

Aplikasi Pembelajaran Mudah Alih Sains: Kenali Mikroorganisma Tingkatan 5 SPM Menggunakan Pendekatan 2D

Mobile Learning Application, Sains: Kenali Mikroorganisma Form 5 SPM Using a 2D Based Learning Approach

Amier Muslim Mohd Sufarimi¹, Azizan Ismail^{1*}

¹ *Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA*

*Corresponding Author: azizanis@uthm.edu.my
DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2025.06.01.084>

Maklumat Artikel

Diserah: Day Month Year
Diterima: Day Month Year
Diterbitkan: 30 Jun 2025

Kata Kunci

Kata kunci: Sains, Aplikasi pembelajaran mudah alih, Pembelajaran berasaskan 2D

Keywords

Science, Mobile learning application, 2D based learning

Abstrak

Aplikasi Permainan Mudah Alih Sains: Kenali Mikroorganisma dibangunkan untuk merapatkan jurang dalam pembelajaran Sains, khususnya berkaitan dengan mikroorganisma, dengan menyajikan pendekatan pembelajaran yang menarik dan interaktif. Aplikasi ini ditujukan kepada pelajar Sains Tingkatan 5 SPM, aplikasi ini menangani masalah utama dalam pembelajaran Sains, iaitu kurangnya minat dan pemahaman mendalam tentang mikroorganisma. Melalui Metodologi *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD), aplikasi ini bertujuan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan meningkatkan minat pelajar terhadap subjek Sains. Fokus pada interaktiviti dan keterlibatan, aplikasi ini diharapkan menjadi alat pembelajaran inovatif yang membantu pelajar, terutama pelajar Tingkatan 5 SPM, memahami mikroorganisma dengan lebih baik.

Abstract

Mobile learning application, Sains: Kenali Mikroorganisma is developed to bridge the gap in Science education, particularly concerning microorganisms, by providing an engaging and interactive learning approach. Targeting form 5 SPM science students, the app addresses the primary challenges in Science education, namely the lack of interest and deep understanding of microorganisms. Through the *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD) methodology, the app aims to deliver a enjoyable learning experience and enhance students' interest in the Science subject. With a focus on interactivity and engagement, the app is expected to serve as an innovative learning tool that assists students, especially those in Form 5 (SPM level), in better understanding microorganisms.

1. Pengenalan

Revolusi teknologi yang semakin berkembang menyebabkan guru-guru perlu dilatih dan didedahkan dengan kemahiran baru supaya mereka dapat tahu untuk mengendalikan teknologi maklumat dengan lebih berkesan sewaktu di sekolah [1]. Melalui Rancangan Malaysia Ke-8 (RMK-8) Malaysia sedar mengenai kepentingan pembangunan sumber tenaga kerja yang mahir [2]. Bahagian Pendidikan Guru (BPG) menerusi Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah diberi tanggungjawab untuk memberi penekanan kursus terhadap penggunaan (Information and Communication Technology atau ICT) dan kaedah pengajaran yang kreatif dengan mengkaji semula kurikulum latihan guru, mempergiat penggunaan komputer bagi mendapatkan bahan pembelajaran dan menyediakan kursus jangka pendek dalam latihan guru oleh Pusat Sumber Pendidikan Negeri (PSPN).

Pembangunan Aplikasi Permainan Mudah Alih Sains: Kenali Mikroorganisma bertujuan untuk mengecilkan jurang dalam pembelajaran Sains dengan menyediakan pendekatan pembelajaran yang menarik dan interaktif. Subjek Sains adalah penting dalam memahami dunia hidup, termasuk mikroorganisma. Aplikasi ini ditujukan khususnya kepada pelajar Sains Tingkatan 5 SPM. Pelajar memerlukan cara pembelajaran yang lebih menarik dan mudah diakses untuk memahami konsep mikroorganisma dengan lebih baik. Aplikasi ini penting dalam memberikan pengalaman belajar yang menyeronokkan serta meningkatkan minat pelajar terhadap subjek Sains.

Masalah yang biasa berlaku akibat pelaksanaan sistem semasa dalam pembelajaran Sains adalah kekurangan minat dan pemahaman yang mendalam tentang mikroorganisma. Kekangan kaedah pembelajaran tradisional yang terhad dan kurang interaktif menyebabkan pelajar kehilangan minat dan menghadapi kesukaran dalam memahami konsep yang kompleks. Implikasi daripada masalah ini adalah pelajar mungkin tidak dapat menerapkan pengetahuan tentang mikroorganisma dengan baik, yang dapat menghalang kemajuan mereka dalam subjek Sains dan mempengaruhi minat mereka dalam bidang sains hayat.

Terdapat tiga objektif utama dalam projek ini. Objektif tersebut adalah mereka bentuk aplikasi "Sains: Kenali Mikroorganisma" dengan menggunakan pendekatan 2D, membangunkan aplikasi pembelajaran mudah alih Sains: Kenali Mikroorganisma dalam platform Android, dan yang terakhir adalah menguji aplikasi yang dibangunkan terhadap pengguna sasaran. Pengguna sasaran bagi aplikasi yang dibangunkan adalah pelajar Tingkatan 5 SPM. Kandungan aplikasi ini dibina dalam Bahasa Melayu sepenuhnya. Pembangunan aplikasi ini akan mengikuti kaedah pembangunan perisian yang melibatkan analisis keperluan, reka bentuk antara muka pengguna (UI/UX), pembangunan prototaip, pengujian, dan pengoptimuman. Metodologi MMCD digunakan bergantung pada keperluan dan keadaan projek.

