

Pembangunan Aplikasi Pembelajaran Mudah Alih Biologi Tingkatan 5: Biologi Pewarisan Manusia

Development of Mobile Learning Application for Biology Form 5: Human Inheritance Biology

Iznur Farahin Karim¹, Noorhaniza Wahid^{1*}

¹ *Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,*

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author: nhaniza@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2025.06.01.074>

Maklumat Artikel

Diserah: 13 Jun 2024

Diterima: 15 Jun 2025

Diterbitkan: 30 Jun 2025

Kata Kunci

Kata kunci: aplikasi pembelajaran mudah alih, VARK visual, MMCD

Keywords

Mobile learning application, VARK visual, MMCD

Abstract

Pembelajaran topik biologi tingkatan 5 tentang topik pewarisan manusia sukar untuk dijelaskan secara fizikal kerana ia bersifat abstrak. Justeru, aplikasi pembelajaran mudah alih yang dinamakan Biologi Pewarisan Manusia dibangunkan untuk mengajar pelajar tingkatan 5 yang mengambil subjek biologi tentang topik pewarisan manusia. Aplikasi ini mengimplementasikan elemen multimedia seperti infografik dan animasi 2D untuk mencipta pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif. Pengguna sasaran bagi projek ini adalah pelajar sekolah menengah berumur 17 tahun. Metodologi *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD) akan digunakan dalam membangunkan aplikasi Biologi Pewarisan Manusia. Pengujian *Technology Acceptance Model* (TAM) ke atas pengguna sasaran menunjukkan 57.7% responden sangat bersetuju dan 41.1% bersetuju akan penerimaan aplikasi, manakala pengujian *System Usability Scale* (SUS) pula mengesahkan kebolegunaan aplikasi Biologi Pewarisan Manusia adalah cemerlang dengan skor 85.92. Aplikasi ini diharapkan dapat berfungsi sebagai alat bantu belajar untuk membantu para pelajar memahami topik Pewarisan Manusia.

Abstract

The topic of human inheritance in Form 5 biology is difficult to explain physically because it is abstract. Therefore, a mobile learning application called Biologi Pewarisan Manusia has been developed to teach Form 5 students who are taking the biology subject about the topic of human inheritance. This application implements multimedia elements such as info graphics and 2D animations to create more interactive learning experience. The target users for this project are secondary school students aged 17 years old. The Mobile Content Development (MMCD) methodology will be employed in developing Biologi Pewarisan Manusia application. The Technology Acceptance Model (TAM) testing on the target user showed that 57.7% of respondents strongly agreed and 41.1% agreed with the acceptance of

the application, while the System Usability Scale (SUS) testing confirmed that the usability of the Biologi Pewarisan Manusia application is excellent with a score of 85.92. This application is expected to serve as a learning aid to help students understand the topic of human inheritance.

1. Pengenalan

Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (STEM) merujuk kepada dasar pendidikan sekolah untuk meningkatkan daya saing pelajar dalam bidang sains dan teknologi, serta membentuk pemikiran yang kreatif, sistematik dan logik [1]. Namun begitu, hanya 19 peratus murid yang memasuki aliran sains apabila menjejakkan kaki ke tingkatan empat [2]. Hal ini kerana kebanyakan murid memberikan alasan takut akan gagal dalam mata pelajaran fizik, kimia, biologi, dan matematik tambahan [2]. Selain daripada mata pelajaran fizik dan kimia, terdapat kajian yang melaporkan tentang kesukaran yang dihadapi oleh pelajar dalam pembelajaran biologi adalah disebabkan kaedah pengajaran guru serta sikap pelajar itu sendiri terhadap topik tersebut [3]. Kaedah pengajaran yang kurang inovatif dan terbatas kepada penggunaan buku yang bersifat statik menyebabkan kurangnya pemahaman yang menyeluruh dalam kalangan pelajar tentang konsep dan mekanisme yang terlibat. Hal ini kerana, terdapat topik-topik dalam biologi yang abstrak dan sukar dijelaskan secara fizikal. Sebagai contoh, topik berkaitan genetik dan pewarisan manusia. Terdapat juga aplikasi pembelajaran mudah alih bagi subjek Biologi yang telah dibangunkan, namun kandungannya masih statik, kurang interaktif dan tidak mesra pengguna [4]. Oleh itu, adalah perlu untuk topik-topik yang bersifat abstrak ini disampaikan dalam bentuk yang lebih inovatif melalui platform aplikasi pembelajaran mudah alih.

Teknologi pembelajaran mudah alih, sering juga dirujuk sebagai *m-learning*, melibatkan penggunaan peranti mudah alih seperti telefon pintar dan tablet untuk tujuan pendidikan. Dengan penggunaan meluas telefon pintar dan tablet, *m-learning* menawarkan kelebihan dalam penyampaian kandungan pendidikan dalam format yang sejajar dengan kecenderungan digital pelajar hari ini. Integrasi elemen multimedia dalam *m-learning* meningkatkan pengalaman pembelajaran dengan menggabungkan pelbagai bentuk media seperti grafik, video, dan elemen interaktif. Sebagai contoh, aplikasi *Learn Biology All Division* [5] menggunakan elemen multimedia seperti imej, video, dan animasi bagi meningkatkan pemahaman dan memudahkan penguasaan topik yang kompleks. Bantuan visual memainkan peranan penting dalam memahami proses biologi yang kompleks. Secara keseluruhan, penggunaan teknologi *m-learning*, berserta integrasi elemen multimedia, meningkatkan pengalaman pendidikan dengan menyediakan fleksibiliti, interaktif, dan kandungan yang menarik yang boleh menyumbang kepada peningkatan hasil pembelajaran dan penglibatan pelajar.

Oleh itu, aplikasi Biologi: Pewarisan Manusia dicadangkan untuk dibangunkan. Tiga objektif utama bagi projek ini adalah untuk (1) mereka bentuk aplikasi pembelajaran Biologi: Pewarisan Manusia menggunakan gaya pembelajaran visual, (2) membangunkan aplikasi pembelajaran mudah alih Biologi: Pewarisan Manusia dalam platform Android, dan (3) melaksanakan pengujian kefungsiannya dan pengujian penerimaan pengguna terhadap pengguna sasaran. Sasaran pengguna bagi aplikasi ini ialah pelajar sekolah menengah yang berumur 17 tahun. Pakar mata pelajaran atau *Subject Matter Expert* (SME) yang akan menjadi rujukan bagi pembangunan aplikasi ini adalah Puan Zaharina binti Mohamat Sani, guru biologi dari Sekolah Menengah Kebangsaan Telok Mas, Melaka. Aplikasi ini menggabungkan tiga modul berbeza iaitu video, pewarisan manusia dan aktiviti dan disampaikan dalam Bahasa Melayu. Kandungan bagi aplikasi ini akan dipersembahkan dalam pelbagai bentuk seperti video, teks, dan infografik. Modul ketiga adalah modul aktiviti. Pengguna boleh menguji kefahaman dengan melakukan aktiviti kuiz atau suai padan berdasarkan topik yang berkaitan dengan pewarisan manusia.

