



Pemanfaatan AI Dalam Dunia Game

Ahmad Padla Kamal^{1*}, Dyah Febria Wardhani²

^{1*,2}Teknologi Informasi, Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin, Indonesia

*Email : 240104040185@mhs.uin-antasari.ac.id

Abstract: *The utilization of artificial intelligence (AI) in the gaming industry has significantly advanced, impacting gameplay experience, game development, and player interaction. This study analyzes AI applications in various aspects of the industry, including the development of non-player characters (NPCs), enhancement of gameplay realism, and optimization of game design, using literature review and analysis of modern implementations. The findings reveal that AI enhances NPC intelligence, enables more adaptive and challenging gameplay, and supports developers in procedural design and testing. Moreover, AI processes player data to deliver personalized and dynamic experiences. In conclusion, AI fosters innovation and efficiency in game development, though challenges such as balancing AI with player engagement and addressing ethical concerns in data usage must be considered for sustainable and responsible growth.*

Keywords: *Artificial Intelligence, Game, NPC, Procedural Design, Player Experience*

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam industri game mengalami perkembangan pesat dan mencakup berbagai aspek, mulai dari peningkatan interaksi dengan pemain hingga optimalisasi proses pengembangan. Salah satu kontribusi utama AI adalah dalam menciptakan karakter non-pemain (NPC) yang lebih realistis dan adaptif, sehingga mampu merespons tindakan pemain dengan cara yang lebih dinamis dan manusiawi, meningkatkan imersi dalam permainan. Selain itu, AI juga digunakan untuk mengotomatisasi pengujian dan perbaikan bug melalui alat seperti Cicero, yang menganalisis rekaman gameplay untuk memberikan rekomendasi dalam pengembangan game, sehingga mempercepat dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Lebih lanjut, metode Procedural Content Generation (PCG) berbasis pembelajaran mesin memungkinkan penciptaan konten permainan baru secara otomatis berdasarkan interaksi pemain, yang tidak hanya meningkatkan variasi dan replayability, tetapi juga mengurangi biaya serta waktu yang dibutuhkan dalam produksi game. Namun, meskipun AI menawarkan banyak manfaat, penerapannya dalam industri game juga menimbulkan tantangan etis, terutama terkait dengan kemampuan AI dalam menganalisis dan memodelkan perilaku pemain, yang dapat menimbulkan kekhawatiran mengenai privasi dan transparansi dalam desain game. Oleh karena itu, seiring dengan kemajuan teknologi AI, diperlukan regulasi dan pedoman yang jelas agar penerapannya dalam industri game tidak hanya meningkatkan pengalaman bermain, tetapi juga dilakukan secara etis dan bertanggung jawab.

Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam industri game telah mengalami perkembangan pesat, mencakup berbagai aspek mulai dari pengembangan karakter non-pemain (NPC) yang adaptif hingga otomatisasi proses pengujian dan pengembangan konten generatif. Meskipun AI berkontribusi pada peningkatan kualitas dan efisiensi dalam pengembangan game, penerapannya juga menimbulkan berbagai tantangan, seperti implikasi etis dalam pemodelan perilaku pemain, potensi pengurangan keterlibatan manusia dalam proses kreatif, serta dampak terhadap

keseimbangan gameplay. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha menjawab beberapa pertanyaan utama: (1) Bagaimana AI dimanfaatkan dalam pengembangan game untuk meningkatkan pengalaman bermain? (2) Apa saja tantangan dan dampak yang muncul dari penerapan AI dalam industri game? (3) Bagaimana regulasi dan praktik terbaik dapat diterapkan untuk memastikan pemanfaatan AI yang etis dan bertanggung jawab dalam industri game?

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan AI dalam industri game, dengan fokus pada bagaimana teknologi ini meningkatkan kualitas permainan melalui NPC yang lebih adaptif, otomatisasi pengujian, serta pengembangan konten generatif. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan dan dampak dari penerapan AI, baik dari perspektif teknis maupun etis. Selanjutnya, penelitian ini berupaya merumuskan rekomendasi terkait kebijakan dan praktik terbaik guna memastikan bahwa penggunaan AI dalam pengembangan game dilakukan secara bertanggung jawab, inovatif, dan berorientasi pada peningkatan pengalaman bermain tanpa mengorbankan aspek etika dan kreativitas dalam industri game.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep Dasar AI dalam Game

Kecerdasan buatan (AI) merupakan bidang yang terus berkembang dan berdampak luas dalam berbagai sektor kehidupan seperti pendidikan, kesehatan, hukum, serta budaya. AI didefinisikan sebagai kemampuan mesin untuk melakukan tugas yang memerlukan kecerdasan manusia, termasuk pengambilan keputusan, pembelajaran, dan pemecahan masalah (Sanhaji & Hizbullah, 2023). Sejarahnya dapat ditelusuri sejak publikasi Alan Turing pada tahun 1950 yang menjadi fondasi pemikiran mengenai mesin berpikir (Rifqo et al., 2019). Perkembangannya kian pesat dengan hadirnya teknik pembelajaran mesin dan jaringan saraf tiruan (Meiyanti & Sandy, 2021). Dalam dunia pendidikan, AI dimanfaatkan untuk pengembangan alat pembelajaran adaptif dan interaktif, seperti chatbot yang meningkatkan interaksi siswa (Kamiliyana et al., 2024; Zakiyah et al., 2024). Di bidang kesehatan, AI membantu dalam diagnosa dan pengolahan data medis berbasis big data (Prayoga & Voutama, 2024; Sanhaji & Hizbullah, 2023).

