

## Lawan Patogen: Development of 2D Game Application in Science based on Game-based Learning Concept

### *Lawan Patogen: Pembangunan Aplikasi Permainan 2D Sains Berkonsepkan Pembelajaran Berasaskan Permainan*

Nuraisyah Elias<sup>1</sup>, Muhammad Fakri Othman<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> *Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,*

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

\*Corresponding Author: [fakri@uthm.edu.my](mailto:fakri@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2024.05.02.049>

#### Article Info

Received: 30 July 2024

Accepted: 16 October 2024

Available online: 15 December 2024

#### Keywords

2D game application, Game-based Learning, Multimedia Mobile Content Development

#### Kata Kunci

Kata: Aplikasi Permainan 2D, Pembelajaran berasaskan permainan, Kitaran Hidup Pembangunan Permainan

#### Abstract

Science subject is one of the subjects set in the Secondary School Standard Curriculum (KSSM). Learning Science subjects can improve students' thinking skills and problem-solving skills. However, the content of the chapters in the textbook is less interactive because it is more focused on reading only. Existing 2D game applications that contain science topics also do not meet the syllabus based on textbooks. Thus, a 2D game application with a game-based learning concept titled Lawan Patogen is proposed to solve this problem. The development of this 2D game application uses the Multimedia Mobile Content Development methodology. This application targets users who are Form 2 students from the school. Functional testing and user acceptance testing has been done. System Usability Scale (SUS) has been used to measure user acceptance which resulted 71.57% in an OK range.

#### Abstrak

Subjek Sains merupakan salah satu subjek yang ditetapkan dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Pembelajaran subjek Sains dapat memupuk kemahiran berfikir aras tinggi dan kemahiran menyelesaikan masalah. Walau bagaimanapun, kandungan bab yang terdapat dalam buku teks kurang interaktif kerana berdasarkan pembacaan sahaja. Aplikasi permainan sedia ada tidak menepati silibus pembelajaran murid. Justeru, aplikasi permainan 2D berkonsepkan pembelajaran berasaskan permainan yang bertajuk Lawan Patogen dibina bagi menyelesaikan masalah ini. Pembangunan aplikasi permainan 2D ini menggunakan metodologi Kitaran Hidup Pembangunan Permainan. Aplikasi ini menyasarkan murid Tingkatan 2. Pengujian berfungsi dan ujian penerimaan pengguna telah dilaksanakan dalam pembangunan ini. Sistem Kebolehgunaan Sistem (SUS) telah digunakan untuk mengukur tahap penerimaan pengguna dan telah mendapat keputusan 71.57% dalam julat 'OK'.

## 1. Pengenalan

Pembangunan projek aplikasi permainan 2D yang berdasarkan pembelajaran dalam buku teks merupakan aplikasi permainan yang berkonsepkan pembelajaran berasaskan permainan. Konsep ini bermaksud proses pembelajaran akademik dengan bermain permainan komputer atau permainan video dan digital [1]. Konsep ini dapat mempengaruhi motivasi murid dan tahap pencapaian akademik murid dalam suatu pembelajaran[2]. Projek ini mengambil pelajaran Sains Tingkatan 2 sebagai material pembelajaran dalam aplikasi permainan 2D. Subjek Sains Tingkatan 2 merupakan salah satu subjek yang dimasukkan dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Tiga jenis pertahanan badan merupakan antara salah satu subtopik dalam bab empat yang bertajuk Kesihatan Manusia yang menjadi fokus utama untuk pembangunan projek ini.

Masalah yang menjadi pemangkin dalam pembangunan projek ini ialah kandungan bab yang kurang interaktif iaitu hanya berdasarkan pembacaan sahaja. Terdapat kod QR yang disediakan iaitu akan membawa pelajar kepada maklumat yang merupakan bahan bacaan tambahan apabila diimbas. Selain itu, aplikasi permainan 2D tentang pertahanan badan yang sedia ada tidak sejajar dengan kandungan silibus buku teks.

Objektif bagi pembangunan projek ini adalah untuk mereka bentuk aplikasi permainan 2D Lawan Patogen menggunakan pendekatan pembelajaran berasaskan permainan, membangunkan aplikasi permainan 2D tatal sisi, *side scrolling* menggunakan mekanik permainan aksi dalam Lawan Patogen untuk platform *Android* dan menjalankan ujian pengujian fungsi dan ujian penerimaan pengguna pada aplikasi yang dibangunkan kepada pengguna sasaran.

Pembangunan aplikasi permainan 2D Lawan Patogen ini menyasarkan kepada pelajar Tingkatan 2 iaitu berumur 14 tahun yang mengambil subjek Sains Tingkatan 2. Seramai 30 orang pelajar akan melakukan ujian pengujian fungsi dan penerimaan pengguna kepada aplikasi yang telah siap dibangunkan. Pakar bidang khusus dalam projek ini ialah Cikgu Suhaila binti Selamat yang merupakan guru mata pelajaran Sains Tingkatan 2 Sekolah Menengah Kebangsaan Tun Ismail, Parit Raja, Batu Pahat, Johor.

Aplikasi permainan 2D patogen ini mengandungi tiga modul iaitu modul Main, modul Jurnal Wira dan modul Cerita. Modul Main memuatkan lima peringkat permainan. Semua jenis barisan pertahanan mempunyai dua peringkat kecuali barisan pertahanan yang ketiga. Semua peringkat permainan merupakan permainan jenis tatal sisi kecuali peringkat pertama yang menggunakan permainan jenis pertahanan menara. Modul Jurnal Wira pula memuatkan maklumat tentang pembelajaran Sains Tingkatan 2 bab 4. Manakala modul cerita merupakan animasi cerita permulaan bagi permainan ini. Bahasa yang digunakan bagi aplikasi permainan ini ialah Bahasa Melayu.

Organisasi kertas ini terbahagi kepada empat seksyen iaitu Pengenalan, Kajian Literatur, Kitaran Hidup Pembangunan Permainan, Keputusan dan Perbincangan dan Kesimpulan. Terdapat seksyen yang disertai dengan beberapa subseksyen bagi menghuraikan perkara yang terkandung dengan terperinci iaitu Seksyen Kajian Literatur dan Seksyen Kitaran Hidup Pembangunan Permainan. Subseksyen bagi Kajian Literatur ialah Kepentingan Subjek Sains, Permainan 2D dan Analisis Perbandingan. Subseksyen bagi Kitaran Hayat Pembangunan Permainan ialah Fasa Permulaan, Fasa Pra Produksi, Fasa Produksi, Fasa Pengujian, Fasa Beta, Fasa Pelepasan dan Aliran Kerja Pembangunan Aplikasi.

## 2. Kajian Literatur

Bahagian ini membincangkan tentang latar belakang, teknologi yang digunakan dan perbandingan antara aplikasi sedia ada dan aplikasi yang akan dibina.

### 2.1 Kepentingan Subjek Sains

Subjek Sains mula diterapkan dalam sistem pendidikan di Malaysia bermula sejak dari peringkat sekolah rendah lagi dengan menggunakan sistem Kurikulum Standard Sekolah Rendah iaitu KSSR [3]. Hal ini bermaksud, kanak-kanak mula didedahkan dengan Sains sejak mereka berada di sekolah rendah sehingga sekolah menengah dengan mengikut Kurikulum Standard Sekolah Menengah iaitu KSSM yang digubal oleh Kementerian Pendidikan Malaysia[4]. Berdasarkan sukatan pelajaran KSSM, murid lebih didedahkan dengan teknologi semasa pembelajaran sekali gus dapat menarik minat mereka dalam mempelajari subjek Sains [5]. Subjek Sains penting untuk diterapkan dalam pendidikan sekolah menengah kerana dapat meningkatkan penguasaan murid dalam penyelesaian masalah dan berfikir secara kritikal [6].

Berfikir secara kritis dapat memantapkan fikiran murid dalam menyelesaikan sebarang masalah. Hal ini kerana Sains mengajak kita untuk lebih berfikir secara mendalam tentang sesuatu perkara seperti apakah proses di sebalik kejadian alam sekeliling yang berlaku, bagaimana proses tersebut berlaku, sebab ianya berlaku dan sebagainya. Sebagai contoh, sebelum kita membuat kesimpulan tentang bagaimana bebola besi boleh mengembang apabila dipanaskan, hipotesis kajian hendaklah dilakukan sebagai tanda ukur untuk memastikan kesimpulan yang dibuat dapat disahkan atau tidak. Berdasarkan silibus KSSM, terdapat beberapa komponen eksperimen yang perlu dikaji untuk mendapatkan kesimpulan tentang suatu kajian sains iaitu pertanyaan

masalah, hipotesis, pemboleh ubah yang terdiri daripada pemboleh ubah dimalarkan, dimanipulasi dan bergerak balas, bahan, radas dan prosedur [7].

Subjek Sains Tingkatan 2 diajar di sekolah secara tradisional dan juga berdasarkan sistem pembelajaran abad ke-21. Pembelajaran secara tradisional bermaksud proses pembelajaran dilakukan secara bersemuka antara guru dan murid di dalam kelas [8]. Guru menggunakan bahan pengajaran bersumberkan buku teks manakala murid membuat latihan berdasarkan latihan yang terdapat dalam buku teks dan buku latihan [8]. Pembelajaran abad ke-21 ialah proses pembelajaran yang memerlukan penglibatan murid dalam menguasai kandungan mata pelajaran dengan mensintesis, menilai dan menghasilkan perkara yang dipelajari serta bersifat celik digital [9].

