

Pengembangan *Game* Edukasi Interaktif Pengenalan dan Pengelolaan Sampah Menggunakan Pendekatan *Multimedia Development Life Cycle*

Dwi Atmodjo WP¹, Arief Herdiansah², Herryansyah³, Indra Nanda⁴

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Perbanas Institute Jakarta
Jl. Perbanas, Karet Kuningan, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia
e-mail: dwi.atmodjo@perbanas.id

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33, Babakan, Cikokol, Kecamatan Tangerang, Kota Tangerang, Banten, Indonesia
e-mail: arief_herdiansah@umt.ac.id

³Program Studi D3 Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Cut Mutia No.88, Sepanjang Jaya, Kecamatan Rawalumbu, Kota Bekasi, Jawa Barat, Indonesia
e-mail: herryansyah.hrr@bsi.ac.id

⁴Program Studi Pendidikan Agama Islam, STIT YPI Payakumbuh
Jl. Jend Sudirman, Balai Gadang, Kecamatan Payakumbuh Utara, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat, Indonesia
e-mail: inanda70@gmail.com

Abstrak - Pengelolaan sampah merupakan tantangan lingkungan yang signifikan, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan meningkatnya pola konsumsi masyarakat, volume sampah terus bertambah, sehingga kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah perlu ditingkatkan. Pendidikan tentang pengelolaan sampah sering disampaikan melalui metode konvensional yang kurang efektif, terutama dalam menjangkau anak-anak yang lebih tertarik pada teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *game* pembelajaran interaktif berbasis Android tentang pengenalan dan pengelolaan sampah dengan menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Pendekatan MDLC dipilih karena menyediakan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur untuk mengembangkan konten multimedia yang interaktif dan menarik bagi anak-anak, memastikan setiap elemen *game*, seperti tampilan, alur permainan, dan fungsionalitas, diuji dan disempurnakan sebelum peluncuran. *Game* yang dihasilkan memiliki fitur utama seperti materi edukasi tentang pengenalan dan pengelolaan sampah, permainan interaktif yang mengharuskan pengguna membuang sampah ke tempat sampah yang sesuai, serta kuis yang berisi pertanyaan-pertanyaan terkait topik tersebut. *Game* ini dirancang untuk meningkatkan pemahaman pengguna mengenai pentingnya pengelolaan sampah. Berdasarkan hasil uji *usability* yang mencapai 88,3%, *game* ini masuk dalam kategori "Baik". *Game* ini terbukti mampu menyajikan konten edukatif yang bermanfaat sekaligus memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan dan menantang.

Kata Kunci : Pengelolaan Sampah, *Game* Edukasi Interaktif, *Multimedia Development Life Cycle*, MDLC

Abstract - Waste management is a significant environmental challenge, especially in developing countries like Indonesia. With the rapid growth of population, urbanization, and increasing consumption patterns, the volume of waste continues to rise, necessitating greater awareness of the importance of proper waste management. Education about waste management is often delivered through conventional methods, which are less effective, particularly in engaging children who are more interested in technology. This study aims to develop an interactive Android-based educational game focused on waste identification and management using the *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) approach. The MDLC approach was chosen because it provides a systematic and structured framework for developing multimedia content that is interactive and appealing to children, ensuring that every aspect of the game, including visuals, gameplay, and functionality, is tested and refined before its release. The resulting game includes key features such as educational material on waste identification and management, an interactive game where users must dispose of waste in the appropriate bins, and quizzes with questions related to these topics. The game is designed to improve users' understanding of the importance of waste management. Based on the usability test results, which scored 88.3%, the game falls into the "Good" category. The game has proven to provide both educational content and an enjoyable, engaging gameplay experience.

Keywords : Waste Management, Interactive Educational Game, *Multimedia Development Life Cycle*, MDLC



PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah telah menjadi salah satu tantangan lingkungan terbesar di dunia, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Pertumbuhan populasi yang pesat, urbanisasi, dan peningkatan konsumsi material menghasilkan jumlah sampah yang semakin meningkat (Diani et al., 2024). Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa *volume* sampah di Indonesia mencapai puluhan juta ton per tahun (Iskandar et al., 2024). Sayangnya, pemahaman publik tentang urgensi pengelolaan sampah yang tepat masih minim, khususnya di antara generasi muda termasuk anak-anak dan para remaja (Lasaiba, 2024). Pendidikan mengenai pengelolaan sampah seringkali terbatas pada pendekatan konvensional, seperti melalui sosialisasi dan kampanye lingkungan. Namun, metode tersebut terkadang kurang efektif dalam menjangkau kelompok usia muda yang lebih tertarik pada teknologi dan media interaktif.

Penelitian ini menargetkan anak-anak dalam rentang usia 6 hingga 12 tahun sebagai pengguna utama, yang diharapkan dapat menerima pendidikan pengelolaan sampah sejak dini dengan cara yang menyenangkan dan mudah dipahami. *Game* edukasi interaktif merupakan salah satu solusi yang menjanjikan dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran tentang pengelolaan sampah. Melalui media permainan, anak-anak dapat belajar dengan cara yang menarik dan mendalam (Rosyida et al., 2024).