Di sektor hukum, AI menimbulkan tantangan regulasi baru, seperti pengaturan tanggung jawab hukum terhadap tindakan AI (Amboro & Komarhana, 2021; Kusumawardani, 2019). Sementara itu, dalam konteks budaya, AI digunakan untuk interpretasi dan visualisasi warisan budaya melalui media digital (Wibawa et al., 2024). Perkembangan ini menandakan pentingnya integrasi AI secara bijak dalam masyarakat, dengan mempertimbangkan dampak etis dan sosial yang ditimbulkan (Pohan et al., 2023; Zakiyah et al., 2024). Oleh karena itu, pemahaman komprehensif dan lintas disiplin mengenai penerapan AI menjadi krusial untuk menjamin keberlanjutan dan kebermanfaatannya bagi masyarakat luas.

Kecerdasan buatan (AI) dalam industri game telah berkembang pesat dan menjadi elemen penting dalam menciptakan pengalaman bermain yang lebih interaktif dan menantang. Beberapa jenis AI yang umum digunakan antara lain Finite State Machines (FSM), yang memungkinkan karakter non-pemain (NPC) beralih antarstatus

berdasarkan kondisi permainan, seperti dalam sistem perlawanan musuh (Andrea & Palupi, 2018; Syahri & Rizqi, 2024) Sementara itu, Utility AI memberikan fleksibilitas lebih tinggi dalam pengambilan keputusan, terutama dalam game strategi, di mana NPC mengevaluasi berbagai opsi berdasarkan nilai utilitas (Hakim et al., 2020) Procedural Content Generation (PCG) digunakan untuk menciptakan konten game secara otomatis, meningkatkan variasi dan mempertahankan minat pemain (Lara-Cabrera et al., 2015) Selain itu, Hierarchical State Machines (HSM) memperkenalkan struktur perilaku kompleks melalui sistem status hierarkis, meskipun referensi khusus untuk implementasinya masih terbatas (Yang & Nazir, 2021)

AI interaktif, seperti game agents, meningkatkan interaksi dengan pemain, terutama dalam game edukatif yang dirancang untuk membantu proses pembelajaran secara menarik (Andrea & Palupi, 2018; Wijayanti et al., 2018) Di sisi lain, teknik pembelajaran penguatan (reinforcement learning) dan algoritma genetik juga mulai digunakan untuk mengembangkan NPC yang mampu beradaptasi dan belajar dari pengalaman dalam permainan, meskipun belum banyak dijelaskan secara spesifik dalam literatur (Lara-Cabrera et al., 2015; Yang & Nazir, 2021) Berbagai pendekatan AI ini memberikan peluang besar bagi pengembang untuk menciptakan dunia permainan yang lebih realistis, dinamis, dan responsif terhadap perilaku pemain, sehingga meningkatkan kualitas keseluruhan dari gameplay (Syahri & Rizqi, 2024; Wijayanti et al., 2018)

Dari segi penerapan, AI tradisional lebih sesuai untuk tugas-tugas yang memiliki aturan tetap dan dapat diprediksi, sedangkan AI berbasis ML lebih unggul dalam menangani masalah dengan ketidakpastian tinggi serta variasi data yang dinamis. Contohnya, dalam sistem rekomendasi layanan streaming, ML memungkinkan sistem untuk menganalisis preferensi pengguna secara real-time guna memberikan rekomendasi yang lebih relevan (Wu et al., 2024). Kendati demikian, kedua pendekatan ini memiliki tantangan masing-masing. AI tradisional sulit menyesuaikan diri dengan kondisi baru yang belum didefinisikan dalam aturan awal, sementara AI berbasis ML bergantung pada ketersediaan data berkualitas tinggi dan sering kali kurang interpretatif dalam pengambilan keputusan (Astuti et al., 2019). Oleh karena itu, pemilihan metode AI harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dan kompleksitas masalah yang dihadapi dalam berbagai bidang aplikasi.

3.2 Penerapan AI dalam Dunia Game

Kecerdasan Buatan (AI) memainkan peran krusial dalam desain level dan lingkungan game dengan memungkinkan penciptaan dunia permainan yang lebih dinamis dan interaktif. Salah satu kontribusi utama AI dalam bidang ini adalah generasi konten procedural, yang memungkinkan pembuatan level atau lingkungan secara otomatis berdasarkan algoritma tertentu. Pendekatan ini tidak hanya menghemat waktu pengembangan, tetapi juga menciptakan pengalaman bermain yang unik dan bervariasi bagi setiap pemain (H. Zhang, 2023). Selain itu, AI berperan dalam meningkatkan interaksi Non-Playable Characters (NPCs) dengan lingkungan mereka melalui teknik seperti algoritma pathfinding, misalnya A*, yang memungkinkan NPC menavigasi dunia permainan secara lebih realistis dan adaptif terhadap perubahan situasi. Implementasi

ini tidak hanya meningkatkan realisme dalam permainan, tetapi juga memperkaya keterlibatan pemain dengan dunia virtual yang lebih responsif (W. Zhang et al., 2024).

