

PERMAINAN PEMBELAJARAN: KITAR SEMULA DI PERSEKITARAN SEKOLAH UNTUK KANAK – KANAK

¹Siti Noratikah Binti Daud, ¹Ts. Dr. Hasimi Sallehuddin

¹Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
43600 Universiti Kebangsaan Malaysia

Abstrak

Projek ini bertujuan untuk membangunkan aplikasi pendidikan interaktif berbentuk permainan serius bertajuk Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah. Projek ini difokuskan kepada meningkatkan kesedaran pelajar sekolah rendah mengenai amalan kitar semula melalui pengalaman pembelajaran yang menyeronokkan dan interaktif. Masalah utama yang dikenal pasti adalah tahap kesedaran dan pemahaman pelajar terhadap konsep pengasingan sampah yang masih rendah. Untuk mengatasi masalah ini, aplikasi yang menggabungkan galeri pendidikan maya dan permainan interaktif telah dicadangkan. Aplikasi ini akan memberikan pendedahan awal tentang fakta dan kategori kitar semula melalui modul galeri pendidikan, diikuti dengan aktiviti permainan yang memerlukan pemain mengasingkan sampah mengikut warna tong kitar semula dalam persekitaran maya. Projek ini menggunakan metodologi pembangunan berasaskan Agile, yang membolehkan pengembangan aplikasi dilakukan secara iteratif dan sistematik. Hasil projek yang dijangka adalah aplikasi yang berfungsi sepenuhnya, mudah digunakan, dan mampu meningkatkan pemahaman pelajar mengenai kitar semula serta memberi pengalaman pembelajaran yang efektif dan menyeronokkan.

Abstract

This project aims to develop an interactive educational application in the form of a serious game titled Learning Games: Recycling in the School Environment. This project focuses on increasing awareness among primary school students about recycling practices through fun and interactive learning experiences. The main problem identified is the low level of awareness and understanding of students regarding the concept of waste separation. To overcome this problem, an application that combines a virtual educational gallery and interactive games has been proposed. This application will provide initial exposure to recycling facts and categories

through an educational gallery module, followed by game activities that require players to separate waste according to the color of the recycling bin in a virtual environment. This project uses an Agile-based development methodology, which allows application development to be done iteratively and systematically. The expected outcome of the project is an application that is fully functional, easy to use, and capable of increasing students' understanding of recycling as well as providing an effective and enjoyable learning experience.

1.0 PENGENALAN

Dalam era digital masa kini, isu alam sekitar seperti pengurusan sisa pepejal menjadi semakin kritikal, terutama apabila melibatkan generasi muda. Kanak-kanak merupakan kumpulan penting yang perlu diberi pendedahan awal tentang amalan kitar semula bagi membentuk tabiat yang lestari sejak usia muda. Walaupun pelbagai program dan kempen kitar semula telah diperkenalkan di sekolah, pelaksanaan sebenar dalam kalangan pelajar masih belum mencapai tahap yang diharapkan. Kajian menunjukkan bahawa walaupun pelajar mempunyai tahap kesedaran dan pengetahuan yang tinggi mengenai kepentingan kitar semula, amalan sebenar dalam kehidupan harian mereka masih rendah (Min et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahawa kaedah pembelajaran tradisional yang bergantung kepada buku teks dan ceramah tidak mencukupi untuk menarik perhatian dan mengubah tingkah laku kanak-kanak terhadap penjagaan alam sekitar.

Dalam dunia yang dipacu oleh teknologi dan hiburan digital, pendekatan konvensional seperti pembelajaran melalui buku teks semata-mata sudah tidak lagi mencukupi untuk menarik perhatian kanak-kanak. Mereka lebih cenderung kepada kandungan visual, interaktif dan berbentuk permainan. Oleh itu, wujud keperluan mendesak untuk membangunkan satu bentuk pendidikan yang bukan sahaja menyampaikan maklumat, tetapi juga mampu memberi pengalaman pembelajaran yang menyeronokkan dan mudah difahami oleh golongan ini. Justeru itu, permainan serius atau serious game menjadi salah satu alternatif yang semakin mendapat tempat dalam pendidikan, termasuk dalam usaha menyemai nilai kitar semula sejak usia muda.

Beberapa aplikasi dan permainan telah dibangunkan bagi tujuan meningkatkan kesedaran alam sekitar, seperti Recycle Roundup, Litter Critters dan EcoKids. Namun begitu, kebanyakan permainan ini masih kurang menyesuaikan kandungan mereka

dengan konteks tempatan seperti penggunaan Bahasa Melayu dan suasana sekolah di Malaysia. Malah, banyak daripadanya juga tidak direka khas untuk peranti mudah alih, menjadikan ia kurang mesra pengguna bagi pelajar yang hanya mempunyai akses kepada telefon pintar. Selain itu, tidak semua permainan tersebut menekankan aspek pendidikan secara langsung atau menyasarkan kategori umur kanak-kanak sekolah rendah secara khusus.

Permainan “Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak” yang dibangunkan ini bertujuan untuk memberi pengalaman pembelajaran berasaskan permainan yang menyeronokkan sambil menyampaikan ilmu dan membina tabiat amalan kitar semula. Permainan ini menggabungkan elemen galeri pendidikan dan aktiviti interaktif seperti mengutip dan mengasingkan sampah mengikut tong kitar semula yang betul berdasarkan warna. Dengan menggunakan visual 3D yang ceria, ganjaran berbentuk mata dan sokongan Bahasa Melayu sepenuhnya, aplikasi ini direka khusus untuk pengguna berumur antara 7 hingga 12 tahun.

Selain bersifat pendidikan, aplikasi ini juga dibina sebagai aplikasi Android tanpa memerlukan sambungan internet dan bebas iklan, sekaligus menjadikannya mudah diakses serta sesuai digunakan dalam bilik darjah mahupun di rumah. Ia juga direka untuk berfungsi dengan baik pada telefon pintar berspesifikasi rendah, bagi memastikan tidak ada pelajar yang tercicir hanya kerana batasan peranti. Diharapkan melalui aplikasi ini, kanak-kanak dapat mempelajari dan mempraktikkan amalan kitar semula dengan cara yang menyeronokkan, interaktif dan sesuai dengan gaya pembelajaran generasi masa kini.

2.0 KAJIAN LITERATUR

Bahagian ini membincangkan beberapa sistem dan aplikasi sedia ada yang berkaitan dengan pendidikan kitar semula dalam bentuk permainan interaktif. Kajian terhadap sistem-sistem ini bertujuan untuk mengenal pasti kekuatan dan kelemahan setiap aplikasi sebagai rujukan dalam proses pembangunan aplikasi “Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak”. Penekanan

diberikan terhadap fungsi, reka bentuk antaramuka, elemen pendidikan, serta keberkesanan pendekatan gamifikasi yang digunakan oleh setiap sistem.