Untuk mengembangkan *game* pembelajaran berbasis multimedia yang berkualitas, pendekatan yang tepat sangat diperlukan, oleh karena itu metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dipilih. MDLC menyediakan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur, mulai dari konsep, desain, hingga implementasi, yang memungkinkan terciptanya konten edukatif berkualitas tinggi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna (Firdana, 2024). Keunggulan MDLC dibandingkan metode lain adalah kemampuan metodologi ini dalam menangani berbagai komponen multimedia secara efektif, seperti gambar, suara, animasi, dan interaktivitas (Makaborang & Talakua, 2023). Selain itu, MDLC juga fleksibel dalam penyesuaian terhadap kebutuhan pengguna akhir, serta memiliki tahapan pengembangan yang mendetail, sehingga menghasilkan aplikasi yang menarik dan mudah digunakan (Irwanti et al., 2024). Dengan menggunakan MDLC, *game* pembelajaran yang dikembangkan dapat dioptimalkan agar memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan pembelajaran, serta memberikan pengalaman yang interaktif dan menarik bagi anak-anak (Putri et al., 2024).

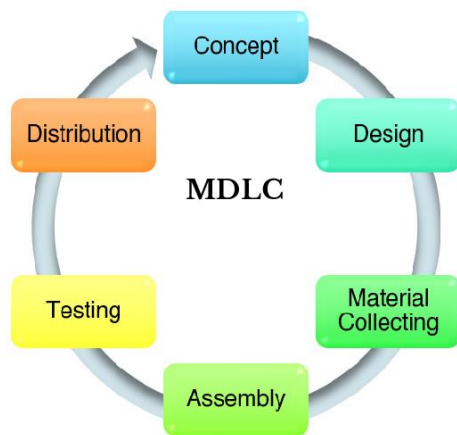
Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa penggunaan metodologi MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) berhasil menghasilkan permainan edukasi atau alat bantu pembelajaran yang

efektif. Terdapat penelitian mengenai pengembangan *game* edukasi pengenalan angka dan berhitung bagi anak usia dini yang menerapkan pendekatan MDLC (Beli et al., 2023). Pada penelitian ini menghasilkan *game* pembelajaran yang dapat berfungsi dengan baik karena berdasarkan uji *black box* yang diterapkan semua fungsional yang ada pada aplikasi *game* pembelajaran pengenalan angka dan berhitung seluruhnya dapat berjalan sebagaimana mestinya. Ada juga penelitian terkait pengembangan *game* edukasi untuk mengenal Indonesia dengan menerapkan metode MDLC (Sodikin et al., 2023). Penelitian ini menghasilkan *game* dengan klasifikasi baik dengan skor 87% berdasarkan hasil pengujian kualitas multimedia interaktif. Berikutnya, penelitian terkait pengembangan *game* menggunakan pendekatan MDLC yang bertujuan untuk mempertajam keterampilan numerik anak-anak pra-sekolah (Nugraha, 2024). Penelitian tersebut memberikan dampak positif terhadap kemampuan menghitung siswa sebesar 94,8% berdasarkan hasil kuesioner yang dibagikan. Kebaruan dari penelitian yang akan dilakukan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah bahwa *game* yang dikembangkan tidak hanya edukatif tetapi juga sangat interaktif, dengan permainan menggunakan fitur *drag* dan *drop* untuk memilah sampah ke tempat yang sesuai. *Game* ini dilengkapi dengan tingkatan *level* untuk memberikan tantangan yang berbeda serta kuis interaktif yang memperdalam pemahaman anak-anak terhadap pengelolaan sampah.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah *game* edukasi interaktif tentang pengenalan dan pengelolaan sampah menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). *Game* ini akan dibangun berbasis Android sehingga dapat digunakan pada *smartphone* agar mudah dan menyenangkan untuk diakses oleh anak-anak. Dengan pendekatan yang interaktif dan fitur yang bervariasi, diharapkan *game* ini dapat menjadi media pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kesadaran dan pemahaman anak-anak mengenai pentingnya pengelolaan sampah serta dampak lingkungan dari perilaku manusia.

METODE PENELITIAN

Pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) merupakan metodologi yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan konten multimedia secara terstruktur. Metodologi ini sangat sesuai untuk pengembangan *game* pembelajaran interaktif karena menyediakan kerangka kerja yang jelas untuk memastikan setiap elemen dalam proses pengembangan multimedia diperhatikan secara mendalam dan terintegrasi dengan baik (Makaborang & Talakua, 2023). Fase-fase yang ada pada pendekatan MDLC divisualisasikan pada Gambar 1.



Sumber: Suryantara (2024)

Gambar 1. Langkah-Langkah Pada Pendekatan MDLC

Sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 1, metodologi MDLC mencakup enam fase berurutan, yang meliputi: *Concept*, *Design*, *Material Collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution*. Berikut penjelasan setiap tahapannya:

1. *Concept* (Konsep)

Tahap ini merupakan langkah awal dalam pengembangan, di mana ide dasar dan tujuan dari proyek multimedia, seperti *game* pembelajaran, ditentukan (Suherman et al., 2023). Pada fase ini, pengembang menentukan apa yang ingin dicapai oleh *game* tersebut, termasuk target audiens, tujuan pembelajaran, dan konteks pengajaran. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fitur yang diperlukan dan bagaimana konten akan disampaikan. Analisis kebutuhan yang dilakukan berupa kebutuhan fungsional serta non-fungsional. Kebutuhan fungsional merupakan spesifikasi atau fungsi yang harus dimiliki oleh sistem atau aplikasi agar dapat beroperasi sesuai dengan tujuannya (Setiyani et al., 2020). Sementara itu, kebutuhan non-fungsional menguraikan dimensi mutu dan ciri-ciri yang perlu dipenuhi sistem untuk memastikan kinerjanya yang maksimal (Assalma, 2022). Seluruh kebutuhan akan diidentifikasi pada tahapan ini agar perangkat lunak yang dibangun dapat menyelesaikan permasalahan yang ada.