Dalam laporan ini, kandungan dikategorikan seperti berikut dengan bab 1 ialah pengenalan, manakala bab 2 membincangkan kajian perbandingan aplikasi sedia ada. Seterusnya bab 3 pula membincangkan tentang metodologi *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD). Pada bab 4, analisis dan reka bentuk dibincangkan.

2. Sorotan Kajian

Dalam bahagian ini, domain kajian, teknologi yang digunakan dan hasil analisis perbandingan dibincangkan.

2.1 Sains: Kenali Mikroorganisma

Mata pelajaran sains merupakan antara mata pelajaran yang amat digeruni oleh para murid dan pelajar. Ini kerana mata pelajaran ini memerlukan mereka untuk sentiasa fokus dan teliti untuk berupaya memahami mata pelajaran tersebut. Para murid cenderung menjadi bosan dan kurang berminat untuk mempelajari subjek ini kerana memerlukan mereka untuk sentiasa fokus. Situasi ini memberikan impak yang tidak baik terhadap pencapaian mereka dalam subjek ini. Dalam bidang sains dan biologi, teknologi maklumat digunakan oleh para saintis untuk memudahkan proses penyelidikan [3]. Namun, penyampaian ilmu di sekolah masih sering dilakukan dalam bentuk fizikal, di mana pelajar hanya menggunakan buku teks dan bahan cetak yang disediakan oleh guru untuk memahami sesuatu topik. Kaedah ini biasanya melibatkan guru yang sedang mengajar di kelas. Kelebihan dari kaedah ini adalah pelajar dapat belajar secara langsung dan mengulang kaji menggunakan bahan cetak yang diberikan dalam bentuk teks dengan kecepatan yang sesuai dengan kemampuan mereka. Namun, kaedah ini juga mempunyai kelemahan. Pelajar bukan sahaja perlu membaca bahan cetak, mereka juga memerlukan penjelasan lebih lanjut untuk memperkuatkan pemahaman mereka. Dalam era digital ini, pelajar boleh menggunakan aplikasi pembelajaran mudah alih untuk mengakses sumber pembelajaran dari atas talian. Aplikasi ini dibangunkan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini dengan menawarkan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik. Aplikasi ini membolehkan pelajar mempelajari tentang mikroorganisma melalui pelbagai medium seperti video, animasi, dan kuiz interaktif. Dengan penggunaan aplikasi ini, diharapkan pelajar akan lebih tertarik dan berminat untuk mempelajari subjek sains, sekaligus meningkatkan pemahaman dan prestasi mereka dalam mata pelajaran ini.

2.2 Pendekatan Yang Digunakan

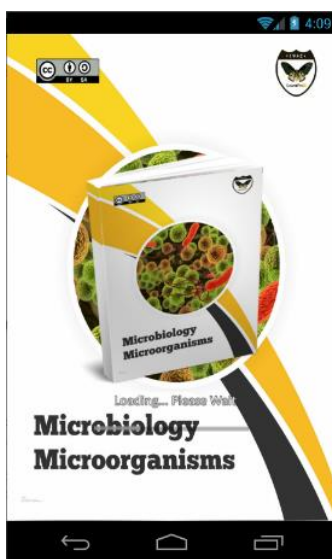
Dalam projek ini, dua pendekatan yang digunakan ialah pembelajaran mudah alih dan gaya pembelajaran visual. Penggunaan aplikasi untuk peranti mudah alih telah berkembang dengan pesat dan menjadi isu yang hangat

diperkatakan dalam bidang pendidikan serta perkembangan pelajar. Fleksibiliti, mesra pengguna, kecil, kemudahan akses dan pelbagai keupayaan teknologi mudah alih yang lain menjadikannya berharga dan menjadi keperluan pada masa kini [4]. Oleh itu, kewujudan pelbagai jenis peranti yang serba lengkap dan moden seperti telefon bimbit, tab, komputer serta alat peranti elektronik yang lain, para pelajar dapat mencari dan berpeluang mempelajari ilmu dengan lebih mudah dan cepat. Keinginan dalam mengejar atau merealisasikan kehendak dunia digital pada masa kini telah sedikit sebanyak memberi kesan kepada kaedah mendapatkan maklumat. Pengguna akan lebih cenderung untuk mendapatkan maklumat yang lebih pantas dengan menggunakan teknologi tersedia dan maklumat tanpa batasan melalui atas talian berbanding dengan kaedah mendapatkan maklumat secara konvensional yang memakan masa dan agak terbatas. Oleh itu, terdapat pendekatan 2D yang lain digunakan dalam aplikasi pembelajaran, seperti penggunaan gaya pembelajaran visual.

Gaya pembelajaran merujuk kepada cara di mana pelajar menyerap, menyusun, dan memproses maklumat yang diterima [5]. Salah satu gaya pembelajaran yang umum dikenal adalah gaya pembelajaran visual. Contohnya, penggunaan infografik yang menggabungkan teks, gambar, dan elemen grafik untuk merangkum maklumat secara ringkas dan mudah difahami. Animasi 2D digunakan untuk menghidupkan konsep abstrak atau proses yang kompleks melalui visualisasi bergerak. Pendekatan gamifikasi memanfaatkan elemen permainan seperti grafik, dan hadiah untuk meningkatkan motivasi dan interaksi pelajar dalam pembelajaran. Keberagaman pendekatan 2D ini memberikan fleksibiliti dalam menyampaikan dan memahami maklumat, meningkatkan daya serap dan penghayatan pelajar terhadap topik yang dipelajari.

