



Game *Forest Keeper* sebagai Edukasi Lingkungan SDGs *Life on Land*

Nurul Afifatul Khasanah*, Dani Arifudin

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan *Forest Keeper*, sebuah game edukasi interaktif berbasis desktop 3D yang dirancang untuk meningkatkan kesadaran pemain terhadap pelestarian ekosistem daratan, khususnya hutan dan keanekaragaman hayati, sesuai dengan tujuan SDG 15: *Life on Land*. Game ini menyajikan simulasi interaktif yang memungkinkan pemain mengambil keputusan terkait pengelolaan hutan, perlindungan flora dan fauna, serta pencegahan kerusakan lingkungan dalam dunia virtual. Metode yang digunakan dalam pengembangan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), yang terdiri dari enam tahap: konsep, desain, pengumpulan materi, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Pendekatan ini digunakan untuk menghasilkan media pembelajaran yang terstruktur, menarik, dan mendukung keterlibatan aktif pengguna dalam proses belajar. Setiap elemen game dirancang untuk menyampaikan pesan edukatif melalui visualisasi, narasi, serta mekanika permainan yang sesuai dengan konteks lingkungan. Hasil dari penelitian ini adalah prototipe game *Forest Keeper* yang telah diuji coba secara terbatas. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner dan observasi terhadap responden dari kalangan remaja dan dewasa muda. Hasil menunjukkan peningkatan pemahaman terhadap isu lingkungan, seperti deforestasi dan degradasi lahan, serta munculnya sikap peduli dan keinginan untuk berkontribusi dalam pelestarian alam. Game ini juga dinilai menarik, mudah dimainkan, dan mampu menyampaikan materi secara efektif. Dengan demikian, *Forest Keeper* memiliki potensi sebagai media edukatif inovatif dalam mendukung pencapaian SDG 15 secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Sustainable Development Goals (SDGS), Pelestarian Lingkungan, Game Edukasi Interaktif*

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jtp.v2i4.1734>

*Correspondence: Nurul Afifatul

Khasanah

Email: nafvy213@gmail.com

Received: 22-04-2025

Accepted: 22-05-2025

Published: 22-06-2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: This study aims to develop *Forest Keeper*, a 3D desktop-based interactive educational game designed to increase player awareness of terrestrial ecosystem conservation, especially forests and biodiversity, in accordance with SDG 15: *Life on Land*. This game presents an interactive simulation that allows players to make decisions related to forest management, flora and fauna protection, and prevention of environmental damage in a virtual world. The method used in the development is the *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), which consists of six stages: concept, design, material collection, creation, testing, and distribution. This approach is used to produce learning media that is structured, attractive, and supports active user involvement in the learning process. Each element of the game is designed to convey educational messages through visualizations, narratives, and game mechanisms that are appropriate to the environmental context. The results of this study are a prototype of the *Forest Keeper* game that has been tested on a limited basis. Evaluation was carried out through questionnaires and observations of respondents from adolescents and young adults. The results showed an increase in understanding of environmental issues, such as deforestation and land degradation, as well as the emergence of caring attitudes and a desire to contribute to nature conservation. This game is also considered interesting, easy to play, and able to convey material effectively. Therefore, *Forest Keeper* has the potential to be an innovative educational media that supports the achievement of SDG 15 in a sustainable manner.

Keywords: *Sustainable Development Goals (SDGS), Environmental Conservation, Interactive Educational Game*

Pendahuluan

Salah satu masalah global yang paling menantang saat ini adalah pembangunan yang berkelanjutan. Dengan kerusakan lingkungan dan perubahan iklim yang semakin parah, perhatian global tertuju pada pemenuhan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) (Alcántara-Rubio et al, 2022). Salah satu tujuan utama SDG adalah *Life on Land* (Hidup di Datar), yang bertujuan untuk melestarikan ekosistem daratan, termasuk hutan, keanekaragaman hayati, dan mengatasi degradasi lahan. Namun, masalah lingkungan masih kurang dikenal di seluruh dunia, terutama di kalangan generasi muda yang akan membangun bangsa (*SDG-15: Life on Land 17, 2022*).

