

Pengembangan Game Edukasi Pilah Sampah Dengan Variasi Jenis Sampah Dan Implementasi Multi-Level Pada Platfom Andriod

Yani Ami Atun¹
S1 Teknik Informatika
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto Indonesia
 yaniamiatun@student.telkomuniversity.ac.id

Tenia Wahyuningrum²
S1 Teknik Informatika
 Universitas Telkom Purwokerto
 Purwokerto Indonesia
 teniaw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kurangnya pemahaman siswa sekolah dasar dalam memilah sampah berdampak pada rendahnya kesadaran menjaga kebersihan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan game edukasi pilah sampah berbasis Android sebagai media pembelajaran interaktif yang menyenangkan. Game ini dirancang menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) dan mencakup variasi jenis sampah (organik, anorganik, dan B3) serta sistem multi-level untuk menjaga minat pengguna. Pengujian dilakukan dengan metode blackbox, usability testing menggunakan UMUX, dan task scenario melalui platform Lyssna. Sebanyak 39 siswa kelas 3 SD Negeri Kaliwungu 01 Kedungreja dilibatkan dalam uji coba. Hasil menunjukkan seluruh fitur game berjalan sesuai fungsi, dengan skor usability UMUX rata-rata sebesar 87,5 yang tergolong Grade B (Excellent) menurut Bangor Usability Scale. Sebanyak 80% siswa juga mampu mengikuti instruksi dengan benar, menandakan antarmuka game cukup intuitif. Kesimpulannya, game ini layak digunakan sebagai media pembelajaran digital dan efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa mengenai pemilahan sampah.

Kata kunci— *Android, Game Edukasi, MDLC, Pemilahan Sampah, UMUX, Usability testing*

I. PENDAHULUAN

Pendidikan lingkungan sejak dulu sangat penting untuk membentuk karakter peduli terhadap kelestarian alam, salah satunya melalui pembelajaran tentang pemilahan sampah [1]. Idealnya, pembelajaran tidak hanya menyampaikan pengetahuan, tetapi juga membentuk kebiasaan yang berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari [2]. Visi dari penelitian ini adalah menyediakan media edukatif berbasis game yang interaktif guna membantu pemahaman anak-anak tentang sampah. Namun, pada kenyataannya, penanganan sampah di Indonesia masih menjadi permasalahan besar, dengan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) menunjukkan bahwa dari total 38,2 juta ton sampah yang tercatat pada tahun 2023, hanya 13,67% yang berhasil dikurangi dan 48,12% yang berhasil ditangani, sementara sekitar 38,21% atau 14,6 juta ton belum terkelola dengan baik

[3]. Hal ini menunjukkan bahwa kesadaran dan perilaku masyarakat terhadap pengelolaan sampah masih perlu ditingkatkan, termasuk melalui pendidikan di tingkat dasar [4].

II. KAJIAN TEORI

Berikut adalah beberapa teori pendukung yang dapat digunakan dalam penelitian mengenai pengembangan game edukasi pilah sampah dengan variasi jenis sampah dan implementasi multi-level pada platform android:

- Konsep Dasar dan Edukasi Pengolahan Sampah dalam Konteks Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar
 Sampah merupakan sisa dari aktivitas manusia yang sudah tidak memiliki nilai guna sehingga dibuang, sebagaimana dijelaskan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia yang dikutip oleh Widiantoro dalam penelitiannya [5]. Sampah dapat berasal dari berbagai tempat, baik dari lingkungan rumah tangga maupun tempat umum [6]. Dalam konteks regulasi nasional, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menyebutkan bahwa salah satu bentuk penanganan sampah adalah kegiatan pemilahan yang mencakup pengelompokan dan pemisahan sampah berdasarkan jenis, jumlah, dan/atau sifatnya [7].
- Pembelajaran Berbasis Game (*Game-based learning*)
 Pembelajaran berbasis permainan (Game-based learning atau GBL) adalah metode pengajaran yang memanfaatkan kekuatan permainan untuk mencapai tujuan pembelajaran [8]. Setiap permainan digital dapat dianggap sebagai media pembelajaran apabila mengandung komponen kognitif, karena melalui ilustrasi berbasis game, siswa diharapkan dapat belajar dan berpikir jernih melalui berbagai gerakan atau aktivitas yang dilakukan selama memainkan permainan tersebut [9].
- MDLC

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri dari enam tahapan dalam proses pengembangannya [10].

