpha Testing untuk memastikan fungsionalitas sistem dan Beta Testing menggunakan kuesioner skala Likert untuk mengevaluasi kualitas permainan serta pengalaman pengguna. Hasil Alpha Testing menunjukkan seluruh mekanik berjalan sesuai fungsinya tanpa kesalahan kritis. Sementara itu, Beta Testing memperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar 89,46% dengan kategori Sangat Setuju, yang menunjukkan bahwa game mampu memberikan pengalaman bermain yang menarik, seimbang, dan edukatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan mekanik operasional yang realistis dapat meningkatkan keterlibatan pemain sekaligus memberikan pemahaman mengenai manajemen jalan tol.

Kata Kunci— Game Simulasi, Manajemen Jalan Tol, Mekanik Operasional, GDLC, Unity WebGL.

I. PENDAHULUAN

Game simulasi merupakan salah satu genre permainan yang dirancang untuk merepresentasikan aktivitas dunia nyata ke dalam lingkungan virtual sehingga pemain dapat mempelajari suatu sistem melalui proses

pengambilan keputusan dan interaksi secara langsung. Berbeda dengan game hiburan pada umumnya, game simulasi berupaya menghadirkan kondisi yang menyerupai keadaan sebenarnya sehingga pemain dapat memahami prosedur, strategi, maupun konsekuensi dari setiap keputusan yang diambil. Dalam beberapa tahun terakhir, game

simulasi tidak hanya dimanfaatkan sebagai media hiburan, tetapi juga sebagai sarana edukasi dan pelatihan pada berbagai bidang, seperti transportasi, kesehatan, industri, hingga manajemen infrastruktur [1].

Perkembangan teknologi transportasi turut mendorong munculnya berbagai game simulasi yang mengangkat tema pengelolaan lalu lintas dan infrastruktur jalan. Salah satu aspek yang mulai banyak dikembangkan adalah simulasi manajemen jalan tol yang menampilkan aktivitas pengelolaan gerbang tol, pengaturan arus kendaraan, hingga pengelolaan sumber daya. Namun demikian, sebagian besar game simulasi yang tersedia masih berfokus pada aspek hiburan dan penyelesaian misi, sedangkan mekanik operasional yang merepresentasikan proses pengelolaan jalan tol secara realistis masih terbatas. Akibatnya, pemain belum memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai bagaimana sistem operasional jalan tol dijalankan dalam kondisi sebenarnya [2].

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa penerapan mekanik permainan (*game mechanics*) berpengaruh terhadap keterlibatan pemain dan efektivitas penyampaian materi pada game simulasi maupun *serious game*. Penelitian Alyamani *et al.* [3] mengembangkan *serious game* untuk memperkenalkan peraturan lalu lintas kepada pengemudi dan menunjukkan bahwa elemen gamifikasi mampu meningkatkan pemahaman pengguna terhadap regulasi berkendara. Penelitian lain juga memanfaatkan pendekatan simulasi untuk merepresentasikan aktivitas operasional pada berbagai sektor, namun implementasi mekanik yang secara khusus memodelkan proses operasional jalan tol, seperti sistem antrean kendaraan, pengelolaan gerbang tol, peningkatan teknologi pembayaran, pemeliharaan fasilitas, dan penanganan kendaraan bermasalah, masih belum banyak dibahas.

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat **scientific gap** antara penelitian terdahulu dan kebutuhan implementasi game simulasi yang mampu merepresentasikan operasional jalan tol secara lebih realistis. Sebagian besar penelitian lebih menitikberatkan pada aspek edukasi, gamifikasi, atau simulasi transportasi secara umum, sedangkan penelitian mengenai perancangan mekanik operasional yang mengintegrasikan pengelolaan antrean kendaraan, peningkatan sistem transaksi, manajemen sumber daya, dan balancing

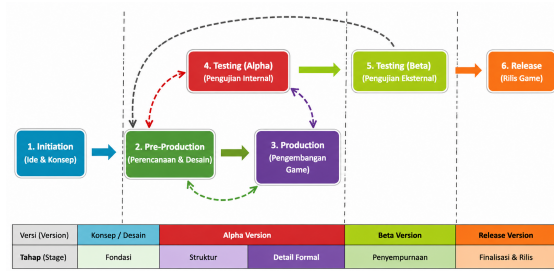
ekonomi permainan pada simulasi manajemen jalan tol masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peluang untuk mengembangkan model mekanik operasional yang lebih mendekati proses bisnis pengelolaan jalan tol di dunia nyata.