Ekosistem darat yang berkembang adalah aset fundamental dan dasar kehidupan di planet Bumi. Ini adalah campuran kompleks dari tanah, air, dan keanekaragaman hayati yang menyediakan berbagai layanan bagi umat manusia (Bain et al., 2020). Untuk mengatasi semua masalah di atas, kita perlu menjaga planet yang hidup di mana alam dan manusia berkembang dan generasi mendatang tidak dikompromikan (Kumar & Isha, 2024). Untuk mencapai SDG 15, pengelolaan berkelanjutan sangat penting. Tujuannya adalah untuk melindungi, memulihkan, dan mendorong penggunaan berkelanjutan ekosistem darat, mengelola hutan secara berkelanjutan, memerangi desertifikasi, dan menghentikan dan membalikkan degradasi lahan dan kehilangan keanekaragaman hayati (Kerton, 2023).

Menurut laporan PBB menunjukkan bahwa lebih dari 1,6 miliar orang bergantung pada hutan sebagai sumber mata pencaharian mereka, dan hilangnya hutan dapat mengancam keberlangsungan hidup mereka. Oleh karena itu, Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang ditetapkan oleh PBB pada tahun 2015 sangat relevan (Lalitha & Radhakrishnamurthy, 1975). SDG 15, yang berfokus pada kehidupan di darat, menekankan pentingnya melindungi, memulihkan, dan mendorong penggunaan berkelanjutan ekosistem darat. Targetnya mencakup pengelolaan hutan yang berkelanjutan, pengurangan degradasi lahan, dan perlindungan keanekaragaman hayati ((SDGs), 2022).

Pendidikan adalah salah satu cara yang efektif untuk mencapai tujuan keberlanjutan. Pendidikan lingkungan yang baik dapat membantu masyarakat memahami masalah keberlanjutan dan mengambil tindakan (Setya Dewi & Ganing, 2022). Media pembelajaran interaktif seperti game edukasi telah muncul sebagai cara inovatif dan menarik untuk mengajar dan meningkatkan kesadaran dalam era digital saat ini. Dengan menggunakan media interaktif dalam pendidikan, game memungkinkan pemain untuk berinteraksi langsung dengan konten, yang membuat pembelajaran menjadi menyenangkan dan mudah diingat (Widyastuti & Puspita, 2020). Selain itu, penggunaan media interaktif memungkinkan siswa untuk berpartisipasi secara lebih aktif dalam proses belajar mereka secara lebih efektif (Raharjo et al, 2022).

Forest Keeper adalah game edukasi yang bertujuan untuk mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-15: *Life on Land*. Tujuan game ini adalah untuk membuat pemain lebih sadar akan pentingnya menjaga keberlanjutan ekosistem daratan, merawat hutan, dan melestarikan flora dan fauna yang ada di dalamnya (Sintaro, 2020). Pemain diajak untuk memahami kesulitan yang dihadapi ekosistem daratan dan berpartisipasi aktif dalam pelestariannya melalui pengalaman interaktif yang ditawarkan.

Diharapkan bahwa game ini akan mendorong pemain untuk lebih peduli terhadap masalah lingkungan, terutama yang berkaitan dengan kehidupan di daratan (Assistance et al., 2021).

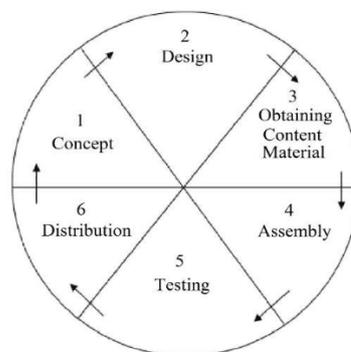
Komponen gameplay yang menarik, mekanika permainan yang mendidik, dan narasi yang mengaitkan pemain dengan kenyataan lingkungan adalah beberapa elemen penting dalam desain game edukasi yang dipertimbangkan saat mengembangkan *Forest Keeper* (Guritno & Huda, 2023). Studi menunjukkan bahwa game digital melalui pembelajaran kognitif, afektif, dan sosial dapat meningkatkan kesadaran dan perilaku pro-lingkungan. Akibatnya, *Forest Keeper* tidak hanya menawarkan hiburan, tetapi juga menawarkan nilai pendidikan yang tinggi (Bilancini et al, 2023).