Organisasi prosiding adalah seperti berikut: Seksyen 2 membincangkan mengenai domain kajian, pembelajaran mudah alih, gaya pembelajaran, serta perbandingan aplikasi sedia ada dan aplikasi cadangan. Seksyen 3 menerangkan tentang metodologi yang digunakan iaitu *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD). Seksyen 4 membincangkan keputusan dan perbincangan hasil dari kemajuan projek yang dijalankan dan Seksyen 5 adalah kesimpulan mengenai pembangunan aplikasi.

2. Sorotan Kajian

Seksyen ini membincangkan tentang domain kajian, teknologi yang digunakan dan hasil analisis perbandingan.

2.1 Biologi: Pewarisan Manusia

Keperluan bagi menguasai bidang sains dan teknologi telah dizahirkan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025, di mana Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) berhasrat untuk menyediakan pendidikan sains yang berkualiti, agar golongan pelajar yang dilahirkan tidak ketinggalan dalam standard pentaksiran antarabangsa [6]. Biologi boleh dianggap sebagai subjek yang abstrak kerana ia melibatkan konsep dan proses

yang tidak boleh dilihat dengan mata kasar. Bagaimanapun, dalam konteks pembelajaran mudah alih, visualisasi boleh dicapai melalui pelbagai elemen multimedia yang sesuai untuk peranti mudah alih seperti telefon pintar dan tablet.

2.2 Pembelajaran Mudah Alih

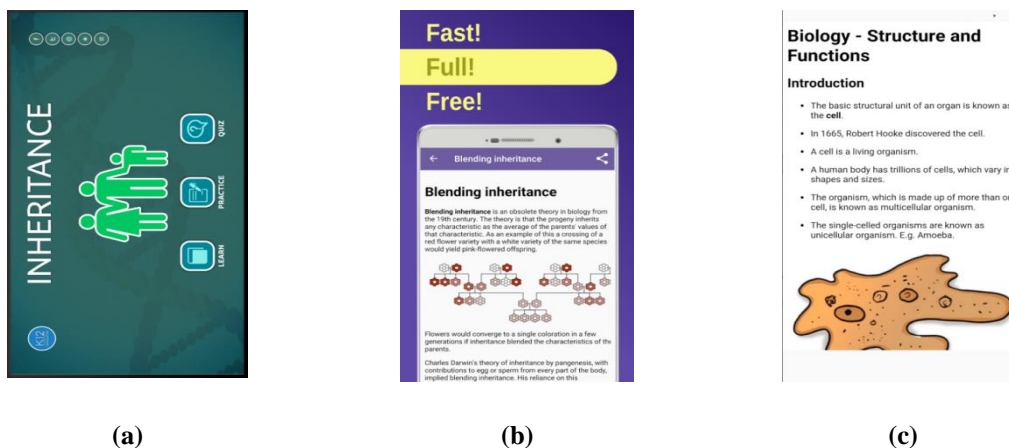
Pembelajaran mudah alih merujuk kepada proses pembelajaran yang berlaku dalam pelbagai konteks dan melibatkan interaksi sosial serta penggunaan peranti elektronik peribadi [7]. Penggunaan aplikasi pembelajaran telah berkembang pesat dan menjadi topik yang hangat dibincangkan dalam bidang pendidikan dan perkembangan pelajar. Kelebihan-kelebihan seperti fleksibiliti, kegunaan yang mudah, saiz yang kecil, aksesibiliti yang mudah, dan pelbagai keupayaan teknologi mudah alih telah menjadikan aplikasi ini sangat berharga dan menjadi keperluan pada masa kini. Aplikasi pembelajaran mudah alih adalah aplikasi yang direka khas untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui telefon pintar atau tablet. Aplikasi ini membolehkan pengguna untuk mengakses bahan pembelajaran, latihan, dan sumber pendidikan lainnya. Pengguna juga boleh belajar pada bila-bila masa dan di mana sahaja mengikut keperluan masing-masing. Dalam konteks pembelajaran mudah alih, penggunaan aplikasi pembelajaran sesuai dengan pelbagai gaya pembelajaran, termasuk VARK.

2.3 Gaya Pembelajaran

Gaya pembelajaran VARK (*visual, auditory, reading or writing, kinesthetic*) merupakan salah satu gaya pembelajaran yang terkenal [8]. Apabila proses pembelajaran hanya bergantung kepada buku teks, pelajar menjadi kurang terlibat dalam proses pembelajaran dan mendapat pengalaman pembelajaran yang kurang bermakna [9]. Oleh itu, aplikasi cadangan yang dibangunkan menawarkan pendekatan 2D seperti gaya pembelajaran visual di mana ia memberikan fleksibiliti dalam menyampaikan dan memahami maklumat, serta meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik yang dipelajari. Penggunaan infografik serta animasi membolehkan kita untuk memvisualisasikan konsep abstrak atau proses yang kompleks dengan cara yang menarik, memudahkan pemahaman, dan membolehkan pembelajaran yang efektif.

2.4 Perbandingan Aplikasi Sedia Ada dan Aplikasi Cadangan

Seksyen ini mengkaji tiga aplikasi sedia ada termasuk *Inheritance Biology* [10], *Genetics* [4], dan *Biology Notes* [11]. Rajah 1 menunjukkan antara muka bagi tiga aplikasi sedia ada manakala Jadual 1 menunjukkan analisis perbandingan aplikasi dari segi elemen multimedia, silibus, modul, kandungan aplikasi, aktiviti latihan, bahasa, antara muka pengguna, dan bayaran.



Rajah 1(a) *Inheritance Biology* [10]; (b); *Genetics* [4], (c) *Biology Notes* [11]

Jadual 1 Analisis perbandingan aplikasi

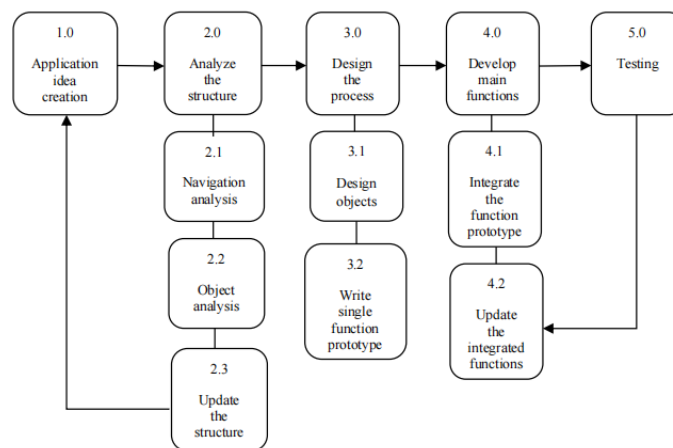
Elemen	Inheritance Biology	Genetics	Biology Notes	Biologi Pewarisan Manusia
Elemen multimedia	Teks, gambar, video	Teks, gambar	Teks, gambar	Infografik, teks, gambar, animasi 2D
Silibus	Tidak dapat ditentukan	Tidak dapat ditentukan	Tidak dapat ditentukan	Buku teks biologi tingkatan 5 KPM