Salah satu sistem yang dikaji ialah Litter Critters, sebuah permainan serius yang dibangunkan bagi mendidik kanak-kanak tentang amalan kitar semula dan kepentingan menjaga kebersihan alam sekitar. Dalam permainan ini, pemain memainkan peranan sebagai makhluk kecil yang ditugaskan untuk mengutip dan mengasingkan sisa buangan ke dalam tong yang betul. Permainan ini mengandungi beberapa tahap cabaran yang berbeza, di mana setiap tahap menguji keupayaan pemain untuk membuat keputusan tepat dalam tempoh masa tertentu. Pendekatan permainan ini lebih kepada pembelajaran secara tidak langsung melalui aktiviti berasaskan misi. Paparan skor selepas setiap permainan membolehkan pemain menilai pencapaian mereka, sekali gus memberikan elemen ganjaran yang boleh mendorong penglibatan berulang. Walau bagaimanapun, Litter Critters tidak menyediakan kandungan pendidikan secara eksplisit seperti galeri maklumat atau fakta berkaitan kitar semula yang dapat membantu pemain memahami konsep secara teori sebelum memulakan permainan. Ketiadaan elemen pendidikan ini menjadikan pembelajaran berlaku secara tersirat dan berasaskan pengalaman sahaja.

Recycle Roundup pula merupakan sebuah permainan web yang dibangunkan oleh National Geographic dengan objektif untuk menggalakkan pengasingan sisa secara tepat. Dalam permainan ini, pemain perlu menyeret objek buangan ke dalam tong yang sesuai dalam had masa tertentu. Reka bentuk permainan ini sangat ringkas dan mudah difahami oleh kanak-kanak, menjadikannya sesuai untuk digunakan di peringkat sekolah rendah. Walaupun permainan ini menyeronokkan dan mampu meningkatkan kesedaran terhadap pengasingan sisa, ia hanya menawarkan satu mod permainan tanpa penyesuaian tahap kesukaran atau kandungan pembelajaran tambahan. Pemain tidak diberikan sebarang penerangan atau maklumat lanjut mengenai jenis sisa atau sebab pemilihan tong yang betul. Kebergantungan kepada kelajuan dan ketepatan sahaja tanpa elemen pembelajaran eksplisit menjadikan permainan ini kurang sesuai sebagai bahan bantu mengajar yang komprehensif.

Seterusnya, Eco Kids merupakan satu lagi aplikasi permainan pendidikan yang memfokuskan kepada topik kelestarian dan penjagaan alam sekitar. Permainan ini

menawarkan pelbagai mini permainan yang merangkumi aktiviti seperti mengenal pasti barang yang boleh dikitar semula, menyelesaikan teka-teki berkaitan alam sekitar, dan melaksanakan cabaran pengurusan sumber. Eco Kids menonjol kerana mempunyai pelbagai aktiviti interaktif serta menyampaikan maklumat secara terus semasa pemain menjalani permainan. Setiap cabaran disertakan dengan maklum balas dan penjelasan lanjut mengenai tindakan yang diambil oleh pemain, sekaligus meningkatkan pemahaman terhadap konsep yang diajar. Walaupun aplikasi ini mempunyai kekuatan dari segi kepelbagaian aktiviti dan gaya pembelajaran yang menarik, ia masih kurang dari aspek sistem ganjaran seperti markah atau papan skor yang boleh mendorong pemain untuk bersaing secara sihat atau mencabar diri mereka untuk memperbaiki pencapaian.

Secara keseluruhannya, ketiga-tiga sistem yang dikaji ini mempunyai kekuatan tersendiri dalam menyampaikan mesej pendidikan berkaitan kitar semula kepada kanak-kanak. Namun, terdapat beberapa kelemahan yang dikenal pasti dan boleh diperbaiki dalam pembangunan sistem baharu. Antaranya ialah ketiadaan galeri pendidikan yang membolehkan pemain memahami maklumat asas sebelum bermain, kekurangan variasi mod pembelajaran, serta ketiadaan sistem ganjaran yang menyeluruh bagi meningkatkan motivasi pemain. Berdasarkan pemerhatian ini, aplikasi yang dicadangkan akan menggabungkan elemen-elemen penting seperti galeri pendidikan interaktif, mod pembelajaran dan permainan yang progresif, sistem skor yang telus, serta reka bentuk antaramuka yang mesra kanak-kanak. Pendekatan ini dijangka dapat menyediakan pengalaman pembelajaran yang lebih menyeluruh dan berkesan dalam meningkatkan kesedaran dan pengetahuan murid tentang amalan kitar semula dalam persekitaran sekolah.

3.0 METODOLOGI

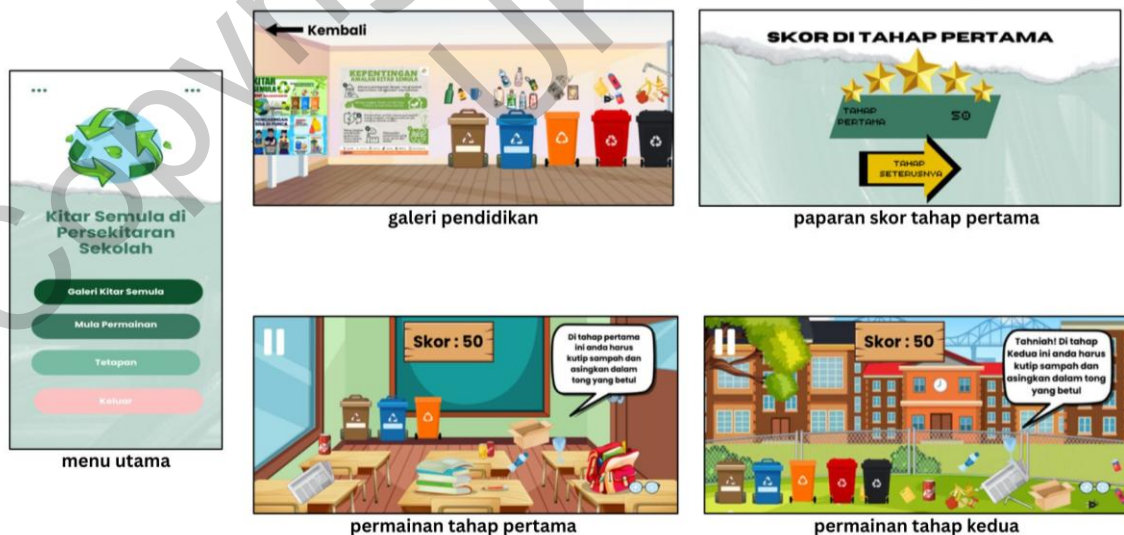
Metodologi yang digunakan dalam pembangunan projek ini ialah model proses Agile, iaitu satu pendekatan pembangunan perisian yang berasaskan pembangunan secara lelaran dan berterusan. Kaedah ini amat sesuai digunakan dalam pembangunan permainan mudah alih, khususnya projek ini yang menumpukan kepada elemen pembelajaran interaktif dan gamifikasi. Agile membenarkan perubahan dan penyesuaian berasaskan maklum balas pengguna pada setiap fasa pembangunan,

sekaligus memastikan produk akhir lebih responsif terhadap keperluan sebenar pengguna sasaran, iaitu kanak-kanak sekolah rendah.