Sebagai bentuk dukungan terhadap SDGs nomor 15: *Life on Land*, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan game edukasi interaktif berbasis desktop dengan tampilan 3D yang berfokus pada pelestarian ekosistem daratan, khususnya hutan (Wartoyo & Haida, 2023). Game ini dirancang untuk memberikan pengalaman bermain yang menarik dan informatif dengan menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Dengan memungkinkan pemain berinteraksi secara langsung dengan dunia virtual yang menyenangkan, game ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pemain tentang pentingnya menjaga keanekaragaman hayati dan mencegah kerusakan hutan (Wp et al).

Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) adalah pendekatan yang tepat yang diperlukan untuk mengembangkan game pembelajaran berbasis multimedia yang berkualitas tinggi (Komputer et al., 2025). MDLC memberi Anda kerangka kerja sistematis dan terstruktur dari konsep hingga desain dan implementasi, yang memungkinkan pembuatan konten edukatif berkualitas tinggi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna (Muhammad Arif Firdana, 2024).

Metodologi

Pada Perancangan game *Forest Keeper*, kami menggunakan pendekatan *Multimedia Design Life Cycle* (MDLC) yang melibatkan tahap-tahap berikut:



Gambar 1. Metode MDLC

Konsep (concept)

Melakukan analisis terhadap elemen-elemen multimedia dalam game seperti desain visual, alur narasi, serta interaksi pengguna. Tujuannya adalah mengidentifikasi bagian-

bagian yang perlu diperbarui agar sesuai dengan tema yang diusung dan menciptakan pengalaman yang lebih imersif serta edukatif (Paruntu et al, 2020).

Perancangan (*design*)

Kita membuat desain perangkat lunak game pada tahap perancangan, yang mencakup desain arsitektur, gaya, tampilan, dan kebutuhan material untuk mediapembelajaran. Untuk memudahkan pembuatan game, tahap ini juga melibatkan persiapan storyboard, atau teks yang menggambarkan alur cerita game (Syipa, 2021).

Pengumpulan bahan (*material collection*)

Membuat prototipe yang menggabungkan elemen multimedia, seperti model 3D untuk menguji pengalaman pengguna. Umpan balik digunakan untuk memperbaiki kualitas interaksi dan visual (Kurniawan et al, 2021).

Pembuatan (*assembly*)

Mengintegrasikan elemen-elemen multimedia (grafik, suara, animasi) ke dalam game *engine* untuk menciptakan pengalaman yang utuh dan konsisten dengan narasi. Penyempurnaan sistem interaktif dan elemen desain dilakukan untuk meningkatkan kualitas (Fortuna et al, 2023).

Pengujian (*testing*)

Setelah tahap pembuatan selesai, game diuji oleh pembuatnya untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan. Tahap pengujian alpha kemudian melibatkan pengujian dengan pengguna sebenarnya untuk memastikan bahwa game berjalan sesuai tujuan. Pengujian ini melibatkan pengguna mencoba game sebelum dan sesudah perbaikan untuk melihat apakah game berfungsi dengan baik (Sunengsih et al, 2023).

Peluncuran (*distribution*)

Setelah proses pengoptimalan elemen multimedia selesai, game diluncurkan. Penyebaran dilakukan melalui platform yang ditetapkan dan berfokus pada memberikan pengalaman bermain yang imersif yang relevan dengan pesan edukatif yang dimaksudkan (Saptiawan et al, 2021).

Hasil dan Pembahasan

Proses pembuatan asset mengikuti tahapan yang ada pada metode *Multimedia Development Life Cycle*. Yang prosesnya dapat dilakukan secara paralel atau bersamaan dan tidak harus berurutan, tetapi dengan tahapan perencanaan *concept* dan *design* harus dilakukan terlebih dahulu.