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pengembangan pengalaman pemain dalam video game, khususnya melalui Adaptive AI dan Procedural Content Generation (PCG), berkontribusi signifikan dalam meningkatkan interaktivitas serta kedalaman permainan. Adaptive AI memungkinkan permainan menyesuaikan diri dengan perilaku pemain secara real-time, menjaga tantangan tetap relevan dan menarik (Zhao, 2024). Sementara itu, PCG secara otomatis menghasilkan konten game, seperti peta, misi, dan elemen naratif, sehingga memperkaya variasi pengalaman bermain dan mengurangi ketergantungan pada desain manual (Bontchev et al., 2017). Implementasi algoritma evolusioner dalam PCG dapat meningkatkan dinamika permainan dengan menciptakan lingkungan yang responsif terhadap pemain (Lara-Cabrera et al., 2014), sedangkan personalisasi konten melalui AI mampu menyesuaikan tantangan dengan preferensi individu, meningkatkan keterlibatan serta retensi pemain (Shaker et al., 2021). Kombinasi antara Adaptive AI dan PCG menghasilkan pengalaman bermain yang unik dan terus berkembang, menciptakan ekosistem game yang lebih imersif dan inovatif (Y. Zhang & Sun, 2022).

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pengembangan karakter Non-Playable Character (NPC) telah merevolusi desain game dengan meningkatkan realisme, interaktivitas, dan kompleksitas perilaku NPC. Algoritma seperti *Finite State Machine* (FSM) memungkinkan NPC untuk merespons situasi secara dinamis, sedangkan algoritma A* digunakan untuk menentukan pergerakan yang lebih efisien (Solihin et al., 2019). Selain itu, pendekatan berbasis *fuzzy logic* memungkinkan NPC mengambil keputusan strategis yang lebih adaptif dalam pertempuran (Darmawan et al., 2018). Perkembangan AI juga telah memungkinkan NPC untuk memberikan respons yang lebih manusiawi melalui model empowerment dan pembelajaran penguatan (*reinforcement learning*), yang meningkatkan kedalaman interaksi serta pengalaman bermain (Guckelsberger et al., 2016). Dengan AI, NPC tidak hanya menjadi elemen tambahan dalam dunia game, tetapi juga berperan sebagai agen yang cerdas dan adaptif yang mampu menyesuaikan diri dengan gaya bermain pemain serta berkontribusi pada narasi dan dinamika gameplay yang lebih menarik (Zhao, 2024). Seiring dengan perkembangan teknologi, integrasi AI dalam NPC diharapkan terus meningkat, menciptakan pengalaman bermain yang lebih imersif dan menantang bagi para pemain.

Kecerdasan Buatan (AI) memainkan peran penting dalam meningkatkan pengalaman bermain game multipemain, terutama melalui penerapan bot cerdas dan sistem pencocokan pemain (matchmaking) yang canggih. Bot AI umumnya digunakan untuk mengisi kekosongan dalam permainan, baik ketika jumlah pemain manusia terbatas maupun sebagai alat pelatihan bagi pemain baru. Kemampuan bot AI dalam meniru perilaku manusia dan menyesuaikan diri dengan keterampilan pemain dapat secara signifikan memengaruhi keterlibatan serta kepuasan dalam lingkungan permainan multipemain (Baur et al., 2018; Wardaszko et al., 2019). Jika sebelumnya AI dalam video game lebih berfokus pada skenario pemain tunggal, kemajuan teknologi kini memungkinkan bot yang lebih responsif untuk berfungsi secara efektif dalam pengaturan multipemain. Misalnya, bot AI saat ini dirancang untuk belajar dari interaksi

dengan pemain serta menyesuaikan tingkat kesulitan secara dinamis guna menciptakan keseimbangan yang optimal antara tantangan dan keterampilan (Buckley et al., 2014).

Sistem pencocokan pemain berperan penting dalam menciptakan permainan yang seimbang dengan memastikan bahwa pemain dipasangkan dengan lawan yang memiliki tingkat keterampilan serupa. Hal ini krusial untuk menjaga keadilan dalam permainan serta meningkatkan retensi pemain (Wardaszko et al., 2019). Algoritma pencocokan modern menggunakan metrik yang lebih kompleks dibandingkan sekadar catatan kemenangan dan kekalahan, dengan mempertimbangkan perilaku pemain, performa dalam permainan, serta profil psikologis guna menciptakan pertandingan yang lebih optimal (Tiffany et al., 2021; Wu et al., 2024). Misalnya, penerapan teknik pembelajaran mesin dalam sistem pencocokan memungkinkan penilaian yang lebih mendalam terhadap keterampilan dan kompatibilitas pemain, yang pada akhirnya menghasilkan pengalaman bermain yang lebih memuaskan (Sarkar et al., 2017). Tren terbaru menekankan pentingnya mempertimbangkan preferensi serta gaya bermain pemain dalam kerangka kerja pencocokan, menunjukkan pergeseran menuju pengalaman bermain yang lebih personal (Wang et al., 2015). Dengan demikian, AI dalam game multipemain tidak hanya meningkatkan keterlibatan pemain melalui bot adaptif dan sistem pencocokan yang lebih akurat, tetapi juga mendukung interaksi sosial di antara para pemain, yang berkontribusi pada pertumbuhan dan keberlanjutan komunitas game secara keseluruhan.