Selain daripada kandungan maklumat Sains yang disampaikan melalui teks dan grafik, terdapat juga kod imbas untuk melanjutkan pembelajaran menerusi video dengan naratif Bahasa Melayu, maklumat tambahan dan kuiz interaktif [7]. Hal ini menunjukkan subjek Sains disampaikan melalui pelbagai cara iaitu melibatkan pelbagai elemen multimedia seperti teks, imej, video, audio dan sebagainya.

## 2.2 Permainan 2D

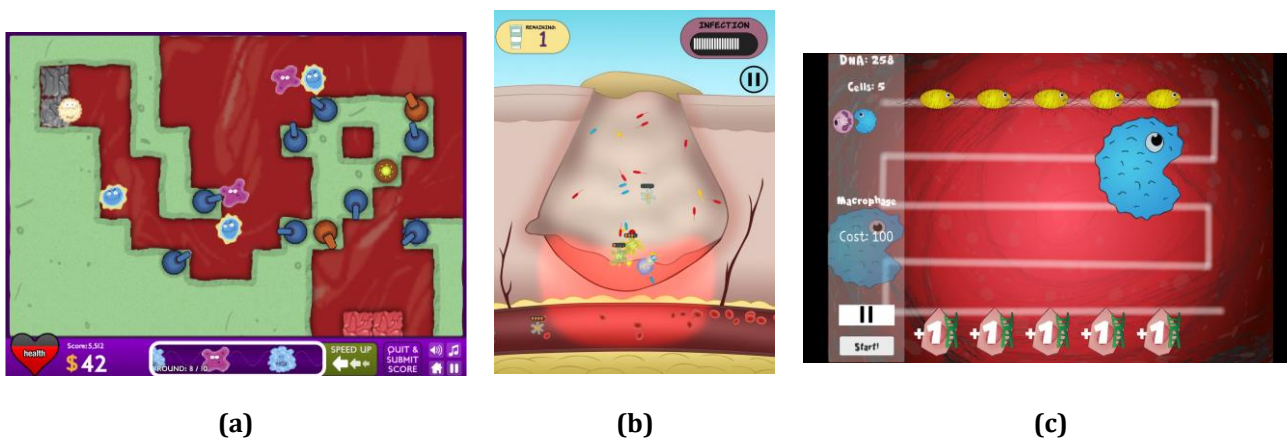
Permainan 2D merupakan permainan yang menggunakan elemen 2D iaitu direka bentuk sebagai alat hiburan dan boleh dimainkan secara individu mahupun berkumpulan [10]. Permainan 2D selalu dimainkan untuk mengisi waktu lapang oleh semua golongan terutamanya kanak-kanak, remaja mahupun dewasa. Hal ini kerana terdapat banyak aplikasi permainan 2D sedia ada yang berada dalam pasaran secara percuma mahupun berbayar secara tidak langsung menawarkan pelbagai aneka pilihan dalam segi kategori permainan untuk diterokai.

Terdapat beberapa jenis gaya tatacara permainan yang terdapat dalam sesebuah permainan yang menjadi faktor utama semasa memilih permainan untuk dimainkan. Antaranya ialah permainan berperanan iaitu *Role-playing game*, permainan aksi, permainan pengembaraan, permainan aksi pengembaraan, permainan menembak, permainan simulasi dan permainan strategi [10]. Permainan 2D juga terdapat dalam beberapa jenis. Antaranya ialah permainan multi-pemain, permainan serius, permainan kasual dan permainan pendidikan [10]. Aplikasi permainan yang akan dibina dalam projek ini menggunakan gaya tatacara permainan tatal sisi iaitu sebuah permainan 2D yang melibatkan sudut pandang kamera bergerak dari kiri ke kanan berlatar belakangkan imej [11].

Jenis aplikasi permainan yang digunakan untuk permainan ini ialah jenis permainan kasual yang berkonsepkan permainan berasaskan pembelajaran. Jenis permainan kasual dipilih kerana pemain dapat mempelajari cara bermain permainan ini dengan cepat tanpa memerlukan tempoh masa yang lama.

## 2.3 Analisis Perbandingan

Perbandingan dilakukan antara *Body Defence*[12], *Dermis Defense*[13], *Immune System TD* [14] bagi melihat perbezaan dari pelbagai komponen rekabentuk perisian-perisian ini. Perbandingan yang dibuat adalah bertujuan mencari ruang menyokong tambahbaik yang boleh dilaksanakan ke atas perisian yang ingin dibangunkan.



Rajah 1 (a) *Body Defence* [12]; (b) *Dermis Defense* [13]; (c) *Immune System TD* [14]

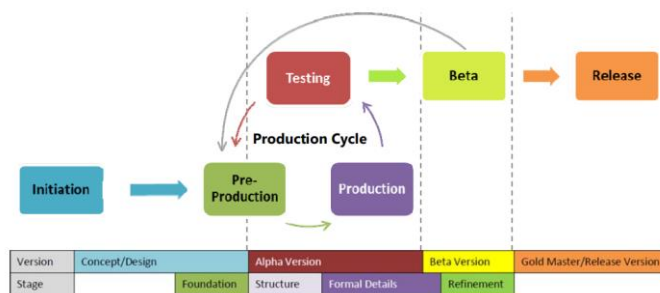
**Jadual 1** Perbandingan antara aplikasi sedia ada dengan aplikasi yang akan dibina

Elemen	<i>Body Defence</i>	<i>Dermis Defense</i>	<i>Immune System</i>	Lawan Patogen
Penceritaan	Tiada penceritaan yang disampaikan dalam permainan	Jalan cerita tentang kisah seorang remaja yang mempunyai masalah jerawat	Tiada penceritaan yang disampaikan dalam permainan	Jalan cerita mengisahkan sebuah kerajaan hos yang diserang musuh iaitu patogen
Isi Kandungan	Isi kandungan mengandungi unsur yang kurang berunsurkan fakta Sains tentang pertahanan badan	Isi kandungan lebih kepada jenis barisan pertahanan kedua dan cara penjagaan kulit dengan menggunakan produk	Isi kandungan lebih kepada pengetahuan am tentang barisan pertahanan. Ianya tidak berdasarkan silibus pendidikan	Isi kandungan berdasarkan buku teks Sains Tingkatan 2 yang berdasarkan KSSM
Modul	Satu modul permainan		Dua modul permainan	Satu modul permainan, modul Jurnal Wira dan modul cerita
Tatacara permainan	Pertahanan menara berkonsepkan strategi dengan melindungi sesuatu bahagian badan dari serangan patogen			Pertahanan menara dan tatal sisi
Bahasa	Bahasa Inggeris		Bahasa Melayu	
Reka Bentuk Antara Muka Pengguna	Susunan dan saiz antara butang kurang seragam	Grafik komik dan elemen butang sangat kemas dan teratur	Saiz butang kurang seragam	Bentuk dan saiz butang seragam dan kemas
Platform	Laman web	IOS	<i>Android</i>	<i>Android</i>

Berdasarkan perbandingan yang dilakukan dalam Jadual 1, aplikasi yang dibina iaitu Lawan Patogen mempunyai nilai tambah yang lebih baik berbanding dengan aplikasi sedia ada. Hal ini kerana isi kandungan yang terdapat dalam aplikasi permainan Lawan Patogen diambil berdasarkan mata pelajaran Sains Tingkatan 2 iaitu daripada sukatan pelajaran Malaysia berbanding aplikasi lain yang menggunakan sukatan pembelajaran lain. Aplikasi ini juga unik dari segi tatacara peringkat permainan iaitu pertahanan menara dan tatal sisi berbanding dengan aplikasi sedia ada yang menggunakan tatacara permainan yang sama iaitu pertahanan menara. Bahasa yang digunakan dalam Lawan Patogen ialah Bahasa Melayu iaitu lebih sesuai kerana sasaran pengguna aplikasi ialah murid Tingkatan 2 yang belajar subjek Sains dalam Bahasa Melayu manakala aplikasi lain menggunakan bahasa Inggeris. Hal ini dapat mengelakkan masalah ketidakfahaman dan keliru dengan penggunaan istilah Sains dalam berlainan bahasa. Aplikasi yang tersedia di platform Android juga menjadi salah satu aspek kelebihan berbanding dengan aplikasi lain kerana penggunaan telefon bimbit yang menggunakan perisian Android lebih meluas dalam kalangan sasaran pengguna. Jalan cerita permainan yang menarik, modul yang tersedia dan reka bentuk antara muka pengguna juga menjadikan penggunaan aplikasi ialah sesuai dengan sasaran pengguna.

### 3. Kitaran Hidup Pembangunan Permainan

Gerak kerja dalam pembangunan aplikasi ini ialah dengan mengikut fasa-fasa metodologi Kitaran Hidup Pembangunan Permainan yang digunakan supaya proses pembangunan berjalan dengan lancar.