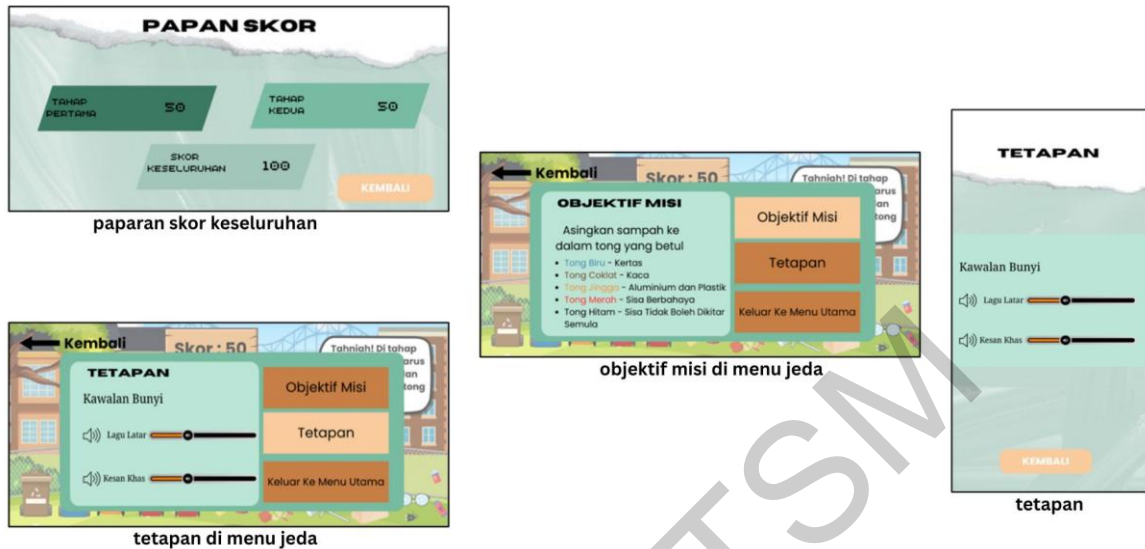
3.1 Fasa Analisis

Fasa ini memberi tumpuan kepada pengumpulan keperluan fungsian dan bukan fungsian sistem. Analisis ini dijalankan melalui kajian literatur terhadap sistem sedia ada seperti Litter Critters, Recycle Roundup, dan EcoKids. Di samping itu, soal selidik awal digunakan untuk memahami tahap kesedaran dan keperluan pengguna sasaran terhadap pendidikan kitar semula. Hasil daripada analisis ini membantu dalam merangka ciri-ciri permainan dan struktur kandungan galeri pendidikan yang sesuai dengan umur dan pemahaman kanak-kanak berusia 7 hingga 12 tahun. Dalam pembangunan sesuatu aplikasi atau sistem, keperluan pengguna penting bagi mencapai spesifikasi seperti yang dijangkakan.

Prototaip juga dilaksana bagi memperoleh keperluan pengguna dengan melakar prototaip ringkas. Prototaip antara muka aplikasi dibangunkan terlebih dahulu sebelum mendapatkan keperluan daripada pengguna. Rajah 1 dan Rajah 2 merupakan keratan rentas prototaip bagi aplikasi ini.



Rajah 1: Prototaip bagi aplikasi



Rajah 2: Prototaip bagi aplikasi

3.2 Fasa Reka Bentuk

Dalam fasa reka bentuk, struktur permainan dan galeri pendidikan dibentuk secara terperinci. Ini merangkumi reka bentuk antara muka pengguna (UI), pengalaman pengguna (UX), susun atur sistem navigasi, serta aliran logik permainan seperti mekanisme kutipan dan pengasingan sampah. Reka bentuk ini disediakan dalam bentuk lakaran skrin (wireframe) dan prototaip menggunakan perisian reka bentuk seperti Figma sebelum dipindahkan ke dalam enjin pembangunan Unity. Reka bentuk turut mempertimbangkan faktor visual yang ceria dan mesra kanak-kanak.

3.3 Fasa pelaksanaan

Fasa ini merupakan fasa pembangunan utama yang merangkumi pengaturcaraan aplikasi menggunakan Unity dan bahasa pengaturcaraan C#. Dalam fasa ini, elemen-elemen seperti mod pembelajaran, mod permainan, sistem skor, dan galeri interaktif dibangunkan berdasarkan reka bentuk terdahulu. Perhatian turut diberikan kepada pengoptimuman prestasi permainan agar ia boleh berfungsi dengan baik pada peranti Android berspesifikasi rendah. Fungsi-fungsi seperti pengesanan interaksi pengguna dan pemberian ganjaran juga dilaksanakan bagi meningkatkan motivasi pemain semasa bermain.

3.4 Fasa pengujian

Fasa pengujian merupakan salah satu fasa yang penting dalam pembangunan aplikasi permainan mudah alih ini kerana ia bertujuan untuk mengenal pasti sebarang kecacatan, kelemahan dan ralat dalam sistem permainan serta menilai kebolehgunaan dan penerimaan pengguna terhadap permainan yang dibangunkan. Pengujian ini juga dilaksanakan bagi memastikan aplikasi dapat memberikan pengalaman yang menyeronokkan dan berkesan sebagai alat pembelajaran berasaskan amalan kitar semula dalam kalangan kanak-kanak sekolah rendah.

Sebelum pembangunan permainan dimulakan, satu soal selidik awal telah dijalankan terhadap 29 orang responden yang terdiri daripada murid berumur antara 7 hingga 12 tahun. Soal selidik ini bertujuan untuk mengumpulkan maklumat latar belakang pengguna, termasuk umur, kekerapan bermain permainan di telefon pintar atau komputer, dan jenis peranti yang digunakan. Selain itu, ia turut meneliti tahap pengetahuan awal mereka tentang kitar semula serta keutamaan mereka dalam aspek permainan seperti minat terhadap grafik menarik, cabaran, markah, dan gaya pembelajaran yang digemari sama ada melalui fakta visual, aktiviti interaktif atau permainan berbentuk misi. Melalui maklumat ini, pemahaman yang lebih jelas dapat diperoleh berkenaan tingkah laku pengguna dan keperluan yang perlu dititikberatkan dalam pembangunan permainan. Responden juga diberikan soalan berkaitan ciri permainan seperti sama ada mereka menyukai papan skor, mahu mendaftar sebelum bermain, dan minat terhadap galeri pendidikan sebelum bermula. Tambahan pula, soalan terbuka turut disediakan untuk mengumpul cadangan bagi penambahbaikan permainan agar lebih menyeronokkan.