Jadual 1 (sambungan)

Elemen	Inheritance Biology	Genetics	Biology Notes	Biologi Pewarisan Manusia
Modul	Modul pembelajaran dan modul aktiviti	Modul pembelajaran	Modul pembelajaran	Modul pembelajaran dan modul aktiviti
Kandungan aplikasi	Memfokuskan bab pewarisan seperti model genetik dan keturunan	Memfokuskan bab pewarisan genetik seperti gen, variasi genetik dan keturunan	Memfokuskan semua bab tingkatan 5 dalam biologi secara ringkas	Memfokuskan bab 11 Pewarisan Manusia seperti Kumpulan Darah ABO, Faktor Rhesus, Talasemia, Penentuan Jantina, dan Ciri Terangkai Seks
Aktiviti latihan	Kuiz dan praktis	Tiada	Tiada	Kuiz dan suai padan
Bahasa	Inggeris	Inggeris	Inggeris	Melayu
Antaramuka pengguna	Paparan visual yang menarik	Antara muka yang tidak terurus	Antara muka yang responsif	Paparan visual yang menarik
Bayaran	RM4.49	Percuma	Percuma	Percuma

3. Metodologi

Multimedia Mobile Content Development (MMCD) telah dipilih untuk membangunkan aplikasi Biologi Pewarisan Manusia kerana ia direka untuk mencipta aplikasi pembelajaran mudah alih (m-learning) [12]. MMCD melibatkan lima fasa iaitu fasa penciptaan idea aplikasi, analisis struktur, reka bentuk proses, pembangunan fungsi utama, dan pengujian. Rajah 2 menunjukkan carta alir dalam metodologi MMCD.



Rajah 2 Multimedia Mobile Content Development [12]

3.1 Fasa Penciptaan Idea Aplikasi

Fasa ini adalah untuk sediakan maklumat yang diperlukan sebelum membangunkan aplikasi. Oleh itu, senarai semak keperluan telah dicipta dalam Jadual 2. Bukan itu sahaja, borang soal selidik juga telah diberikan kepada Pakar Subjek Biologi, Puan Zaharina binti Mohamat Sani untuk diisi dan dilampirkan dalam Lampiran B. Jadual 3 menunjukkan analisis keperluan pengguna melalui panggilan temubual di telefon untuk memastikan pembangunan aplikasi mengikut keperluan pengguna.

Jadual 2 Senarai semak Penciptaan Idea Aplikasi

Perkara	Penerangan
Jenis aplikasi	Aplikasi pembelajaran mudah alih
Peranti sasaran	Android
Pengguna sasaran	Pelajar sekolah menengah berumur 17 tahun

Jadual 2 (sambungan)

Perkara	Penerangan
Elemen grafik	Butang, paparan utama dan latar belakang setiap modul.
Video	Video Pengenalan dan video Gambarajah Pewarisan.
Audio	Audio digunakan dalam setiap topik pembelajaran pada modul Pewarisan Manusia.
Ringkasan aplikasi	Aplikasi Biologi: Pewarisan Manusia memfokuskan kepada satu topik dalam subjek biologi, iaitu Pewarisan Manusia. Aplikasi ini mengimplementasikan elemen multimedia seperti infografik dan animasi 2D untuk mencipta pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif. Antara subtopik yang akan diajar adalah Kumpulan Darah ABO, Faktor Rhesus, Talasemia, Penentuan Jantina dan Ciri Terangkai Seks.

Jadual 3 Analisis keperluan pengguna

Pihak berkepentingan	Peranan dalam produk	Implikasi reka bentuk	Tindakan
Pakar Subjek, Puan Zaharina Mohamat Sani	Pakar kandungan dalam mata pelajaran biologi	Kandungan aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> ● Pembangunan aplikasi perlu merujuk Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) KSSM. ● Menyediakan penilaian seperti kuiz untuk mengukur kefahaman pelajar.
		Mudah untuk dinavigasi	<ul style="list-style-type: none"> ● Menggunakan butang <i>Home</i>, kembali, dan seterusnya untuk navigasi ke halaman yang berikutnya.
		Elemen multimedia	<ul style="list-style-type: none"> ● Elemen multimedia seperti infografik, animasi 2D, dan video sangat sesuai untuk digunakan.

3.2 Fasa Analisis Struktur

Fasa ini melibatkan dua sub komponen iaitu analisis navigasi dan analisis objek yang digunakan dalam aplikasi ini. Analisis ini perlu dilakukan sebelum meneruskan fasa yang seterusnya bagi mengelakkan berlaku masalah pada fasa pembangunan aplikasi. Jadual 4 menunjukkan keperluan fungsian aplikasi manakala Jadual 5 menunjukkan keperluan bukan fungsian. Selain itu, Jadual 6 menunjukkan keperluan perkakasan dan perisian untuk pembangun.

Jadual 4 Keperluan fungsian aplikasi

Item	Keperluan	Modul	Penerangan
1	Sokongan Interaksi Pengguna	Butang Mula	Butang ini adalah untuk memulakan aplikasi.
		Butang Video	Butang ini memaparkan video yang terdapat dalam aplikasi ini.
		Butang Pewarisan Manusia	Butang ini memaparkan topik-topik di bawah tajuk pewarisan manusia.
		Butang Aktiviti	Butang ini memaparkan aktiviti yang terdapat dalam aplikasi ini.
		Butang keluar	Butang ini akan membawa pengguna keluar daripada aplikasi.
		Butang kembali	Butang ini membawa pengguna kembali ke halaman seterusnya.
		Butang seterusnya	Butang ini membawa pengguna ke halaman seterusnya.
		Butang <i>play</i>	Memainkan animasi berserta audio.

Jadual 4 (sambungan)

Item	Keperluan	Modul	Penerangan
		Butang info	Butang ini memaparkan infografik bagi setiap topik.
		Butang tutup	Butang ini adalah untuk menutup paparan skrin.
		Butang <i>Home</i>	Butang ini adalah untuk ke Menu Utama.
		Butang ulang semula	Butang ini adalah untuk mengulang semula aktiviti yang telah dimain.