2.3 Kajian Terhadap Aplikasi Sedia Ada

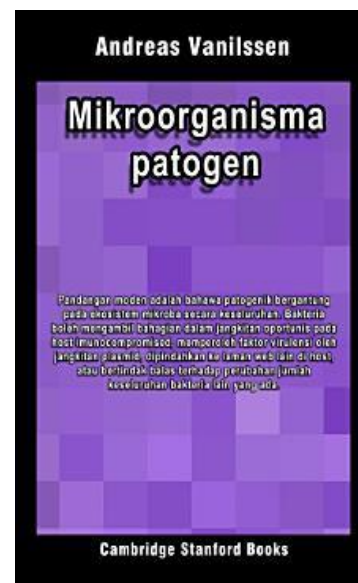
Semua aplikasi termasuk “Microbiology and Microorganism”[6], “Microbiology Quiz”[7], “Mikroorganisma Patogen”[8] dan aplikasi yang dicadangkan iaitu “Sains: Kenali Mikroorganisma” telah dibandingkan dan dianalisis bersama-sama dengan aplikasi yang dicadangkan dari segi ciri-ciri, kelebihan dan kelemahan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.



(a)



(b)



(c)

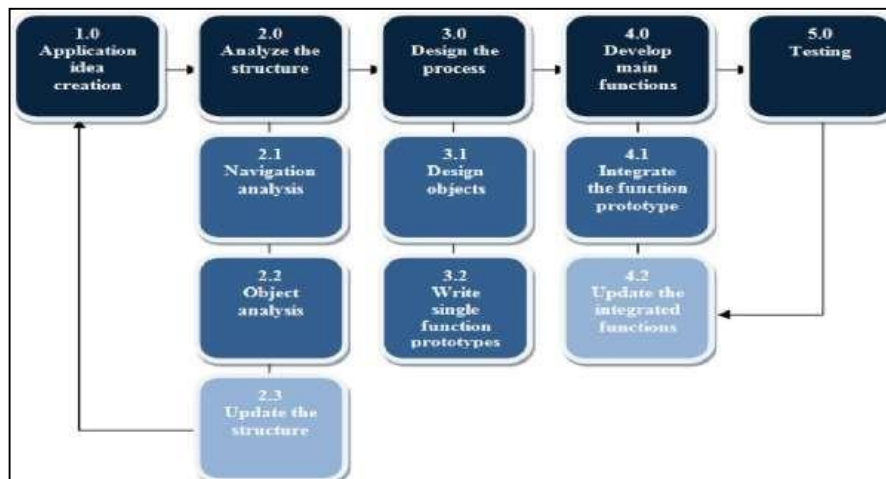
Rajah 1 *Microbiology and Microorganism* [6]; *Microbiology Quiz* [7]; *Microbiology Patogen*

Jadual 1 Perbandingan ciri-ciri aplikasi

Ciri-ciri	Aplikasi	Microbiology And Microorganism	Microbiology Quiz	Mikroorganisma Patogen	Sains: Kenali Mikroorganisma
Kandungan		Kandungan statik	Kandungan statik	Kandungan statik	Infografik
Modul Pembelajaran		Mempunyai modul pembelajaran	Tiada modul pembelajaran	Mempunyai modul pembelajaran	Mempunyai modul pembelajaran
Modul Aktiviti		Tiada modul aktiviti	Mempunyai aktiviti kuiz	Tiada modul aktiviti	Mempunyai aktiviti permainan dan kuiz
Bahasa		Bahasa Inggeris	Bahasa Inggeris	Bahasa Melayu	Bahasa Melayu
Caj Bayaran		Tidak mengenakan bayaran	Tidak mengenakan bayaran	Mengenakan bayaran RM9.93	Tidak mengenakan bayaran

3. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penghasilan projek ini adalah *Multimedia Mobile Content Development* (MMCS) [9]. MMCD merupakan kaedah pembangunan aplikasi pembelajaran berasaskan teknologi peranti mudah alih. Metodologi ini mengandungi 5 fasa utama iaitu, fasa penciptaan idea aplikasi, fasa menganalisis struktur, fasa mereka bentuk proses, fasa pembangunan fungsi utama, dan fasa pengujian sistem.

**Rajah 2** Model Multimedia Mobile Content Development (MMCD) [9]

3.1 Fasa Penciptaan Idea Aplikasi

Dalam fasa ini, aktiviti yang dilakukan adalah mencipta idea asas tentang jenis aplikasi yang akan dibangunkan. Hasil daripada fasa pertama ini adalah mengeluarkan idea dan penerangan tentang aplikasi yang akan dibangunkan atau dikatakan memberi sedikit penerangan ringkas terhadap aplikasi tersebut.

Jadual 2 Senarai keperluan penciptaan idea aplikasi

Kandungan	Penerangan
Jenis aplikasi	Aplikasi pembelajaran mudah alih
Sasaran peranti	Telefon pintar berasaskan Android
Subjek	Sains
Sasaran pengguna	Pelajar tingkatan 5 SPM
Ringkasan aplikasi	Aplikasi Sains: Kenali Mikroorganisma ini dibina berasaskan peranti mudah alih Android. Pembangunan aplikasi ini terdiri daripada 2 modul iaitu modul pembelajaran yang terdapat video dan nota pembelajaran serta modul aktiviti yang melibatkan aktiviti permainan dan kuiz.

Jadual 3 Analisis ringkasan daripada borang soal selidik

Pihak berkepentingan	Peranan dalam produk	Implikasi reka bentuk
Pakar Subjek	Pakar kandungan dalam mata pelajaran sains Tingkatan 5 SPM.	Berdasarkan borang soal selidik

3.2 Fasa Analisis Struktur

Fasa kedua melibatkan analisis struktur di mana analisis navigasi dan objek dilakukan. Pada fasa ini, had dan kelakuan sistem dapat ditentukan. Keperluan kefungsiian menjelaskan tugas, tindakan, atau keperluan aktiviti yang perlu dicapai dalam aplikasi, sementara keperluan bukan kefungsiian menerangkan sifat kualiti aplikasi.