3.3 Dampak dan Tantangan Penggunaan AI Dalam Game

Dampak Kecerdasan Buatan (AI) dalam Industri Permainan

Kecerdasan Buatan (AI) memiliki pengaruh yang signifikan dalam industri permainan, terutama dalam peningkatan kualitas game, efisiensi produksi, dan pengalaman bermain yang lebih realistis. Implementasi AI dalam pengembangan game memungkinkan terciptanya pengalaman yang lebih imersif serta proses produksi yang lebih efisien, sekaligus meningkatkan interaksi antara pemain dan lingkungan permainan.

1. Peningkatan Kualitas Game

AI telah berkontribusi terhadap peningkatan kualitas game dengan menciptakan pengalaman bermain yang lebih dinamis dan adaptif. Pembuatan konten prosedural yang didukung oleh AI memungkinkan pengembang untuk secara otomatis menghasilkan level serta lingkungan permainan yang bervariasi, meningkatkan nilai replayability dan memberikan tantangan baru bagi pemain. Misalnya, algoritma A* yang digunakan dalam pathfinding karakter non-pemain (NPC) memastikan bahwa NPC dapat bergerak dengan cara yang lebih realistis serta responsif terhadap perubahan situasi dalam permainan, sehingga meningkatkan tingkat imersi secara keseluruhan (Hermanto et al., 2024). Selain itu, penelitian oleh Gumelar dan Setiawan (2022) menunjukkan bahwa game yang mengadopsi teknologi kecerdasan buatan cenderung lebih menarik dan interaktif bagi pemain.

2. Efisiensi Produksi

Selain meningkatkan kualitas game, AI juga berperan dalam meningkatkan efisiensi produksi. Penggunaan teknologi seperti finite state machine (FSM) memungkinkan pengembang untuk mengatur perilaku NPC dengan lebih efektif, termasuk dalam pengambilan keputusan yang kompleks dan adaptif terhadap lingkungan permainan (Astuti et al., 2019). Dengan demikian, AI dapat mengurangi waktu serta biaya yang diperlukan dalam pengembangan game, karena otomatisasi berbagai proses desain dan pemrograman mengurangi kebutuhan akan intervensi manual dalam pengelolaan elemen permainan.

3. Pengalaman Bermain yang Lebih Realistik

AI juga berkontribusi pada peningkatan realisme dalam pengalaman bermain. Salah satu aspek utama dari hal ini adalah kemampuan NPC untuk "mengingat" interaksi sebelumnya dengan pemain, menciptakan interaksi yang lebih mendalam dan dinamis. Sebagai contoh, NPC dapat merespons tindakan pemain di masa lalu, seperti memberikan tindak lanjut positif setelah menerima bantuan dari pemain. Penelitian yang dilakukan oleh Ryan et al. menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman interaksi NPC dapat meningkatkan kualitas pengalaman bermain secara keseluruhan. Selain itu, penerapan narasi dinamis yang dihasilkan oleh AI memungkinkan jalannya cerita dalam permainan berkembang sesuai dengan pilihan pemain, sehingga menciptakan pengalaman yang lebih personal dibandingkan dengan narasi yang bersifat linier. Dengan integrasi AI dalam pengembangan game, industri permainan terus mengalami kemajuan dalam menghadirkan pengalaman bermain yang lebih menarik, efisien, dan realistis. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kualitas permainan tetapi juga memberikan peluang baru bagi pengembang untuk menciptakan dunia virtual yang lebih kompleks dan responsif terhadap interaksi pemain.

Tantangan dan Keterbatasan dalam Pengembangan Game Berbasis Kecerdasan Buatan (AI) Dalam pengembangan game yang memanfaatkan Kecerdasan Buatan (AI), terdapat berbagai tantangan dan keterbatasan yang perlu diperhatikan, termasuk biaya pengembangan yang tinggi, risiko eksploitasi, serta pertimbangan etika. Ketiga aspek ini memiliki implikasi yang signifikan terhadap industri game dan memerlukan solusi yang komprehensif untuk memastikan penerapan AI yang berkelanjutan dan bertanggung jawab.