2. *Design* (Desain)

Pada tahap ini, pengembang mulai merancang alur permainan dan antarmuka pengguna (*user interface*). Desain visual, alur cerita, navigasi, dan mekanisme interaksi direncanakan dalam bentuk sketsa, diagram alur, dan prototipe (Ahmad et al., 2021). Elemen desain yang akan digunakan untuk mendukung tujuan pembelajaran dan interaksi pengguna dipersiapkan agar *game* pembelajaran dapat memberikan pengalaman yang optimal. Dalam tahap desain pengembangan *game* pembelajaran interaktif ini, struktur navigasi dan *flowchart*

digunakan untuk memastikan alur permainan yang logis dan mudah dipahami oleh pengguna. Struktur navigasi dirancang dengan tujuan memudahkan pemain dalam menjelajahi berbagai fitur *game*, seperti memulai permainan, memilih *level*, atau melihat panduan (Borman & Purwanto, 2019). *Flowchart* membantu peneliti merencanakan alur permainan secara visual, menunjukkan setiap langkah interaksi pengguna dengan sistem (Ekojono et al., 2020). Berdasarkan desain tersebut seluruh komponen permainan dapat diatur dengan terstruktur dan memastikan setiap tahapan berfungsi dengan baik.

3. *Material Collecting* (Pengumpulan Materi)

Setelah tahap desain selesai, pengembang mengumpulkan semua bahan yang diperlukan untuk pembuatan *game*. Ini termasuk gambar, suara, teks, animasi, dan video. Bahan-bahan ini dapat berupa konten yang dibuat khusus untuk *game* atau diambil dari sumber yang relevan dengan izin yang sesuai (Fatimah et al., 2024). Pengumpulan materi ini memastikan bahwa semua elemen multimedia tersedia untuk tahap pengembangan selanjutnya.

4. *Assembly* (Perakitan)

Pada tahap ini, pengembang mulai merangkai semua elemen yang telah dirancang dan dikumpulkan. Tahap ini melibatkan proses *coding*, integrasi desain visual, audio, dan elemen interaktif ke dalam *game* (Hilmawan & Yuniati, 2024). Pengembang memastikan bahwa *game* berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada tahap konsep dan desain. Ini juga merupakan saat di mana fungsionalitas dasar *game* diuji secara internal.

5. *Testing* (Pengujian)

Tahap pengujian dilakukan setelah *game* selesai dirakit. Pengujian dilakukan agar dapat dipastikan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan dan berfungsi dengan baik dan mencapai tujuan yang telah ditentukan (Gunawan et al., 2019). Selain itu, uji coba dilakukan untuk menguji kenyamanan penggunaan (*usability*) dan respon pengguna. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa *game* tidak hanya berfungsi dengan baik secara teknis, tetapi juga memberikan pengalaman pembelajaran yang efektif dan menyenangkan bagi pemain.

6. *Distribution* (Distribusi)

Setelah melalui tahap pengujian dan dilakukan perbaikan jika diperlukan, *game* siap untuk didistribusikan kepada target audiens. Dalam konteks penelitian ini, *game* dapat dipublikasikan melalui *platform digital* seperti *website* sekolah, aplikasi *mobile*, atau didistribusikan melalui media lain yang mudah diakses oleh anak-anak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fokus studi ini adalah menciptakan *game* edukasi interaktif untuk memperkenalkan dan mengelola sampah. Proses pengembangannya mengadopsi pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Metodologi MDLC dipilih untuk menjamin pengembangan konten multimedia yang runtut dan metodis, mencakup seluruh tahapan dari konseptualisasi awal hingga evaluasi produk final. Bagian selanjutnya akan menguraikan hasil dan pembahasan dari setiap fase dalam proses pengembangan sistem tersebut.

1. *Concept* (Konsep)

Tahap pertama adalah menetapkan konsep dasar dari *game* yang akan dikembangkan. Dalam tahap ini, identifikasi masalah dan tujuan pembelajaran ditentukan secara jelas. Permasalahan utama dalam penelitian ini berdasarkan hasil wawancara dan observasi yaitu Pemahaman tentang pengelolaan sampah masih minim, khususnya di kalangan anak-anak dan edukasi konvensional kurang menarik bagi generasi yang akrab teknologi dan media interaktif.

Setelah permasalahan telah ditentukan dilanjutkan dengan penetapan tujuan, target pengguna dan analisa kebutuhan berupa analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Berikut hasil analisa yang dilakukan sehingga diperoleh tujuan *game*, target pengguna, serta analisa kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

a. Tujuan *Game*

Tujuan dari *game* ini adalah untuk memberikan edukasi kepada pengguna, khususnya anak-anak, mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang baik dan benar. *Game* ini berfokus pada pengenalan jenis-jenis sampah, bahaya sampah terhadap lingkungan, pengelolaan sampah yang tepat, serta konsep daur ulang sampah. Selain itu, *game* ini juga dirancang untuk meningkatkan kesadaran dan perilaku positif terhadap lingkungan melalui permainan yang interaktif dan kuis yang menantang.

b. Target Pengguna

Target utama pengguna *game* ini adalah anak-anak usia sekolah dasar (7-12 tahun). *Game* ini dirancang dengan mempertimbangkan kemampuan anak-anak dalam memahami informasi melalui media yang interaktif dan menyenangkan. Selain itu, *game* ini juga dapat digunakan oleh pendidik sebagai alat bantu dalam mengajarkan konsep dasar tentang lingkungan dan pengelolaan sampah di sekolah.