Concept

Game *Forest Keeper* awalnya dikembangkan dengan fokus pada pelestarian ekosistem hutan dan sungai, yang merupakan dua komponen penting dalam menjaga keseimbangan kehidupan di daratan. Pemain akan berperan sebagai Felix, seorang penjaga lingkungan yang memiliki tugas untuk memulihkan wilayah alam yang rusak oleh

tindakan manusia seperti penebangan liar, pencemaran air, dan perusakan habitat satwa liar.

Game ini termasuk dalam kategori simulator-petualangan edukatif, dan misi-misinya sesuai dengan tujuan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) nomor 15: *Life on Land*. Pemain akan menjelajahi dua wilayah utama hutan dan sungai. Masing-masing memiliki tantangan unik, seperti menanam pohon, membersihkan limbah, menyelamatkan flora dan fauna yang terancam punah, dan menjaga kualitas air.

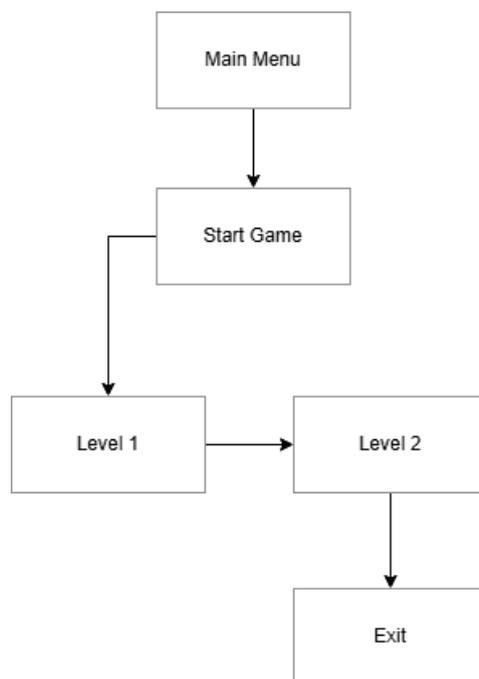
Target pemain dari game ini adalah remaja hingga dewasa muda yang memiliki ketertarikan pada isu-isu lingkungan dan edukasi interaktif. Game ini dikembangkan berbasis desktop (PC), dengan kontrol menggunakan keyboard dan mouse, serta mengadopsi lingkungan 3D untuk memberikan pengalaman eksplorasi dan simulasi yang lebih imersif dan realistis.

Tabel 1. Konsep Game

Keterangan	Deskripsi
Judul	<i>Forest Keeper</i>
Audiens	Remaja s/d Dewasa
Genre	Simulator - Petualangan Edukatif
Grafik	3D
Audio	Mp3
Kontrol	Mouse dan Keyboard

Design

Tahap penting dalam pengembangan game *Forest Keeper* yang bertujuan sebagai media edukasi terkait tujuan SDGs, khususnya tema *Life on Land*. Pada tahap ini, berbagai spesifikasi dirancang secara sistematis, meliputi arsitektur aplikasi, gaya visual, tampilan antarmuka, serta kebutuhan material multimedia yang akan digunakan dalam game.

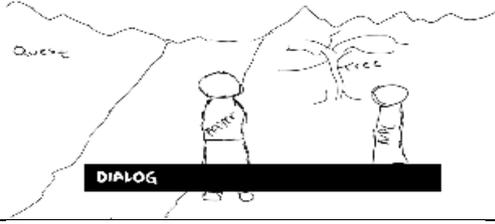
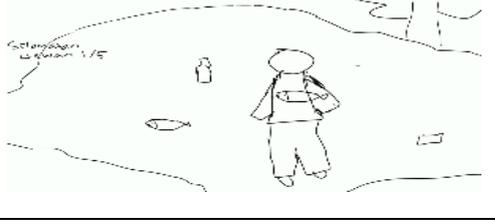