4. Biaya Pengembangan

Implementasi AI dalam game membutuhkan investasi yang besar, terutama dalam hal riset dan pengembangan, infrastruktur perangkat keras, serta pelatihan model AI yang kompleks. Pengembang harus mengalokasikan sumber daya yang signifikan untuk merekrut tenaga ahli yang memiliki keahlian dalam pembelajaran mesin dan teknik AI canggih (Gumelar & Setiawan, 2022). Selain itu, integrasi AI dalam mekanisme

permainan sering kali memunculkan tantangan teknis yang memerlukan waktu dan biaya tambahan untuk diatasi. Masalah ini semakin kompleks bagi pengembang game indie yang memiliki keterbatasan anggaran, sehingga membatasi inovasi mereka dalam menerapkan AI secara optimal (Delic & Delfabbro, 2022)

5. Risiko Eksploitasi

Penggunaan AI dalam game juga menghadirkan potensi eksploitasi terhadap pemain. AI yang dirancang untuk menganalisis perilaku pemain dan menyesuaikan pengalaman bermain dapat disalahgunakan untuk kepentingan pihak tertentu. Misalnya, dalam sistem play-to-earn, terdapat risiko bahwa pemain dimanipulasi agar terus bermain dengan insentif ekonomi yang tidak adil, yang pada akhirnya mengarah pada eksploitasi finansial (Delic & Delfabbro, 2022). Selain itu, AI dapat digunakan untuk menciptakan dark patterns, yaitu mekanisme permainan yang secara tidak sadar mempengaruhi keputusan pemain agar menghabiskan lebih banyak waktu atau uang dalam permainan (Brown & Sandholm, 2019). Risiko ini menimbulkan tantangan bagi pengembang dalam memastikan AI digunakan secara etis dan tidak merugikan komunitas pemain.

4. Etika dalam Penggunaan AI dalam Game

Aspek etika menjadi pertimbangan penting dalam pengembangan game berbasis AI. Pengembang harus mempertimbangkan dampak sosial dari penggunaan AI, termasuk potensi bias algoritmik yang dapat menyebabkan ketidakadilan dalam interaksi permainan. Salah satu tantangan utama adalah penggunaan data pribadi pemain, yang dapat dimanfaatkan untuk menyesuaikan pengalaman bermain tetapi juga berisiko melanggar privasi mereka (Lankes & Stöckl, 2023). Selain itu, pengembang harus memastikan bahwa AI tidak memperkuat stereotip atau diskriminasi dalam desain permainan, yang dapat berdampak negatif terhadap pengalaman pemain dari berbagai latar belakang (Vakkuri et al., 2019). Sayangnya, meskipun kesadaran akan etika AI semakin meningkat, banyak pengembang masih kesulitan mengintegrasikan praktik yang bertanggung jawab ke dalam proses pengembangan game karena tekanan industri yang menuntut efisiensi dan profitabilitas (Lankes & Stöckl, 2023).

5. Studi Kasus Penggunaan AI Dalam Game populer

Studi Kasus Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI) dalam Game Populer

Dalam era pengembangan game modern, Kecerdasan Buatan (AI) telah menjadi elemen kunci dalam menciptakan pengalaman yang lebih interaktif dan mendalam bagi pemain. Berbagai judul permainan populer telah memanfaatkan AI untuk meningkatkan dinamika gameplay, memperkaya interaksi dengan Non-Playable Characters (NPC), serta mengoptimalkan strategi dalam game kompetitif. Studi kasus berikut mengilustrasikan bagaimana AI telah diterapkan secara inovatif dalam *The Last of Us*, *Red Dead Redemption 2*, dan *Dota 2*.

a. The Last of Us: AI untuk Interaksi Musuh yang Adaptif

The Last of Us, sebuah game aksi-petualangan yang dikembangkan oleh Naughty Dog, dikenal karena sistem AI yang canggih dalam mengelola perilaku NPC, khususnya musuh. AI dalam game ini tidak hanya beroperasi berdasarkan skrip yang telah ditentukan, tetapi juga mampu beradaptasi terhadap tindakan pemain dan kondisi lingkungan di sekitar mereka.

Adaptasi Strategi Musuh: Musuh dalam *The Last of Us* memiliki kemampuan untuk "mengingat" pola permainan pemain dan menyesuaikan strategi mereka secara dinamis. Jika pemain cenderung menggunakan taktik sembunyi-sembunyi, AI musuh dapat mulai bekerja sama untuk mencari di tempat yang lebih luas atau melakukan patroli yang lebih ketat (H. Zhang, 2023).

Koordinasi NPC: AI juga memungkinkan musuh untuk berkomunikasi satu sama lain secara taktis. Misalnya, ketika seorang musuh menemukan pemain, mereka dapat memberi tahu rekan-rekannya untuk menyebar dan mengepung, menciptakan tantangan yang lebih realistis dan menegangkan.

b. Red Dead Redemption 2: AI untuk Dunia Terbuka yang Dinamis

Red Dead Redemption 2, dikembangkan oleh Rockstar Games, menghadirkan salah satu dunia terbuka paling imersif dalam sejarah game, berkat penerapan AI yang inovatif dalam mengelola perilaku NPC dan interaksi dunia.

NPC dengan Kehidupan Mandiri: AI memungkinkan setiap NPC dalam game memiliki rutinitas harian yang unik, termasuk bekerja, makan, tidur, serta bereaksi terhadap lingkungan dan tindakan pemain. NPC bahkan dapat mengingat interaksi sebelumnya dengan pemain, yang memengaruhi cara mereka berinteraksi di masa mendatang (Anbarci & Ismail, 2022)

Sistem Moralitas yang Dinamis: Jika pemain memperlakukan NPC dengan baik, mereka mungkin bersikap lebih ramah atau bahkan menawarkan bantuan di kemudian hari. Sebaliknya, jika pemain sering bertindak agresif, NPC akan menghindari atau bahkan melaporkan pemain kepada pihak berwenang. AI ini menciptakan pengalaman yang lebih personal dan mendalam, meningkatkan rasa keterlibatan pemain dalam dunia game.