1. Concept

Tahap konsep (Concept) merupakan langkah awal dalam proses pengembangan menggunakan model MDLC [11]. Tahap ini merupakan proses untuk merumuskan tujuan yang ingin dicapai serta mengidentifikasi pengguna yang akan menggunakan program tersebut [12]. Setelah itu, dilakukan penetapan audiens sasaran dan jenis aplikasi multimedia yang akan dikembangkan [13].

2. Design

Fase desain merupakan tahap di mana konsep yang telah dikembangkan mulai direpresentasikan [14]. Pada fase ini, representasi tersebut diwujudkan melalui proses perancangan yang mencakup pengembangan konsep secara visual dan penyusunan storyboard [15]. Storyboard dimanfaatkan untuk merancang alur tampilan serta mendeskripsikan setiap elemen dengan memperhitungkan seluruh objek, sementara struktur navigasi digunakan untuk menetapkan hubungan antar tata letak [16].

3. Material Collecting

Tahap ini merupakan proses pengumpulan materi yang disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan [17]. Bahan seperti gambar, animasi, suara, foto, serta elemen lain yang dibutuhkan untuk tahap selanjutnya juga dibuat [18]. Seluruh bahan tersebut dapat diperoleh dari sumber daring maupun dibuat secara manual, dan pengrajaannya berlangsung bersamaan dengan tahap perakitan (assembly) [19].

4. Assembly

Tahap assembly mencakup proses penyusunan rancangan konten serta pengolahan berkas-berkas yang telah dikumpulkan agar sesuai dengan desain yang telah dibuat [20]. Seluruh elemen yang telah disiapkan sebelumnya kemudian digabungkan menjadi satu kesatuan [21]. Pengembangan multimedia dilakukan menggunakan materi yang diperoleh dari tahap pengumpulan sebelumnya [22].

5. Testing

Setelah proses perakitan selesai, dilakukan tahap pengujian untuk memastikan aplikasi berjalan sesuai harapan [23]. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kesalahan serta memastikan bahwa setiap tombol dan komponen dalam aplikasi telah berfungsi sebagaimana mestinya [24]. Selain itu, pengujian menjadi langkah penting dalam mengevaluasi apakah alur program telah sesuai dengan rancangan tanpa adanya kesalahan logika [25]. Pada penelitian ini, penulis menerapkan metode pengujian blackbox serta usability testing.

A. Blackbox Testing

Pengujian aplikasi dilakukan dengan metode black box dikenal sebagai pengujian fungsional yang dilakukan berdasarkan spesifikasi dari pengguna atau klien, di mana pengujinya tidak memiliki akses terhadap kode sumber program [26]. Pengujian ini mengabaikan struktur internal perangkat lunak dan hanya berfokus pada antarmuka, seperti input dan output sistem [27]. Black box testing digunakan untuk

menemukan berbagai jenis kesalahan, seperti fungsi yang tidak berjalan sebagaimana mestinya, kesalahan struktur data, akses ke basis data eksternal, serta kesalahan saat proses inisialisasi, terminasi, maupun antarmuka [28].

B. Usability Testing

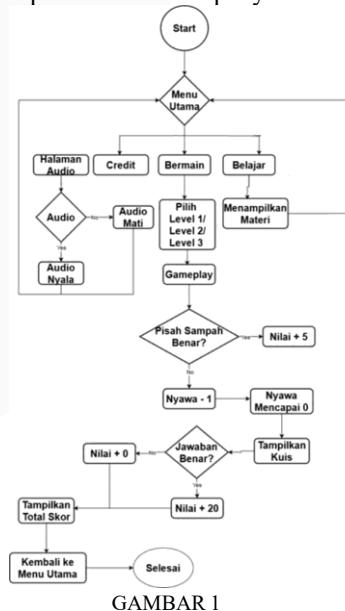
Usability Testing merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kegunaan suatu software, website, atau produk digital [29]. Indikator dalam usability digunakan untuk mengukur kepuasan pengguna dalam menggunakan sistem untuk mencapai tujuan tertentu [30]. Dengan melibatkan pengguna secara langsung, dapat ditemukan masalah nyata seperti kesulitan navigasi atau ketidaksesuaian antarmuka, sehingga pemilik sistem dapat menilai apakah antarmuka tersebut sesuai dengan harapan pengguna [31]. Usability testing dilakukan menggunakan platform Lyssna dan UMUX.