c. Analisis Kebutuhan

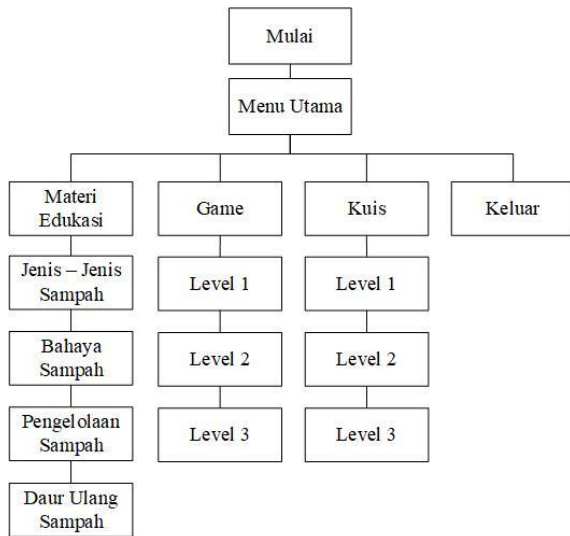
1) Kebutuhan Fungsional

- a) Menu Utama: *Game* harus menyediakan halaman menu utama yang memfasilitasi ke fitur-fitur utama seperti materi edukasi, *game* dan kuis.

- b) Materi Edukasi: Pengguna dapat mengakses informasi tentang jenis-jenis sampah, bahaya sampah, pengelolaan sampah, dan daur ulang sampah.
 - c) *Game*: *Game* terdiri dari tiga *level*, di mana setiap *level* memberikan tantangan yang berbeda terkait pengelolaan sampah. Setiap *level* harus dapat diakses secara bertahap setelah menyelesaikan *level* sebelumnya.
 - d) Kuis: Kuis terdiri dari tiga *level* dengan tingkat kesulitan yang meningkat. Pengguna akan diuji dengan pertanyaan terkait materi edukasi.
 - e) Navigasi: Setiap pilihan dalam menu harus terhubung dengan bagian yang sesuai (Materi Edukasi, *Game*, Kuis, atau Keluar).
 - f) *Feedback*: *Game* terdapat umpan balik kepada pengguna setelah menyelesaikan *level* atau kuis, baik berupa skor atau pesan yang mendorong pengguna untuk memperbaiki hasil mereka.
- #### 2) Kebutuhan Non-Fungsional
- a) Kemudahan Penggunaan (*Usability*): *Game* harus dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami. Instruksi dan navigasinya jelas agar pengguna dapat berinteraksi dengan *game* tanpa kesulitan.
 - b) Interaktivitas: *Game* harus interaktif dan mampu menarik perhatian anak-anak dengan visual yang menarik, animasi, dan efek suara yang mendukung pengalaman bermain.
 - c) Kinerja (*Performance*): *Game* harus responsif dan dapat berjalan dengan lancar tanpa jeda atau kesalahan teknis pada perangkat yang mendukung, seperti *tablet* atau *smartphone*.
 - d) Skalabilitas: Sistem harus mampu menangani penambahan konten baru (misalnya, *level* atau materi tambahan) di masa depan tanpa perubahan besar pada arsitektur *game*.

2. *Design* (Desain)

Dalam tahap desain pengembangan *game* pembelajaran interaktif ini, struktur navigasi dan *flowchart* digunakan untuk memastikan alur permainan yang logis dan mudah dipahami oleh pengguna. Struktur navigasi dirancang dengan tujuan memudahkan pemain dalam menjelajahi berbagai fitur *game*. Desain struktur navigasi divisualisasikan pada Gambar 2.

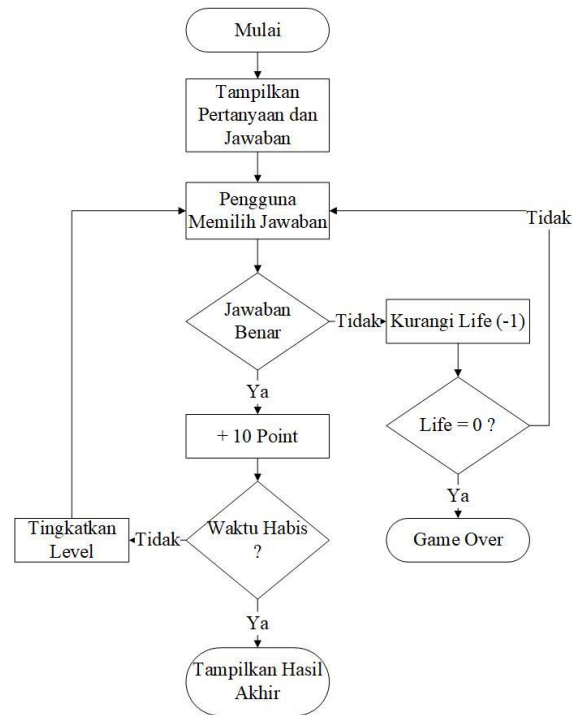


Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 2. Struktur Navigasi *Game* Yang Dikembangkan

Pada Gambar 2 merupakan struktur navigasi yang menunjukkan alur menu dari *game* edukasi interaktif pengenalan dan pengelolaan sampah. Pengguna memulai dari pilihan Mulai, yang akan membawa mereka ke Menu Utama. Di dalam menu utama ini, terdapat empat pilihan, yaitu Materi Edukasi, *Game*, Kuis, dan Keluar. Fitur selanjutnya yaitu Materi Edukasi yang berisi empat sub-kategori yang memberikan informasi tentang: Jenis-jenis Sampah, Bahaya Sampah, Pengelolaan Sampah, dan Daur Ulang Sampah. Untuk fitur *Game* terbagi menjadi tiga *level*, di mana setiap *level* mewakili tingkat kesulitan yang semakin meningkat. Pengguna akan menghadapi lebih banyak tantangan terkait pemilahan sampah seiring meningkatnya *level*. Selanjutnya, fitur Kuis yang juga terdiri dari tiga *level* dengan tingkat kesulitan yang sama dengan *game*. Pengguna akan diberikan serangkaian pertanyaan terkait materi edukasi yang sudah dipelajari. Setiap *level* memiliki tingkat kesulitan yang meningkat. Terakhir, fitur Keluar yang memungkinkan pengguna untuk keluar dari *game* dan menutup aplikasi.