4. KESIMPULAN

AI dalam industri game meningkatkan pengalaman bermain melalui mekanisme adaptif dan interaktif, seperti musuh yang menyesuaikan strategi pemain dalam *The Last of Us* atau NPC dengan rutinitas dinamis di *Red Dead Redemption 2*. Dalam game kompetitif seperti *Dota 2*, AI mengoptimalkan strategi lewat bot dan machine learning. Untuk mendukung perkembangan ini, diperlukan penelitian lanjutan dalam meningkatkan kecerdasan adaptif NPC serta eksplorasi AI dalam interaksi sosial dan pengambilan keputusan. Kolaborasi antara akademisi dan industri juga penting untuk menciptakan algoritma yang efisien dan realistis, sehingga AI dapat terus mendorong inovasi dalam gameplay yang dinamis dan imersif.

REFERENSI

- Abdi, M., Herumurti, D., & Kuswardayan, I. (2017). Analisis Perbandingan Kecerdasan Buatan Pada Computer Player Dalam Mengambil Keputusan Pada Game Battle RPG. *Juti Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 226–237. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v15i2.a671>
- Amboro, F. L. Y. P., & Komarhana, K. (2021). PROSPEK KECERDASAN BUATAN SEBAGAI SUBJEK HUKUM PERDATA DI INDONESIA [Prospects of Artificial Intelligence as a Subject of Civil Law in Indonesia]. *Law Review*, 2, 145. <https://doi.org/10.19166/lr.v0i2.3513>
- Anbarcı, N., & Ismail, M. S. (2022). *AI-powered Mechanisms as Judges: Breaking Ties in Chess and Beyond*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2210.08289>
- Andrea, R., & Palupi, S. (2018). Membangun Edugame “Boni Kids – Borneo Animal Kids” Permainan Match-Up Dengan Teknik Pengacakan Shuffle Dan Pengembangan Agen Cerdas Dengan Model Finite State Machine (Fsm). *Sebatik*, 19(1), 6–10. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v19i1.89>
- Astuti, Y. W., Yunus, A., & Ahsan, M. (2019). Perilaku Non Player Character (Npc) Pada Game FPS “Zombie Colonial Wars” Menggunakan Finite State Machine (Fsm). *Kurawal - Jurnal Teknologi Informasi Dan Industri*, 2(1), 53–63. <https://doi.org/10.33479/kurawal.2019.2.1.53-63>
- Atthariq, A., & Putra, D. A. (2018). Penentuan Pergerakan Non-Player Character Menggunakan Algoritma A* Pada Game Action- Role-Playing Game. *Jurnal Infomedia*, 2(2). <https://doi.org/10.30811/v2i2.516>
- Baur, K., Schättin, A., Bruin, E. D. d., Riener, R., Duarte, J. E., & Wolf, P. (2018). Trends in Robot-Assisted and Virtual Reality-Assisted Neuromuscular Therapy: A Systematic Review of Health-Related Multiplayer Games. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0449-9>
- Bontchev, B., Lara-Cabrera, R., Cotta, C., Fernández, A., Shaker, N., Yannakakis, G., Togelius, J., Nicolau, M., O'Neill, M., Khaled, R., Nelson, M., Barr, P., Zhang, Y., & Sun, Y. (2017). Modern trends in the automatic generation of content for video games. *Serdica Journal of Computing*, 10(2), 133–166. <https://doi.org/10.55630/sjc.2016.10.133-166>
- Brown, N., & Sandholm, T. (2019). Superhuman AI for Multiplayer Poker. *Science*, 365(6456), 885–890. <https://doi.org/10.1126/science.aay2400>
- Buckley, D., Chen, K., & Knowles, J. (2014). *Rapid Skill Capture in a First-Person Shooter*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1411.1316>
- Cruz, C., & Uresti, J. (2018). HRLB²: A Reinforcement Learning Based Framework for Believable Bots. *Applied Sciences*, 8(12), 2453. <https://doi.org/10.3390/app8122453>
- Darmawan, M., Haryanto, H., & Rahayu, Y. (2018). Perilaku Penyerangan NPC Berbasis Fuzzy Sugeno pada Game Action-RPG Bertema Sejarah Geger Pacinan. *Creative Information Technology Journal*, 4(3), 195. <https://doi.org/10.24076/citec.2017v4i3.110>
- Delic, A., & Delfabbro, P. (2022). Profiling the Potential Risks and Benefits of Emerging “Play to Earn” Games: A Qualitative Analysis of Players’ Experiences With Axie Infinity. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 22(1), 634–647. <https://doi.org/10.1007/s11469-022-00894-y>