6. Distribution

Aplikasi yang telah melewati proses uji coba dan dinyatakan layak digunakan akan diserahkan kepada pengguna akhir sebagai media pembelajaran interaktif [32]. Distribusinya dilakukan dengan menyebarkan file APK secara langsung, atau melalui platform (seperti Google Play Store apabila memungkinkan). Tahapan ini menandai penyelesaian proses pengembangan setelah aplikasi melewati tahap pengujian dan penyempurnaan [33].

III. METODE

Berikut merupakan diagram alur yang menunjukkan tahapan-tahapan penelitian dalam penyusunan laporan ini:



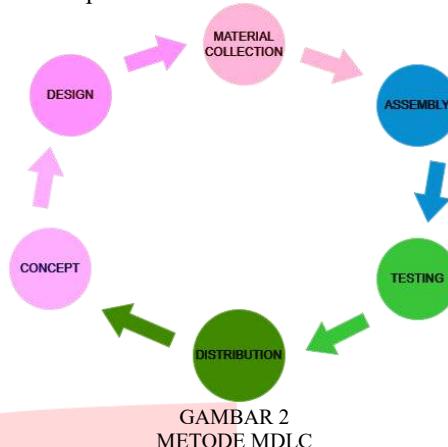
GAMBAR 1
FLOWCHART

TABEL 1.
PENJELASAN FLOWCHART

No	Menu/User Input	Sistem output/respon	Deskripsi
1.	Start	Tampilkan splashscreen	Sistem memulai aplikasi dengan menampilkan splashscreen selama beberapa detik sebelum menampilkan menu utama kepada pengguna
2.	Menu Utama: Bermain	Tampilkan pilihan level	Pengguna memilih untuk bermain, sistem menampilkan level yang dapat dipilih
3.	Menu Utama: Belajar	Menampilkan materi pembelajaran	Sistem memberikan materi edukasi terkait jenis sampah kepada pengguna
4.	Menu Utama: Credit	Menampilkan informasi Pengembang Game	Pop-up ini akan muncul Ketika pengguna menekan tombol info
5.	Pilih Level	Tampilkan game sesuai level	Pengguna memilih level tertentu, sistem memulai permainan di level tersebut
6.	Game: Pisah Sampah	Tambahkan poin atau kurangi nyawa	Sistem mengevaluasi jawaban pengguna dan memberikan feedback (poin/nyawa)
7.	Jawaban Benar (Kuis)	Tambahkan nilai (+20)	Jika jawaban pengguna benar, sistem menambahkan poin sebanyak 20
8.	Jawaban Salah (Kuis)	Nilai tetap	Sistem tidak menambah nilai
9.	Nyawa Habis	Tampilkan halaman kuis	Sistem menampilkan kuis berupa pilihan ganda kepada pengguna
10.	Tampilkan total skor	Tampilkan skor	Sistem menampilkan total skor game dan kuis

Pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah dalam penelitian ini adalah metode MDLC, yang dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur. Proses identifikasi data bertujuan untuk merumuskan pertanyaan-pertanyaan inti yang menjadi dasar agar penelitian tetap fokus

pada topik yang relevan dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan.



- Concept* tahap ini menjelaskan tujuan dan sasaran game edukasi pilah sampah, yang dirancang untuk membantu anak-anak usia 7–15 tahun memahami dasar-dasar pemilahan sampah melalui pembelajaran yang menarik dan interaktif.
- Design* Pada tahap ini, ide dari konsep awal dituangkan ke dalam perancangan storyboard yang mencakup alur permainan dan desain awal antarmuka. storyboard ini bertujuan untuk memvisualisasikan elemen-elemen penting dari game edukasi pilah sampah sebelum pengembangan lebih lanjut dilakukan.
- Pengumpulan materi* Pengumpulan materi dalam penelitian ini mencakup elemen-elemen seperti background, animasi, button, dan ikon diperlukan untuk tahap pengembangan selanjutnya.
- Assembly* Setelah semua materi terkumpul, materi tersebut kemudian diprogram menggunakan Construct 2, sebuah game engine berbasis HTML5 yang memungkinkan pengembangan game interaktif tanpa memerlukan pengetahuan pemrograman yang mendalam.
- Testing* Pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi telah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang dan memenuhi kebutuhan pengguna secara menyeluruh. Proses pengujian melibatkan tiga metode utama, yaitu Blackbox testing, Lyssna, dan kuisioner UMUX.
- Distribution* Distribusi aplikasi yang telah melalui pengujian dan dinilai layak untuk digunakan, akan diserahkan kepada SD Negeri Kaliwungu 01 untuk digunakan sebagai alat pembelajaran interaktif, dapat diakses melalui Google Drive.