Setelah aplikasi dibangunkan, pengujian kebolehgunaan telah dilakukan terhadap 30 orang pengguna bagi menilai keberkesanan dan penerimaan aplikasi. Soal selidik dibahagikan kepada tiga bahagian iaitu maklumat pengguna, penilaian menggunakan skala Likert lima mata, dan maklum balas terbuka. Responden menilai aspek seperti kemudahan pemasangan, reka bentuk paparan, kefahaman terhadap kandungan galeri pendidikan, serta motivasi yang diperoleh melalui sistem markah dan papan skor. Mereka juga memberikan pandangan tentang ciri yang paling disukai, sebarang masalah teknikal yang dihadapi, serta cadangan penambahbaikan.

Hasil daripada soal selidik ini akan dianalisis menggunakan kaedah statistik deskriptif, iaitu dengan mengira skor min bagi setiap item dalam bahagian penilaian aplikasi. Skor min ini akan membantu mentafsir tahap penerimaan pengguna terhadap setiap aspek aplikasi, sama ada berada pada tahap rendah, sederhana atau tinggi. Sementara itu, data kualitatif yang diperoleh daripada soalan terbuka akan dikategorikan dan dianalisis untuk mengenal pasti tema-tema utama yang boleh dijadikan rujukan dalam penambahbaikan versi aplikasi yang seterusnya. Pengujian ini bukan sahaja penting dalam memastikan fungsi aplikasi berjalan dengan baik, tetapi juga bagi memastikan aplikasi ini benar-benar memberi nilai pendidikan dan pengalaman yang positif kepada kanak-kanak sekolah rendah dalam mempelajari dan mengamalkan konsep kitar semula dengan lebih berkesan dan menyeronokkan. Jadual 1 menunjukkan Tafsiran Skala Skor Min.

Jadual 1 Tafsiran Skala Skor Min

Skor Min	Tafsiran
1.00 – 2.32	Rendah
2.33 – 3.65	Sederhana
3.66 – 5.00	Tinggi

4.0 HASIL

4.1 Pembangunan Aplikasi

Aplikasi mudah alih Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak telah berjaya dibangunkan sepenuhnya dan memenuhi objektif utama iaitu meningkatkan kesedaran tentang amalan kitar semula dalam kalangan murid sekolah rendah melalui pendekatan pembelajaran yang menyeronokkan dan interaktif. Aplikasi ini dibangunkan menggunakan enjin Unity dan menyasarkan pengguna berumur antara 7 hingga 12 tahun, selaras dengan reka bentuk visual yang mesra kanak-kanak, penggunaan bahasa Melayu sepenuhnya, serta fungsi yang tidak memerlukan sambungan internet semasa digunakan.

Setelah aplikasi dilancarkan, pengguna akan disambut dengan skrin utama yang mesra pengguna dan direka khusus untuk menarik minat kanak-kanak. Terdapat empat

butang utama yang dipaparkan, iaitu Galeri Pendidikan, Mula Permainan, Tetapan, dan Keluar. Rajah 3 menunjukkan menu utama bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak.



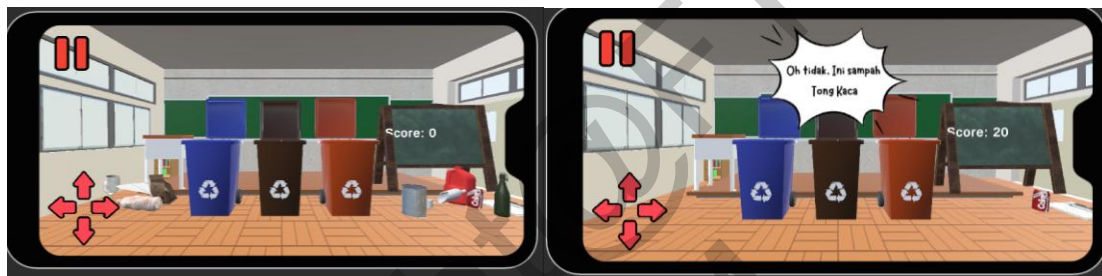
Rajah 3 Antara Muka Menu Utama

Apabila pemain menekan butang Galeri Pendidikan, ia akan memaparkan ruang galeri dengan infografik dan poster interaktif berkaitan kepentingan kitar semula, jenis-jenis tong dan sampah, serta fakta menarik tentang alam sekitar. Pemain boleh berjalan di dalam galeri itu menggunakan Dpad Panel untuk bergerak ke hadapan, belakang, kanan dan kiri. Galeri Pendidikan berfungsi sebagai ruang pembelajaran awal yang bertujuan memberi pendedahan awal sebelum pemain memasuki permainan sebenar. Seterusnya, jika pemain menekan butang Lihat Info di galeri pendidikan, panel maklumat akan dipaparkan secara popup yang menerangkan fungsi dan jenis sisa yang sesuai dimasukkan ke dalam tong tersebut. Pemain juga boleh menutup panel maklumat itu dengan menekan butang tutup. Rajah 4 menunjukkan galeri pendidikan bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak.



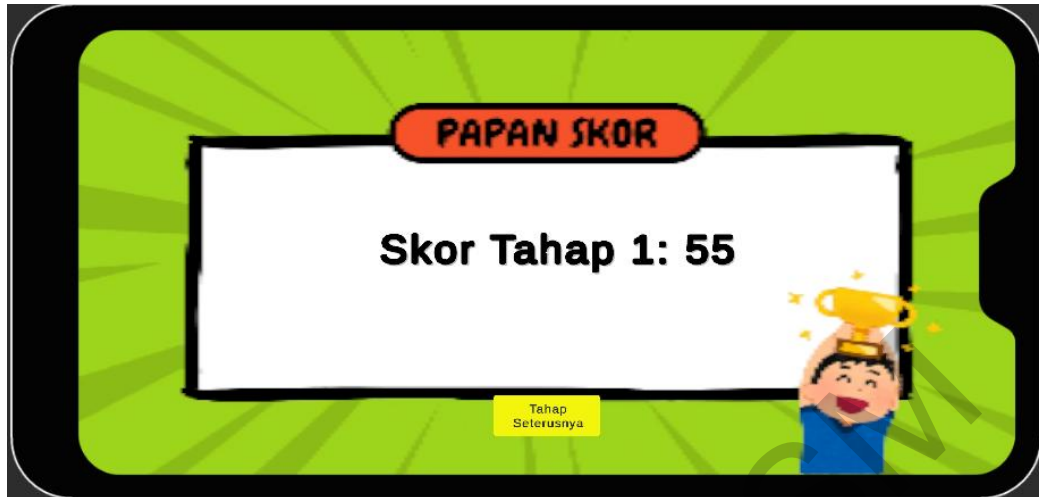
Rajah 4 Antara Muka Galeri Pendidikan

Apabila pengguna memilih untuk Mula Permainan, mereka akan dibawa ke Mod Permainan yang terdiri daripada dua tahap utama iaitu Tahap 1 dan Tahap 2. Dalam Tahap 1, pemain akan bergerak dalam persekitaran sekolah maya untuk mengutip dan mengasingkan sampah ke dalam tiga jenis tong kitar semula, iaitu tong kertas (biru), tong kaca (coklat), dan tong aluminium & plastik (oren). Pemain perlu menyeret setiap sampah ke dalam tong yang betul berdasarkan jenisnya. Sekiranya pemain membuat pengasingan dengan betul, 10 mata akan diberikan. Jika tersilap, 5 mata ditolak dan mesej teguran akan dipaparkan sebagai maklum balas pembelajaran. Rajah 5 menunjukkan permainan tahap 1 bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak.