Gambar 2. Struktur Navigasi

a. Storyboard

Storyboard Game *Forest Keeper* mewakili langkah perancangan aplikasi sebelum diimplementasikan menjadi tampilan interface. Pada tahap ini, setiap halaman didesain dengan

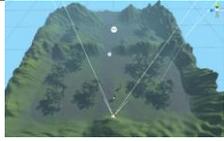
Tabel 2. Storyboard

No.	Gambar	Deskripsi
1		Ini adalah tampilan main menu yang terdiri dari tombol <i>Play</i> dan <i>Exit</i>
2		Setelah masuk ke game, pemain akan diminta berbicara dengan NPC untuk melakukan misi
3		Misi akan muncul setelah melakukan percakapan dengan NPC
4		Dan pemain akan menyelesaikan misi agar masuk ke stage berikutnya dan menyelesaikan permainan.

Material collecting

Pengembang menggunakan internet untuk mengumpulkan referensi visual untuk membantu pembuatan aset game *Forest Keeper*. Referensi ini termasuk gambar karakter, hewan, hutan, sungai, vegetasi, pohon, dan elemen lingkungan daratan lainnya.

Tabel 3. Material collecting

Material	Deskripsi	Sumber
	Penjaga hutan yang menjadi karakter utama dalam game	Model dibuat sendiri dengan software blender 3D
	Karakter NPC untuk menyampaikan misi dalam game	Model dibuat sendiri dengan software blender 3D
	Terrain hutan untuk level 1	Terrain dibuat dengan software unity 3D
	Terrain sungai untuk level 2	Terrain dibuat dengan software unity 3D
	Model pohon 3D untuk menjadi asset di dalam terrain	Model di download gratis di situs https://free3d.com/3d-models/tree
	Botol kaca yang dibuat untuk menjadi objek sampah dalam game	Model dibuat sendiri dengan software blender 3D
	Botol plastik yang dibuat untuk menjadi objek sampah dalam game	Model dibuat sendiri dengan software blender 3D
	Plastik sampah yang dibuat untuk menjadi objek sampah dalam game	Model dibuat sendiri dengan software blender 3D
	Ikan tawar yang dibuat untuk menjadi objek hewan didalam game	Model dibuat sendiri dengan software blender 3D
	Harimau yang diambil untuk menjadi objek hewan di dalam game	Model di download gratis di situs https://www.cgtrader.com

Uraian pengumpulan material dapat dilihat pada tabel III.

Gambar ini menampilkan model karakter 3D untuk peran penjaga hutan yang merupakan tokoh utama dalam game *Forest Keeper*.



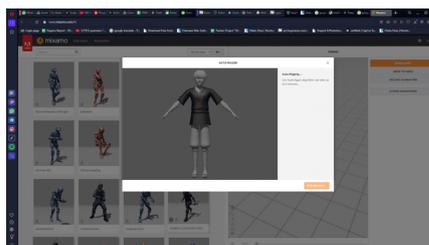
Gambar 4. Karakter 3D Penjaga Hutan

Model karakter 3D NPC (*Non-Playable Character*) ditampilkan dalam gambar ini. NPC dirancang sebagai pendukung dalam permainan untuk memberikan instruksi, misi, atau narasi cerita.



Gambar 5. Karakter 3D NPC

Gambar ini menunjukkan proses rigging karakter menggunakan platform Mixamo. Rigging diperlukan agar karakter dapat dianimasikan secara realistis, memungkinkan pergerakan seperti berjalan, berlari, atau berinteraksi dengan objek dalam game.



Gambar 6. Proses Rigging di Mixamo

Gambar ini memperlihatkan hasil rancangan terrain hutan sebagai salah satu elemen utama dalam lingkungan game. Terrain ini didesain dengan menambahkan elemen seperti pepohonan, rumput, dan elevasi tanah agar terlihat alami.



Gambar 7. Terrain Hutan

Sungai ini berfungsi tidak hanya sebagai hiasan visual, tetapi juga sebagai bagian dari tantangan atau batas alami dalam eksplorasi pemain. Penambahan elemen air memberi kesan realistis dan dinamis pada dunia game.