Definisikan singkatan dan akronim saat pertama kali digunakan dalam teks, bahkan setelah didefinisikan dalam abstrak. Jangan menggunakan singkatan dalam judul kecuali jika tidak dapat dihindari.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan aplikasi dilakukan melalui beberapa skenario iteratif, dan setiap iterasi mengikuti metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) yang terdiri dari enam tahap: Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution. Namun, dalam tiap iterasi selanjutnya, hanya tahap yang mengalami perubahan signifikan yang akan dijelaskan.

a. Concept

Konsep pengembangan game edukasi pilah sampah berbasis Android mencakup dua fitur utama, yaitu fitur belajar dan fitur bermain. Pada fitur belajar, pengguna disajikan empat materi utama, yaitu pengertian sampah, jenis-jenis sampah, variasi tempat sampah, dan langkah-langkah membuang sampah dengan benar. Sementara itu, fitur bermain terdiri dari tiga level yang dapat dipilih. Pada level 1, pemain diminta untuk melakukan drag and drop sampah ke dalam tiga pilihan tempat sampah. Pada level 2, jumlah tempat sampah meningkat menjadi enam, sehingga pemain harus lebih teliti dalam memilah. Sedangkan pada level 3, permainan diberi tantangan tambahan berupa waktu selama 15 detik untuk menyelesaikan tugas memilah sampah ke dua tempat sampah yang tersedia. Game ini bersifat single player, sehingga setiap pemain dapat menyelesaikan permainan secara mandiri tanpa keterlibatan pemain lain.

b. Design



GAMBAR 2
TAMPILAN SCREEN

Gambar 2 Splash screen, halaman pertama pada saat membuka aplikasi game edukasi Pilah Sampah Berbasis Android.



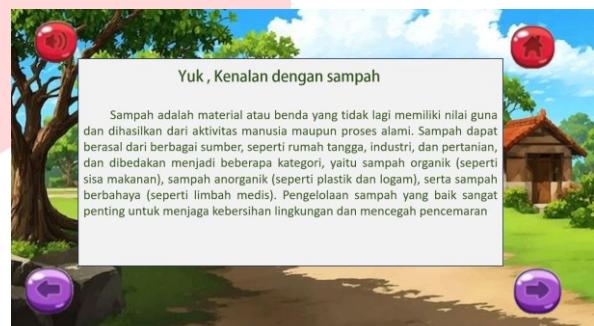
GAMBAR 3
TAMPILAN MENU UTAMA

Gambar 3 merupakan tampilan halaman utama, berisi menu utama dari game ini, yaitu menu Belajar dan Bermain, yang masing-masing ditampilkan dalam bentuk tombol dengan ikon dan teks yang mudah dikenali.



GAMBAR 4.3 TAMPILAN HALAMAN PILIH BELAJAR

Gambar 4.3 Halaman belajar ini menampilkan empat ikon interaktif berisi materi tentang pengertian sampah, jenis sampah, ragam tempat sampah, dan cara membuang sampah yang benar, serta ikon Home untuk kembali ke halaman utama.



GAMBAR 4
TAMPILAN HALAMAN BELAJAR

Gambar 4 menunjukkan halaman Materi dengan topik sesuai pilihan, dilengkapi ikon suara, Home, Next, dan Back untuk navigasi.



GAMBAR 5
DESAIN HALAMAN BERMAIN

Gambar 5 Halaman bermain menampilkan tiga level dengan tingkat kesulitan berbeda, serta ikon suara dan Home untuk navigasi.



GAMBAR 6
DESAIN GAME LV 1

Gambar 6 pengguna memainkan permainan drag and drop dengan cara menyeret jenis sampah ke salah satu dari tiga pilihan tempat sampah yang tersedia, yaitu tempat sampah plastik, organik, dan B3.



GAMBAR 7
DESAIN GAME LV 2

Gambar 7 pengguna memainkan permainan drag and drop dengan cara menyeret jenis sampah ke salah satu dari enam pilihan tempat sampah yang tersedia, yaitu tempat sampah residu, kaleng, kertas, plastik, organik, dan B3.



GAMBAR 8
DESAIN GAME LV 3

Gambar 8 halaman bermain Level 3, pengguna diberikan waktu 15 detik untuk melakukan aktivitas drag and drop sampah yang bergerak dari kanan ke kiri layar, ke dalam dua pilihan tempat sampah yang tersedia, yaitu plastik dan organik. Tujuan dari permainan ini adalah memasukkan sampah dengan benar sebanyak mungkin sebelum waktu habis.