- Fitriyanto, D. A., & Zakariya, A. F. (2023). Evolusi Peran Arsitek Di Era Artificial Intelligence Dan Teknologi Berbasis Data. *Jurnal Arsitektur Terracotta*, 5(1), 23–29. <https://doi.org/10.26760/terracotta.v5i1.10619>
- Guckelsberger, C., Salge, C., & Colton, S. (2016). *Intrinsically Motivated General Companion NPCs via Coupled Empowerment Maximisation*. <https://doi.org/10.1109/cig.2016.7860406>
- Gumelar, A. B., & Setiawan, W. P. A. (2022). Pengembangan Permainan Berbasis Komputer Dengan Kendali Suara Bagi Penyandang Disabilitas: Dalam Perspektif Studi Literatur. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (Janapati)*, 11(3), 249–258. <https://doi.org/10.23887/janapati.v11i3.47859>
- Hakim, S. H., Kholimi, A. S., & Husniah, L. (2020). Implementasi Utility AI Untuk Pembuatan Fitur Auto-Battle Pada Game Dude Knight. *Jurnal Repositor*, 2(3), 277–286. <https://doi.org/10.22219/repositor.v2i3.495>
- Hermanto, H., Sahertian, J., & Niswatin, R. K. (2024). Pembuatan Game 3D “HOLO-PAC” Dengan Menerapkan Algoritma A*. *Stains*, 3(1), 380–387. <https://doi.org/10.29407/stains.v3i1.4331>
- Ismah, N. (2024). Literatur Review: Kecerdasan Buatan Dalam Desain Grafis - Menavigasi Peluang Dan Tantangan Di Era Digital. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(10), 4285–4293. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i10.1707>
- Kamiliyana, A. A., Lusiani, S., & Kamalia, S. C. (2024). Implikasi Perkembangan AI Terhadap Keberlanjutan Sumber Daya Desainer Grafis Dalam Lingkup Masyarakat Industri 5.0. *Arus Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 4(1), 362–369. <https://doi.org/10.57250/ajsh.v4i1.420>
- Karaca, Y., Derias, D., & Sarsar, G. (2023). *AI-Powered Procedural Content Generation: Enhancing NPC Behaviour for an Immersive Gaming Experience*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/8pt4q>
- Kusumawardani, Q. D. (2019). Hukum Progresif Dan Perkembangan Teknologi Kecerdasan Buatan. *Veritas Et Justitia*, 5(1), 166–190. <https://doi.org/10.25123/vej.3270>
- Lankes, M., & Stöckl, A. (2023). AI-Powered Game Design: Experts Employing ChatGPT in the Game Design Process. *The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics*, 24, 1–9. <https://doi.org/10.55549/epstem.1406194>
- Lara-Cabrera, R., Cotta, C., & Fernández, A. (2014). *Using self-adaptive evolutionary algorithms to evolve dynamism-oriented maps for a real time strategy game*. 256–263. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43880-0_28
- Lara-Cabrera, R., Nogueira-Collazo, M., Cotta, C., & Fernández, A. J. (2015). Procedural Content Generation for Real-Time Strategy Games. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 3(2), 40. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2015.325>
- Liu, A. (2024). AI Techniques in Board Game: A Survey. *Applied and Computational Engineering*, 79(1), 49–59. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/79/20241297>
- Meiyanti, R., & Sandy, C. L. M. (2021). Klasifikasi Jenis Suara Wanita Berdasarkan Register Suara Dalam Teknik Bernyanyi Secara Real Time Menggunakan Algoritma BAM Dan Algoritma Viterbi. *Jurnal Tika*, 5(3), 60–69. <https://doi.org/10.51179/tika.v5i3.17>
- Novanto, A., & Rizqi, M. (2023). Desain Game Mekanik Interaktif Antar Karakter Dengan Kuda