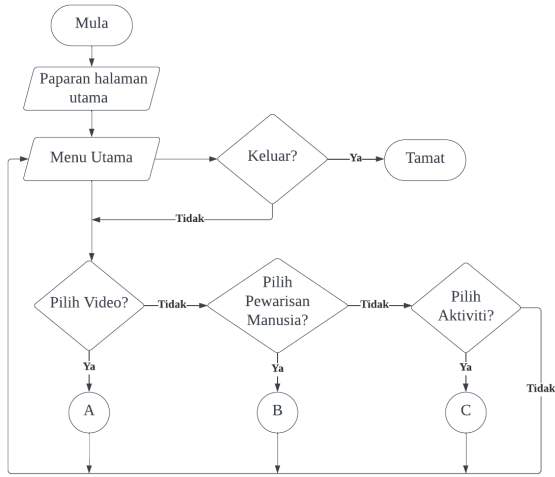
Jadual 5 Keperluan bukan fungsian aplikasi

Item	Keperluan	Penerangan
1	Prestasi	Purata masa tindak balas semasa membuka aplikasi hendaklah 3 saat.
2	Ketersediaan	Pengguna boleh mengakses aplikasi tanpa had waktu dan tempat
3	Kebolegunaan	Aplikasi perlu mesra pengguna dan mudah dikendalikan.
4	Keserasian	Aplikasi perlu serasi terhadap semua jenis pengoperasian android 8.1 dan keatas.

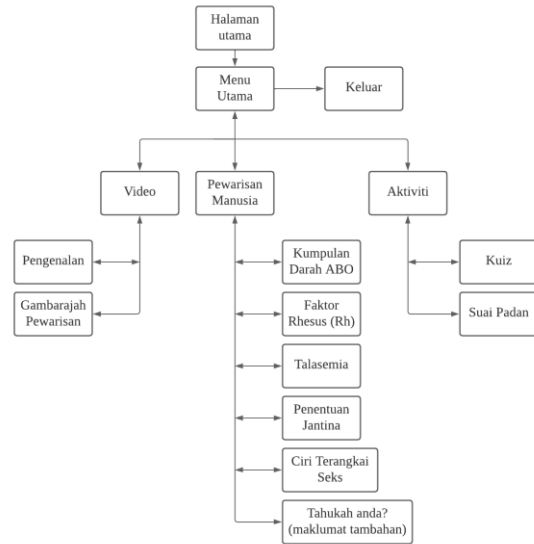
Jadual 6 Keperluan perkakasan dan perisian untuk pembangun

Keperluan	Nama	Penerangan
Perkakasan	Komputer riba	<p>Membenarkan pembangun menggunakan perisian untuk membangunkan aplikasi. Spesifikasi adalah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Jenama: Acer Nitro5 ● Sistem Operasi: Windows 11 ● Pemproses: AMD Ryzen 5 5600H ● Grafik: NVIDIA GeForce ● RAM: 8GB
	Telefon pintar	<p>Membenarkan pembangun menguji aplikasi. Spesifikasi adalah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Jenama: Oppo Reno6 Z 5G ● Sistem Operasi: Android version 13 ● Pemproses: Dimensity 800U Octa-core ● Storan Peranti: 128GB ● RAM: 8GB
Perisian	Canva	Mereka bentuk papan cerita, menghasilkan elemen grafik dan video.
	Unity version 2022.3.12f1	Menghasilkan aplikasi pembelajaran.
	Visual Studio version 2022	Menulis skrip C# untuk aplikasi ini.
	Recorder	Merakam audio.

Carta alir bagi keseluruhan aplikasi ditunjukkan pada Rajah 3 dan struktur navigasi aplikasi ditunjukkan pada Rajah 4. Manakala carta alir bagi setiap modul dan struktur kandungan dilampirkan pada Lampiran A.



Rajah 3 Carta Alir keseluruhan aplikasi



Rajah 4 Struktur Navigasi

3.3 Fasa Reka bentuk proses

Fasa reka bentuk proses ialah fasa di mana reka bentuk dan navigasi berlaku dengan tujuan mereka bentuk antara muka dan menulis prototaip fungsi tunggal. Berikut adalah antara muka bagi laman utama aplikasi dan menu utama, modul video, modul pewarisan manusia dan modul aktiviti. Jadual 7 menunjukkan kedudukan grafik, teks, dan butang yang terdapat pada antara muka aplikasi Biologi Pewarisan Manusia manakala Rajah 8 menunjukkan prototaip fungsi tunggal.

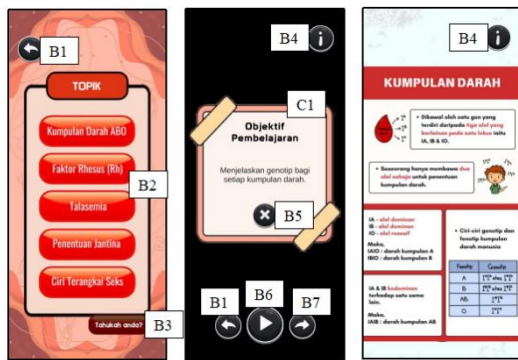
Jadual 7 Antara muka aplikasi

Item	Antara Muka	Penerangan
1		<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman modul.</p> <p>B2 Butang ini akan membawa pengguna keluar daripada aplikasi.</p> <p>B3 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman video.</p> <p>B4 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman topik pewarisan manusia di mana pilihan topik dipaparkan.</p> <p>B5 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman aktiviti.</p>
3		<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya</p> <p>B2 Butang ini akan membawa pengguna ke paparan video pengenalan.</p> <p>B3 Butang ini akan membawa pengguna ke paparan video gambarajah pewarisan..</p> <p>B4 Butang ini membolehkan pengguna untuk memberhentikan video.</p>



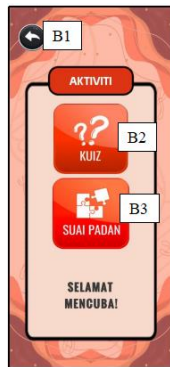
B5 Butang ini akan membawa pengguna kembali ke halaman modul.

4



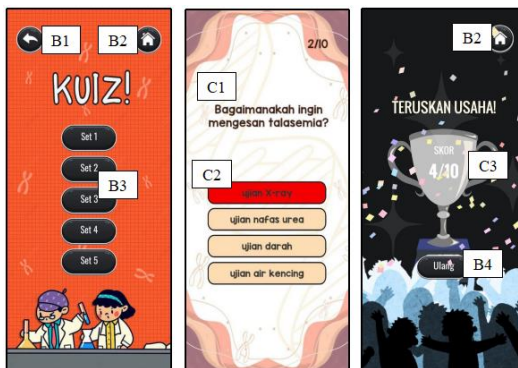
- B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya.
- B2 Butang ini akan membawa pengguna ke paparan topik yang dipilih.
- B3 Butang ini akan membawa pengguna ke paparan maklumat tambahan.
- B4 Butang ini akan memaparkan infografik bagi setiap topik yang dipilih.
- B5 Butang ini akan menutup paparan objektif pembelajaran.
- B6 Butang ini akan memainkan video animasi berserta dengan audio.
- B7 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman seterusnya.

5



- C1 Objektif pembelajaran dipaparkan.
- B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya.
- B2 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman kuiz.
- B3 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman suai padan.

6



- B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman sebelumnya.
- B2 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman modul.
- B3 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman set kuiz yang dipilih.
- B4 Butang ini akan membawa pengguna untuk mengulang semula kuiz.
- C1 Soalan dipaparkan
- C2 Warna hijau atau merah akan muncul bagi menentukan sama ada jawapan yang dipilih oleh pengguna betul atau tidak.
- C3 Skor yang dicapai oleh pengguna.