GAMBAR 9
TAMPILAN MATERI AKSARA JAWA

Gambar 9 halaman kuis akan muncul secara otomatis setelah pengguna menyelesaikan permainan pada setiap level. Pada tiap level, hanya terdapat satu soal kuis yang ditampilkan dalam bentuk pertanyaan

pilihan ganda dengan tiga opsi jawaban, yaitu a, b, dan c. Pengguna cukup mengklik salah satu opsi yang dianggap paling benar. Tampilan kuis dirancang dengan format yang konsisten di setiap level, hanya isi pertanyaannya yang berbeda.



GAMBAR 10
TAMPILAN MATERI AKSARA JAWA

Gambar 10 menampilkan jumlah total skor yang diperoleh pengguna setelah menyelesaikan permainan pada level yang dipilih. Skor ini merupakan akumulasi dari nilai permainan drag and drop dan hasil jawaban pada kuis.

c. Material Collection

Seluruh aset visual dan audio dalam game ini dikumpulkan dan disusun dengan mempertimbangkan karakteristik pengguna anak-anak sekolah dasar dengan pemilihan warna-warna cerah seperti merah, hijau, kuning, dan biru untuk menarik perhatian dan memudahkan anak dalam mengenali elemen permainan. Selain itu, ikon-ikon sampah dan tempat sampah didesain dengan memberi label nama dan menyerupai objek nyata agar lebih mudah dikenali. Semua material dioptimalkan ukurannya agar ringan dijalankan di perangkat Android dengan spesifikasi standar.

d. Assembly

Proses pembuatan game dilakukan menggunakan perangkat lunak Construct 2, di mana seluruh elemen seperti tombol, ilustrasi, suara, dan logika permainan diatur agar saling terhubung dan berfungsi sesuai alur yang telah ditentukan. Penulis hanya mencantumkan beberapa *event sheets*.

e. Testing

Pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi telah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang dan memenuhi kebutuhan pengguna secara menyeluruh. Proses pengujian melibatkan tiga metode utama, yaitu Blackbox testing, Lyssna, dan kuisioner UMUX. Penggunaan kombinasi metode ini bertujuan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif, mencakup evaluasi teknis, pengalaman pengguna, dan tingkat kegunaan aplikasi secara kuantitatif.

1. Blackbox Testing

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur dan fungsionalitas dalam game berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Metode pengujian yang digunakan adalah blackbox testing, yang difokuskan pada

pengujian fungsi tanpa memperhatikan struktur kode program. Pengujian ini dilakukan pada beberapa perangkat untuk memverifikasi bahwa semua sistem, tombol, dan alur permainan dapat berfungsi dengan baik secara keseluruhan. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL 1 SPLASH SCREEN BLACKBOX

No	Komponen pengujian	Perangkat A	Perangkat B	Perangkat C	Perangkat D	perangkat E
1.	Splash Screen	✓	✓	✓	✓	✓
2.	Menu Utama Bermain	✓	✓	✓	✓	✓
3.	Menu Utama Belajar	✓	✓	✓	✓	✓
4.	Fitur: Audio(mati)	✓	✓	✓	✓	✓
5.	Fitur: Audio(nyala)	✓	✓	✓	✓	✓
6	Pilih Level 1	✓	✓	✓	✓	✓
7	Pilih Level 2	✓	✓	✓	✓	✓
8	Pilih Level 3	✓	✓	✓	✓	✓
9	Gameplay: Pisah Sampah	✓	✓	✓	✓	✓
10	Gameplay: Audio	✓	✓	✓	✓	✓
11	Jawaban Benar (Kuis)	✓	✓	✓	✓	✓
12	Jawaban Salah (Kuis)	✓	✓	✓	✓	✓
13	Nyawa Habis	✓	✓	✓	✓	✓
15	Total Skor	✓	✓	✓	✓	✓
	Rata-rata =					
	100%					

Keterangan:

✓ : berhasil

Perangkat A : Vivo Y12, spesifikasi RAM 3GB dan sistem operasi Android 11

Perangkat B :Redmi Note 13, spesifikasi RAM 8GB dan sistem oprasi Android 13 (MIUI 14)

Perangkat C : Samsung Galaxy A0E, spesifikasi RAM 2GB dan sistem operasi Android 8 Go Edition