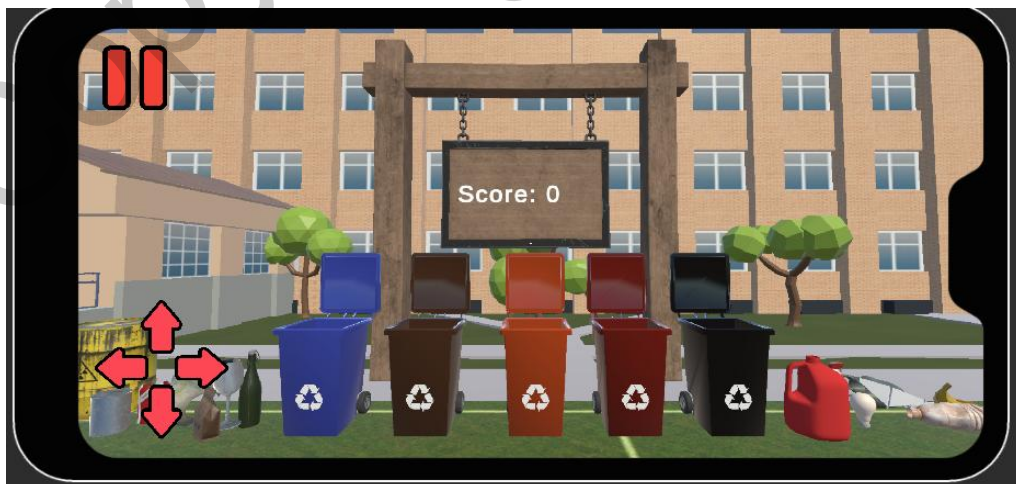
Rajah 5 Antara Muka Permainan Tahap 1

Setelah pemain berjaya melengkapkan Tahap 1, mereka akan dibawa ke satu paparan skor yang memaparkan jumlah markah yang dikumpul berdasarkan jumlah sampah yang telah berjaya diasingkan ke dalam tong yang betul. Skor ini bertindak sebagai maklum balas prestasi untuk menunjukkan sejauh mana pemahaman pemain terhadap proses pengasingan sampah. Pada paparan ini, terdapat satu butang "Teruskan ke Tahap 2", yang membolehkan pemain meneruskan permainan ke tahap seterusnya sekiranya mereka ingin mencabar diri dengan lebih banyak jenis tong dan sampah yang lebih kompleks. Rajah 6 menunjukkan paparan skor tahap 1 bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak.



Rajah 6 Antara Muka Skor Tahap 1

Setelah berjaya melengkapkan Tahap 1, pemain akan dapat mengakses Tahap 2, di mana cabaran menjadi lebih kompleks. Dalam tahap ini, dua lagi tong tambahan diperkenalkan, iaitu tong sisa berbahaya (merah) dan tong sisa tidak boleh dikitar semula (hitam). Penambahan ini memerlukan pemain untuk membuat keputusan lebih tepat dan pantas apabila berhadapan dengan pelbagai jenis sampah yang lebih mencabar. Elemen ini direka untuk menguji kefahaman pemain terhadap konsep pengasingan sampah secara lebih mendalam. Rajah 7 menunjukkan permainan tahap 2 bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak.



Rajah 7 Antara Muka Permainan Tahap 2

Apabila pemain selesai bermain Tahap 2, satu lagi paparan skor akhir akan dipaparkan. Dalam paparan ini, sistem akan menunjukkan skor bagi Tahap 1, skor bagi Tahap 2, serta jumlah keseluruhan markah yang diperolehi pemain. Ini memberikan pemain gambaran menyeluruh tentang prestasi mereka sepanjang permainan. Selain itu, pemain juga diberikan pilihan untuk menekan butang "Kembali ke Menu Utama", bagi memulakan semula permainan, melihat galeri pendidikan, atau menyesuaikan tetapan mengikut keperluan mereka. Sistem skor ini bukan sahaja direka untuk memberi motivasi kepada pemain, malah berfungsi sebagai satu bentuk pembelajaran berasaskan ganjaran, di mana pemain didorong untuk mengulangi permainan dan meningkatkan pencapaian mereka dari semasa ke semasa. Rajah 8 menunjukkan paparan skor tahap 2 bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak, manakala rajah 7 menunjukkan menu jeda permainan yang mengandungi objektif misi, tetapan suara latar dan butang kembali ke menu utama.



Rajah 8 Antara Muka Skor Tahap 2

Semasa permainan sedang berlangsung, pemain boleh menekan butang jeda untuk menghentikan permainan seketika. Apabila ditekan, Menu Jeda akan dipaparkan dengan tiga pilihan utama, iaitu "Objektif Permainan", "Tetapan", dan "Keluar ke Menu Utama". Fungsi "Objektif Permainan" membolehkan pemain melihat semula panduan berkaitan warna tong dan jenis sampah yang sesuai dimasukkan ke dalam setiap tong. Ini membantu pemain membuat rujukan segera sekiranya terlupa semasa proses pengasingan sampah dalam permainan.