-
- Pada Game. *Simkom*, 8(2), 137–149. <https://doi.org/10.51717/simkom.v8i2.238>
- Pohan, Z. R. H., Idris, M. N., Ramli, R., Anwar, A., & Paisal, J. (2023). Sejarah Peradaban Dan Masa Depan Kesadaran Manusia Pada Posisi Ontologis Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) Dalam Perspektif Alquran. *Basha Ir Jurnal Studi Al-Qur an Dan Tafsir*, 29–38. <https://doi.org/10.47498/bashair.v3i1.2030>
- Prayoga, A. H., & Voutama, A. (2024). Pengembangan Aplikasi Bank Account Fraud Detection Dengan Menggunakan Algoritma Xgboost. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 2916–2922. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i3.9564>
- Putera, M. I. A., & Murti, D. H. (2018). Peningkatan Kecerdasan Computer Player Pada Game Pertarungan Berbasis K-Nearest Neighbor Berbot. *Juti Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 90–104. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v16i1.a710>
- Rifqo, M. H., Prabowo, D. A., & Haura, M. (2019). Perbandingan Metode Certainty Factor Dan Dempster-Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Dan Mulut. *Jurnal Informatika Upgris*, 5(2). <https://doi.org/10.26877/jiu.v5i2.4225>
- Sanhaji, G., & Hizbullah, A. I. (2023). Pemanfaatan Artificial Intelligence Dalam Bidang Kesehatan. *Edusaintek Jurnal Pendidikan Sains Dan Teknologi*, 11(1), 234–242. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i1.999>
- Sarkar, A., Williams, M., Deterding, S., & Cooper, S. (2017). *Engagement Effects of Player Rating System-Based Matchmaking for Level Ordering in Human Computation Games*. 1–10. <https://doi.org/10.1145/3102071.3102093>
- Shahzad, M. F., Xu, S., Lim, W. M., Yang, X., & Khan, Q. R. (2024). Artificial intelligence and social media on academic performance and mental well-being: Student perceptions of positive impact in the age of smart learning. *Heliyon*, 10(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29523>
- Shaker, N., Yannakakis, G., Togelius, J., Nicolau, M., & O'Neill, M. (2021). Evolving personalized content for super mario bros using grammatical evolution. *Proceedings of the Aaai Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment*, 8(1), 75–80. <https://doi.org/10.1609/aiide.v8i1.12501>
- Solihin, A., Hidayat, E., & Aldya, A. (2019). Application of the Finite State Machine Algorithm on 2D Platformer Rabbit Games vs Zombies. *Jurnal Online Informatika*, 4(1), 33–38. <https://doi.org/10.15575/join.v4i1.293>
- Syahri, A. F., & Rizqi, M. (2024). Sistem Perlawanan Musuh Dengan Artificial Intelligence (AI) Finite State Machine (FSM) Pada Game Petualangan. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Bisnis*, 15(2), 51–66. <https://doi.org/10.47927/jikb.v15i2.765>
- Tiffany, D., Wang, S. I., Yu, D. S., McMillian, M. G., & McMahan, R. P. (2021). *Using Machine Learning to Predict Game Outcomes Based on Player-Champion Experience in League of Legends*. 1–5. <https://doi.org/10.1145/3472538.3472579>
- Vakkuri, V., Kemell, K., & Abrahamsson, P. (2019). *Implementing Ethics in AI: Initial Results of an Industrial Multiple Case Study*. 331–338. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35333-9_24
- Wang, H., Yang, H.-T., & Sun, C. (2015). Thinking Style and Team Competition Game Performance and Enjoyment. *Ieee Transactions on Computational Intelligence and Ai in*

- Games*, 7(3), 243–254. <https://doi.org/10.1109/tciaig.2015.2466240>
- Wardaszko, M., Ćwil, M., Chojecki, P., & Dąbrowski, K. (2019). *Analysis of Matchmaking Optimization Systems Potential in Mobile eSports*. <https://doi.org/10.24251/hicss.2019.297>
- Wibawa, M., Sunarmi, S., & Soewarlan, S. (2024). Transformasi Digital Sebagai Strategi Kenusantaraan Warisan Budaya: Studi AI Pada Kereta Kencana Paksi Naga Liman. *Mavis Jurnal Desain Komunikasi Visual*, 6(01), 1–11. <https://doi.org/10.32664/mavis.v6i01.1187>
- Wijaya, D., Haryanto, H., Astuti, E. Z., & Wijanarto, W. (2021). Algoritme Genetika Untuk Desain Level Dinamis Pada Game Edukasi Kebakaran Hutan. *Komputika Jurnal Sistem Komputer*, 10(1), 69–76. <https://doi.org/10.34010/komputika.v10i1.3586>
- Wijayanti, S., Nurhuda, A., & Andrea, R. (2018). Edugame “Etam-Tainment” Pembelajaran Bahasa Kutai Dengan Shuffle Random Dan Agen Cerdas. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (Jnteti)*, 7(3). <https://doi.org/10.22146/jnteti.v7i3.439>
- Wu, R., Meng, X., Chen, H., Zhu, Z., & Wang, B. (2024). Achieving Fairness in Team-Based FPS Games: A Skill-Based Matchmaking Solution. *Applied and Computational Engineering*, 44(1), 208–223. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/44/20230050>
- Yang, T., & Nazir, S. (2021). *A Comprehensive Overview of AI-Enabled Music Classification and Its Influence in Games*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1089338/v1>
- Zakiyah, N. U., Ameera, V., Ritonga, A. E., Aisah, N., Lingga, S. A., & Akmalia, R. (2024). Penggunaan AI Dalam Dunia Pendidikan. *Mahira*, 4(1), 1–16. <https://doi.org/10.55380/mahira.v4i1.557>
- Zhang, H. (2023). The Application of Artificial Intelligence Technology in Game Design. *Applied and Computational Engineering*, 19(1), 197–204. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/19/20231032>
- Zhang, W., Xu, M., Feng, Y., Mao, Z., & Yan, Z. (2024). The Effect of Procrastination on Physical Exercise among College Students—The Chain Effect of Exercise Commitment and Action Control. *International Journal of Mental Health Promotion*, 26(8), 611–622. <https://doi.org/10.32604/ijmh.2024.052730>
- Zhang, Y., & Sun, Y. (2022). *A real-time multiplayer fps game using 3d modeling and ai machine learning*. <https://doi.org/10.5121/csit.2022.121310>
- Zhao, Z. (2024). Application and Problems of AI in Game Development. *Applied and Computational Engineering*, 110(1), 13–21. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/110/2024melb0095>