Perangkat D :Realme C60, spesifikasi RAM 8GB dan sistem operasi Android 14 (Realme UI)

Perangkat E : Samsung Galaxy S10+, spesifikasi RAM 8GB dan sistem operasi Android 12

Berdasarkan hasil pengujian pada lima perangkat, terdapat 15 skenario uji yang telah dilakukan dan seluruhnya (100%) menunjukkan bahwa game dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik dan tidak ditemukan kendala. Dengan

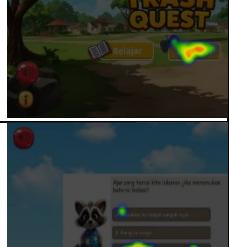
demikian, dapat disimpulkan bahwa game sudah layak dimainkan dan dapat dilanjutkan ke tahap distribusi kepada pengguna. Tingkat keberhasilan pengujian dapat dihitung menggunakan rumus(1)

Keberhasilan pengujian $15/15 \times 100\% = 100\%$

Dikarenakan seluruh pengujian menghasilkan nilai yang sama (100% keberhasilan), maka tidak terdapat variasi data. Dengan demikian, pengujian statistik seperti uji-t tidak dapat dilakukan karena syarat statistik (adanya variasi nilai) tidak terpenuhi. Meskipun demikian, hasil ini tetap menunjukkan bahwa fungsionalitas game sangat stabil dan telah memenuhi standar minimum untuk keberhasilan teknis.

2. Usability Testing

TABEL 2 USABILITY TESTING

Ta sk 1	Jumla h Respon den	Presen tasi Berha sil	Presen tasi gagal	Wa ktu Rat a 2	Gambar
Ta sk 1	15	93.3	6.7	-	
Ta sk 2	15	60	40	22	
Ta sk 3	15	93.3	6.7	9	
Ta sk 4	15	93.3	6.7	25	
Ta sk 5	15	60	40	14	
Ta sk 6	15	80	20	14	

Ta sk 1	Jumla h Respon den	Presen tasi Berha sil	Presen tasi gagal	Wa ktu Rat a 2	Gambar
Ta sk 7	15	86.7	13.3	11	

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap 15 responden, dapat disimpulkan bahwa mayoritas siswa mampu menyelesaikan task scenario yang diberikan dengan baik. Sebagian besar task memiliki tingkat keberhasilan di atas 80%, seperti pada Task 1 (tema game), Task 3 (memulai permainan), Task 4 (menjawab kuis), dan Task 7 (mengulang permainan), yang menunjukkan bahwa tampilan antarmuka dan alur permainan cukup mudah dipahami oleh pengguna anak-anak.

Namun demikian, pada beberapa task seperti Task 2 (memilih tombol belajar) dan Task 5 (melihat skor), tingkat keberhasilan masih berada di angka 60%, yang menunjukkan bahwa masih terdapat kebingungan pengguna terhadap elemen navigasi tertentu. Hal ini menjadi masukan penting untuk perbaikan ke depan, khususnya dalam memperjelas visual.

f. Distribution

Setelah tahap pengujian dinyatakan berhasil dan game telah berfungsi sesuai yang diharapkan, proses distribusi dilakukan agar pengguna dapat mengakses dan memainkan game secara langsung. Distribusi dilakukan menggunakan layanan penyimpanan cloud Google Drive, dengan membagikan tautan unduhan kepada pihak sekolah. File instalasi game dalam format APK diunggah ke Google Drive dan dapat diunduh serta dipasang pada perangkat Android yang tersedia di SD Negeri Kaliwungu 01 Kedungreja.

V. KESIMPULAN

Game edukasi pilah sampah berbasis Android berhasil dikembangkan menggunakan metode MDLC, terdiri dari tiga level permainan dan mencakup enam jenis sampah (organik, plastik, residu, botol, kertas, dan B3) yang sesuai untuk siswa kelas 3 SD. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur (15 fitur atau 100%) berfungsi dengan baik berdasarkan uji blackbox. Pengujian usability menggunakan UMUX menghasilkan skor rata-rata 87,5 dengan Grade B (Excellent), menandakan game sangat layak digunakan. Selain itu, pengujian task scenario melalui platform Lyssna menunjukkan 80% siswa dapat mengikuti instruksi dengan benar.