Rajah 2 Kitaran Hidup Pembangunan Permainan [15]

### 3.1.1 Fasa Permulaan

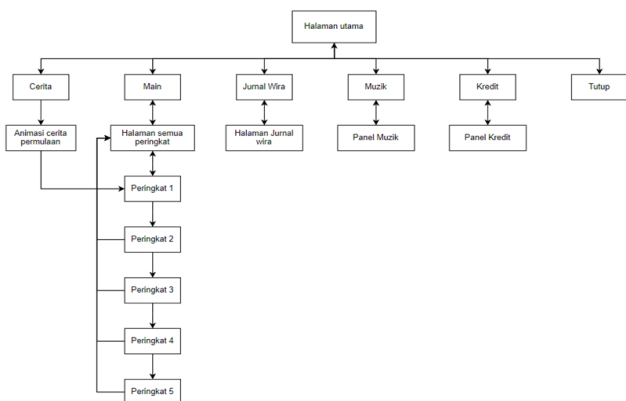
Dalam projek ini, idea awal dijana dengan mengumpulkan maklumat tentang keperluan pengguna yang diperoleh dari pakar bidang khusus yang merupakan guru Sains Tingkatan 2 melalui proses temu bual seperti yang terdapat di Jadual 2. Hal ini dilakukan untuk memastikan aplikasi yang dibangunkan sesuai dan menepati keperluan murid Tingkatan 2 iaitu sebagai pengguna sasaran bagi aplikasi ini.

Jadual 2 Analisis Keperluan Pengguna

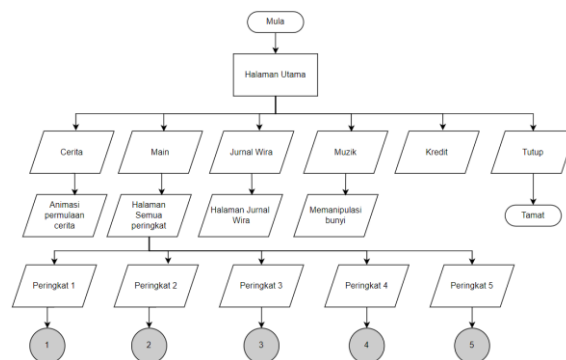
Pihak Berkepentingan	Peranan	Nasihat Reka Bentuk	Penerangan
Pakar bidang khusus (Guru Sekolah Menengah Kebangsaan Tun Ismail)	Penasihat dalam isi kandungan pelajaran yang disampaikan dalam aplikasi permainan	Isi Kandungan Pembelajaran  Karakter permainan Antara muka pengguna	Isi kandungan tidak perlu begitu terperinci. Topik yang banyak disoal dalam ujian ialah vektor, medium jangkitan, penyakit dan sebagainya  Boleh meletakkan ekspresi wajah, tangan dan kaki pada karakter walaupun ianya bukan saintifik  Gunakan warna yang kontras dan tulisan yang jelas

### 3.1.2 Fasa Pra Produksi

Fasa ini bermula iaitu fasa yang lebih memperincikan dan menghuraikan penjaanaan idea daripada fasa sebelumnya. Dalam projek ini, struktur navigasi dan carta alir keseluruhan permainan telah dibuat bagi mengenal pasti dan menganalisa struktur permainan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3 dan Rajah 4. Carta alir setiap peringkat iaitu Rajah 5(a), 5(b), 5(c), 5(d) dan 5(e) boleh didapati di Apendiks B manakala Jadual 5 menunjukkan antara reka bentuk butang dan Jadual 6 di Apendiks C menunjukkan halaman antara dua muka pengguna yang dihasilkan.



Rajah 3 Struktur Navigasi



Rajah 4 Carta Alir Keseluruhan Aplikasi Permainan

**Jadual 3 Keperluan fungsi**

Halaman	Objek	Penerangan
Halaman Utama	Butang Cerita	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman cerita animasi.
	Butang Main	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman peringkat.
	Butang Jurnal Wira	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman Jurnal Wira.
	Butang Muzik	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk membuka panel muzik. Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk memanipulasi kekuatan bunyi muzik.
	Butang Kredit	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk membuka panel kredit
Halaman Cerita	Animasi Cerita	Sistem ini hendaklah memainkan animasi cerita.
Halaman Semua Peringkat	Butang Peringkat 1	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman peringkat 1.
	Butang rumah	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman utama.
Halaman Setiap Peringkat	Butang peringat Kunci	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman peringkat. Sistem ini hendaklah mengunci peringkat yang belum dilepasi pemain.
	Butang ikon jeda	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk menghentikan permainan seketika
	Butang ikon main	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk meneruskan kembali permainan.
	Butang kembali	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk berpindah ke halaman semua peringkat.
Halaman Peringkat 1	Butang ulang kembali	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk mengulang kembali peringkat permainan.
	Kehadiran Leptospira	Sistem ini hendaklah memunculkan Lepstopira dari bahagian kanan skrin.
	Butang karakter wira	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk memindahkan karakter ke tapak perlawanan.
Halaman Peringkat 1	Cahaya matahari	Sistem ini hendaklah memunculkan cahaya matahari dari bahagian atas skrin. Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk menambah bilangan cahaya matahari yang dikumpul.
	Luka	Sistem ini hendaklah menghalang pemain meletakkan karakter wira ke atas luka. Sistem ini hendaklah menamatkan permainan apabila Lepstopira telah mengenai luka.
Halaman Peringkat 2 hingga 5	Butang gerak ke kanan	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk bergerak ke kanan.
	Butang gerak ke kiri	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk bergerak ke kiri.
	Butang lompat	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk melompat.
	Bilangan nyawa	Sistem ini hendaklah menambah dan menolak nyawa pemain sekiranya pemain mendapat nyawa dan terkena atau diserang musuh.
Halaman peringkat 2	Hapuskan musuh	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk melompat tiga kali untuk menghapuskan musuh.
	Menang	Sistem ini hendaklah menamatkan permainan dengan keputusan menang apabila pemain berjaya menghapuskan 10 musuh.
Halaman peringkat 3	Butang makan	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk makan musuh.
	Masa	Sistem ini hendaklah mengira sehingga 60 saat










**Jadual 3 Keperluan fungsi (sambungan)**

Halaman	Objek	Penerangan
Halaman peringkat 3	Bilangan musuh Menang	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk menambah bilangan musuh yang dimakan oleh sel darah putih Sistem ini hendaklah menamatkan permainan dengan keputusan menang apabila pemain berjaya menghapuskan 10 musuh dalam masa 60 saat sahaja.
Halaman peringkat 4	Skor Kalah	Sistem ini hendaklah menambah bilangan skor pemain dengan mengambil kira jarak perjalanan yang pemain telah lalui. Sistem ini hendaklah menamatkan permainan apabila pemain kalah.
Halaman Peringkat 5	Tatal sisi automatik	Sistem ini hendaklah menatal sisi dengan automatik tanpa bergantung kepada pergerakan pemain.
	Butang tembak	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk menembak musuh.
	Menang	Sistem ini hendaklah menamatkan permainan dengan keputusan menang apabila pemain berjaya melastik 10 musuh
Halaman Wira Jurnal	Bilangan musuh	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk menambah bilangan musuh yang dilastik apabila pemain melastik musuh.
	Skrol	Sistem ini hendaklah menyediakan pemain dengan kebolehan untuk menatal ke bawah untuk melihat lebih banyak maklumat.

**Jadual 4 Keperluan bukan fungsian**

Perkara	Penerangan
Kebolehgunaan	Aplikasi ini hendaklah berfungsi dengan baik. Aplikasi ini hendaklah menggunakan istilah saintifik yang difahami murid.
Prestasi	Aplikasi ini hendaklah mempunyai masa tindak balas kurang daripada tiga saat. Aplikasi ini dapat memuatkan semua modul dengan baik
Kesesuaian	Aplikasi ini hendaklah sesuai untuk platform Android Aplikasi ini hendaklah sesuai dengan nisbah skrin 18:9 dan 16:9
Pelaksanaan	Aplikasi ini hendaklah dapat digunakan luar talian. Aplikasi ini hendaklah dapat digunakan oleh peranti mudah alih.
Keselamatan	Aplikasi ini hendaklah menjaga privasi pemain. Aplikasi ini hendaklah tidak memproses mana-mana data pemain untuk tujuan selain dari permainan.
Budaya	Aplikasi ini hendaklah menggunakan Bahasa Melayu

**Jadual 5 Reka bentuk butang**

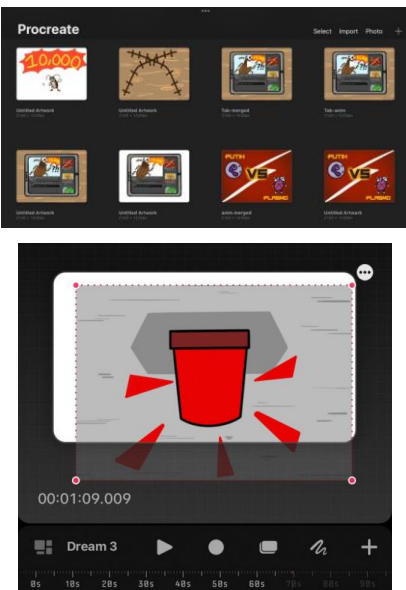
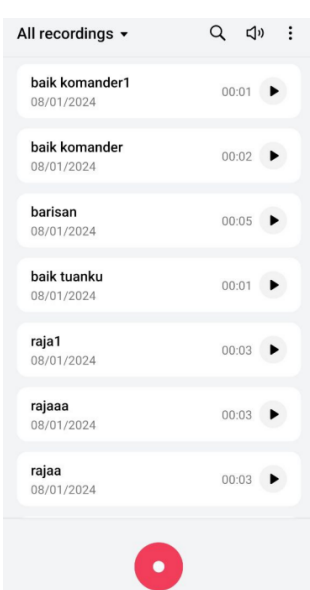
Butang	Penerangan	Butang	Penerangan	Butang	Penerangan
	Butang rumah		Butang graviti		Butang rumah untuk panel menang dan kalah
	Butang kiri		Butang pistol antibodi		Butang tutup
	Butang kanan dan seterusnya		Butang lompat		Butang ulang semula