Jadual 5 Senarai keperluan fungsian

Keperluan Berfungsi	Modul	Penerangan
Interaksi pengguna	1. Antaramuka utama	1. Aplikasi perlu menyediakan keupayaan untuk memulakan aplikasi kepada pengguna.
	2. Menu utama	1. Aplikasi perlu menyediakan keupayaan untuk memilih modul yang tersedia.
	3. Pembelajaran	1. Aplikasi perlu menyediakan keupayaan untuk memilih topik yang tersedia.
	4. Permainan dan kuiz	1. Aplikasi perlu menyediakan keupayaan untuk memilih jawapan yang tersedia. 2. Aplikasi perlu menyediakan keupayaan untuk bermain dan berinteraksi dengan animasi 2D.
Kandungan pembelajaran	1. Pembelajaran	1. Aplikasi perlu memaparkan topik Mikroorganisma Tingkatan 5 Bab 1.
	2. Video	3. Aplikasi perlu memaparkan video dengan berkesan.

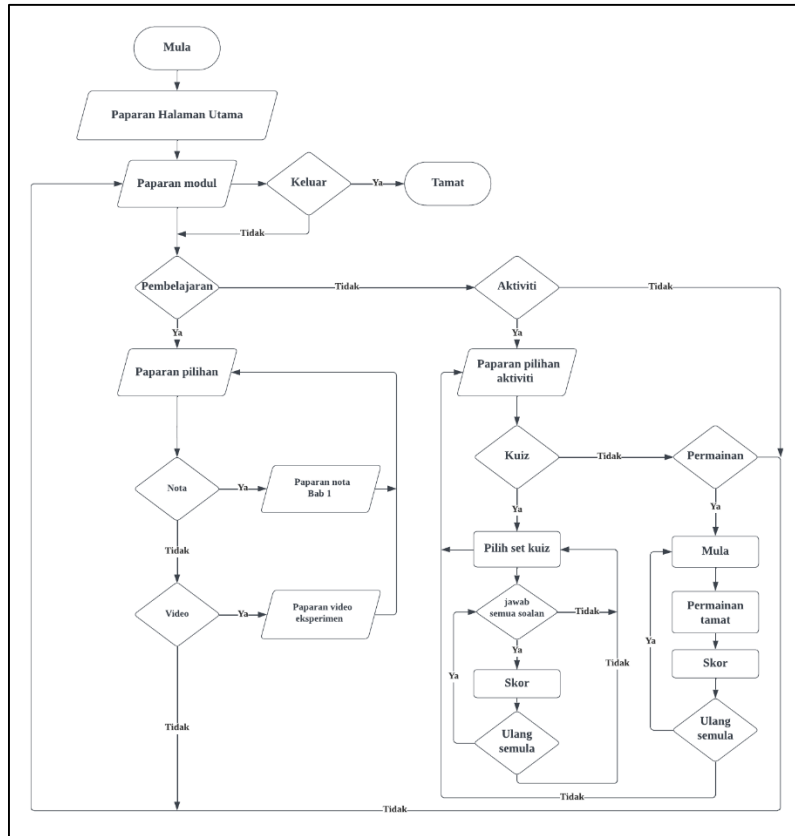
Jadual 6 Senarai keperluan bukan fungsian

Keperluan bukan fungsian	Penerangan
Prestasi	Aplikasi perlu beroperasi dengan cekap, tanpa kelewatan yang ketara atau kegagalan sistem, untuk memastikan pengalaman pengguna yang baik.
Keserasian	Aplikasi perlu serasi dengan pelbagai jenis peranti dan perisian tambahan yang biasa digunakan oleh pengguna.
Kecekapan Pengguna	Aplikasi perlu dirancang untuk meminimumkan bilangan langkah yang diperlukan untuk meningkatkan kecekapan pengguna.
Kebolehgunaan	Aplikasi perlu mesra pengguna.
Budaya	Aplikasi perlu dibangunkan dalam Bahasa Melayu.

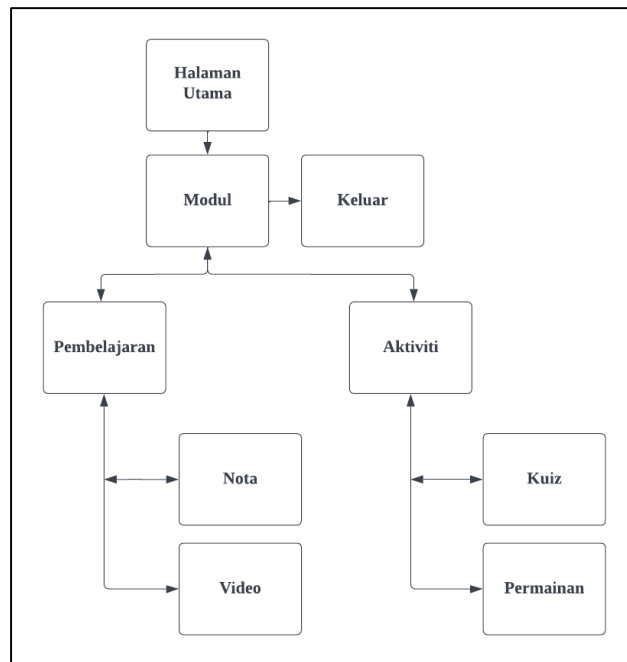
Jadual 7 Senarai keperluan perisian dan peranti pengguna