REFERENSI

- [1] M. Mustofa and B. Mulyono, “23109-50537-1-PB”.
- [2] A. Kader, S. Negeri, T. Kepulauan, K. T. Kepulauan, and M. Utara, “Pengembangan Model Pembelajaran Berkelanjutan untuk Meningkatkan Pengetahuan Siswa Pada Mata Pelajaran Sejarah Developing a Continuous Learning Model to Enhance Students’ Knowledge in History Subjects,” Pinisi Journal of Social Science, vol. 1, no. 2, 2022.
- [3] Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN),” Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 Direktorat Penanganan Sampah. Accessed: Nov. 06, 2024. [Online]. Available: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- [4] Deda Widiantoro and Minsih, “Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Media Pembelajaran Pada Sekolah Adiwiyata,” Jurnal Elementaria Edukasia, vol. 6, no. 4, pp. 1658–1670, Dec. 2023, doi: 10.31949/jee.v6i4.6958.
- [5] A. I. Yunus et al., PENGELOLAAN SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK. [Online]. Available: www.globaleksekutifteknologi.co.id
- [6] D. Gita Ambina, “A REVIEW OF SORTING WASTE ACCORDING TO LAW NO 18 OF 2008 ON WASTE MANAGEMENT”, doi: 10.24970/jbhl.v3n2.13.
- [7] J. Nisbet, “Game-Based Learning: Pros, Cons & Implementation Tips for Educators,” Prodigy. Accessed: Nov. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.prodigygame.com/main-en/blog/game-based-learning/>
- [8] A. F. Yustina and Y. Yahfizham, “Game Based Learning Matematika dengan Metode Squid game dan Among us,” Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika, vol. 7, no. 1, pp. 615–630, Mar. 2023, doi: 10.31004/cendekia.v7i1.1946.
- [9] A. Sunengsih, A. M. Hardiansyah, and D. N. H. Lisana, “Pengembangan Game Edukasi Petualang Cerdas Berbasis Web Menggunakan Metode MDLC,” Media Jurnal Informatika, vol. 15, no. 2, p. 162, Dec. 2023, doi: 10.35194/mji.v15i2.3907.
- [10] A. H. Agusti and A. N. Alfian, “MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE DAN USER ACCEPTANCE TEST PADA MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF RUMUS MATEMATIKA,” BINA INSANI ICT JOURNAL, vol. 9, no. 2, pp. 147–161, 2022.
- [11] M. A. M. Topani and A. Azhari, “Development of Mandarin Education Quiz Game Using Android-Based Multimedia Development Life Cycle,” Mobile and Forensics, vol. 5, no. 2, pp. 31–41, Sep. 2023, doi: 10.12928/mf.v5i2.7947.
- [12] A. R. Dikananda, O. Nurdianwan, and H. Subandi, “Augmented Reality dalam Mendeteksi Produk Rotan menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC),” vol. 6, Dec. 2021, [Online]. Available: http://ejournal.ust.ac.id/index.php/Jurnal_Means/
- [13] A. Rahmatika, A. A. Manurung, and F. Ramadhan, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Empati Anak Usia Dini dengan Metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle),” sudo Jurnal Teknik Informatika, vol. 2, no. 3, pp. 122–130, Sep. 2023, doi: 10.56211/sudo.v2i3.330.
- [14] A. Syazili, “Penerapan Metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle) Dalam Rancangan Animasi 3 Dimensi Short Animation ‘Dampak Kekerasan Fisik Pada Anak,’” Media Online), vol. 4, no. 2, pp. 770–779, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1207.