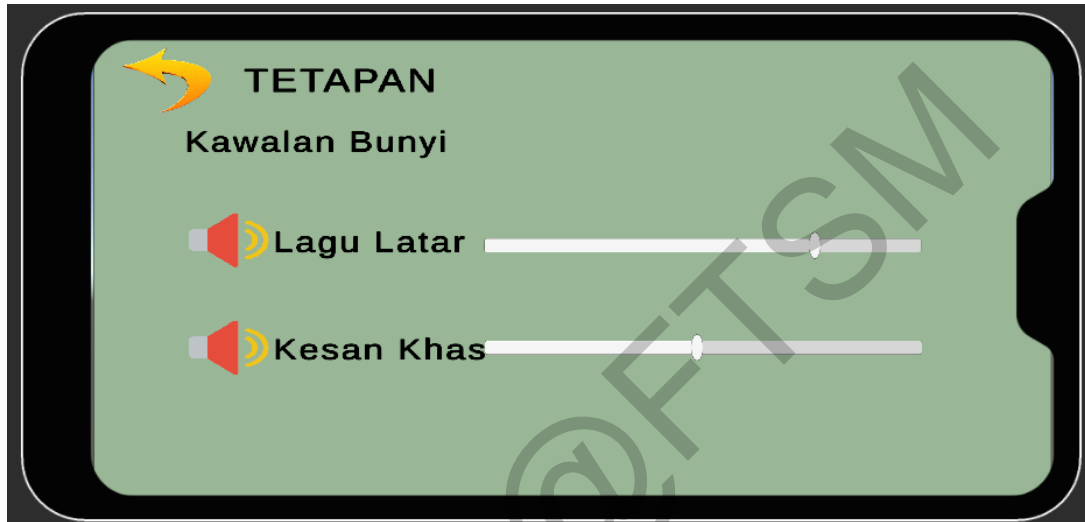
Rajah 9 Antara Muka Objektif Misi

Butang "Tetapan" pula memberi akses kepada kawalan asas seperti melaras bunyi latar belakang dan kesan khas. Dengan fungsi ini, pemain dapat menyesuaikan pengalaman audio mengikut keselesaan masing-masing tanpa perlu keluar dari permainan. Akhir sekali, pemain juga diberikan pilihan untuk menekan butang "Keluar ke Menu Utama", yang akan menghentikan sesi permainan semasa dan membawa mereka kembali ke paparan utama aplikasi. Menu jeda ini bukan sahaja berfungsi sebagai kawalan tambahan, malah memberikan ruang kepada pemain untuk berhenti seketika, mendapatkan semula fokus, dan menyemak semula maklumat penting tanpa menjejaskan kemajuan permainan mereka.



Rajah 10 Antara Muka Tetapan dari Menu Jeda

Jika pemain menekan butang Tetapan dari menu utama itu, pengguna boleh mengawal tahap bunyi seperti kesan khas dan muzik latar mengikut keselesaan. Rajah 11 menunjukkan paparan tetapan dari menu utama bagi Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak



Rajah 11 Antara Muka Tetapan dari Menu Utama

4.2 Penilaian Aplikasi

Bahagian ini merangkumi keputusan daripada pelbagai pengujian yang telah dijalankan untuk memastikan bahawa sistem atau perisian memenuhi spesifikasi dan berfungsi dengan baik. Keputusan pengujian merangkumi analisis terhadap hasil pengujian serta cadangan tindakan susulan berdasarkan penemuan tersebut.

i. Pengujian Fungsian

Keputusan ujian kotak hitam merujuk kepada hasil pengujian yang dilakukan tanpa melihat struktur dalaman atau kod sumber perisian. Pengujian ini memberi tumpuan kepada input dan output sistem untuk memastikan bahawa fungsi-fungsi berjalan seperti yang diharapkan. selanjutnya. Jadual 4.17 menunjukkan keseluruhan keputusan ujian kotak hitam berdasarkan semua kes ujian yang telah dirancang, iaitu TC001 hingga TC007: Jadual 2 Fungsi Yang Diuji

Jadual 2 fungsi yang di uji

ID Ujian	ID Keperluan	Fungsi	Input Ujian	Keputusan Dijangka	Status
TC001	F001	Menu Utama	Klik butang "Mulakan Permainan", "Galeri Pendidikan", "Tetapan", "Keluar"	Paparan Tahap Pertama, Galeri 3D, Menu Tetapan muncul, atau aplikasi ditutup	Lulus
TC002	F002	Galeri Pendidikan	Klik ikon galeri, tekan butang "Info"	Pengguna boleh bergerak dalam galeri, maklumat muncul dalam pop-up	Lulus
TC003	F003	Permainan Tahap Pertama	Drag & drop objek ke tong, interaksi dengan tong berdasarkan jenis sampah	Sampah dimusnahkan, skor ditambah jika betul, bunyi dimainkan mengikut ketepatan	Lulus
TC004	F004	Permainan Tahap Kedua	Klik "Next Tahap", asingkan sampah ke lima jenis tong (termasuk dua tambahan)	Tahap kedua dimuatkan, tong tambahan muncul, sistem skor dikira terkumpul	Lulus
TC005	F005	Paparan Skor	Tamat permainan Tahap 2	Skor Tahap 1, Skor Tahap 2 dan Jumlah keseluruhan dipaparkan	Lulus
TC006	F006	Menu Jeda	Klik ikon jeda , Klik "Objektif", "Tetapan", atau "Keluar ke Menu"	Papar objektif warna tong, kawal tetapan suara, keluar ke menu utama	Lulus
TC007	F007	Menu Tetapan (dari Menu Utama)	Laraskan slider bunyi latar belakang dan kesan khas	Suara latar dan kesan khas berubah	Lulus

ii. Pengujian Kebolehgunaan

Pengujian kebolehgunaan merupakan satu proses penting dalam pembangunan permainan ini yang melibatkan penilaian akhir daripada pengguna sasaran bagi memastikan aplikasi permainan kitar semula yang dibangunkan memenuhi keperluan dari segi fungsi, reka bentuk, serta pengalaman pengguna. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk menilai tahap kebolehgunaan sistem secara keseluruhan, mendapatkan maklum balas kuantitatif dan kualitatif, serta mengukur kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang dihasilkan.

Seramai 30 orang responden terdiri daripada murid sekolah rendah berumur antara 7 hingga 12 tahun telah menyertai pengujian ini. Soal selidik yang dijalankan mengandungi beberapa bahagian utama, termasuk penilaian menggunakan skala Likert lima mata (1 = Sangat Tidak Setuju hingga 5 = Sangat Setuju), yang melibatkan 10 item utama berkaitan fungsi dan pengalaman pengguna dalam aplikasi.

Jadual 3 menunjukkan skor min bagi setiap item dalam soal selidik tersebut. Item yang mendapat skor min tertinggi ialah "Saya dapat memahami maklumat yang disampaikan dalam Galeri Pendidikan", "Galeri Pendidikan juga menjadi panduan sebelum mula permainan", dan "Saya boleh mengawal kekuatan suara kesan khas dan suara latar menggunakan tetapan", masing-masing dengan skor 4.93, manakala item paling rendah ialah "Saya tidak menghadapi masalah seperti aplikasi terhenti atau lambat" dengan skor 4.63. Secara keseluruhannya, aplikasi ini menerima skor min keseluruhan sebanyak 4.82, yang berada dalam kategori Tinggi berdasarkan tafsiran skala skor min (rujuk Jadual 1). Berikut ialah ringkasan skor min bagi setiap item penilaian:

Jadual 3 skor min

No	Item	Min
1	Aplikasi mudah untuk dipasang pada peranti saya.	4.87
2	Butang dan kawalan aplikasi sesuai dan responsif untuk skrin sentuh.	4.83
3	Saya rasa lebih mudah belajar tentang kitar semula melalui aplikasi ini berbanding membaca buku.	4.90
4	Reka bentuk dan paparan dalam aplikasi menarik dan sesuai untuk kanak-kanak.	4.73
5	Saya dapat memahami maklumat yang disampaikan dalam Galeri	4.93