Bil.	Keperluan	Nama	Penerangan
1.	Perkakasan	Komputer riba (Acer Nitro5 AN515-56)	Membenarkan pembangun menggunakan Unity untuk membangunkan aplikasi. Spesifikasi adalah seperti berikut: <ul style="list-style-type: none"> ● OS: Windows 11 ● Processor: 11th Gen Intel(R) Core (TM) i7-11370H ● Graphics: NVIDIA GeForce GTX ● RAM: 8GB
		Telefon pintar (Oppo A78 5G)	Membenarkan pembangun menguji aplikasi. Spesifikasi adalah seperti berikut: <ul style="list-style-type: none"> ● OS: Android version 13 ● Processor: Dimensity 700 Octa-core ● Device storage: 128GB ● RAM: 8GB
		Peranti input-output	Membenarkan pembangun untuk berhubung komputer riba menggunakan: <ul style="list-style-type: none"> ● Tetikus ● Papan Kekunci
2.	Perisian	Canva	Mereka bentuk papan cerita dan butang.
		Unity	Menghasilkan aplikasi pembelajaran mudah alih.
		Visual Studio	Menulis skrip dalam bentuk C# untuk aplikasi ini.

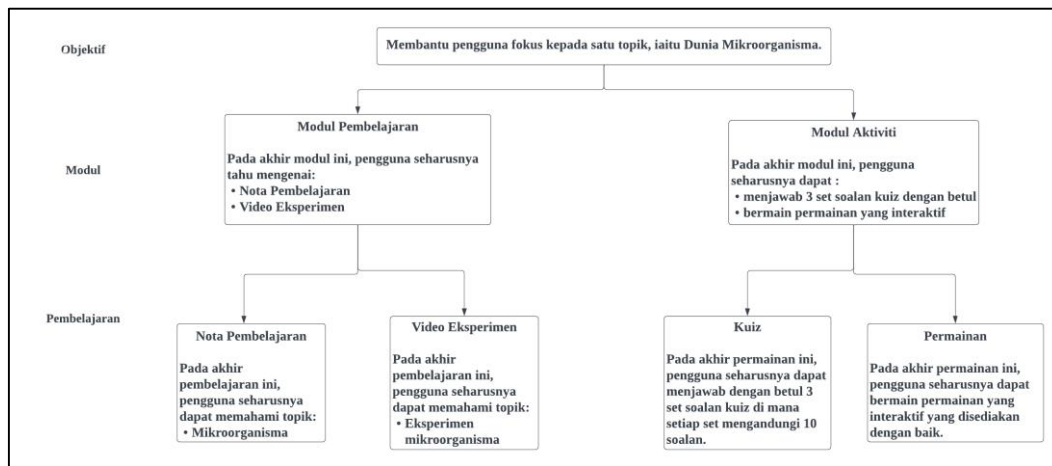
Rajah 3 menunjukkan Carta alir bagi keseluruhan aplikasi, manakala Rajah 4 menunjukkan Struktur navigasi aplikasi diikuti Rajah 5 iaitu Struktur kandungan:



Rajah 3 Carta alir



Rajah 4 Struktur navigasi




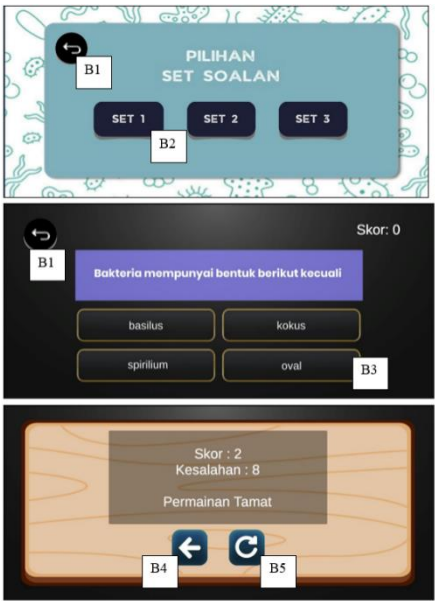

Rajah 5 Struktur kandungan

3.3 Fasa Reka Bentuk Proses

Fasa reka bentuk proses adalah fasa di mana reka bentuk objek dan navigasi berlaku dengan tujuan membentuk antara muka aplikasi. Temubual dengan SME dilakukan untuk mendapatkan maklumat tentang kandungan aplikasi, dan struktur kandungan aplikasi dibina berdasarkan hasil temubual tersebut.

Jadual 8 Antara muka aplikasi

Antara Muka	Penerangan
	<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman modul.</p> <p>B2 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya</p> <p>B3 Butang ini akan membawa pengguna keluar daripada aplikasi.</p>
	<p>B4 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman pembelajaran.</p> <p>B5 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman aktiviti.</p>
	<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya.</p> <p>B2 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman pembelajaran.</p> <p>B3 Butang ini akan membawa pengguna ke video eksperimen.</p>
	<p>B4 Butang ini akan membawa pengguna ke paparan permainan.</p> <p>B5 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman kuiz.</p>

Antara Muka	Penerangan
	<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya.</p> <p>B2 Butang ini akan memberhentikan video.</p>
	<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya.</p> <p>B2 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman soalan kuiz.</p> <p>B3 Butang ini merupakan pilihan jawapan untuk menjawab soalan kuiz.</p> <p>B4 Butang ini akan membawa pengguna keluar dari kuiz.</p> <p>B5 Butang ini akan ulang semula set soalan kuiz.</p>
	<p>B1 Butang ini akan memulakan permainan.</p> <p>B2 Butang ini akan membawa pengguna keluar dari permainan.</p> <p>B3 Butang ini akan ulang semula permainan.</p>

3.4 Fasa Pembangunan Fungsi Utama

Dalam fasa ini, setiap babak dan antara muka yang direka bentuk dihubungkan berdasarkan struktur navigasi yang ditetapkan. Proses ini melibatkan penggunaan perisian Unity dan Visual Studio Code untuk menulis skrip pengaturcaraan C#. Selain itu, dilakukan penghasilan model 2 Dimensi (2D) bagi aplikasi Sains: Kenali Mikroorganisma.