- [15] A. Agus Kurniasari, Trismayanti Dwi Puspitasari, and Argista Dwi Septya Mutiara, "PENERAPAN METODE MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE (MDLC) PADA A MAGICAL AUGMENTED REALITY BOOK BERBASIS ANDROID," *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 17, no. 1, pp. 19–31, Jun. 2023, doi: 10.35457/antivirus.v17i1.2801.
- [16] D. Ridha, D. Putri, M. R. Fahlevi, and F. A. Putri, "Implementasi Metode Pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Pada Website Pembelajaran Sistem Multimedia," vol. 8, pp. 70–81, [Online]. Available: <https://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jurasik>
- [17] K. Lee, "PENERAPAN METODE MDLC DALAM PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AUGMENTED REALITY UNTUK MENGENAL JENIS-JENIS SAMBAL INDONESIA."
- [18] I. S. Nisya, O. D. E. Wulansari, and W. Wartariyus, "Rancang Bangun Game Edukasi Bencana Alam Menggunakan Metode MDLC," *Jurnal Ilmu Siber dan Teknologi Digital*, vol. 2, no. 1, pp. 23–44, Dec. 2023, doi: 10.35912/jisted.v2i1.2374.
- [19] B. Setiawan, A. Gustalika, and A. Raharja, "Rancang Bangun Media Pembelajaran Tumbuhan berbasis Augmented Reality dengan Metode MDLC," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 5, no. 2, pp. 91–101, 2024, doi: 10.47065/bit.v5i2.1325.
- [20] A. Nofiar, F. Nasari, and A. Pribadi, "Animasi 3D Alur Proses Pembuatan Sabun Transparan Dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 63–73, Feb. 2023, doi: 10.51454/decode.v3i1.134.
- [21] A. H. Agusti and A. N. Alfian, "MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE DAN USER ACCEPTANCE TEST PADA MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF RUMUS MATEMATIKA," *BINA INSANI ICT JOURNAL*, vol. 9, no. 2, pp. 147–161, 2022.
- [22] A. Fandika Pamungkas, A. B. Ramadhan, and J. T. Purnomo, "Rancang Bangun Multimedia Interaktif Bela Diri ... 503."
- [23] A. Triyono and M. Najib Dwi Satria, "Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA) APLIKASI PEMBELAJARAN BIOLOGI TENTANG TANAMAN BERBASIS AUGMENTED REALITY UNTUK KELAS XI," vol. 2, no. 4, pp. 501–513, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- [24] H. A. Bramantyo and I. A. Astuti, "Perancangan dan Pengembangan Aplikasi Android Berbasis Augmented Reality pada Mahasvin Farm menggunakan Metode MDLC," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 7, no. 1, pp. 173–189, Jan. 2025, doi: 10.35746/jtim.v7i1.679.
- [25] A. C. Praniffa, A. Syahri, F. Sandes, U. Fariha, and Q. A. Giansyah, "PENGUJIAN BLACK BOX DAN WHITE BOX SISTEM INFORMASI PARKIR BERBASIS WEB BLACK BOX AND WHITE BOX TESTING OF WEB-BASED PARKING INFORMATION SYSTEM."
- [26] S. Dika Pratama and M. Noviarsyah Dadaprawira, "Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Edu Digital Berbasis Website Menggunakan Metode Equivalence Dan Boundary Value," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, vol. 6, no. 2, pp. 560–569, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsk/index>
- [27] M. Putri, A. Ginting, and A. S. Lubis, "Pengujian Aplikasi Berbasis Web Data Ska Menggunakan Metode Black Box Testing," *FEBRUARI*, vol. 2, no. 1, pp. 41–48, 2024, doi: 10.55537/cosmic.
- [28] D. Kurniawan and F. Yuamita, "Usability Testing Penggunaan Menu Kartu Hasil Studi Di Website Sistem Informasi Akademik Universitas Teknologi Yogyakarta," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 2, no. 1, pp. 41–52, 2023, [Online]. Available: <https://sia.uty.ac.id/std>
- [29] M. T. Abdillah et al., "Implementasi Black box Testing dan Usability Testing pada Website Sekolah MI Miftahul Ulum Warugung Surabaya," *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [30] Ikbal Adi Putra et al., "Evaluasi Pengalaman Pengguna Pada Website 6 Adventure Menggunakan Metode Usability Testing," *Jurnal Janitra Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 37–46, Jun. 2024, doi: 10.59395/janitra.v4i1.177.
- [31] I. Izzati Diana Yusuf, M. Jahiri, and A.-B. Bin Ladjamudin, "Design and Development of Interactive Media in Vocational High Schools Using the Multimedia Development Life Cycle Method Based on Android," *JINAV: Journal of Information and Visualization*, vol. 5, no. 1, pp. 2746–1440, 2024, doi: 10.35877/454RI.jinav2883.
- [32] R. Farta Wijaya, S. Wahyuni, and A. Dwi Putra, "PENERAPAN METODE MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE (MDLC) DALAM PEMBUATAN APLIKASI MOBILE EDUKASI LINGKUNGAN 'CINTA MANGROVE,'" 2024, [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [33] P. Budaya Jawa Barat Di Kompepar Giri Harja Jelekong -Ilma Amalia Jaza et al and I. Amalia Jaza, "Implementasi Multimedia Development Life Cycle (Mdlc) Pada Aplikasi Media Implementasi Multimedia Development Life Cycle (Mdlc) Pada Aplikasi Media Pembelajaran Budaya Jawa Barat Di Kompepar Giri Harja Jelekong," vol. 06, no. 02, 2024, doi: 10.54209/jatilima.