Gambar 8. Terrain Sungai

Assembly

Pada tahap Assembly, semua elemen yang telah dikembangkan sebelumnya diintegrasikan ke dalam game engine Unity, menciptakan pengalaman game yang utuh. Tahap ini melibatkan penggabungan aset visual, sistem interaksi, dan elemen-elemen lainnya untuk membangun gameplay yang fungsional dan menarik.



Gambar 9. Tampilan Main Menu

Dua tombol utama di menu main game ini adalah Play dan Exit. Tombol Play mengarahkan pemain ke layar permainan utama untuk memulai petualangan, menjelajahi dunia game, menyelesaikan tantangan, dan berinteraksi dengan lingkungan. Tombol Exit memungkinkan pemain keluar dari game dan kembali ke desktop atau menu utama perangkat. namun efektif.



Gambar 10. Level 1 di Hutan Gundul

Gambar tersebut adalah tampilan level 1 saat player memainkan game untuk pertama kalinya, dan akan diminta untuk berbicara ke NPC



Gambar 11. Misi Reboisasi Pohon

Pada tahap ini player akan menjalankan misi menanam pohon dengan menekan keyboard E untuk reboisasi pohon.



Gambar 12. Misi Pembersihan Sungai

Gambar tersebut adalah tampilan level 2 yaitu stage sungai, misi nya adalah membersihkan sungai dan menyelamatkan hewan dengan menekan keyboard E.



Gambar 13. Misi Penyelamatan Hewan

Testing

Pengujian dilakukan secara fungsional menggunakan metode *black box* untuk memastikan semua fitur game berjalan sesuai rencana. Aspek yang diuji meliputi respon tombol, transisi level, dan interaksi dengan NPC. Secara teknis, game berjalan stabil dengan FPS yang konsisten, tampilan visual lancar, dan animasi karakter berfungsi tanpa kendala. Tidak ditemukan bug besar selama pengujian (Hendra & Kristianto, 2024). Hasil pengujian yang dilakukan didalam unity lengkap disajikan pada tabel IV berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian

No	Pertanyaan	Hasil	Sesuai
1.	Apakah main menu muncul saat aplikasi dijalankan?	Menampilkan main menu didalam game	✓
2.	Apakah tombol "Play" dapat digunakan untuk masuk ke permainan?	Masuk ke level 1 Hutan	✓
3.	Saat menekan tombol "Exit"	Menutup game	✓
4.	Apakah dialog dengan NPC muncul saat mendekatinya?	Menampilkan percakapan dengan NPC	✓
5.	Apakah pemain bisa mengambil item setelah menyelesaikan misi?	Berhasil mengambil item	✓

No	Pertanyaan	Hasil	Sesuai
6.	Apakah misi reboisasi dapat diselesaikan dan membuka misi berikutnya?	Muncul quest untuk lanjut ke level/stage 2 (Sungai)	✓
7.	Apakah animasi karakter berjalan dengan lancar selama permainan?	Animasi stabil, tidak ada glitch	✓
8.	Apakah tampilan lingkungan (terrain, objek) muncul dengan benar?	Terrain dan objek termuat dengan baik	✓
9.	Apakah frame rate game tetap stabil di setiap level?	FPS stabil dan tidak ada lag saat transisi level	✓
10.	Apakah terdapat bug atau error selama permainan berlangsung?	Tidak ditemukan bug signifikan	✓

Distribution

Setelah proses pengembangan dan pengujian selesai, tahap akhir dari proyek ini adalah distribusi game "*Forest Keeper*". Distribusi dilakukan agar game dapat diakses dan dimainkan oleh pengguna secara luas, serta menjadi media edukasi yang bermanfaat. Game ini didistribusikan melalui platform Itch.io, yaitu situs yang mendukung permainan berbasis WebGL dan dapat diakses secara gratis oleh siapa saja tanpa perlu instalasi tambahan.