Penelitian ini mengusulkan implementasi mekanik operasional pada game simulasi manajemen jalan tol berjudul *Toll Tycoon* yang dikembangkan menggunakan metode *Game Development Life Cycle* (GDLC). Mekanik yang dikembangkan meliputi sistem antrean kendaraan, pengelolaan gerbang tol, peningkatan teknologi pembayaran, sistem pendapatan, pemeliharaan fasilitas, penyelamatan kendaraan, pemantauan lalu lintas, serta balancing ekonomi permainan. Seluruh mekanik diimplementasikan menggunakan Unity dan dipublikasikan pada platform WebGL agar dapat diakses melalui peramban web.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah **bagaimana merancang dan mengimplementasikan mekanik operasional yang mampu merepresentasikan proses pengelolaan jalan tol secara realistis pada game simulasi**. Adapun tujuan penelitian ini adalah merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi mekanik operasional pada game *Toll Tycoon* sehingga mampu memberikan pengalaman simulasi yang lebih realistis, meningkatkan keterlibatan pemain, serta memberikan pemahaman mengenai operasional manajemen jalan tol melalui media permainan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan mekanik operasional pada game simulasi manajemen jalan tol *Toll Tycoon*. Pengembangan game dilakukan menggunakan metode *Game Development Life Cycle* (GDLC) karena menyediakan tahapan yang sistematis mulai dari perancangan hingga evaluasi permainan. Proses penelitian terdiri atas enam tahapan, yaitu *initiation*, *pre-production*, *production*, *testing*, *beta*, dan *release*. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Game Edukasi.

Pada tahap *initiation*, dilakukan identifikasi permasalahan, pengumpulan kebutuhan sistem, serta penentuan konsep permainan berdasarkan proses operasional jalan tol. Tahap ini menghasilkan konsep dasar permainan, ruang lingkup penelitian, serta mekanik operasional yang akan dikembangkan, meliputi sistem antrian kendaraan, pengelolaan gerbang tol, peningkatan teknologi pembayaran, pemeliharaan fasilitas, penyelamatan kendaraan, pemantauan lalu lintas, dan sistem ekonomi permainan.

Tahap *pre-production* berfokus pada perancangan permainan melalui penyusunan *Game Design Document* (GDD), perancangan alur permainan, antarmuka pengguna, aset visual, struktur data, serta rancangan mekanik permainan. Selain itu, dilakukan perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) berupa *use case diagram*, *activity diagram*, dan *flowchart* untuk menggambarkan interaksi pengguna dengan sistem.

Tahap *production* merupakan proses implementasi seluruh rancangan menggunakan Unity dengan bahasa pemrograman C#. Game dikembangkan untuk platform WebGL agar dapat diakses melalui peramban web tanpa memerlukan proses instalasi. Implementasi difokuskan pada mekanik operasional yang merepresentasikan proses pengelolaan jalan tol, meliputi sistem antrian kendaraan, pengelolaan transaksi pada gerbang tol, peningkatan level gerbang, pemeliharaan fasilitas, penyelamatan kendaraan, serta sistem pendapatan dan pengeluaran yang memengaruhi kondisi permainan.

Tahap *testing* dilakukan menggunakan metode *Alpha Testing* untuk memastikan seluruh fitur dan mekanik permainan berfungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional. Pengujian dilakukan dengan pendekatan *black-box testing*, sehingga

setiap fungsi diuji berdasarkan kesesuaian keluaran terhadap skenario yang telah ditentukan.