### 3.1.3 Fasa Produksi

Dalam fasa ini, aset seperti grafik, video animasi dan audio dibangunkan sesuai dengan kandungan pembelajaran yang terdapat dalam aplikasi ini. Setelah itu, kod C# diintegrasikan ke dalam fungsi yang terdapat

dalam aplikasi seperti fungsi butang navigasi, fungsi permainan dan lain-lain supaya aplikasi ini dapat berfungsi dengan baik. Jadual 8 menunjukkan pembangunan aset seperti grafik, audio dan video manakala Jadual 9 menunjukkan coretan kod C# bagi fungsi-fungsi tertentu.

**Jadual 8** Pembangunan Aset

Elemen	Grafik dan Video Animasi	Audio
<p>Penerangan</p>	 <p>Grafik dan Video Animasi dihasilkan dengan menggunakan Procreate dan Procreate Dreams. Antara objek yang dihasilkan ialah butang, gambar ilustrasi, karakter, musuh, latar belakang permainan dan sebagainya.</p>	 <p>Audio dihasilkan dengan menggunakan aplikasi perakam suara sedia ada dalam telefon pintar. Audio yang dihasilkan ialah audio lakonan suara bagi karakter dalam animasi.</p>

**Jadual 9** Integrasi kod C# bagi fungsi-fungsi yang tertentu

Fungsi	Kod	Penerangan
<p>Pembukaan panel video animasi</p>	<pre>public class Openpanel : MonoBehaviour {     public GameObject[] panels; //     Array to hold multiple panels     // Start is called before the first     frame update     void Start()     {         // Ensure all panels are         initially set to inactive         foreach (GameObject panel in         panels)         {             panel.SetActive(false);         }     } }</pre>	<p>Panel video tidak dimasukkan dalam indeks <code>panels</code> dalam inspektor di dalam Unity menyebabkan panel video animasi aktif di awal permainan peringkat.</p>
<p>Seretan karakter wira</p>	<pre>public void OnBeginDrag(PointerEventData eventData) {     originalPanelLocalPosition =     uiDragElement.localPosition;      RectTransformUtility.ScreenPointToLocal     PointInRectangle(         canvas,         eventData.position,         eventData.pressEventCamera,         out         originalLocalPointerPosition); }</pre>	<p>Skrip ini menunjukkan permulaan apabila karakter wira diseret di atas permukaan kulit. <code>originalPanelLocalPosition= uiDragElement.localPosition;</code> pula berfungsi untuk menjejaki posisi awal elemen supaya membolehkan elemen tersebut kembali ke posisi asal setelah seretan berlaku.</p>

**Jadual 9** Integrasi kod C# bagi fungsi-fungsi yang tertentu (sambungan)

Pergerakan karakter wira	<pre>bool isPressed = false; public GameObject Player; public float Force;  void Update() {     if (isPressed)     {         Player.transform.Translate(Force * Time.deltaTime,0,0);     } } private void OnTriggerEnter2D(Collider2D collision) {     if (collision.gameObject.CompareTag("heart "))     {         Destroy(collision.gameObject);     } } if (collision.CompareTag("Warning")) {     Debug.Log("Warning!");     RedFilter.SetActive(true) } private void OnTriggerEnter2D(Collider2D collision) {     if (collision.gameObject.CompareTag("bulle t"))     {         Destroy(gameObject);         int currentValue = int.Parse(killCount.text);         currentValue--; // Decrement the value         killCount.text = currentValue.ToString(); //update text     } } }</pre>	Pergerakan karakter untuk bergerak ke kanan dan kiri dalam permainan
Penghapusan nyawa		Nyawa terhapus apabila berlaku pelanggaran antara objek yang mempunyai tag 'heart' dengan pemain sebagai tanda nyawa berjaya diambil oleh pemain
Pengeluaran panel amaran		Panel amaran keluar apabila pemain hampir terkeluar dari skrin
Virus denggi ditembak		Proses kemas kini bilangan virus yang tinggal untuk dihapuskan.

### 3.1.4 Fasa Pengujian

Pada fasa ini, aplikasi permainan diuji oleh pembangun di peringkat awal yang disebut sebagai pengujian berfungsi (pengujian alfa) untuk menguji fungsi permainan. Jadual 10 menunjukkan hasil pengujian berfungsi iaitu pengujian alfa.

**Jadual 10** Pengujian Alfa

Ujian	Jangkaan Hasil	Hasil sebenar	Pembetulan
Butang cerita	Animasi dapat dimainkan		
Butang main	Berpindah ke halaman peringkat		
Butang Jurnal Wira	Berpindah ke halaman Jurnal Wira		
Butang Kredit	Berpindah ke halaman kredit	Berfungsi	
Butang muzik	Dapat memanipulasi muzik	seperti hasil	Tiada
Butang Keluar	Pemain keluar dari aplikasi	jangkaan	
Butang untuk semua peringkat	Skrin berpindah ke halaman peringkat yang ditekan		
Butang Jeda	Permainan berhenti seketika		

**Jadual 10** *Pengujian Alfa* (sambungan)

Butang sambung semula	Permainan bersambung semula	Berfungsi seperti hasil jangkaan	Tiada
Butang tutup	Panel ditutup		
Butang seterusnya	Pemain berpindah ke panel yang seterusnya		
Nyawa	Bilangan nyawa bertambah apabila pemain mengutip nyawa	Pemain tidak dapat mengutip nyawa	Menetapkan 'collider' nyawa kepada 'isTrigger' dan tag 'heart' untuk mengesan perlanggaran
Toksin	Bilangan nyawa berkurang apabila pemain terlanggar toksin atau musuh Toksin bergerak ke atas dan ke bawah Toksin bergerak ke kanan dan kiri Toksin bergerak setempat	Berfungsi seperti hasil jangkaan	Tiada
Video animasi Wira sel kulit (Epi, Demi dan Hipo)	Video animasi dapat dimainkan Wira dapat diseret dan ditempatkan di atas permukaan kulit sama dengan posisi akhir seretan jari	Wira ditempatkan jauh dari posisi akhir seretan jari	Membetulkan posisi wira yang merupakan anak kepada objek permainan induk supaya mendapat posisi yang sama
Lepto	Lepto mara ke hadapan mengikut masa yang berbeza	Lepto mara pada masa yang sama	Mengubah skrip supaya dapat memanipulasi laju pergerakan Lepto.
Matahari	Lepto berubah bentuk dan saiz mengikut bilangan tembakan yang diterimanya Matahari muncul mengikut posisi dan masa yang rawak	Tidak berubah bentuk Matahari muncul di tengah-tengah permukaan kulit	Menukar bentuk di setiap rangka kunci Mengubah posisi titik muncul dari bahagian tengah ke bahagian atas luar permukaan kulit
Luka Pergerakan wira (Mukus dan Putih)	Bilangan matahari bertambah apabila matahari ditekan Pemain kalah apabila lepto memasuki luka Wira dapat bergerak ke kanan dengan menekan butang ke kanan Wira dapat bergerak ke kiri apabila menekan butang ke kiri Wira dapat melompat apabila menekan butang lompat	Berfungsi seperti hasil jangkaan	Tiada
Musuh	Pemain dapat memakan musuh untuk menghapuskan musuh Pemain dapat menembak musuh untuk menghapuskan musuh Musuh bergerak ke kanan dan ke kiri Musuh bergerak atas dan bawah Musuh bergerak setempat	Berfungsi seperti hasil jangkaan	Tiada
Tatal sisi 'Endless-run'	Permainan masih berjalan selagi pemain tidak ketinggalan ke belakang Pemain kalah apabila terkeluar dari skrin permainan	Permainan masih berjalan	Meletakkan 'collider' di akhir skrin untuk mengesan sebarang perlanggaran untuk mencetuskan kod skrip
Bingkai merah vignette	Bingkai muncul apabila pemain hampir berada di hujung skrin sebagai amaran	Pemain tidak dapat menekan butang	Mengalihkkan kedudukan lapisan panel ke lapisan bawah panel permainan

### 3.1.5 Fasa Beta

Pada fasa ini, aplikasi permainan diuji oleh sasaran pengguna iaitu murid Tingkatan 2. Skala Kebolegunaan Sistem diguna bagi menguji tahap penerimaan pengguna terhadap aplikasi permainan ini.