File hasil build telah dikemas dalam format .zip dan diunggah ke halaman resmi di Itch.io. Dengan ini, pengguna dapat langsung memainkan game melalui browser dengan resolusi yang telah disesuaikan, serta pengalaman bermain yang optimal.

Hasil tampilan dan performa game di platform Itch.io (WebGL) mungkin sedikit berbeda dibandingkan saat dijalankan langsung melalui Unity Editor. Perbedaan tersebut dapat mencakup kualitas grafis, kecepatan frame (FPS), dan respon input, yang disebabkan oleh keterbatasan WebGL di browser. Link game: <https://nafi213.itch.io/forest-keeper>

Simpulan

Sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) nomor 15: Life on Land, game *Forest Keeper* bertujuan untuk meningkatkan kesadaran generasi muda tentang pentingnya pelestarian ekosistem daratan. Dengan menggunakan pendekatan Multimedia Development Life Cycle (MDLC), game ini menawarkan pengalaman eksploratif interaktif dalam lingkungan 3D yang menarik dan edukatif. Pemain diajak untuk berpartisipasi secara aktif dalam mengatasi masalah lingkungan yang sebenarnya, seperti deforestasi dan pencemaran sungai. *Forest Keeper* memiliki desain gameplay yang informatif dan menarik yang tidak hanya membuat orang terhibur tetapi juga mendorong perilaku pro-lingkungan dan memberikan pendidikan lingkungan digital yang penting di era saat ini.

Sebagai saran, pengembangan lebih lanjut dapat mencakup uji coba kepada pengguna dalam skala lebih luas untuk mengevaluasi efektivitas game dalam meningkatkan

pemahaman dan kepedulian terhadap isu-isu lingkungan. Selain itu, penambahan fitur kuis atau misi tambahan berbasis data lingkungan lokal dapat memperkuat aspek edukatif dan keterlibatan pemain.

Daftar Pustaka

- Alcántara-Rubio, L., Valderrama-Hernández, R., Solís-Espallargas, C., & Ruiz-Morales, J. (2022). The implementation of the SDGs in universities: a systematic review. *Environmental Education Research*, 28(11), 1585–1615. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2063798>
- Ariyani Raharjo, A. S., Rofi'i, R., & Hartono, H. (2022). Penerapan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Bermuatan Game Edukasi Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(2), 441–452. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i2.2823>
- Assistance, O. D., Platform, I. S.-P., Services, E., Assessment, A. R., Economic, U. N., & Commission, S. (2021). II . CURRENT STATUS.
- Bain, R., Johnston, R., & Slaymaker, T. (2020). Drinking water quality and the SDGs. *Npj Clean Water*, 3(1), 7–9. <https://doi.org/10.1038/s41545-020-00085-z>
- Bilancini, E., Boncinelli, L., & Di Paolo, R. (2023). Game-based education promotes practices supporting sustainable water use. *Ecological Economics*, 208(March). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107801>
- Fortuna, S., Purnamasari, A. I., & Dikananda, A. R. (2023). Game Edukasi Menyusun Kata Berbasis Android Dengan Metode MDLC Sebagai Media Pembelajaran Anak Usia Dini Pada Paud Wijaya Kusuma 1 Kota Cirebon. *Jurnal Teknologi Ilmu Komputer*, 1(2), 61–65. <https://doi.org/10.56854/jtik.v1i2.70>
- Guritno, S., & Huda, S. N. (2023). Tinjauan Literatur : Game Edukasi Petualangan Sebagai Media Pembelajaran Matematika. *Automata*, 4(2), Guritno, S., Huda, S. N. (2023). Tinjauan Litera.
- Hendra, H., & Kristianto, R. P. (2024). Pengujian Aplikasi Game Puzzle Indonesia Berbasis Android Dengan Teknik Black-Box Testing. *Infotech: Journal of Technology Information*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.37365/jti.v10i1.224>
- Herry Saptiawan, I. K., I Gede Suardika, & Rudita, I. M. (2021). Game Edukasi Puzzle Pengenalan Alat Musik Tradisional Bali Berbasis Android. *Jurnal Fasilkom*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.37859/jf.v11i1.2526>
- Kerton, F. M. (2023). UN Sustainable Development Goals 14 and 15 - Life below water, Life on land. *RSC Sustainability*, 1(3), 401–403. <https://doi.org/10.1039/d3su90010j>
- Komputer, T., Amikom, U., & Kunci, K. (2025). Pengembangan Game Edukasi Berbasis Android Untuk Pengenalan Tokoh Pahlawan Nasional Indonesia *Abstraksi Keywords : Pendahuluan Tinjauan Pustaka*. 6(2).
- Kumar, N., & Isha, A. (2024). Life on land : progress , outcomes and future directions to achieve the targets of SDG 15. *Environmental Sustainability*, 7(4), 369–375. <https://doi.org/10.1007/s42398-024-00330-y>