	Pendidikan.	
6	Fungsi papan skor dan sistem markah meningkatkan semangat saya untuk bermain.	4.70
7	Galeri Pendidikan juga menjadi panduan sebelum mula permainan.	4.93
8	Menu jeda membantu saya untuk melihat semula warna tong dan sampah melalui objektif permainan.	4.83
9	Saya boleh mengawal kekuatan suara kesan khas dan suara latar menggunakan tetapan.	4.93
10	Saya tidak menghadapi masalah seperti aplikasi terhenti atau lambat.	4.63
	Min Keseluruhan	4.82

Selain daripada soalan berskala, soalan terbuka juga telah digunakan untuk mengumpul maklum balas kualitatif daripada pengguna. Antara maklum balas yang diterima termasuk pujian terhadap reka bentuk grafik permainan yang menarik, kepelbagaian warna tong kitar semula yang membantu proses pembelajaran, dan ciri papan skor yang memberi motivasi untuk mencuba lagi. Beberapa cadangan penambahbaikan juga dikemukakan, seperti menambah lebih banyak tahap permainan, serta menyediakan lebih banyak fakta dan video pendek dalam Galeri Pendidikan agar pembelajaran menjadi lebih interaktif.

Berdasarkan skor min yang diperoleh daripada kesemua 10 item dalam soal selidik, didapati bahawa kesemua nilai min berada dalam julat yang tinggi, iaitu antara 4.63 hingga 4.93. Skor min tertinggi dicatatkan pada item "Saya dapat memahami maklumat yang disampaikan". Secara keseluruhan, skor min keseluruhan adalah 4.82 yang menunjukkan bahawa tahap kebolegunaan aplikasi ini berada dalam kategori tinggi. Ini membuktikan bahawa aplikasi permainan kitar semula yang dibangunkan bukan sahaja berfungsi dengan baik dari segi teknikal, malah mampu memberikan pengalaman pengguna yang positif serta berkesan dalam menyampaikan mesej pendidikan kitar semula. Oleh itu, dapat disimpulkan bahawa objektif penilaian kebolegunaan dalam projek ini telah tercapai sepenuhnya.

iii. Cadangan Penambahbaikan

Berdasarkan maklum balas yang diperoleh daripada pengguna, beberapa cadangan penambahbaikan telah dikenalpasti bagi meningkatkan mutu dan keberkesanan aplikasi *Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak*.

Secara umum, responden memberikan maklum balas yang positif terhadap aplikasi ini, namun terdapat beberapa aspek yang boleh dipertingkatkan bagi menjadikan aplikasi ini lebih interaktif dan menyeronokkan.

Pertama, walaupun majoriti pengguna tidak menghadapi masalah teknikal, terdapat segelintir yang melaporkan sedikit kelewatan ketika permainan dijalankan. Oleh itu, aspek pengoptimuman sistem dan prestasi perlu ditambah baik agar aplikasi dapat berfungsi dengan lebih lancar di pelbagai jenis peranti, terutamanya pada peranti berspesifikasi rendah yang biasa digunakan oleh kanak-kanak.

Selain itu, pengguna turut mencadangkan penambahan elemen gamifikasi seperti sistem ganjaran yang memberi markah atau bintang apabila pemain berjaya mengasingkan sampah dengan betul. Penambahan watak pemain yang boleh dikawal serta fungsi untuk menukar pakaian atau aksesori juga menjadi antara cadangan utama. Elemen-elemen ini dijangka dapat meningkatkan keterlibatan pengguna serta memberikan pengalaman yang lebih peribadi dan menyeronokkan kepada pemain.

Dari sudut reka bentuk antara muka, terdapat cadangan agar aplikasi menggunakan warna yang lebih ceria dan mesra kanak-kanak supaya dapat menarik perhatian pengguna serta membantu menyampaikan mesej pendidikan dengan lebih berkesan. Selain itu, antara muka yang lebih interaktif dan responsif juga dicadangkan bagi memudahkan navigasi dan meningkatkan pengalaman pengguna secara keseluruhan.

Tambahan pula, terdapat juga permintaan untuk menambah lebih banyak permainan mini berkaitan kitar semula dalam aplikasi ini. Dengan adanya variasi aktiviti dan cabaran, aplikasi ini bukan sahaja dapat mengekalkan minat kanak-kanak, malah mampu memperkukuh kefahaman mereka tentang amalan kitar semula melalui pendekatan yang menyeronokkan dan tidak membosankan.

Secara keseluruhannya, cadangan-cadangan ini menunjukkan bahawa aplikasi mempunyai potensi yang besar untuk diperkembangkan lagi dari segi kandungan, reka bentuk serta teknikal. Melalui penambahbaikan yang berterusan, aplikasi ini dijangka mampu memberikan nilai pembelajaran yang lebih tinggi serta pengalaman

penggunaan yang lebih memuaskan dan komprehensif kepada sasaran pengguna utamanya, iaitu kanak-kanak sekolah rendah.

Jadual 4 Hasil Analisis Soalan Terbuka

No.	Soalan Terbuka	Pendapat Responden
1.	Apakah benda yang paling anda suka tentang aplikasi ini?	• Galeri Pendidikan • permainan yang menarik dan mudah difahami • reka bentuk warna-warni yang sesuai untuk kanak-kanak
2.	Adakah terdapat sebarang masalah teknikal atau kesukaran yang anda hadapi?	• Majoriti tiada masalah; sebahagian kecil melaporkan aplikasi kadang-kadang tersekat
3.	Apakah cadangan anda untuk menjadikan aplikasi ini lebih menyeronokkan dan mudah digunakan?	• Penambahan elemen permainan (bintang, avatar), • watak comel, • warna antaramuka lebih ceria, serta lebih banyak aktiviti berkaitan kitar semula

5.0 KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, aplikasi *Permainan Pembelajaran: Kitar Semula di Persekitaran Sekolah untuk Kanak-Kanak* telah berjaya dibangunkan dengan merangkumi semua keperluan yang telah dikenalpasti pada peringkat awal kajian. Permainan ini telah mencapai objektif utamanya iaitu memberi pendidikan asas berkaitan kitar semula kepada kanak-kanak sekolah rendah melalui pendekatan yang menyeronokkan dan interaktif. Walaupun menghadapi beberapa cabaran sepanjang proses pembangunan, semua isu tersebut berjaya diatasi dan menghasilkan sebuah aplikasi yang stabil dan berkesan. Aplikasi ini diharap dapat dijadikan sebagai asas rujukan untuk pembangunan permainan pendidikan lain pada masa hadapan.

Kekuatan Sistem

Antara kekuatan utama aplikasi ini ialah ia direka khas untuk platform mudah alih (mobile), yang membolehkan pengguna mengaksesnya melalui telefon pintar Android – peranti yang kini sangat biasa digunakan oleh murid sekolah rendah. Permainan ini juga menampilkan struktur tahap (level) yang progresif, di mana Tahap 1 memperkenalkan tiga jenis tong kitar semula (kertas, kaca, plastik & aluminium), manakala Tahap 2 menambah dua lagi tong baharu (sisa berbahaya dan tidak boleh dikitar semula). Ini membantu murid mempelajari konsep kitar semula secara berperingkat.