7		<p>B1 Butang ini akan membawa pengguna ke halaman seterusnya.</p> <p>C1 Soalan dipaparkan.</p> <p>C2 Pemandangan jawapan.</p> <p>C3 Maklumat akan dipaparkan jika jawapan pengguna adalah betul.</p> <p>C4 Jawapan akan dipaparkan jika jawapan pengguna adalah salah.</p>
---	--	--

Jadual 8 Prototaip fungsi tunggal

Fungsi	C# Skrip	Penerangan
Kod segmen bagi paparan objektif dalam setiap topik modul pewarisan manusia	<pre>using <u>UnityEngine</u>; public class <u>ToggleActiveState</u> : <u>MonoBehaviour</u> { public <u>GameObject</u> <u>targetGameObject</u>; public void <u>Toggle</u>() { if (<u>targetGameObject</u> != null) { <u>targetGameObject.SetActive(!targetGameObject.activeSelf)</u>; } } } public void <u>Answer</u>() { if (<u>isCorrect</u>) { <u>GetComponent<Image>().color = Color.green</u>; <u>Debug.Log("Correct Answer")</u>; <u>quizManager.correct()</u>; } else { <u>GetComponent<Image>().color = Color.red</u>; <u>Debug.Log("Wrong Answer")</u>; } } //<u>GameObject.Find("LifeCounter").transform.GetComponent<LifeCounter>().LoseLife</u>(); <u>quizManager.wrong()</u>; } }</pre>	Fungsi <u>Toggle</u> bertindak untuk mengubah sama ada objek yang ditetapkan dalam <u>targetGameObject</u> menjadi aktif atau tidak.
Kod segmen bagi menentukan jawapan kuiz dalam modul aktiviti	<pre>//<u>GameObject.Find("LifeCounter").transform.GetComponent<LifeCounter>().LoseLife</u>(); <u>quizManager.wrong()</u>; } }</pre>	Fungsi ' <u>Answer()</u> ' bertujuan untuk menentukan sama ada jawapan yang diberikan adalah betul atau salah. Jika betul, latar belakang akan berubah menjadi hijau manakala jika salah, latar belakang akan menjadi merah.

3.4 Fasa Pembangunan Fungsi Utama

Fasa ini melibatkan antara muka yang telah direka bentuk dan dihubungkan berdasarkan struktur navigasi yang ditetapkan. Proses ini melibatkan perisian *Unity* dan *Visual Studio Code* untuk menulis skrip pengaturcaraan C#. Langkah terakhir dalam pembangunan aplikasi adalah dengan membina *Application Package (APK)* dalam *Unity*. Tetapan *player* diubah suai, iaitu nama produk ditukar dan ikon digantikan dengan ikon aplikasi yang dibangunkan. Sebelum aplikasi dibina, semua *scene* yang dibina hendaklah dimasukkan ke dalam bahagian tetapan *Scene In Build*. Seterusnya, platform bagi aplikasi ini ditetapkan kepada Android dan butang *Build* ditekan untuk mencipta fail APK. Jadual 9 menunjukkan pelaksanaan *code* dalam aplikasi.

Jadual 9 Pelaksanaan code dalam aplikasi

Fungsi	C# Skrip	Penerangan
Skrip C# bagi respon skor	<pre>public void GameOver() { QuizPanel.SetActive(false); string scoreText = "" + score + "/" + totalQuestion; // Determine which panel to show based on the score if (score <= totalQuestion * 0.3) // Low score threshold { LowScorePanel.SetActive(true); LowScoreText.text = scoreText; } else if (score <= totalQuestion * 0.7) // Medium score threshold { MediumScorePanel.SetActive(true); MediumScoreText.text = scoreText; } else // High score threshold { HighScorePanel.SetActive(true); HighScoreText.text = scoreText; } } void Update() { // Check if there's at least one touch on the screen if (Input.touchCount > 0 && !sliderVisible) { Touch touch = Input.GetTouch(0); // Check if the touch just began if (touch.phase == TouchPhase.Began) { // Activate the slider videoSlider.gameObject.SetActive(true); sliderVisible = true; Debug.Log("Touch detected, slider set to active."); } } if (!isDragging && sliderVisible) { // Update the slider value based on the current video time videoSlider.value = (float)(videoPlayer.time / videoPlayer.length); } } }</pre>	<p>'GameOver()' digunakan bagi menunjukkan skrin akhir permainan di mana panel soalan akan ditutup. Jika skor kurang atau sama dengan 30%, panel skor rendah akan ditunjukkan. Jika skor lebih daripada 30% tetapi kurang atau sama dengan 70%, panel skor sederhana akan ditunjukkan. Begitu juga dengan skor yang melebihi 70%, panel skor tinggi ditunjukkan.</p> <p>Dalam fungsi 'Update()', pengguna boleh menggerakkan slaid untuk ke bahagian tertentu dalam video yang sedang bermain.</p> <p>'videoSlider.gameObject.SetActive(true)' akan mengaktifkan slaid apabila disentuh.</p>
Skrip C# untuk ke bahagian tertentu dalam video		
Skrip C# untuk keluar daripada aplikasi	<pre>public void Quitgame() { Application.Quit(); } }</pre>	<p>'Application.Quit()' membolehkan pengguna untuk menutup aplikasi.</p>

3.5 Fasa Pengujian

Fasa pengujian merupakan fasa terakhir yang melibatkan ujian fungsi dan ujian penerimaan pengguna. Dalam ujian fungsi, butang dan ciri-ciri aplikasi yang telah selesai dibangunkan diuji. Sekiranya terdapat masalah, aplikasi akan dikemaskini dan diuji pada pengguna sasaran untuk ujian penerimaan pengguna. Jadual 10 menunjukkan hasil keputusan Ujian Kefungsian.