- Kurniawan, Y. I., Paramesvari, D. P., & Purnomo, W. H. (2021). Game Edukasi Pengenalan Hewan Berdasarkan Habitatnya Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(1), 57–66. <https://doi.org/10.54082/jupin.6>
- Lalitha, K., & Radhakrishnamurty, R. (1975). Response of alanine, tyrosine & leucine aminotransferases to dietary pyridoxine & protein in rat tissues. *Indian Journal of Experimental Biology*, 13(2), 149–152.
- Muhammad Arif Firdana. (2024). Pengembangan Game Edukasi Doa Harian untuk Efektivitas Anak Menghafal Menggunakan Metode MDLC. *Jurnal SANTI - Sistem Informasi Dan Teknik Informasi*, 4(2), 61–69. <https://doi.org/10.58794/santi.v4i2.791>
- Paruntu, G. S., Tangkawarouw, S., Kaunang, G., & Tulenan, V. (2020). Game Based Education : Shorinji Kempo. *Jurnal Teknik Informatika*, 15(2), 127–136.
- Safitri, A. O., Yuniarti, V. D. & Rostika, D. (2022). Upaya Peningkatan Pendidikan Berkualitas di Indonesia: Analisis Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal basicedu*. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7096–7106.
- SDG-15: Life on Land 17. (2022). *Unep 2021*, 469–486.
- Setya Dewi, I. G. A. B., & Ganing, N. N. (2022). Multimedia Interaktif Berbasis Game Edukasi Dua Dimensi Pada Muatan Bahasa Inggris Materi Pengenalan Kosakata. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 6(1), 81–87. <https://doi.org/10.23887/jppp.v6i1.45896>
- Sintaro, S. (2020). Rancang Bangun Game Edukasi Tempat Bersejarah Di Indonesia. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 1(1), 51–57. <https://doi.org/10.33365/jatika.v1i1.153>
- Sunengsih, A., Hardiansyah, A. M., & Lisana, D. N. H. (2023). Pengembangan Game Edukasi Petualang Cerdas Berbasis Web Menggunakan Metode MDLC. *Media Jurnal Informatika*, 15(2), 162. <https://doi.org/10.35194/mji.v15i2.3907>
- Syipa, M. (2021). *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH) Perancangan Game Edukasi Pengenalan Huruf Hijaiyah e-ISSN 2774-5155 Berbasis Android dengan Metode MDLC pada Majelis p-ISSN 2774-5147 Taklim Raudhoh Al Ummahat Jakarta Barat Mohamad Syipa*. 1(7), 653–660.
- Wartoyo, & Haida, N. (2023). The Actualization Of Sustainable Development Goals (SDGs) And Indonesia's Economic Growth On Islamic Economic. *Iqtishaduna: Jurnal Ekonomi Dan Keuangan Islam*, 14(1), 107–124.
- Widyastuti, R., & Puspita, L. S. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Pada MatPel IPA Tematik Kebersihan Lingkungan. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 22(1), 95–100. <https://doi.org/10.31294/p.v22i1.7084>
- Wp, D. A., Herdiansah, A., & Nanda, I. (n.d.). *Pengembangan Game Edukasi Interaktif Pengenalan dan Pengelolaan Sampah Menggunakan Pendekatan Multimedia Development Life Cycle*. 5(2).