Perancangan selanjutnya yaitu *flowchart* yang membantu dalam merencanakan alur permainan secara visual, menunjukkan setiap langkah interaksi pengguna dengan *game*, sehingga seluruh komponen permainan dapat diatur dengan terstruktur dan memastikan setiap tahapan berfungsi dengan baik. Ini membantu memberikan gambaran dalam proses jalannya sistem agar sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya. *Flowchart* alur pada fitur *game* tersaji dalam Gambar 3.

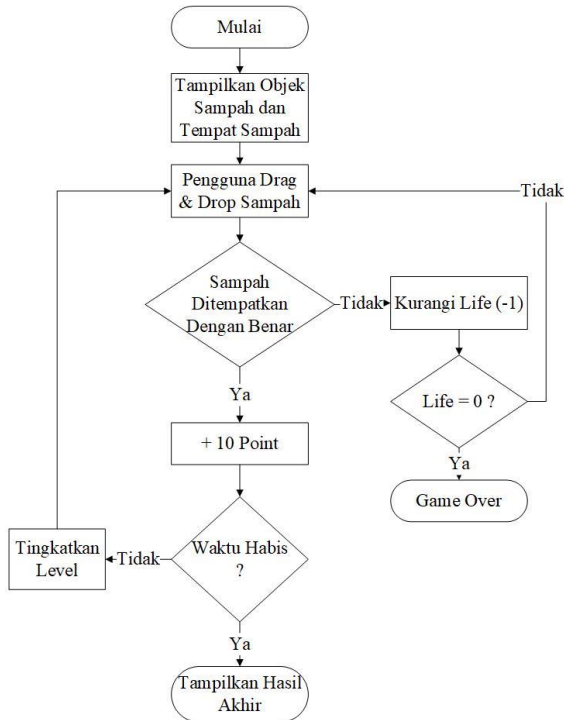


Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 3. *Flowchart* Alur Pada *Game*

Pada Gambar 3 merupakan *flowchart* yang menjelaskan alur dari fitur *Game* pada pengembangan *game* edukasi interaktif tentang pengenalan dan pengelolaan sampah. Alur permainan dimulai dengan menampilkan objek sampah beserta tempat sampah (organik, anorganik, dan bahan berbahaya). Pengguna diminta untuk melakukan drag and drop (seret dan letakkan) sampah ke tempat sampah yang sesuai. Setelah pengguna meletakkan sampah, permainan akan memeriksa apakah sampah tersebut ditempatkan dengan benar. Jika sampah ditempatkan dengan benar, pengguna akan mendapatkan 10 poin dan melanjutkan ke langkah berikutnya. Jika pengguna salah dalam menempatkan sampah, *life* (kesempatan) pengguna akan berkurang satu. Apabila *life* mencapai nol, permainan berakhir dan pengguna gagal melanjutkan permainan. Setelah pengguna mendapatkan poin atau kehilangan *life*, sistem akan memeriksa apakah waktu yang diberikan untuk *level* tersebut telah habis. Jika waktu habis, permainan akan menampilkan hasil akhir. Namun, jika waktu masih tersisa, pengguna dapat melanjutkan permainan atau meningkatkan *level* ke tantangan berikutnya. Dalam setiap *level*, jumlah sampah dan tingkat kesulitan akan meningkat, sementara waktu yang disediakan untuk menyelesaikan *level* akan berkurang.

Berikutnya, yaitu rancangan *flowchart* untuk jalannya fitur kuis. Untuk *flowchart* alur dari kuis pada *game* edukasi yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 4. Flowchart Alur Pada Kuis

Flowchart pada Gambar 4 menunjukkan alur untuk fitur Kuis dalam pengembangan game edukasi interaktif mengenai pengenalan dan pengelolaan sampah. Alur dimulai dengan pengguna memulai kuis dan disajikan dengan pertanyaan serta beberapa pilihan jawaban. Pengguna kemudian memilih jawaban dari pilihan yang tersedia. Setelah pengguna memilih jawaban, sistem akan memeriksa apakah jawaban tersebut benar atau salah. Jika jawaban benar, pengguna akan diberikan 10 poin. Jika jawaban salah, life (kesempatan) pengguna akan dikurangi satu. Apabila life pengguna mencapai nol, maka kuis akan berakhir. Selanjutnya, sistem akan memeriksa apakah waktu yang diberikan untuk menjawab pertanyaan telah habis. Jika waktu habis, permainan akan menampilkan hasil akhir. Jika waktu belum habis, pengguna dapat melanjutkan ke pertanyaan berikutnya atau meningkatkan level apabila level saat ini telah selesai. Setiap level akan meningkatkan tingkat kesulitan kuis, dengan pertanyaan yang lebih kompleks dan waktu yang semakin terbatas.