Selanjutnya, tahap *beta* dilakukan untuk mengevaluasi kualitas permainan dari sisi pengguna. Pengujian melibatkan ahli (*expert user*) dan pengguna umum (*general user*) menggunakan instrumen kuesioner skala Likert lima tingkat. Aspek yang dievaluasi meliputi kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, mekanik permainan, keseimbangan permainan, serta pengalaman pengguna secara keseluruhan. Nilai persentase diperoleh menggunakan Persamaan (1).

$$P = \frac{\sum X}{N \times 5} \times 100\% \quad (1)$$

dengan P menyatakan persentase penilaian, $\sum X$ merupakan total skor jawaban responden, sedangkan N merupakan jumlah responden.

Tahap terakhir adalah *release*, yaitu publikasi game pada platform WebGL sehingga dapat dimainkan melalui peramban web. Hasil implementasi dan pengujian pada setiap tahapan kemudian dianalisis untuk mengetahui keberhasilan penerapan mekanik operasional yang dikembangkan dalam memberikan pengalaman simulasi manajemen jalan tol yang realistis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Mekanik Operasional

Bagian ini membahas hasil implementasi mekanik operasional yang menjadi fokus utama penelitian. Game simulasi *Toll Tycoon* dikembangkan menggunakan Unity dengan target platform WebGL sehingga dapat dimainkan melalui peramban web tanpa proses instalasi. Implementasi difokuskan pada mekanik yang merepresentasikan proses operasional jalan tol berdasarkan kondisi nyata, meliputi pengelolaan gerbang tol, sistem antrian kendaraan, peningkatan teknologi pembayaran, pemeliharaan fasilitas, penyelamatan kendaraan, pemantauan lalu lintas, serta sistem ekonomi permainan.

Mekanik permainan dirancang agar setiap keputusan pemain memengaruhi kondisi operasional jalan tol. Pendapatan yang diperoleh dari transaksi kendaraan digunakan untuk meningkatkan level gerbang tol maupun melakukan pemeliharaan fasilitas. Sebaliknya, keterlambatan

penanganan kendaraan bermasalah atau kemacetan yang terjadi akan menurunkan performa operasional sehingga pemain dituntut untuk mengelola sumber daya secara efektif.



Gambar 2. Implementasi gameplay *Toll Tycoon*

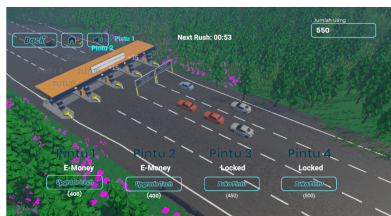
Implementasi tersebut menghasilkan sebuah game simulasi yang terdiri atas dua area permainan, yaitu **Cililitan** dan **Bogor**. Setiap area memiliki dua mode permainan, yaitu **Gerbang Tol** dan **Lalu Lintas Tol**. Mode *Gerbang Tol* harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pemain dapat membuka mode *Lalu Lintas Tol*, sehingga permainan memiliki progres yang terstruktur.

B. Implementasi Mekanik Permainan

Penelitian ini mengimplementasikan beberapa mekanik operasional yang saling terintegrasi untuk merepresentasikan aktivitas pengelolaan jalan tol.

1. Sistem Antrean Kendaraan

Sistem antrean kendaraan menjadi mekanik utama dalam permainan. Kendaraan dihasilkan secara otomatis (spawn) sesuai interval tertentu kemudian memilih jalur gerbang yang tersedia. Lama pelayanan pada setiap gerbang dipengaruhi oleh teknologi pembayaran yang digunakan sehingga semakin tinggi level gerbang maka waktu transaksi menjadi semakin singkat.

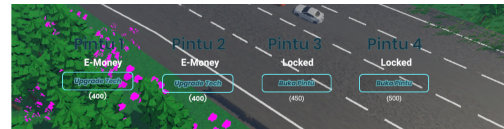


Gambar 3. Implementasi sistem antrean kendaraan

Mekanik ini memberikan tantangan kepada pemain dalam mengurangi panjang antrean sekaligus menjaga kelancaran arus kendaraan agar tidak terjadi kemacetan.