### 3.1.6 Fasa Pelepasan

Fasa ini bermula setelah penambahbaikan dilakukan berdasarkan penerimaan maklum balas daripada responden. Dalam fasa ini, aplikasi permainan yang telah siap dibina akan dilancarkan dalam bentuk Pakej Aplikasi Android (APK) dan akan dimuat naik ke dalam servis pengedaran digital iaitu Stor Permainan *Google*.

## 3.2 Aliran Kerja Pembangunan Aplikasi

Aliran kerja ini dibahagikan mengikut fasa yang terdapat dalam Kitaran Hidup Pembangunan Permainan iaitu fasa Permulaan, Pra Produksi, Produksi, Pengujian, Beta dan Pelepasan [15].

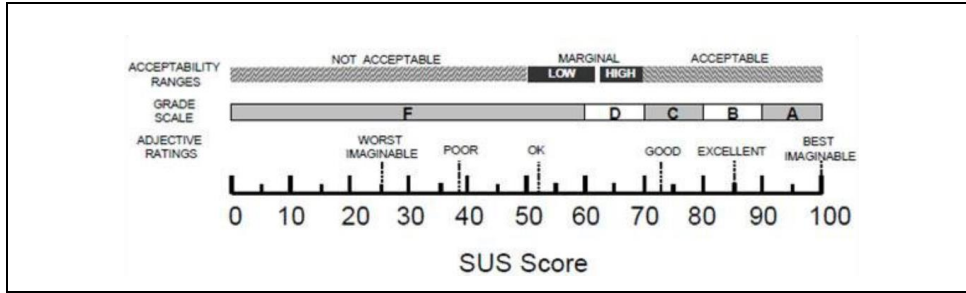
**Jadual 2** Aliran Kerja Pembangunan Aplikasi

Fasa	Aktiviti	Hasil
Permulaan	Mengenal pasti tajuk permainan, konsep permainan dan deskripsi ringkas permainan	Penghasilan kertas cadangan projek
Pra Produksi	Mengenal pasti genre, penceritaan, tatacara permainan, karakter permainan, cabaran permainan, maklumat jenis pertahanan badan, latar belakang lokasi permainan, gaya butang dan papan cerita.	Penghasilan Dokumen Reka Bentuk Permainan
Produksi	Mereka bentuk karakter, cabaran, latar belakang lokasi permainan, ilustrasi maklumat pertahanan badan, butang, kod C# dan peringkat	Penghasilan aplikasi permainan 2D Lawan Patogen
Pengujian	Menguji aplikasi permainan 2D Lawan Patogen	Penyelesaian masalah pengekodan
Beta	Menguji aplikasi permainan kepada sasaran pengguna dan merekodkan maklum balas responden	Penambahbaikan aplikasi berdasarkan maklum balas responden
Pelepasan	Aplikasi dilancarkan dalam bentuk APK dan dimuat naik ke Stor Permainan Google	Aplikasi berjaya dimuat naik ke stor permainan Google

## 4. Keputusan dan Perbincangan

Respon diambil dan direkod dengan menggunakan kaedah Skala Kebolegunaan Sistem (SUS). Skala ini merupakan skala yang ringkas dan mempunyai 10 item untuk dinilai dengan memberikan pandangan secara keseluruhan terhadap penilaian subjektif kebolegunaan [16].

Skala ini mempunyai pengiraan skor yang perlu dilakukan setelah maklum balas responden diambil. Untuk mengira skor SUS, pengiraan dibahagikan kepada dua iaitu markah bagi setiap soalan ganjil perlulah ditolak dengan 1 manakala untuk soalan genap, 5 tolak dengan markah yang diberikan untuk soalan tersebut. Setelah itu, jumlahkan kesemua markah dan darab 2.5 untuk mendapatkan nilai skor SUS. Setelah semua markah SUS bagi setiap responden dikira, jumlahkan kesemua markah SUS dan bahagi dengan jumlah responden bagi mendapatkan nilai purata skor SUS. Nilai tersebut merupakan nilai sebenar skor SUS yang menjadi penanda aras dalam pangkat markah Skala Kebolegunaan Sistem seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.



Rajah 6 Pangkat markah Skala Kebolegunaan Sistem [16]

Berdasarkan Rajah 6, terdapat dua julat penerimaan pengguna iaitu julat aplikasi ini boleh diterima dan tidak boleh diterima. Julat aplikasi tidak boleh diterima bermula dari 0 sehingga 63 manakala julat aplikasi boleh diterima bermula dari 64 sehingga 100. Skor SUS juga mempunyai lima gred iaitu gred A, B, C, D dan F. Bagi gred A bermula dengan julat 90 hingga 100, gred B bermula dengan julat 80 hingga 90, gred C bermula dengan julat 70 hingga 80, gred D bermula dengan julat 60 hingga 70 dan julat gred F dari 60 dan ke bawah. Skor SUS ini juga mempunyai penilaian adjektif selain penilaian gred seperti terbaik yang boleh dibayangkan, cemerlang, baik, 'OK', lemah dan paling teruk boleh dibayangkan.

Responden	Skor Item										Bilangan ganjil	Bilangan genap	Skor SUS (/100)
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10			
R01	4	2	3	3	2	3	4	2	5	2	13	13	65
R02	4	4	4	1	3	2	5	1	5	2	16	15	77.5
R03	3	5	4	1	5	2	5	2	4	4	16	11	67.5
R04	3	2	5	3	2	3	5	2	4	1	14	14	70
R05	3	4	3	2	4	2	5	1	4	2	14	14	70
R06	4	3	3	1	3	1	5	1	4	1	14	18	80
R07	4	3	3	4	3	1	5	1	4	1	14	15	72.5
R08	3	1	5	1	3	3	5	1	5	1	16	18	85
R09	4	1	3	2	4	2	3	4	5	1	14	15	72.5
R10	5	2	2	3	2	2	5	1	4	3	13	14	67.5
R11	5	3	3	1	5	2	5	2	5	3	18	14	80
R12	3	3	4	2	4	1	5	1	5	2	16	16	80
R13	4	2	4	1	3	2	3	1	4	2	13	17	75
R14	5	4	4	4	3	2	5	2	5	2	17	11	70
R15	3	5	3	3	3	1	5	1	5	3	14	12	65
R16	3	2	3	1	3	2	4	2	4	4	12	14	65
R17	4	3	5	2	4	2	4	1	3	2	15	15	75
R18	3	2	4	2	3	2	5	1	4	1	14	17	77.5
R19	4	2	3	1	3	3	2	2	3	3	10	14	60
R20	4	2	4	3	5	1	4	2	4	1	16	16	80
R21	4	1	5	2	4	2	4	1	5	2	17	17	85
R22	3	3	5	2	2	3	5	3	5	1	15	13	70
R23	2	3	4	4	5	2	5	2	2	2	13	12	62.5
R24	2	3	5	3	5	2	5	3	4	1	16	13	72.5
R25	3	3	5	2	3	5	5	4	5	1	16	10	65
R26	2	3	5	4	3	3	4	3	4	1	13	11	60
R27	4	4	3	3	3	2	5	2	3	2	13	12	62.5
													71.57

Rajah 7 Skala Kebolegunaan Sistem

Berdasarkan Rajah 7, responden maklum balas diambil dengan menyediakan soalan SUS untuk dijawab. Kiraan purata skor dilakukan bagi mendapatkan skor sebenar bagi skala ini. Hasil skor purata ialah 71.57 yang memberi petunjuk bahawa aplikasi ini berada di tahap C iaitu 'OK' dan dapat diterima oleh pengguna aplikasi. Panduan meletakkan gred pada aplikasi dirujuk dari skala pemarkahan Skala Kebolegunaan Sistem seperti yang ditunjukkan dalam gambar rajah 5.5.2.

Menurut Rajah 6, sesebuah aplikasi tersebut dapat diterima pengguna jika markahnya lebih daripada 63 ke atas. Hal ini menunjukkan aplikasi ini dapat diterima oleh pengguna dari aspek kebolegunaan aplikasi. Kesimpulannya, kebolegunaan aplikasi mempengaruhi markah skala ini sekali gus memberikan petunjuk kepada pembangun bahawa aplikasi ini patut ditambah baik atau tidak dari segi fungsinya.

## 5. Kesimpulan

Aplikasi ini dibina berlandaskan objektif yang telah ditetapkan pada awal projek. Pencapaian projek berdasarkan objektif amat penting untuk dilaksanakan supaya tidak tersasar dari tujuan pembinaan dan dapat menjadi petunjuk tahap kejayaan sesuatu pembinaan aplikasi. Projek ini telah mencapai tiga objektif, iaitu mereka bentuk aplikasi permainan 2D Lawan Patogen menggunakan pendekatan pembelajaran berasaskan permainan. Antaranya adalah maklumat pembelajaran subtopik dalam bab 4 Tingkatan 2 dimuatkan di dalam modul Jurnal Wira berjaya dibangunkan. Selain itu, latar belakang, wira, musuh dan unsur permainan lain mempunyai kaitan dengan isi pembelajaran berjaya dibangunkan. Pembangun juga membangunkan aplikasi permainan 2D tatal sisi, *side scrolling* menggunakan mekanik permainan aksi dalam Lawan Patogen untuk platform Android. Selain itu, aplikasi permainan 2D tatal sisi menggunakan mekanik permainan aksi untuk platform Android berjaya dibangunkan. Terdapat dua jenis tatal sisi iaitu jenis *platformer* dan tatal sisi tiada penghujung yang berjaya dibangunkan dalam aplikasi ini. Setelah dibangunkan, pembangun menjalankan ujian pengujian fungsi dan ujian penerimaan pengguna pada aplikasi yang dibangunkan kepada pengguna sasaran. Dua pengujian iaitu Pengujian fungsi atau pengujian alfa dapat dilaksanakan. Selain itu, ujian penerimaan pengguna menggunakan Skala Kebolegunaan Sistem (SUS) dapat dilaksanakan.