Ciri Galeri Pendidikan yang disediakan sebelum permainan bermula juga memberi pendedahan awal tentang jenis-jenis tong dan jenis bahan buangan. Selain itu, sistem penilaian skor selepas setiap tahap tamat memberi motivasi kepada pemain untuk memperbaiki pencapaian mereka. Fungsi seperti menu jeda yang mengandungi objektif permainan, tetapan dan butang keluar ke menu utama menambah elemen kawalan pengguna yang baik.

Dari segi reka bentuk, antara muka aplikasi ini mesra kanak-kanak, dengan grafik berwarna-warni, kawalan sentuh responsif dan menu yang mudah difahami. Fungsi tetapan juga membolehkan pemain mengawal bunyi latar dan kesan khas mengikut keselesaan mereka.

Kelemahan Sistem

Walaupun aplikasi ini menunjukkan prestasi baik, terdapat beberapa kelemahan yang boleh diberi perhatian. Berdasarkan maklum balas pengguna, ada beberapa kes permainan tersekat atau sedikit lambat pada sesetengah peranti, terutamanya peranti dengan spesifikasi rendah. Ini menunjukkan bahawa dari aspek teknikal, sistem perlu melalui proses pengoptimuman prestasi agar lebih stabil di pelbagai jenis telefon pintar.

Selain itu, permainan ini masih boleh dipertingkatkan dari aspek variasi kandungan, contohnya dengan menambah lebih banyak tahap atau cabaran, serta memperkenalkan elemen ganjaran seperti koleksi bintang, watak yang boleh diubah suai, atau misi khas untuk mengekalkan minat pengguna dalam jangka masa panjang.

Dari segi pembelajaran pula, walaupun Galeri Pendidikan telah memberi maklumat asas yang baik, penyampaian boleh ditingkatkan lagi dengan penambahan animasi, audio penceritaan atau video pendek supaya lebih sesuai dengan gaya pembelajaran kanak-kanak yang bersifat visual dan interaktif.

6.0 PENGHARGAAN

Bismillah. Segala puji dan syukur ke hadrat Allah SWT atas limpah rahmat, kurnia, dan kekuatan yang diberikan kepada saya dalam menempuh perjalanan menyiapkan tesis ini. Dengan izin-Nya, segala cabaran dan rintangan sepanjang proses penyelidikan ini dapat ditempuhi, membolehkan saya menghabiskan karya ini dengan jayanya. Rasa syukur ini tidak terhingga kerana projek yang telah dirancang sekian lama akhirnya berjaya direalisasikan.

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada penyelia saya, Ts. Dr. Hasimi Sallehudin, atas segala bimbingan, ilmu, dan sokongan yang telah diberikan sepanjang tempoh penyelidikan ini. Beliau bukan sahaja menjadi pembimbing yang dedikasi, malah turut memberikan dorongan dan motivasi yang tidak pernah putus untuk memastikan saya terus berusaha mencapai kejayaan. Bimbingan beliau bukan sahaja membantu dalam membangunkan projek ini tetapi juga dalam membentuk kemahiran penyelidikan yang amat berharga.

Tidak lupa, ucapan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa memberi semangat, dorongan moral, serta bantuan sepanjang perjalanan ini. Sokongan dan perkongsian ilmu dari kalian sangat bermakna dalam menghadapi cabaran sepanjang proses penyelidikan ini. Kejayaan ini bukan hanya milik saya, tetapi juga hasil sokongan dan dorongan daripada mereka yang berada di sekeliling saya.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung atau tidak langsung telah membantu dalam menjayakan projek ini. Semoga segala usaha dan ilmu yang diperoleh sepanjang perjalanan ini memberi manfaat pada masa hadapan dan menjadi langkah awal kepada lebih banyak kejayaan yang akan datang.

7.0 RUJUKAN

- ABCYa. 2021. Litter Critters Educational computer games and apps for kids. (n.d.). https://www.abcya.com/games/recycling_game. [5 Januari 2021].
- Bagree, P. 2023. Best 5 Practices for Game UI Design [https://procreator.design/blog/best-practices-for-game-ui-design/#:~:text=Essentially%2C the UI communicates game,enhancing player engagement and satisfaction](https://procreator.design/blog/best-practices-for-game-ui-design/#:~:text=Essentially%2C%20the%20UI%20communicates%20the%20game,enhancing%20player%20engagement%20and%20satisfaction). [1 January 2024].
- Damoah, B., & Adu, E. (2023). Review of Serious Games on Environmental Education: Students Gamifying Sustainably as Remediation for Climate Change crisis *SITE 2023 - New Orleans, LA, United States*, 17(1): 537–546.
- Dato, J., Mahat, H., Hashim, M., & Saleh, Y. (2021). Pengetahuan dan Amalan Penjagaan Alam Sekitar dalam Kalangan Pelajar Pra-Sekolah. *Akademika*, 90(1), 3-13.
- EcoKids. 2022. Platform Pendidikan Alam Sekitar untuk Kanak-Kanak. <https://ecokids.net/>. [5 October 2023].
- Gorbachenko, P. 2023. What are Functional and Non-Functional Requirements and How to Document These <https://enkonix.com/blog/functional-requirements-vs-non-functional/> [6 December 2023].
- Min C, Mapa M. (2021). Pengetahuan pelajar dan program kitar semula di sekolah menengah Datuk Peter Mojuntin, Penampang, Sabah. *Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan, Universiti Malaysia Sabah*. 17(1): 255–267.
- Mokhtar, N. A. 2016. Malaysia masih ketinggalan dalam amalan kitar semula. *Berita Harian*. <https://www.bharian.com.my/bhplus-old/2016/10/205639/malaysia-masih-ketinggalan-dalam-amalan-kitar-semula>. [25 Oktober 2016].
- National Geographic. 2020. Recycle Roundup: Teaching Kids the Importance of Recycling. <https://kids.nationalgeographic.com/games/action-adventure/article/recycle-roundup-new>. [14 April 2022].
- Setiawan, H.F., Riandi, R. & Supriatno, B. 2022. Inovasi Metode Gallery Walk pada Pembelajaran Online dengan Aplikasi Artsteps selama Pandemi Covid-19. *Asatiza* 3(2): 78–94.
- Weng, W.S. & Kamisah, O. 2018. Pembelajaran Berasaskan Permainan dalam Pendidikan STEM dan Penguasaan Kemahiran Abad Ke-21. *The Journal of social sciences and humanities* 3(1): 121–135.
- Zeckry, M.S. 2021. Apa Itu Sorotan Kajian <https://zeckry.net/2021/12/12/apa-itu-sorotan-kajian/> [24 November 2023].

Siti Noratikah Binti Daud (A194668)

Ts. Dr. Hasimi Sallehudin

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

Universiti Kebangsaan Malaysia

Copyright@FTSM
UKM