2. Sistem Upgrade Gerbang Tol

Setiap gerbang dapat ditingkatkan secara bertahap menggunakan pendapatan yang diperoleh pemain. Peningkatan gerbang dilakukan mulai dari sistem transaksi manual hingga teknologi pembayaran elektronik dan MLFF.

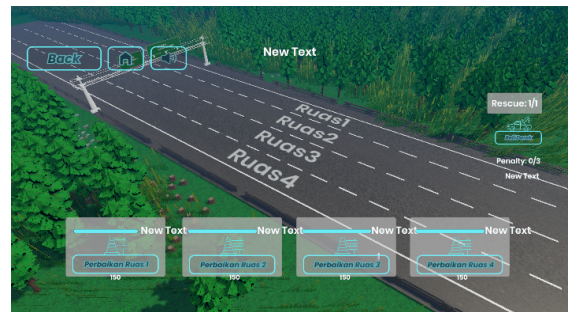


Gambar 4. Implementasi peningkatan gerbang tol

Penerapan sistem upgrade memberikan variasi strategi kepada pemain karena peningkatan teknologi secara langsung memengaruhi kapasitas pelayanan kendaraan.

3. Sistem Maintenance dan Rescue

Selain mengelola transaksi kendaraan, pemain juga harus menangani fasilitas yang mengalami kerusakan maupun kendaraan yang mengalami gangguan di jalan tol. Kedua mekanik tersebut dirancang untuk mensimulasikan aktivitas operasional yang umum dilakukan oleh pengelola jalan tol.



Gambar 5. Implementasi mekanik *maintenance* dan *rescue*

Apabila pemain terlambat melakukan penanganan, kondisi lalu lintas akan terganggu sehingga pendapatan permainan ikut menurun.

4. Sistem Balancing Ekonomi

Seluruh mekanik dihubungkan melalui sistem ekonomi permainan. Pendapatan diperoleh dari transaksi kendaraan, sedangkan biaya

digunakan untuk melakukan peningkatan gerbang, pemeliharaan fasilitas, serta penanganan kendaraan bermasalah. Mekanik ini mendorong pemain untuk menentukan prioritas penggunaan sumber daya agar operasional jalan tol tetap berjalan secara optimal.

C. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan melalui **Alpha Testing** dan **Beta Testing** untuk mengetahui keberhasilan implementasi mekanik operasional.

1. Alpha Testing

Alpha Testing dilakukan menggunakan pendekatan black-box testing terhadap seluruh fitur permainan.

TABEL I. HASIL ALPHA TESTING

Fitur	Hasil
Menu Utama	Berhasil
Gameplay Gerbang Tol	Berhasil
Gameplay Lalu Lintas	Berhasil
Upgrade Gerbang	Berhasil
Maintenance	Berhasil
Rescue	Berhasil
Save Progress	Berhasil
Audio	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional tanpa ditemukan kesalahan yang bersifat kritis. Dengan demikian, implementasi mekanik operasional telah memenuhi spesifikasi sistem yang dirancang.

2. Beta Testing

Evaluasi terhadap pengalaman pengguna dilakukan menggunakan kuesioner skala Likert yang melibatkan pengguna umum.

$$\frac{2818}{3150} \times 100\% = 89,46\%$$

Berdasarkan hasil evaluasi, diperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar **89,46%** yang termasuk dalam kategori **Sangat Setuju**. Nilai tersebut menunjukkan bahwa mekanik operasional yang dikembangkan mampu memberikan pengalaman bermain yang menarik serta mudah dipahami oleh pengguna.

D. Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa mekanik operasional yang diterapkan berhasil merepresentasikan proses pengelolaan jalan tol melalui integrasi sistem antrean kendaraan, pengelolaan gerbang tol, peningkatan teknologi pembayaran, pemeliharaan fasilitas, penyelamatan kendaraan, serta balancing ekonomi permainan. Seluruh mekanik saling berkaitan sehingga setiap keputusan pemain memberikan konsekuensi terhadap kondisi operasional permainan.