3. Material Collecting (Pengumpulan Materi)

Dalam tahap ini, peneliti mengumpulkan berbagai materi pendukung yang diperlukan untuk mengembangkan game, seperti gambar, ikon, efek suara, dan musik latar yang sesuai dengan tema pendidikan lingkungan. Materi visual seperti gambar animasi sampah plastik, kertas, organik, dan logam dikumpulkan untuk digunakan dalam permainan. Selain itu, konten narasi edukatif juga disiapkan untuk

membantu pemain memahami konsep yang diajarkan. Semua materi yang dikumpulkan dipastikan relevan dengan tujuan pembelajaran, serta menarik bagi target usia yang dituju. Contoh aset-aset yang digunakan dalam pembuatan game ditampilkan pada Gambar 5.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 5. Sampel Aset dan Bahan Pembuatan Game

4. Assembly (Perakitan)

Pada tahap perakitan, semua elemen yang telah dirancang dan dikumpulkan digabungkan untuk membentuk game yang utuh. Dalam konteks penelitian ini, pengembang melakukan integrasi antara desain visual, audio, dan interaksi game. Game ini dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Construct 3. Proses pembuatan game ini pada Construct 3 divisualisasikan pada Gambar 6.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 5. Proses Pembuatan Game Pada Construct 3

Pada Gambar 5 menunjukkan proses pembuatan game, dimana semua materi dan desain digabungkan ke dalam platform pengembangan game menggunakan Construct 3. Proses pemrograman atau coding dilakukan untuk membuat alur permainan dan interaktivitas sesuai dengan skenario yang direncanakan.

Game edukasi interaktif pengenalan dan pengelolaan sampah yang dapat dijalankan setelah pengguna mengakses game tersebut. Game yang dibuat dapat diakses melalui smartphone maupun desktop. Game yang dibangun memiliki antarmuka menu utama seperti pada Gambar 6.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 6. Menu Utama Game

Pada Gambar 6 menampilkan menu utama, dimana pada menu ini terdapat fitur-fitur utama yang dapat diakses oleh pengguna seperti: Materi Edukasi, Game dan Kuis. Untuk fitur Materi Edukasi berisi empat sub-kategori yang memberikan informasi tentang pengenalan dan pengelolaan sampah. Fitur Materi Edukasi pada game ini terlihat pada Gambar 7.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 7. Antarmuka Fitur Materi Edukasi

Pada Gambar 7 menunjukkan materi edukasi yang terdiri dari empat sub-kategori yang memberikan informasi tentang: Jenis-jenis Sampah, Bahaya Sampah, Pengelolaan Sampah, dan Daur Ulang Sampah. Untuk materi jenis-jenis sampah membahas mengenai pengguna dapat belajar mengenai berbagai jenis sampah. Materi bahaya sampah membahas tentang dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Selanjutnya, materi pengelolaan sampah berisi tentang cara pengelolaan sampah yang benar. Materi terakhir yaitu daur ulang sampah, dimana materi ini berisi penjelasan mengenai proses daur ulang dan manfaatnya. Pada seluruh materi edukasi yang ada akan menampilkan materi yang disertai dengan penjelasan secara audio dan visual. Salah satu materi yang ditampilkan oleh sistem divisualisasikan pada Gambar 8.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 8. Tampilan Materi Edukasi

Fitur selanjutnya yaitu game, dimana alur permainan dimulai dengan menampilkan objek sampah dan tiga jenis tempat sampah (organik, anorganik, dan bahan berbahaya dan beracun). Pengguna harus menyeret dan meletakkan sampah ke tempat yang sesuai. Game ini terdiri dari 3 level dengan tingkat kesulitan yang semakin meningkat. Antarmuka game ditampilkan pada Gambar 9.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 9. Antarmuka Game

Pada Gambar 9 menunjukkan tampilan *game* edukasi, dimana pengguna melakukan drag (menyeret) dan drop (meletakkan) objek sampah kedalam tiga jenis tempat sampah (organik, anorganik, dan bahan berbahaya). Jika benar, pengguna mendapatkan 10 poin dan melanjutkan permainan. Namun, jika salah maka kesempatan (*life*) berkurang satu. Apabila *life* mencapai nol, permainan berakhir dan pengguna gagal melanjutkan permainan. Setelah pengguna mendapatkan poin atau kehilangan *life*, sistem akan memeriksa apakah waktu yang diberikan untuk *level* tersebut telah habis. Jika waktu habis, permainan akan menampilkan hasil akhir. Namun, jika waktu masih tersisa, pengguna dapat melanjutkan permainan atau meningkatkan *level* ke tantangan berikutnya. Permainan ini terdiri dari 3 *level*, dengan tingkat kesulitan yang meningkat dan waktu yang berkurang di setiap *level*.

Fitur selanjutnya yakni Kuis, dimana pada fitur ini pengguna akan diberikan serangkaian pertanyaan terkait materi edukasi yang sudah dipelajari pada fitur Materi Edukasi. Antarmuka untuk fitur Kuis divisualisasikan pada Gambar 10.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