Jadual 10 Hasil keputusan Ujian Kefungsian

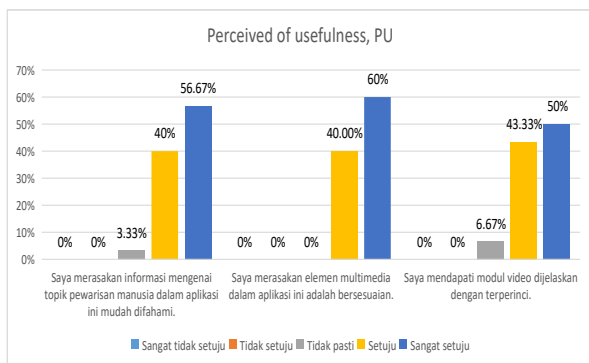
Pengujian	Hasil Jangkaan	Hasil keputusan	Tindakan
Butang Mula	Memaparkan halaman modul.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Video	Navigasi ke modul video.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Pewarisan Manusia	Navigasi ke modul pewarisan manusia.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Aktiviti	Navigasi ke modul aktiviti.	Berjaya	Tidak 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 play	Memainkan animasi berserta audio.	Berjaya	Tidak perlu

Jadual 10 (sambungan)

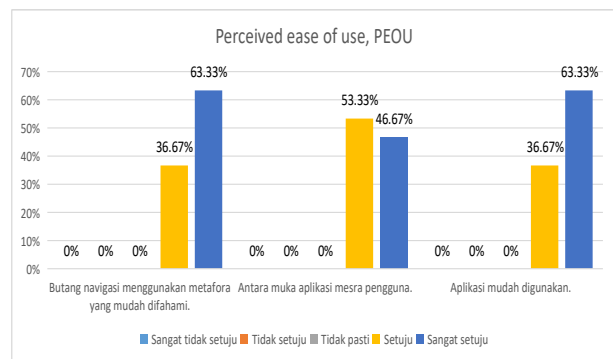
Pengujian	Hasil Jangkaan	Hasil keputusan	Tindakan
Butang info	Memaparkan infografik.	Tidak boleh ditutup menggunakan butang yang sama	Skrip baru dicipta dan dilampirkan pada butang
Butang Tutup	Menutup paparan panel.	Berjaya	Tidak perlu
Butang Home	Kembali ke halaman modul.	Berjaya	Tidak perlu
Butang ulang semula	Mengulang semula aktiviti.	Berjaya	Tidak perlu
Sistem skor	Memaparkan skor daripada aktiviti kuiz.	Berjaya	Tidak perlu

4. Dapatan Hasil dan Perbincangan

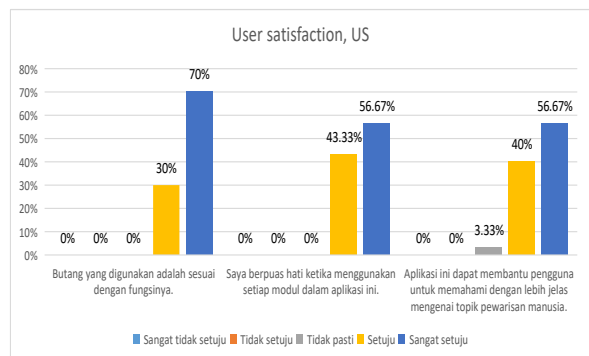
Pengujian dilakukan secara fizikal di SMK Telok Mas, Melaka di mana ia melibatkan 30 orang responden. Skala Likert digunakan semasa menjawab borang soal selidik. Soal selidik dibangunkan menggunakan *Technology Acceptance Model (TAM)*[13] dan *System Usability Scale (SUS)*[14]. Terdapat 4 aspek dalam model TAM iaitu Persepsi kegunaan (*Perceived of usefulness, PU*), Persepsi kemudahan ketika mengguna (*Perceived ease of use, PEOU*), Kepuasan pengguna (*User satisfaction, US*), dan Sifat kebolegunaan (*Attribute of usability, AU*). Rajah 5, 6, 7, dan 8 menunjukkan data bagi setiap pembolehubah model TAM. Rajah 5 menunjukkan bahawa 96.7% responden setuju dengan kegunaan aplikasi Biologi: Pewarisan Manusia. Rajah 6 pula menunjukkan 57.7% responden sangat setuju dan 42.2% setuju akan kemudahan ketika menggunakan aplikasi. Manakala Rajah 7 menekankan lebih 98% responden berpuas hati akan aplikasi yang dibangunkan. Bukan itu sahaja, Rajah 8 menunjukkan 56.7% responden sangat setuju akan kebolegunaan aplikasi ini.



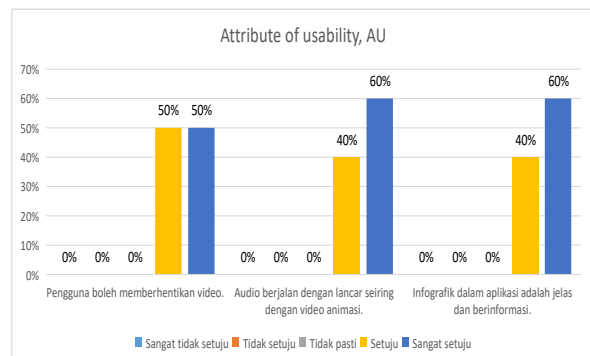
Rajah 5 Perceived of usefulness, PU



Rajah 6 Perceived ease of use, PEOU



Rajah 7 User satisfaction, US



Rajah 8 Attribute of usability, AU

Bagi keputusan *System Usability Scale (SUS)* pula, hasil yang dikumpul direkodkan dalam Microsoft Excel yang kemudiannya akan dikira menggunakan formula SUS untuk mendapatkan skor akhir dan daripada skor tersebut, gred akan dikenal pasti. Jadual 11 menunjukkan purata skor dan Rajah 9 menunjukkan skor SUS. Formula bagi pengiraan skor SUS adalah:

$$\text{Skor ganjil} = (Q1+Q3+Q5+Q7+Q9) - 5$$

$$\text{Skor genap} = 25 - (Q2+Q4+Q6+Q8+Q10)$$

$$\text{Jumlah skor} = (\text{skor ganjil} + \text{skor genap}) \times 2.5$$

$$\text{Purata skor} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah responden}}$$

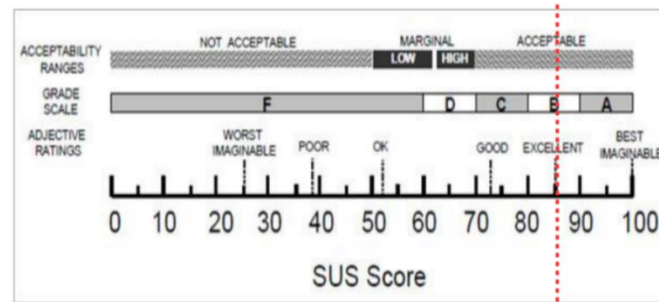
Maka, purata skor

$$= \frac{90+100+77.5+75+85+100+87.5+90+50+87.5+80+75+90+82.5+95+82.5 + 100+85+82.5+75+87.5+100+75+80+100+85+87.5+97.5+100+75}{30}$$

$$= 85.92$$

Jadual 11 Purata skor

Responden	Skor item										Skor ganjil	Skor genap	Jumlah skor
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10			
R01	4	1	5	1	5	2	4	1	5	2	18	18	90
R02	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R03	4	2	4	2	4	1	4	2	4	2	15	16	77.5
R04	4	3	5	2	4	2	5	1	3	3	16	14	75
R05	4	2	5	1	4	2	5	1	4	2	17	17	85
R06	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R07	5	1	4	1	5	2	5	2	4	2	18	17	87.5
R08	4	2	5	2	5	1	5	1	5	2	19	17	90
R09	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	0	50
R10	5	2	4	2	5	2	5	2	5	1	19	16	87.5
R11	5	1	5	5	5	1	3	3	5	1	18	14	80
R12	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
R13	5	1	5	2	4	1	4	1	5	2	18	18	90
R14	3	2	4	1	4	2	5	1	5	2	16	17	82.5
R15	5	1	5	2	5	1	5	1	5	2	20	18	95
R16	5	1	5	2	4	2	4	2	4	2	17	16	82.5
R17	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R18	4	1	5	2	4	2	4	1	4	1	16	18	85
R19	3	1	4	2	5	2	4	1	4	1	15	18	82.5
R20	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
R21	5	1	5	2	5	1	4	2	4	2	18	17	87.5
R22	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R23	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
R24	4	2	4	2	5	2	4	1	4	2	16	16	80
R25	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R26	4	2	5	1	4	2	5	1	4	2	17	17	85
R27	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	15	20	87.5
R28	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1	19	20	97.5
R29	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	20	20	100
R30	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	15	15	75
Purata skor													85.92