Temuan penelitian ini memperluas hasil penelitian Alyamani *et al.* [3] yang menunjukkan bahwa penerapan mekanik permainan mampu meningkatkan keterlibatan pengguna dalam memahami sistem transportasi. Berbeda dengan penelitian tersebut yang berfokus pada edukasi peraturan lalu lintas, penelitian ini mengimplementasikan mekanik operasional yang secara khusus mensimulasikan proses bisnis pengelolaan jalan tol. Integrasi beberapa mekanik operasional ke dalam satu sistem permainan menghasilkan pengalaman simulasi yang lebih realistis dibandingkan game simulasi transportasi yang hanya berfokus pada aspek hiburan.

Hasil Beta Testing sebesar **89,46%** menunjukkan bahwa mekanik yang dikembangkan dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan mekanik operasional yang realistis tidak hanya meningkatkan kualitas gameplay, tetapi juga memberikan pemahaman mengenai aktivitas operasional jalan tol. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berupa model implementasi mekanik operasional yang dapat menjadi referensi dalam pengembangan game simulasi infrastruktur maupun *serious game* pada bidang transportasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan mekanik operasional pada

game simulasi manajemen jalan tol *Toll Tycoon* menggunakan metode *Game Development Life Cycle* (GDLC). Mekanik yang dikembangkan meliputi sistem antrean kendaraan, pengelolaan gerbang tol, peningkatan teknologi pembayaran, pemeliharaan fasilitas, penyelamatan kendaraan, pemantauan lalu lintas, serta sistem ekonomi permainan yang saling terintegrasi. Hasil pengujian *Alpha Testing* menunjukkan seluruh fitur dan mekanik permainan berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional, sedangkan *Beta Testing* memperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar **89,46%** dengan kategori **Sangat Setuju**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa implementasi mekanik operasional mampu memberikan pengalaman simulasi yang menarik, seimbang, dan representatif terhadap proses pengelolaan jalan tol.

Penelitian ini memberikan kontribusi berupa implementasi mekanik operasional yang merepresentasikan aktivitas pengelolaan jalan tol secara lebih realistis dibandingkan pendekatan game simulasi yang berorientasi pada aspek hiburan. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena mekanik permainan belum mengakomodasi kondisi operasional yang lebih kompleks, seperti variasi cuaca, kecelakaan lalu lintas, maupun penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) pada perilaku kendaraan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan mekanik yang lebih adaptif serta mengintegrasikan sistem kecerdasan buatan dan analisis data lalu lintas secara real-time untuk meningkatkan tingkat realisme dan kompleksitas simulasi.