Sepanjang pembangunan aplikasi permainan ini, pelbagai cabaran teknikal yang telah dilalui bagi menghasilkan aplikasi permainan yang menarik dan berfungsi. Pelbagai aset yang dihasilkan dan usaha lain yang dilaksanakan untuk meningkatkan kualiti aplikasi permainan. Walau bagaimanapun terdapat beberapa had yang dikenal pasti yang menjejaskan aspek tertentu permainan. Antara had yang dikenal pasti adalah seperti yang berikut:

1. Peringkat 1: Jumlah matahari yang diambil oleh pemain tidak dapat diintegrasikan dengan baik dengan bilangan wira yang boleh diseret ke atas permukaan kulit menyebabkan matahari tidak dapat dijadikan seperti sumber untuk menyeret wira baharu ke atas permukaan kulit.
2. Peringkat 4: Peralihan imej latar belakang tidak berlaku dengan lancar menyebabkan perhatian pemain boleh terganggu.

Beberapa rancangan kerja masa hadapan telah dikenal pasti bagi meningkatkan kualiti permainan secara keseluruhan. Rancangan ini bertujuan untuk meningkat potensi aplikasi permainan ini ke tahap yang lebih tinggi dengan menangani had semasa, memperkenalkan ciri baharu dan memperbaiki fungsi sedia ada. Dengan melaksanakan peningkatan ini sebagai rancangan kerja masa hadapan, kualiti permainan dapat ditingkatkan dan memberikan pengalaman yang menyeronokkan kepada pemain. Berikut merupakan cadangan-cadangan:

1. Tambahan peringkat permainan berdasarkan subtopik lain yang terdapat dalam buku teks Sains Tingkatan 2 bab 4.
2. Tambahan pelbagai variasi halangan dalam setiap permainan yang mempunyai pelbagai kebolehan dan karakter seperti halangan yang boleh menembak atau mengeluarkan sesuatu yang beracun.
3. Tambahan animasi pergerakan karakter wira dan musuh seperti gaya bahasa badan apabila gembira dapat melepasi halangan, musuh marah apabila ditembak wira dan sebagainya.
4. Tambahan animasi pengakhiran cerita apabila pemain berjaya melepasi semua peringkat permainan.

Kesimpulannya, aplikasi permainan 2D ini berjaya dibangunkan dengan mengikut perancangan dan tempoh masa yang ditetapkan. Aplikasi ini juga berjaya mencapai semua objektif yang telah ditetapkan di awal projek. Pembangunan aplikasi ini dapat dijadikan sebagai bahan tambahan dalam pembelajaran pelajar Tingkatan 2. Beberapa rancangan kerja pada masa hadapan dikenal pasti bagi menambah baik aplikasi permainan ini supaya dapat memberikan pengalaman yang baik kepada pengguna.

## 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.

*The authors would like to thank the Faculty of Computer Science and Information Technology, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia for its support.*

## Konflik Kepentingan

*Penulis mengisytiharkan tiada konflik kepentingan mengenai penerbitan kertas ini.*

## Sumbangan Penulis

*Para penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas kerja seperti berikut: konsep dan reka bentuk kajian: Nuraisyah, Muhammad Fakri; pengumpulan data: Nuraisyah; analisis dan tafsiran hasil: Nuraisyah,*

Muhammad Fakri; **penyediaan draf manuskrip:** Nuraisyah;. Semua penulis telah menyemak hasil dan meluluskan versi akhir manuskrip.

## Rujukan

- [1] J. L. Plass, R. E. Mayer, and B. D. Homer, *Handbook of Game-Based Learning*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2020. [Online]. Available: [https://books.google.com.my/books?hl=en&lr=&id=2fKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=handbook+of+game+based+learning&ots=Agt0Uf00BW&sig=SScmT4G1Qt97Y718Og0jt7XiT6M&redir\\_esc=y#v=onepage&q=handbook](https://books.google.com.my/books?hl=en&lr=&id=2fKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=handbook+of+game+based+learning&ots=Agt0Uf00BW&sig=SScmT4G1Qt97Y718Og0jt7XiT6M&redir_esc=y#v=onepage&q=handbook) of game based learning&f=false
- [2] K.-H. Yang and H.-H. Chen, "What increases learning retention: employing the prediction-observation-explanation learning strategy in digital game-based learning," *Interactive Learning Environments*, vol. 31, no. 6, pp. 3898–3913, 2023, doi: 10.1080/10494820.2021.1944219.
- [3] Bahagian Pembangunan Kurikulum, *Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran KSSR Sains*. Kementerian Pendidikan Malaysia, 2014. [Online]. Available: <https://www.moe.gov.my/menimedia/media-cetak/penerbitan/dskp-kssr/1276-dskp-kssr-sains-sk-tahun-6/file>
- [4] Bahagian Pembangunan Kurikulum, *Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran*. Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016. [Online]. Available: <http://bpk.moe.gov.my/index.php/terbitan-bpk/kurikulum-sekolah-menengah/category/43-dskp-tingkatan-2?download=2266:dskp-kssm-tingkatan-2-sains>
- [5] I. Salleh, "Tanam minat murid terhadap sains sejak kecil," *BH Online*, Apr. 26, 2022. [Online]. Available: <https://www.bharian.com.my/berita/pendidikan/2022/04/949644/tanam-minat-murid-terhadap-sains-sejak-kecil>
- [6] S. Abdul Rahim, "Sains dan Kemahiran Abad Ke-21 : Perspektif Murid," *Selangor Humaniora Review*, no. December, pp. 29–37, 2018.
- [7] J. Khalib, M. Omar, B. Hamzah, and S. A. Hamid, *Sains Tingkatan 2*. Karangkrif Network Sdn. Bhd., 2017. [Online]. Available: <https://anyflip.com/cabyg/tasih>
- [8] H. Y. Ling, "Daripada Pembelajaran Tradisional kepada Pembelajaran dalam Talian: Perbincangan Ringkas tentang Pelbagai Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran," Pelangi Books. Accessed: Nov. 28, 2023. [Online]. Available: [https://store.pelangibooks.com/en/Pembelajaran-Tradisional-Pembelajaran-dalam-Talian-Perbincangan-Ringkas-tentang-Pelbagai-Kaedah-Pengajaran-dan-Pembelajaran#:~:text=Pembelajaran secara Tradisional \(Traditional Learning\)&text=Guru mengajar secara bersemuk](https://store.pelangibooks.com/en/Pembelajaran-Tradisional-Pembelajaran-dalam-Talian-Perbincangan-Ringkas-tentang-Pelbagai-Kaedah-Pengajaran-dan-Pembelajaran#:~:text=Pembelajaran secara Tradisional (Traditional Learning)&text=Guru mengajar secara bersemuk)
- [9] J. Barnett *et al.*, *Teaching 2030: What We Must Do for Our Students and Our Public Schools--Now and in the Future*. Teachers College Press, 2011. [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=ED523290>
- [10] B. L. Mitchell, *Game Design Essentials*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc, 2012.
- [11] A. Saintim, M. F. Othman, N. Senan, and S. Suparjoh, "Attracting school children on interesting places through 2D side-scrolling mobile game," *AIP Conf Proc*, vol. 1891, 2017, doi: 10.1063/1.5005444.
- [12] "Body Defence - Online Game|Gameflare.com." Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.gameflare.com/online-game/body-defence/>
- [13] "Dermis Defense on the App Store." Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/us/app/dermis-defense/id1487810152>
- [14] J. Hirt, "Immune System Tower Defense." Accessed: Nov. 03, 2023. [Online]. Available: <https://juliehirt.itch.io/immune-system-td>
- [15] R. Ramadan and Y. Widyani, "Game development life cycle guidelines," *2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, ICACIS 2013*, no. September 2013, pp. 95–100, 2013, doi: 10.1109/ICACIS.2013.6761558.
- [16] J. R. Lewis, "The system usability scale: past, present, and future," *International Journal of Human-computer Interaction*, vol. 34, no. 7, pp. 577–590, Mar. 2018, doi: 10.1080/10447318.2018.1455307.