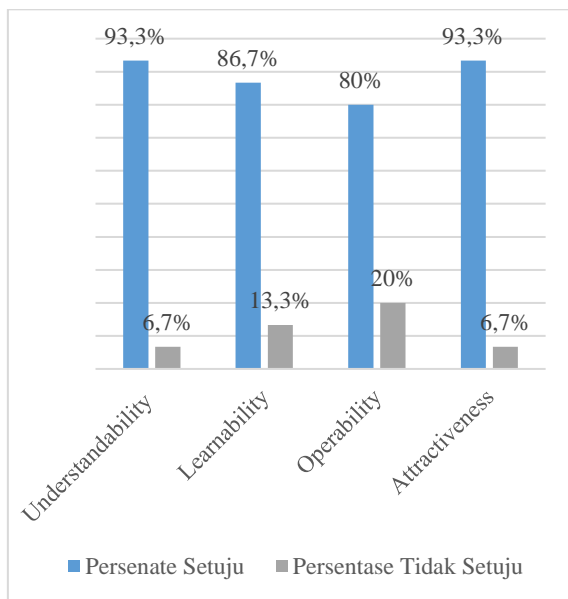
Gambar 10. Tampilan Fitur Kuis

Pada Gambar 10 menunjukkan pengguna memulai kuis dan disajikan pertanyaan dengan beberapa pilihan jawaban. Pengguna memilih jawaban, lalu sistem memeriksa apakah jawabannya benar atau salah. Pengguna memilih jawaban dari opsi yang disediakan. Setelah itu, sistem akan mengevaluasi apakah jawaban tersebut benar atau salah. Jika benar, pengguna akan memperoleh 10 poin. Namun, jika jawaban salah, *life* (kesempatan) pengguna akan berkurang satu. Jika *life* mencapai nol, permainan berakhir, dan pengguna gagal menyelesaikan kuis. Selanjutnya, sistem akan mengecek apakah waktu untuk menjawab pertanyaan telah habis. Jika waktu telah habis, hasil akhir permainan akan ditampilkan. Jika masih ada waktu, pengguna dapat melanjutkan ke pertanyaan selanjutnya atau naik ke *level* berikutnya jika *level* tersebut sudah selesai. Kuis terdiri dari 10 pertanyaan pada setiap *level* dan pada kuis ini terdapat 3 *level*. Setiap *level* selanjutnya akan memberikan tantangan yang lebih sulit, dengan pertanyaan yang lebih rumit dan waktu yang semakin singkat.

5. Testing (Pengujian)

Untuk tahap pengujian, metode pengujian kegunaan (*usability testing*) diterapkan untuk mengevaluasi seberapa baik *game* ini dapat digunakan oleh target pengguna, yaitu anak-anak. Pengujian ini melibatkan empat dimensi utama: kemudahan pemahaman (*understandability*), kemudahan pembelajaran (*learnability*), kemudahan pengoperasian (*operability*), serta daya tarik visual (*attractiveness*). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa *game* dapat memberikan

pengalaman yang menyenangkan sekaligus mendidik, dengan interaksi yang intuitif dan visual yang menarik. Pengujian ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada sekelompok siswa dan guru. Kuesioner tersebut menerapkan skala *Guttman*, yang dipilih untuk mendapatkan respon tegas berupa persetujuan atau ketidaksetujuan. Responden berjumlah 15 orang, mencakup 5 guru dan 10 siswa. Untuk memudahkan pemahaman dan memberikan gambaran komprehensif tentang hasil uji, data divisualisasikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Sumber: Hasil Penelitian (2024)

Gambar 10. Tampilan Fitur Kuis

Gambar 13 mengilustrasikan analisis komprehensif pengujian *usability* untuk *game* edukasi interaktif pengenalan dan pengelolaan sampah. Rata-rata penilaian dari semua aspek mencapai 88,3%. Mengacu pada skala penilaian sebagai berikut: Baik: 76%-100%, Cukup: 56%-75%, Kurang Baik: 40%-55%, Tidak Baik: <40% (Fernando et al., 2022), skor ini termasuk kategori "Baik". Skor ini menunjukkan bahwa pengguna merasa puas dengan pengalaman bermain *game*, terutama dalam hal kemudahan penggunaan, kejelasan antarmuka, serta interaktivitas yang ditawarkan oleh *game* tersebut. Tingginya skor ini juga mengindikasikan bahwa fitur-fitur yang ada telah dirancang dengan baik untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan edukasi. Pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) melalui tahap-tahap yang terstruktur yang digunakan dalam pengembangan *game* ini berperan penting dalam mencapai hasil tersebut. Dengan demikian, MDLC menghasilkan produk yang tidak hanya menarik secara visual dan interaktif, tetapi juga efektif dalam mendukung tujuan pembelajaran dan memberikan pengalaman pengguna yang optimal.

6. Distribution (Distribusi)

Setelah pengujian selesai dan *game* dinyatakan siap untuk digunakan, tahap distribusi dilakukan. Dalam penelitian ini, distribusi *game* dilakukan dengan menyebarkannya ke sekolah-sekolah atau *platform digital* yang dapat diakses oleh anak-anak. *Game* diunggah dalam Google Drive kemudian link nya dibagikan kepada pengguna. *Game* dibuat dalam format .apk agar dapat diinstal dengan mudah pada *smartphone*.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan pengembangan *game* pembelajaran interaktif untuk pengenalan dan pengelolaan sampah menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). *Game* yang dibangun terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman pengguna, khususnya anak-anak, tentang pentingnya pemilahan dan pengelolaan sampah. Berdasarkan hasil uji *usability* yang mencapai 88,3%, *game* ini termasuk dalam kategori "Baik", yang menunjukkan bahwa pengguna merasa puas dengan kemudahan penggunaan, daya tarik visual, dan interaktivitas *game*. Pendekatan MDLC yang terstruktur memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi dan memperbaiki aspek-aspek penting dari *game* pada setiap tahap. *Game* yang dihasilkan tidak hanya menyajikan konten edukatif yang bermanfaat, tetapi juga mampu menarik perhatian pengguna melalui pengalaman bermain yang menyenangkan dan menantang. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar memperluas materi edukasi ke topik lingkungan lain, seperti konservasi energi atau pengurangan jejak karbon, untuk memperkaya manfaat edukatif dari *game* ini. Selain itu, pengembangan fitur tambahan seperti integrasi *Augmented Reality* (AR) untuk meningkatkan daya tarik dan interaktivitas *game*.