Rajah 9 Skor SUS

Berdasarkan dapatan purata skor iaitu 85.92, kebolegunaan aplikasi Biologi Pewarisan Manusia adalah cemerlang. Skala gred adalah B, dan julat kebolehterimaan adalah diterima.

5. Kesimpulan

Kesimpulannya, aplikasi Biologi Pewarisan Manusia telah berjaya dibangunkan dan memperoleh hasil yang positif dari pengguna sasaran. Ketiga-tiga objektif pembelajaran berjaya dicapai. Namun, terdapat beberapa cadangan penambahbaikan seperti memperkemaskan antara muka dengan menambahkan navigasi yang lebih intuitif dan jelas, menyediakan platform untuk pengguna peranti mudah alih iPhone dan menyediakan kandungan yang lebih berstruktur serta mudah difahami untuk memudahkan proses 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 mengenai penerbitan kertas itu

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Iznur Farahin Karim, Noorhaniza Wahid; **pengumpulan data:** Iznur Farahin Karim; **analisis dan interpretasi hasil:** Iznur Farahin Karim, Noorhaniza Wahid; **penyediaan draf manuskrip:** Iznur Farahin Karim, Noorhaniza Wahid. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] Kong, S. F., & Mohd Matore, M.E. @ E. (2020). STEM approaches in teaching and learning process: Systematic Literature Review (SLR). *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 10(2), 29-44. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol10.2.4.2020n>
- [2] Azmi (2023, June 13). *Rangka pelan bersepadu pupuk semangat pelajar minati STEM*. Berita Harian. <https://www.bharian.com.my/rencana/lain-lain/2023/06/1113803/rangka-pelan-bersepadu-pupuk-semangat-pelajar-minati-stem>
- [3] Matawali, A. (2019, December 1). *The preliminary study on inverted problem-based learning in biology among science foundation students*. Matawali | International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE). <https://ijere.iaescore.com/index.php/IJERE/article/view/20294/12929>
- [4] *Genetics*. (2020). Apps on Google Play. Retrieved 2023, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dictionary.learnscience.science.biology.genetics&hl=en-MY>
- [5] "Learn Biology All Division - Apps on Google Play," [play.google.com](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bloomcodestudio.learnbiology&hl=en-MY). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bloomcodestudio.learnbiology&hl=en-MY> (accessed Dec. 27, 2023).
- [6] Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *PELAN PEMBANGUNAN PENDIDIKAN MALAYSIA 2013-2025*. <https://www.moe.gov.my/menumedia/media-cetak/penerbitan/1813-pppm-2013-2025/file>

[7] Razali, N., & Khalid, F. (2021, June 10). Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Mudah Alih dalam Pembelajaran Matematik bagi Pelajar Sekolah Menengah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i6.812>

[8] Idrizi, E., Filiposka, S., & Trajkovik, V. (2019). The Discourse on Learning Styles in Online Education. *2019 27th Telecommunications Forum (TELFOR)*. doi:10.1109/telfor48224.2019.8971204

[9] Sarwinda, K., Rohaeti, E., & Fatharani, M. (2020). The development of audio-visual media with contextual teaching learning approach to improve learning motivation and critical thinking skills. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, 2(2), pp. 98-114. doi:10.33292/petier.v2i2.12

[10] *Inheritance Biology*. (2017). Apps on Google Play. Retrieved 2023, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ajax.inheritance&hl=en-MY>

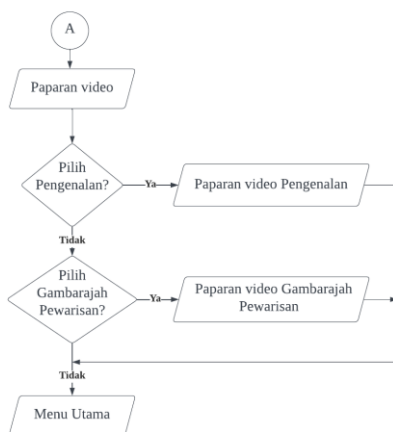
[11] *Biology Notes*. (2018). Apps on Google Play. Retrieved 2023, from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.techzone.higher.biology&hl=en-MY>

[12] W. S. N. S. Saifudin, S. Salam, and M. H. L. Abdullah, "Multimedia mobile content development framework and methodology for developing M-Learning applications," *J. Tech. Educ. Train.*, vol. 4, no. 1, 2012.

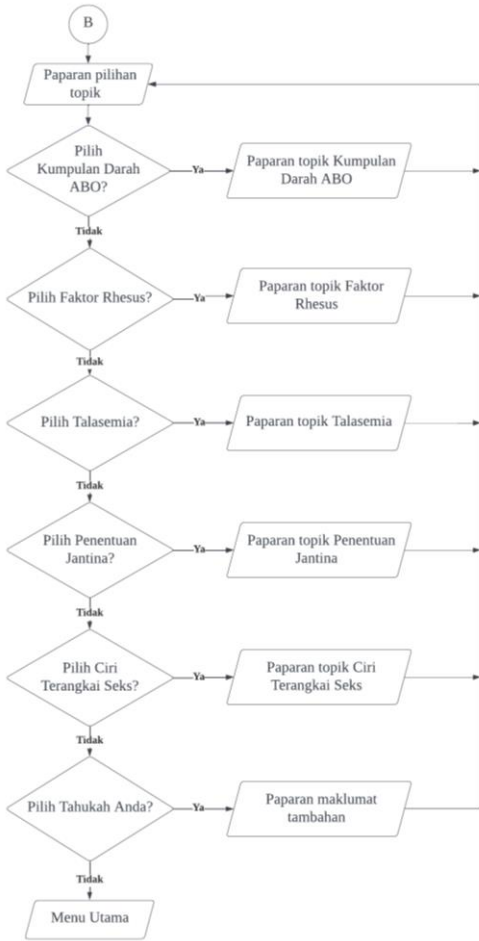
[13] H. M. Abu-Dalbouh, "A questionnaire approach based on the technology acceptance model for mobile tracking on patient progress applications," *J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 6, pp. 763-770, 2013, doi: 10.3844/jcssp.2013.763.770.