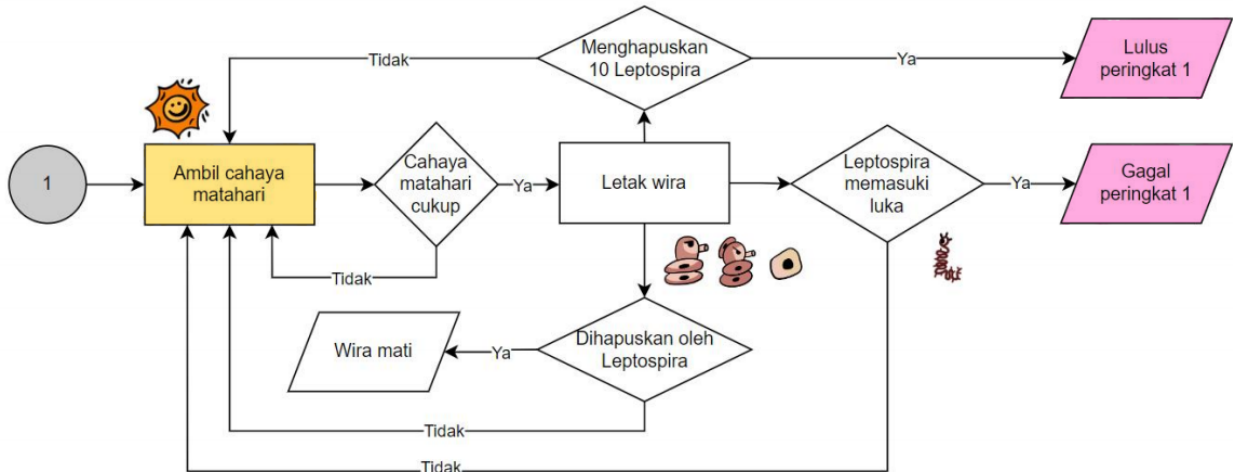
## APENDIKS A

Aisyah:	Assalamualaikum cikgu, cikgu sihat?
Cikgu Suhaila:	Alhamdulillah sihat.
Aisyah:	Hari ini saya ingin bertanya beberapa soalan untuk analisis keperluan pengguna bagi aplikasi permainan Lawan Patogen.
Cikgu Suhaila:	Baik.
Aisyah:	Bagaimana cikgu mengajar Bab 4 Sains Tingkatan 2 di kelas?
Cikgu Suhaila:	Kebiasaannya, saya mengajar dengan menggunakan penerangan dan gambar-gambar visual.

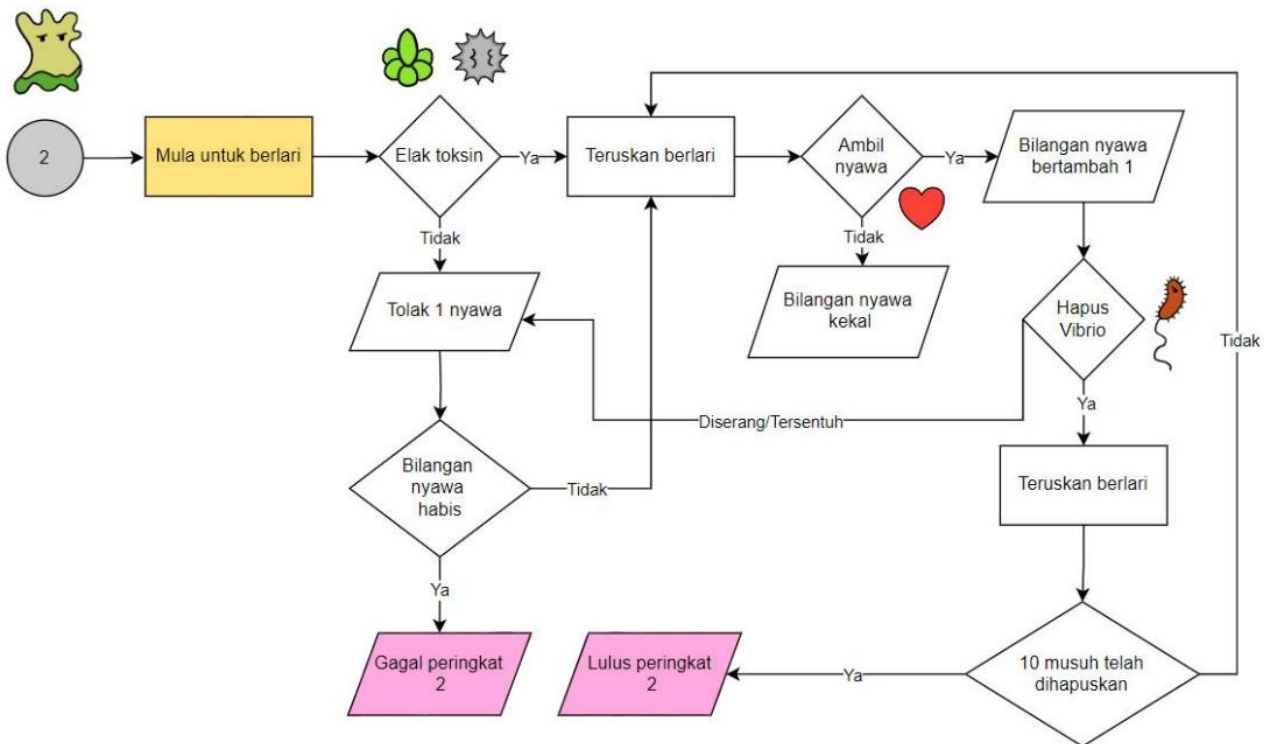
Aisyah:	Adakah cikgu membuat kuiz?
Cikgu Suhaila:	Ya, tetapi menggunakan kuiz yang sedia ada dan bukan secara digital.
Aisyah:	Kalau dalam peperiksaan, bab ini lebih fokus pada bahagian mana?
Cikgu Suhaila:	Biasanya bahagian objektif dan subjektif, khususnya bahagian C untuk penerangan tentang penyakit. Peperiksaan sekarang mengikut semester dan disediakan oleh KPM.
Aisyah:	Soalan-soalan berkaitan kolera biasanya bertanya apa?
Cikgu Suhaila:	Tentang vektor yang membawa kolera, langkah-langkah pencegahan, dan cara mengatasinya.
Aisyah:	Adakah UI mainpage ini sesuai untuk murid Tingkatan 2? Adakah tulisan sahaja atau menggunakan ikon?
Cikgu Suhaila:	Tulisan pun sudah memadai.
Aisyah:	Bagaimana dengan pemilihan font?
Cikgu Suhaila:	Font yang jelas sudah memadai, tidak perlu terlalu fancy.
Aisyah:	Untuk karakter dalam setiap level, adakah sesuai jika ditambah mata, tangan, atau kaki?
Cikgu Suhaila:	Boleh cuba lihat fungsi dalam permainan, jika tidak perlu, biarkan sahaja.
Aisyah:	Kalau ingin menambah pakaian atau shield pada karakter?
Cikgu Suhaila:	Boleh jika rasa perlu untuk mengelakkan kelihatan pelik.
Aisyah:	Adakah animasi dalam level ini sudah okay?
Cikgu Suhaila:	Sudah okay.
Aisyah:	Untuk butang skip, patut guna tulisan atau ikon?
Cikgu Suhaila:	Mana-mana pun boleh, istilah 'langkau' pun sesuai.
Aisyah:	Adakah penerangan watak perlu dimasukkan dalam permainan?
Cikgu Suhaila:	Ya, perkenalkan watak pada permulaan permainan supaya pemain tahu apa yang dihadapi.
Aisyah:	Bagaimana dengan Jurnal Wira?
Cikgu Suhaila:	Boleh buat dua-dua, Jurnal Wira sebagai bahan bacaan tambahan.
Aisyah:	Maklumat yang dimasukkan tak perlu terlalu detail, betul?
Cikgu Suhaila:	Ya, masukkan poin-poin penting sahaja.
Aisyah:	Jika letak makanan seperti donat dalam usus, adakah sesuai?
Cikgu Suhaila:	Boleh, sebab murid sudah faham konsep pencernaan dari bab 3.
Aisyah:	Warna butang coklat sesuai tak?
Cikgu Suhaila:	Warna lebih terang dan kontras lebih sesuai.
Aisyah:	Bagaimana dengan latar belakang pink?
Cikgu Suhaila:	Latar belakang plain sudah memadai, tidak perlu terlalu banyak vilus.
Aisyah:	Saya akan buat dua versi dan tunjuk kepada cikgu melalui WhatsApp.
Cikgu Suhaila:	Boleh juga.
Aisyah:	Terima kasih cikgu kerana sudi ditemu bual.
Cikgu Suhaila:	Sama-sama.