Jadual 9 Fungsi C# skrip

Fungsi	C# Skrip	Penerangan
VideoScrubber.cs	<pre>void Start() { // Ensure the slider is initially hidden videoSlider.gameObject.SetActive(false); Debug.Log("Slider is initially set to inactive."); // Add listener to handle slider value change videoSlider.onValueChanged.AddListener(OnSliderValueChanged); // Initialize slider max value to the video's length videoPlayer.prepareCompleted += OnVideoPrepared; videoPlayer.Prepare(); // Add EventTrigger components for pointer down and up events AddEventTrigger(videoSlider.gameObject, EventTriggerType.PointerDown, OnSliderDragStart); AddEventTrigger(videoSlider.gameObject, EventTriggerType.PointerUp, OnSliderDragEnd); // Add listener to handle pause button click pauseButton.onClick.AddListener(TogglePlayPause); }</pre>	<p>Kaedah `Start` menyembunyikan slider, menetapkan nilai maksimum apabila video siap, dan menambah pemicu acara serta pendengar untuk mengendalikan perubahan nilai slider dan klik butang main/jeda, memastikan peluncur video beroperasi dengan lancar dan responsif.</p>
QuestionManager.cs	<pre>void CheckReply(int replyIndex) { int actualQuestionIndex = questionOrder[currentQuestionIndex]; if (replyIndex == qtsData.questions[actualQuestionIndex].correctReplyIndex) { score++; scoreText.text = "Skor: " + score; Right.SetActive(true); } else { wrongAnswers++; } }</pre>	<p>Skrip ini menguruskan permainan kuiz di Unity. Ia menyediakan soalan-soalan, mengawal markah, dan memberi maklum balas kepada pemain. Pemain menjawab soalan, dan skrip memberi markah serta maklum balas visual. Setelah semua soalan dijawab, skrip menunjukkan</p>

Fungsi	C# Skrip	Penerangan
	<pre>Wrong.SetActive(true); } foreach (Button r in replyButtons) { r.interactable = false; } StartCoroutine(Next()); }</pre>	<p>markah akhir dan prestasi pemain.</p>
SceneChanger.cs	<pre>using System.Collections; using System.Collections.Generic; using UnityEngine; using UnityEngine.SceneManagement; public class SceneChanger : MonoBehaviour { public void ChangeScene(string sceneName) { SceneManager.LoadScene(sceneName); } }</pre>	<p>Skrip ini membolehkan pemain menukar scene dengan mudah. Setiap fungsi memanggil `LoadScene` untuk muatkan scene yang ditetapkan. Tetapi, kod ini boleh diperbaiki dengan menggabungkan semua fungsi ke dalam satu, `ChangeScene()`, yang menerima nama scene sebagai input. Ini mengurangkan penjanaan semula kod dan mempermudah pemeliharaan kod.</p>
Scoremanager.cs	<pre>void Update() { // Check if the player object is still active if (GameObject.FindGameObjectWithTag("Player") != null) { // Increment the score over time score += 1 * Time.deltaTime; scoreText.text = ((int)score).ToString(); // Check if the current score is greater than the high score if (score > highScore) { // Update the high score highScore = score; highScoreText.text = "Skor Tertinggi: " + ((int)highScore).ToString(); // Save the new high score to player preferences</pre>	<p>Skrip ini mengurus markah dalam permainan dengan mengemaskini markah semasa dan menyimpan rekod markah tertinggi. Ia memaparkan markah tertinggi pada UI dan membandingkan markah semasa dengan rekod tertinggi. Jika markah semasa melebihi, ia mengemas kini rekod dan menyimpan markah baru.</p>

Fungsi	C# Skrip	Penerangan
	<pre> PlayerPrefs.SetFloat("Skor Tertinggi", highScore); } } } </pre>	Pemain sentiasa melihat markah terkini dan rekod tertinggi mereka.

3.5 Fasa Pengujian

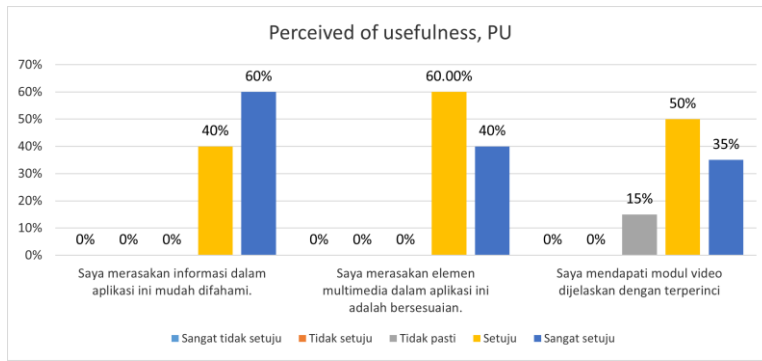
Fasa terakhir, iaitu fasa pengujian, akan dilaksanakan setelah pembangunan fungsi utama selesai. Dalam fasa ini, aplikasi diuji untuk menilai kefungsiian dan kebolegunaan butang serta objek di dalamnya. Jika terdapat sebarang masalah semasa pengujian atau aplikasi tidak berfungsi dengan baik, fasa pembangunan fungsi utama akan diulang semula. Fasa pengujian dianggap berjaya apabila tiada masalah ditemui dengan aplikasi yang telah siap dibangunkan.