[14] J. Brooke, SUS: A "Quick and Dirty" Usability Scale. (1995). *Usability Evaluation in Industry*, 207-212. <https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>

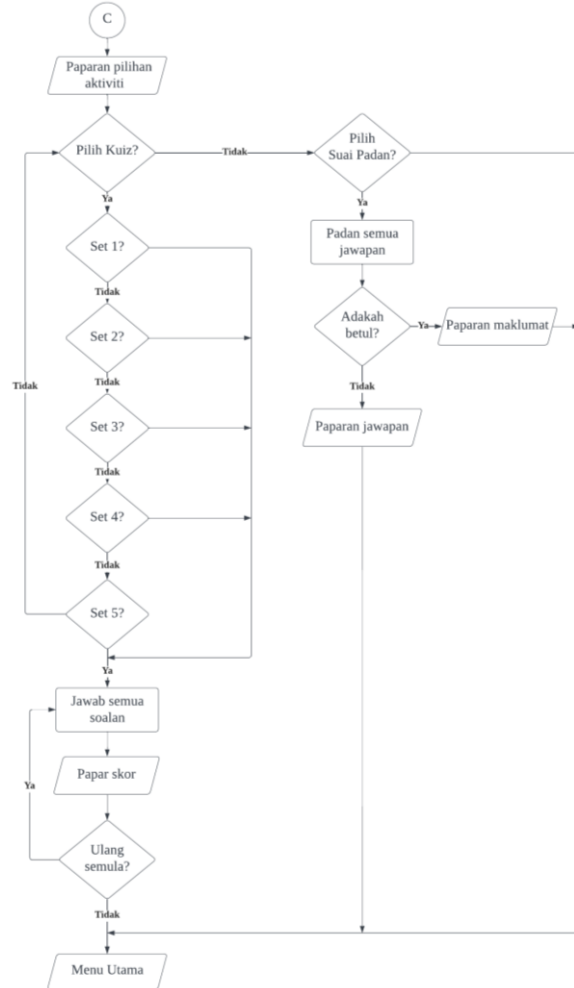
Lampiran A:



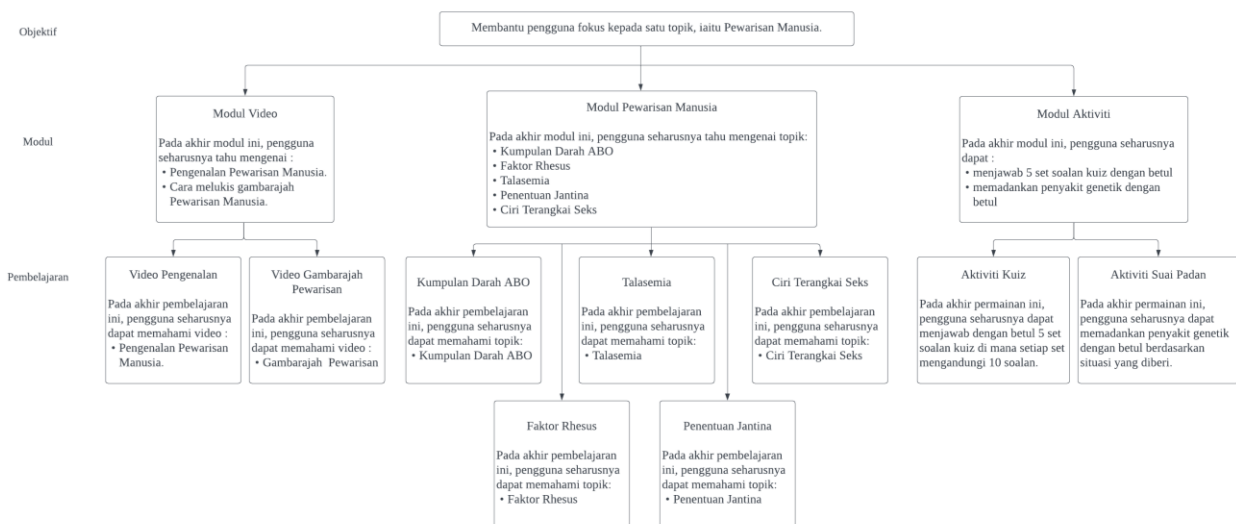
Rajah 10 Carta Alir bagi Modul Video



Rajah 11 Carta Alir bagi Modul Pewarisan Manusia



Rajah 12 Carta Alir bagi Modul Aktiviti



Rajah 13 Struktur kandungan

Lampiran B:

Seksyen ini menunjukkan transkrip temubual bersama pakar subjek.

Iznur: Assalamuaikum cikgu, saya Iznur Farahin, pelajar UTHM dan sedang menjalankan projek akhir.tahun. Bagi projek ini, saya perlu membangunkan sebuah aplikasi pembelajaran biologi di mana saya ingin memfokuskan kepada topik pewarisan manusia. Dalam pelaksanaan projek ini saya perlukan bantuan cikgu untuk mendapatkan maklumat. Sebelum itu, boleh cikgu perkenalkan diri?

Cikgu Zaharina: Ya boleh, nama saya Zaharina binti Mohd Sani, merupakan GMKP Sains dan Matematik di SMK Telok Mas, Melaka dan mengejar mata pelajaran biologi.

Iznur: Baik cikgu, apa pendapat cikgu tentang tahap penerimaan pelajar terhadap subjek biologi?

Cikgu Zaharina: Boleh dikatakan pelajar sukar untuk memahami subjek ini.

Iznur: Macam mana pula dengan kaedah pengajaran yang cikgu gunakan. Adakah cikgu ada menggunakan kaedah-kaedah tertentu?

Cikgu Zaharina: Bagi kaedah pembelajaran, saya banyak merujuk buku teks serta perkongsian video di youtube.

Iznur: Baik cikgu, dalam pembangunan aplikasi pembelajaran ini, saya ingin memfokuskan kepada gaya pembelajaran visual. Boleh cikgu cadangkan beberapa elemen multimedia yang sesuai?

Cikgu Zaharina: Saya mencadangkan penggunaan infografik, animasi 2D atau video. Jika boleh, kurangkan penggunaan teks yang terlalu panjang.

Iznur: Bagaimana pula dengan *interface* yang digunakan?

Cikgu Zaharina: Hanya menggunakan butang yang jelas dan mudah difahami.

Iznur: Ada apa-apa penambahbaikan yang cikgu ingin tambah?

Cikgu Zaharina: Pastikan kandungan dalam aplikasi itu merujuk DSKP KSSM terlebih dahulu, jadi kita tahu objektif pembelajaran setiap topik. Selain itu, awak juga boleh tambah kuiz untuk mengukur kefahaman pelajar.

Iznur: Baik cikgu, saya akan cuba untuk menambahbaik aplikasi ini. Ada penambahan lain?

Cikgu Zaharina: Setakat ini, itu sahaja.

Iznur: Baik cikgu, terima kasih.