REFERENSI

- Ahmad, I., Rahmanto, Y., Pratama, D., & Borman, R. I. (2021). Development of Augmented Reality Application for Introducing Tangible Cultural Heritages at The Lampung Museum Using The Multimedia Development Life Cycle. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 13(2), 187–194.
- Assalma, N. Q. (2022). Sistem Informasi Pembayaran SPP Berbasis Web Dengan Metode RAD (Rapid Application Development) di SMP MBS Bumiayu. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi (JURTISI)*, 2(2), 18–28.
- Beli, J. Y., Hariadi, F., & Sitaniapessy, D. A. (2023). Permainan Edukasi Mengenal Angka dan Berhitung untuk Anak Usia Dini Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Berbasis Android. *Blend Sains Jurnal*

- Teknik*, 2(1), 47–55.
- Borman, R. I., & Purwanto, Y. (2019). Impelementasi Multimedia Development *Life Cycle* pada Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Bahaya Sampah pada Anak. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 5(2), 119. <https://doi.org/10.26418/jp.v5i2.25997>
- Diani, M. R. I. N., Haniifah, D., & Dianty, F. R. (2024). Analisis proyeksi pertumbuhan penduduk dan volume sampah DKI Jakarta terhadap dampak yang ditimbulkan. *JWSC : Journal of Waste and Sustainable Consumption*, 1(1), 1–18.
- Ekojono, Rahutomo, F., & Sari, D. N. (2020). Implementasi Library Deep Learning Keras pada Sistem Ujian Essay Online. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(2), 73–79. <https://doi.org/10.33795/jip.v6i2.303>
- Fatimah, D. D. S., Mubarak, M. S., & Apriani, A. (2024). Penggunaan Multimedia Development *Life Cycle* dalam Rancang Bangun Media Pembelajaran Toleransi Beragama. *Jurnal Algoritma*, 21(1), 189–197. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.21-1.1524>
- Fernando, Y., Napianto, R., & Borman, R. I. (2022). Implementasi Algoritma Dempster-Shafer Theory Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Psikologis Gangguan Kontrol Impuls. *Insearch: Information System Research Journal*, 2(2), 46–54.
- Firdana, M. A. (2024). Pengembangan Game Edukasi Doa Harian untuk Efektivitas Anak Menghafal Menggunakan Metode MDLC. *Jurnal SANTI (Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi)*, 4(2), 61–69.
- Gunawan, R. D., Napianto, R., Borman, R. I., & Hanifah, I. (2019). Penerapan Pengembangan Sistem Extreme Programming Pada Aplikasi Pencarian Dokter Spesialis di Bandar Lampung Berbasis Android. *Jurnal Format*, 8(2), 148–157.
- Hilmawan, B. N., & Yuniati, T. (2024). Perancangan Game Role-Playing sebagai Sarana Edukasi Sejarah Menggunakan Metode Game Development *Life Cycle*. *Computer Science (CO-SCIENCE)*, 4(1), 1–10.
- Irwanti, S., Fuadi, I. N., Hakim, L. L., Azhari, R., & Aldo, D. (2024). Pengembangan Aplikasi Multimedia Interaktif Tanaman Hortikultura dengan Metode Multimedia Development *Life Cycle*. *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 6(2), 3446–3458. <https://doi.org/10.47476/reslaj.v6i2.2988>
- Iskandar, Y. A., Oktafiani, I., Koyimatu, M., Vikaliana, R., Sofia, E., & Varlina, V. (2024). Peningkatan Pemanfaatan Sampah Plastik Melalui Inovasi Sosial Berbasis Logistik. *Jurnal Media Abdimas*, 3(1), 68–76.
- Lasaiba, M. A. (2024). Strategi Inovatif untuk Pengelolaan Sampah Perkotaan: Integrasi Teknologi dan Partisipasi Masyarakat. *GEOFORUM : Jurnal Geografi Dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 1–18. <https://doi.org/10.30598/geoforumvol3iss1pp1-18>
- Makaborang, H., & Talakua, A. C. (2023). Aplikasi Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Menggunakan Multimedia Development *Life Cycle* Untuk Pengenalan Warna. *IJRSE: Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, 3(2), 94–102.
- Nugraha, M. R. (2024). Pengembangan Game Android untuk Meningkatkan Kemampuan Berhitung Anak Usia Dini Berbasis Multimedia Development *Life Cycle* (MDLC). *Informatics and Digital Expert (INDEX)*, 6(1), 24–29.
- Putri, N. N. J., Paramitha, A. A. I. I., & Anggara, I. N. Y. (2024). Rancang Bangun Media Pembelajaran Pengantar TI Metode Game Development *Life Cycle*. *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JURASIK)*, 9(2), 1001–1012.
- Rosyida, E., Listiyono, H., & Zuliarso, E. (2024). Rancang Bangun Game Edukasi Pembelajaran Huruf Alfabet Pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode Multimedia Development *Life Cycle*. *Jurnal JTJK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 8(3), 4–10.
- Setiyani, L., Rostiani, Y., & Ratnasari, T. (2020). Analisis Kebutuhan Fungsional Sistem Informasi Persediaan Barang Perusahaan General Trading (Studi Kasus: PT. Amco Multitech). *Owner: Riset & Jurnal Akuntansi*, 4(1), 288–295.
- Sodikin, S., Efendi, Y., & Yatimollah, Y. (2023). Implementasi Multimedia Development *Life Cycle* Pada Pembuatan Game Edukasi Mengenal Indonesia. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 8(2), 595–606.
- Suherman, S., Afriantoro, I., & Rifendtia, R. (2023). Media Pembelajaran Matematika Berbasis Animasi Menggunakan Stratch Programming dengan Metode Multimedia Development *Life Cycle*. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer MH. Thamrin*, 9(2), 1410–1423.
- Suryantara, I. G. N. (2024). *Teknologi Imersif: Membangun Teknologi Interaktif dan Kreatif dalam Era Industri 5.0 dan Society 5.0*. Elex Media Komputindo.