V. REFERENSI

- [1] H. Alyamani, N. Alharbi, A. Roboe, and M. Kavakli, "The Impact of Gamifications and Serious Games on Driving under Unfamiliar Traffic Regulations," *Applied Sciences*, vol. 13, no. 5, p. 3262, 2023, doi: 10.3390/app13053262.
- [2] A. Amalia *et al.*, "AI-Driven Traffic Simulation Using Unity: Implementing Finite State Machines for Adaptive NPC Behaviour," 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/385143681_AI-Driven_Traffic_Simulation_using_Unity_Implementing_Finite_State_Machines_for_Adaptive_NPC_Behaviour
- [3] A. Arief, M. Muhammad, and F. Amin, "Pengembangan Game Edukasi dengan Metode GDLC: Studi Kasus Mata Kuliah Algoritma dan Struktur Data," *IJIS Indonesian Journal on Information System*, vol. 8, no. 2, pp. 120–128, 2023.
- [4] D. Arifudin, Suliswaningsih, D. Pramesti, and L. Heryanti, "Implementasi Game Design Document Pada Perancangan Game-based Learning," *Cogito Smart Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 385–397, 2022.
- [5] L. Caroux and F. Pujol, "Player Enjoyment in Video Games: A Systematic Review and Meta-analysis of the Effects of Game Design Choices," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 40, no. 16, pp. 4227–4238, 2024, doi: 10.1080/10447318.2023.2210880.
- [6] J. Eshuis *et al.*, "Player Experience and Enjoyment: A Preliminary Examination of Differences in Video Game Genre," *Simulation & Gaming*, vol. 54, no. 2, pp. 209–220, 2023, doi: 10.1177/10468781231158818.
- [7] K. Fu, Y. Li, J. He, Y. Yuan, and E. Mai, "Innovative Learning and Training Approach in Business: A Systematic Business Games and Literature Review," in *Proc. 6th Int. Conf. Education and E-Learning (ICEEL)*, Yamanashi, Japan, 2022, pp. 50–58, doi: 10.1145/3578837.3578845.
- [8] V. Geetha, C. K. Gomathy, Vijayasimha, and Vyshnavi, "Optimal Decision Making in Games," *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM)*, vol. 8, no. 2, 2024, doi: 10.55041/IJSREM28889.
- [9] N. Mehanna and W. Rudametkin, "Caught in the Game: On the History and Evolution of Web Browser Gaming," in *Companion Proc. ACM Web Conf.*, Austin, TX, USA, 2023, pp. 1–9, doi: 10.1145/3543873.3585572.
- [10] S. Nova, D. Triasanti, and E. N. Hartiwati, "Perancangan dan Implementasi Game Berbasis Android Menggunakan Unity 3D," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 14, no. 2, 2025, doi: 10.33395/jmp.v14i2.15557.
- [11] M. Parreiras, P. Marques, and G. Xexéo, "A Taxonomy of Game Balancing Elements," 2024, doi: 10.5753/sbgames_estendido.2024.236999.
- [12] J. Raghothama, J. B. Hauge, and S. Meijer, "Curating Player Experience Through Simulations in City Games," *Urban Planning*, vol. 7, no. 2, pp. 253–263, 2022, doi: 10.17645/up.v7i2.5031.
- [13] M. D. Rhamadan, "Implementasi Finite State Machine untuk Dynamic Story dalam Game Simulasi Kampus," *Techno Creative*, vol. 3, no. 2, pp. 91–102, 2025.
- [14] P. Rodrigues *et al.*, "Player Engagement Analysis of a Business Simulation Game from Physiological, Psychological and Behavioral Perspectives: A Case Study," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 19, p. 10143, 2022, doi: 10.3390/app121910143.
- [15] K. Rogers, S. Karaosmanoglu, M. Altmeyer, A. Suarez, and L. E. Nacke, "Much Realistic, Such Wow! A Systematic Literature Review of Realism in Digital Games," in *Proc. CHI Conf. Human Factors in Computing Systems*, New Orleans, LA, USA, 2022, pp. 1–21, doi: 10.1145/3491102.3501875.

- [16] A. Sewagegn, "Optimization of Toll Services Using Queuing Theory in the Case of Ethiopia," *Perner's Contacts*, vol. 17, no. 2, pp. 1–13, 2022, doi: 10.46585/pc.2022.2.2400.
- [17] A. Suparno and D. Utami, "Mechanics of Serious Simulation Game for Karakuri Concept towards Low-Cost Automation," *Greener Journal of Environmental Management and Public Safety*, vol. 13, no. 1, pp. 108–114, 2025, doi: 10.15580/gjemps.2025.1.032725057.
- [18] S. Syarif, T. Hasanuddin, and M. Hasnawi, "Perancangan Game Puzzle Labirin Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC) Berbasis Unreal Engine," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 3, no. 1, pp. 34–41, 2022.
- [19] Universitas Islam Bandung, "Simulasi Antrian Kendaraan Pada Gerbang Tol Pasteur Kota Bandung Menggunakan SimEvents MATLAB," *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 2022. [Online]. Available: <https://journals.unisba.ac.id/index.php/matematika/article/view/1555>
- [20] Y. Zhou, "Game Study on Morning Peak Road Congestion Problem," in *Proc. 3rd International Conference on International Law and Legal Policy*, 2024.