Jadual 10 Hasil keputusan Ujian Kefungsiian

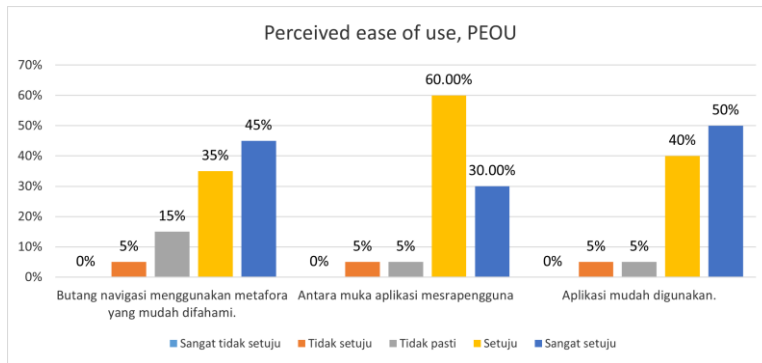
Pengujian	Hasil Jangkaan	Hasil keputusan	Tindakan
Butang Mula	Memaparkan halaman modul.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Video	Navigasi ke modul video.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Pembelajaran	Navigasi ke modul pembelajaran.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Aktiviti	Navigasi ke modul aktiviti.	Berjaya	Tidak perlu
Butang keluar	Pengguna akan keluar dari aplikasi.	Berjaya	Tidak perlu
Butang kembali	Kembali ke halaman sebelumnya.	Berjaya	Tidak perlu
Butang seterusnya	Memaparkan halaman seterusnya.	Berjaya	Tidak perlu
Butang berhenti	Memberhentikan video dan permainan	Video dan permainan tidak berhenti ketika butang ditekan	Skrip baru dicipta dan dilampirkan pada butang
Butang mula permainan	Memainkan permainan.	Berjaya	Tidak perlu
Butang ulang semula	Mengulang semula aktiviti.	Berjaya	Tidak perlu
Sistem skor	Memaparkan skor daripada aktiviti kuiz dan permainan.	Berjaya	Tidak perlu

4. Hasil Dapatan dan Perbincangan

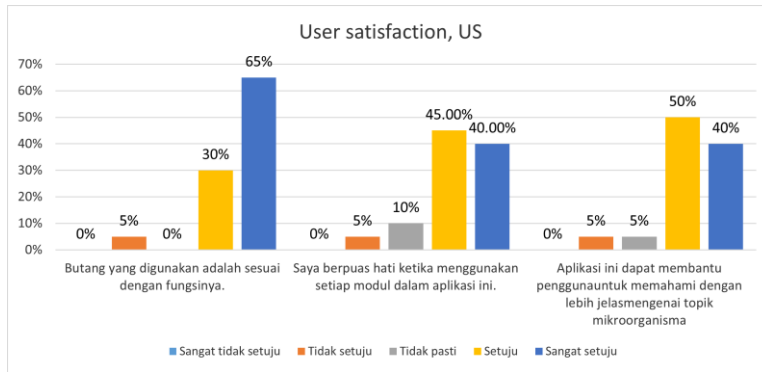
Pengujian dijalankan secara fizikal di SMK Telok Mas dengan melibatkan 20 orang responden. Skala Likert digunakan semasa responden menjawab borang soal selidik. Soal selidik tersebut dibangunkan berdasarkan *Technology Acceptance Model* (TAM) dan *System Usability Scale* (SUS). Dalam model TAM, terdapat empat aspek utama iaitu Persepsi Kegunaan (*Perceived of Usefulness*, PU), Persepsi Kemudahan Ketika Menggunakan (*Perceived Ease of Use*, PEOU), Kepuasan Pengguna (*User Satisfaction*, US), dan Sifat Kebolegunaan (*Attribute of Usability*, AU). Data bagi setiap pembolehubah dalam model TAM ditunjukkan dalam Rajah 6, 7, 8, dan 9. Rajah 6 menunjukkan bahawa 50% responden setuju dan 45% responden sangat setuju dengan kegunaan aplikasi Sains: Kenali Mikroorganisma. Rajah 7 pula menunjukkan 45% responden bersetuju dan 41.67% sangat setuju akan kemudahan penggunaan aplikasi tersebut. Seterusnya, Rajah 8 menekankan bahawa 90% responden berpuas hati dengan aplikasi yang dibangunkan. Selain itu, Rajah 9 menunjukkan 40% responden setuju dan 60% responden sangat setuju dengan kebolegunaan aplikasi ini.