Rajah 8 Transkrip Analisis Pengguna

## APENDIKS B

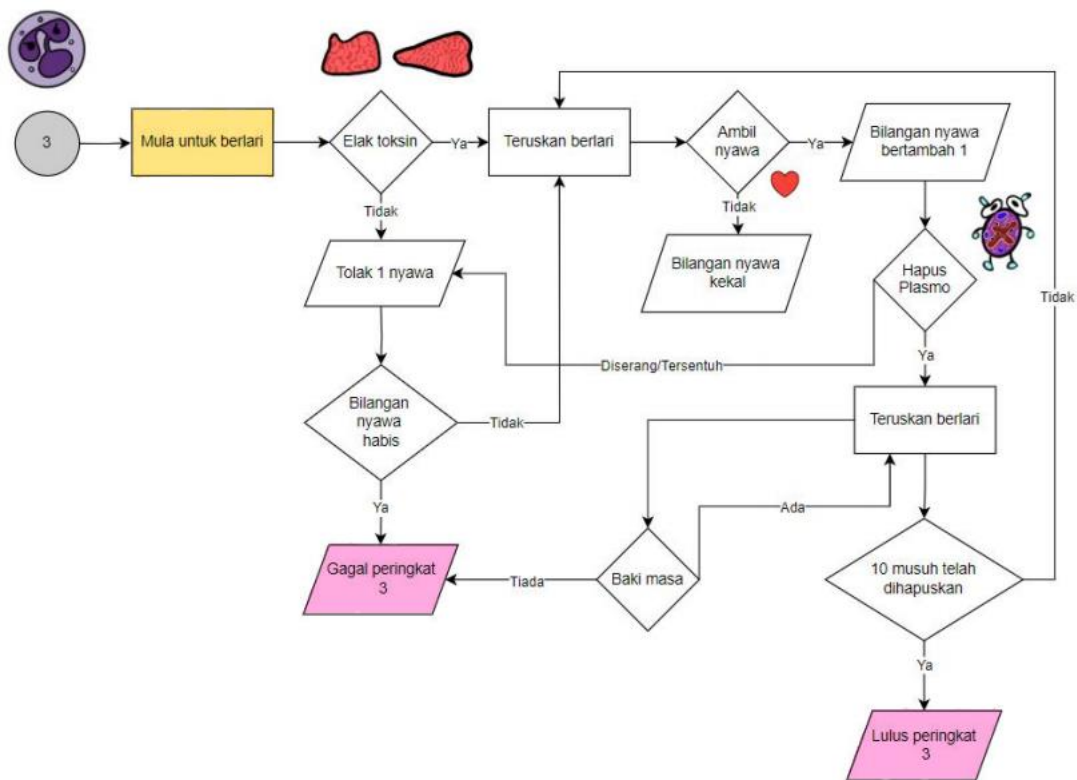


Rajah 5(a) Carta Alir Peringkat 1

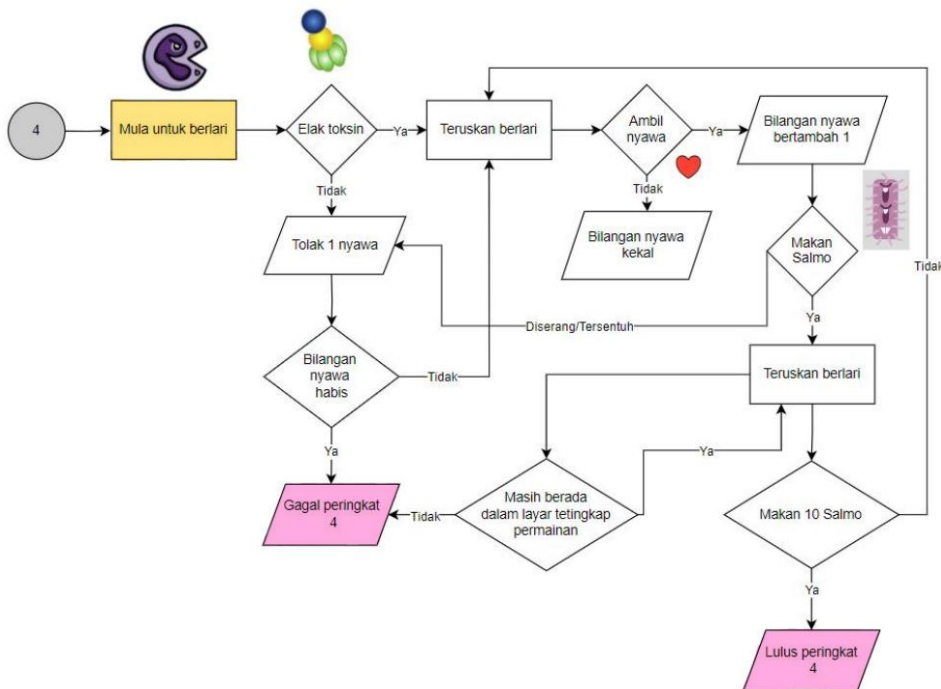


Rajah 5(b) Carta Alir Peringkat 2

APENDIKS B

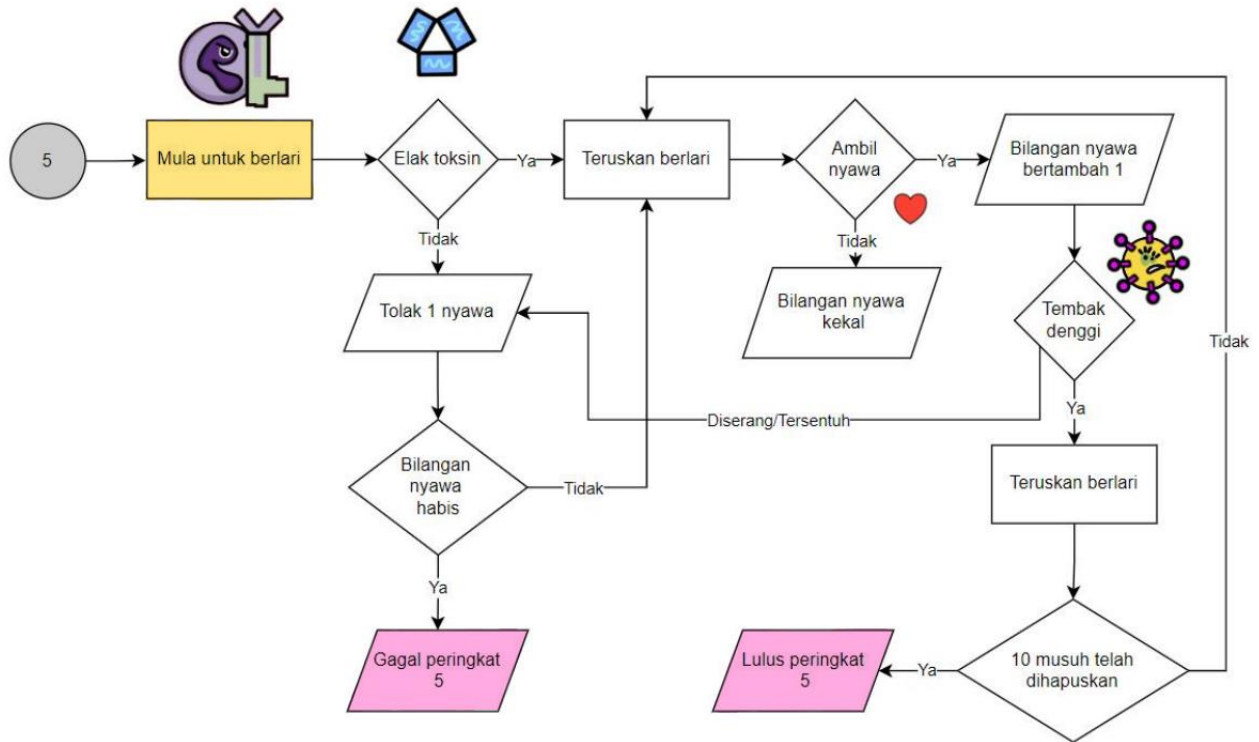


Rajah 5(c) Carta Alir Peringkat 3



Rajah 5(d) Carta Alir Peringkat 4

APENDIKS B



Rajah 5(e) Carta Alir Peringkat 5

APENDIKS C

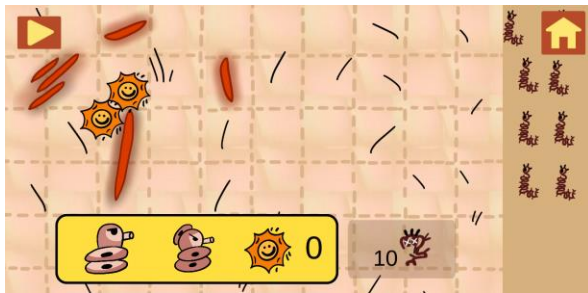
Jadual 6 Antara muka pengguna  
Halaman dan penerangan



Halaman Utama



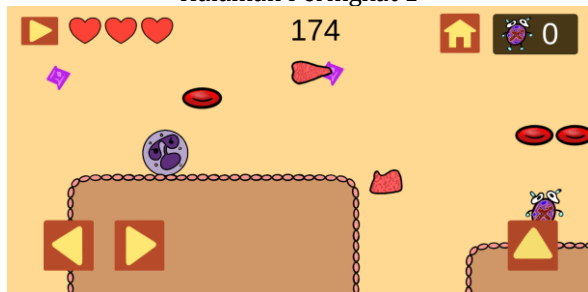
Halaman peringkat



Halaman Peringkat 1



Halaman Peringkat 2



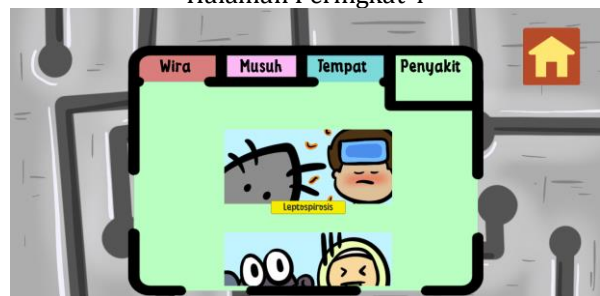
Halaman Peringkat 3



Halaman Peringkat 4



Halaman Peringkat 5



Halaman Jurnal Wira



Panel muzik



Halaman Kredit

**APENDIKS D**



**Rajah 9** *Ujian Penerimaan Pengguna (Ujian Beta)*