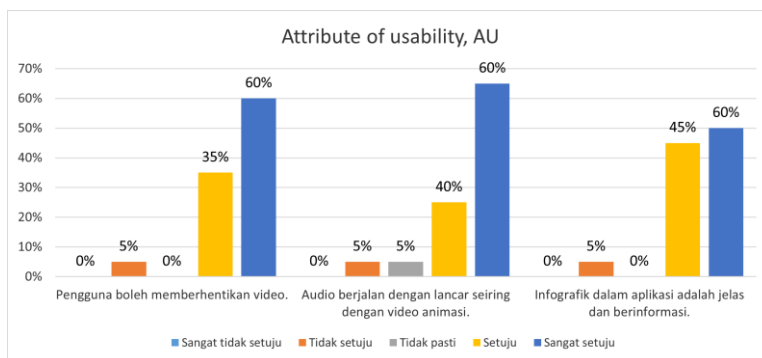
Rajah 6 Perceived of usefulness, PU



Rajah 7 Perceived ease of use, PEOU



Rajah 8 User satisfaction, US

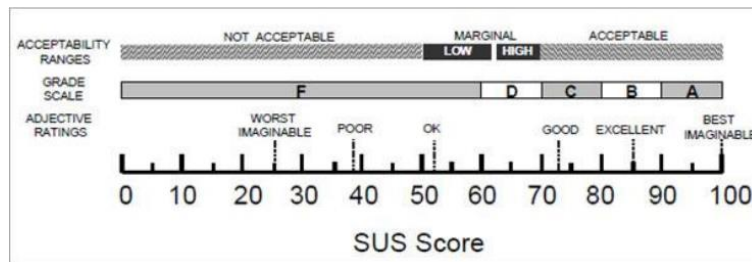


Rajah 9 Attribute of usability, AU

Bagi keputusan *System Usability Scale* (SUS), hasil yang dikumpul direkodkan dalam Microsoft Excel. Data ini kemudiannya akan dikira menggunakan formula SUS untuk mendapatkan skor akhir. Berdasarkan skor tersebut, gred akan dikenal pasti. Rajah 10 menunjukkan purata skor, manakala Rajah 11 menunjukkan skor SUS. Purata skor yang diperoleh daripada data ialah 80.88.

Responden	Skor item										Skor ganjil	Skor genap	Jumlah skor
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10			
R01	5	2	4	3	5	2	4	1	5	3	18	14	80
R02	5	1	5	2	5	1	5	2	4	1	19	18	92.5
R03	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R04	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	0	50
R05	5	1	5	1	5	4	5	5	5	1	20	13	82.5
R06	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
R07	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R08	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
R09	5	1	4	2	4	1	5	1	4	2	17	18	87.5
R10	4	2	4	2	5	2	4	1	3	2	15	16	77.5
R11	3	3	3	3	4	3	4	2	4	3	13	11	60
R12	4	1	4	1	5	2	3	1	5	1	16	19	87.5
R13	3	3	3	2	4	3	4	3	5	2	14	12	65
R14	4	2	4	2	5	1	4	1	4	2	16	17	82.5
R15	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R16	4	1	4	1	5	1	5	1	4	1	17	20	92.5
R17	4	1	5	1	5	1	5	1	5	2	19	19	95
R18	3	3	4	2	5	3	4	1	4	3	15	13	70
R19	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
R20	3	2	4	3	3	1	3	1	4	2	12	16	70
Purata skor												80.88	

Rajah 10 Purata skor



Rajah 11 Skor SUS

5. Kesimpulan

Kesimpulannya, pembelajaran mengenai topik mikroorganisma adalah penting bagi pengguna sasaran iaitu pelajar sekolah menengah tingkatan 5 SPM sebagai persediaan mereka menduduki SPM. Oleh itu, pengguna boleh menggunakan aplikasi Sains: Kenali Mikroorganisma yang dibangunkan ini untuk belajar dengan cara yang lebih efektif dan menyenangkan. Untuk kajian masa depan, aplikasi ini boleh diperluaskan dengan penambahan topik-topik lain dalam sains serta ciri-ciri interaktif tambahan seperti simulasi untuk meningkatkan lagi pengalaman pembelajaran.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongannya dan dorongan sepanjang proses menjalankan kajian ini.

Konflik Kepentingan

Penulis mengisytiharkan bahawa tidak ada konflik kepentingan mengenal penerbitan kertas itu.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Amier Muslim, Azizan Ismail; **pengumpulan data:** Amier Muslim, Azizan Ismail; **analisis dan interpretasi hasil:** Amier Muslim, Azizan Ismail; **penyediaan draf manuskrip:** Amier Muslim, Azizan Ismail. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] Isa, R. F. M. (2019). Technical and Vocational Education and Training (TVET): Tempat Asas Pembinaan Budaya Keselamatan di Malaysia. *Journal of Vocational Education Studies*, 2(2), 101-112. <https://doi.org/10.12928/joves.v2i2.1205>.
- [2] Foster, A., & Shah, M. (2020). Principles for advancing game-based learning in teacher education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(2), 84-95. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1695553>
- [3] Abdul Rahim, N., Meor Fadzir, N. A., Zaimal, N. A. H., Arias Yahaya, F. F., Zainol, Z. I., & Husin, M. R. (2021). Implikasi Gaya Pembelajaran Koperatif Subjek Sains Bagi Murid Tahap Dua di Sekolah Kebangsaan Bandar Baru Rawang. *Journal of Humanities and Social Sciences*. <https://doi.org/10.36079/lamintang.jhass-0302.238>
- [4] Razali, N. H., & Khalid, F. B. (2021). Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Mudah Alih dalam Pembelajaran Matematik bagi Pelajar Sekolah Menengah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i6.812>
- [5] Mahadi, F., Husin, M. R., & Md Hassan, N. (2022). Learning Style: Visual, Auditory and Kinesthetic. *Journal of Humanities and Social Sciences (JHASS)*, 4(1), 29-36. <https://doi.org/10.36079/lamintang.jhass-0401.341>
- [6] *Microbiology and Microorganism - Apps on Google Play*. (2017). https://play.google.com/store/apps/details?id=id.learnpro.mamo&pcampaignid=web_share
- [7] *Microbiology Quiz - Apps on Google Play*. (2020). https://play.google.com/store/apps/details?id=quiz.mcqslern.microbiology&pcampaignid=web_share
- [8] *Mikroorganisma Patogen - Apps on Google Play*. (n.d.). https://play.google.com/store/apps/details?id=id.learnpro.mamo&pcampaignid=web_share
- [9] Saifudin, W. S. N., Salam, S., & Abdullah, M. H. L. (2012). MULTIMEDIA MOBILE CONTENT DEVELOPMENT FRAMEWORK AND METHODOLOGY FOR DEVELOPING M-LEARNING APPLICATIONS. *Journal of Technical Education and Training*, 4. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:61402178>