

Pembangunan Aplikasi Permainan Mudah Alih 2D Kesultanan Johor-Riau Berasaskan Genre Strategi: TD Kota Johor Lama

Development of a 2D Mobile Game Application on the Johor-Riau Sultanate Based on the Strategy Genre: TD Kota Johor Lama

Nur Zahrah Mohd Zain¹, Norhalina Senan^{1*}

¹ *Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,*

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

*Corresponding Author: halina@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2025.06.01.078>

Maklumat Artikel

Diserah: 20 Julai 2024

Diterima: 15 Jun 2025

Diterbitkan: 30 Jun 2025

Kata Kunci

Kesultanan Johor-Riau, Rakyat Malaysia, Pembacaan, Teknologi, Aplikasi Permainan Mudah Alih, Sejarah Tempatan, Tatamain Strategi, 2-dimensi, 2D, Sejarah, Pertahanan Menara, TD, Peperangan, *Unity*, Kitaran Hayat Pembangunan Permainan, GDLC, Skala Kebolegunaan Sistem (SUS) Versi Standard

Keywords

Sultanate of *Johor-Riau*, Malaysians, Reading, Technology, Mobile Game Application, Local History, Strategy Gameplay, 2-dimensional, 2D, History, Tower Defence, TD, Wars, *Unity*, Game Development Life Cycle, GDLC, System Usability Scale (SUS) Standard Version

Abstrak

Kesultanan Johor-Riau merupakan salah satu peristiwa bersejarah yang penting bagi rakyat Malaysia. Setakat ini, membaca adalah kaedah tradisional yang digunakan untuk mengakses konteksnya. Walau bagaimanapun, ia masih kurang digunakan dalam teknologi, khususnya aplikasi permainan mudah alih. Permainan mudah alih sedia ada tidak menyepadukan sejarah tempatan Malaysia dengan tatamain strategi. Justeru, kajian ini bertujuan untuk membangunkan aplikasi permainan mudah alih 2-dimensi (2D) yang dipanggil "TD Kota Johor Lama" yang mempamerkan sejarah kesultanan menggunakan tatamain menara pertahanan (TD). Permainan ini ditujukan kepada pengguna berumur 13 hingga 17. Ia mempunyai empat peringkat yang mengadaptasi sejarah peperangan kesultanan. Enjin permainan *Unity* digunakan untuk membangunkan permainan, manakala metodologinya ialah Kitaran Hayat Pembangunan Permainan (GDLC). Berdasarkan pengujian beta yang dijalankan menggunakan Skala Kebolegunaan Sistem (SUS) Versi Standard, aplikasi ini dianggap boleh diterima, mendapat markah 70.5, membuktikan aplikasi telah berjaya dibina dan pengguna boleh menerimanya.

Abstract

The Sultanate of *Johor-Riau* is one of the crucial historical events for Malaysians. So far, reading is the traditional method used to access its context. However, it remains underutilized in technology, specifically mobile game applications. The existing mobile games do not integrate Malaysian local history with strategy gameplay. Thus, this study aims to develop a 2-dimensional (2D) mobile game application called "*TD Kota Johor Lama*" that showcases the sultanate's history using tower defence (TD) gameplay. The game is aimed at users aged 13 to 17. It has four levels that adapt the history of the sultanate's wars. The *Unity*

game engine is used to develop the game, while the methodology is the Game Development Life Cycle (GDLC). Based on the beta testing conducted using the System Usability Scale (SUS) Standard Version, this application is considered acceptable, scoring 70.5, proving the application has been successfully built and users can accept it.

1.0 Pengenalan

Sejarah Malaysia merangkumi banyak aspek yang berhubung dengan budaya, ekonomi, kehidupan, politik, dan sosial rakyat Malaysia dari zaman prasejarah sehingga sekarang. Salah satu peristiwa penting dalam sejarah Malaysia ialah penubuhan Kesultanan Johor-Riau oleh Raja Ali (Sultan Alauddin Riayat Shah I), putera kepada Sultan Mahmud Shah dan Tun Fatimah [1]. Ia ditubuhkan setelah kejatuhan Melaka kepada Portugis pada tahun 1511 [1]. Semasa kesultanan ini wujud, para pemerintah terpaksa menghadapi pelbagai cabaran dan mengatur strategi yang berkesan untuk mempertahankan kedaulatannya [1]. Kesultanan ini akhirnya mencapai zaman kegemilangannya pada abad ke-16 hingga ke-18 kerana telah menjadi tumpuan pusat perdagangan dan pusat persuratan Alam Melayu, serta mempunyai pengurusan pelabuhan yang hebat [1]. Sejarah dan kisah Kesultanan Johor-Riau adalah penting dan relevan kepada rakyat Malaysia, Singapura, dan Indonesia, kerana ia mencerminkan warisan dan nilai bersama rantau ini.

Sejarah Malaysia merangkumi banyak aspek yang berhubung dengan budaya, ekonomi, kehidupan, politik, dan sosial rakyat Malaysia dari zaman prasejarah sehingga sekarang. Salah satu peristiwa penting dalam sejarah Malaysia ialah penubuhan Kesultanan Johor-Riau oleh Raja Ali (Sultan Alauddin Riayat Shah I), putera kepada Sultan Mahmud Shah dan Tun Fatimah [1]. Ia ditubuhkan setelah kejatuhan Melaka kepada Portugis pada tahun 1511 [1]. Semasa kesultanan ini wujud, para pemerintah terpaksa menghadapi pelbagai cabaran dan mengatur strategi yang berkesan untuk mempertahankan kedaulatannya [1]. Kesultanan ini akhirnya mencapai zaman kegemilangannya pada abad ke-16 hingga ke-18 kerana telah menjadi tumpuan pusat perdagangan dan pusat persuratan Alam Melayu, serta mempunyai pengurusan pelabuhan yang hebat [1]. Sejarah dan kisah Kesultanan Johor-Riau adalah penting dan relevan kepada rakyat Malaysia, Singapura, dan Indonesia, kerana ia mencerminkan warisan dan nilai bersama rantau ini.

Setakat ini, konteks sejarah Kesultanan Johor-Riau, terutamanya yang berkaitan Kota Johor Lama, boleh disampaikan kepada masyarakat khususnya generasi muda melalui pelbagai cara, antaranya adalah termasuk melalui pembelajaran di sekolah, pencarian di dalam internet, dan penggunaan aplikasi pembelajaran mudah alih. Selain itu, lawatan ke muzium dan tapak-tapak sejarah yang berkaitan dengan sejarah ini juga boleh dilakukan bagi mendapatkan maklumat tambahan yang mungkin tiada di dalam cara penyampaian yang disebutkan sebelum ini. Kaedah tradisional yang kebiasaannya digunakan oleh masyarakat khususnya generasi muda pula adalah dengan melalui kaedah pembacaan. Namun, terdapat kekurangan daripada kaedah tradisional tersebut kerana kaedah itu masih kurang interaktif serta mempunyai kepelbagaian integrasi multimedia walaupun ianya mempunyai penceritaan yang mengasyikkan. Aplikasi permainan mudah alih yang setara dengan aplikasi yang ingin dibangunkan juga memiliki dua masalah utama [2], [3], [4]. Masalah pertama ialah kekurangan aplikasi permainan mudah alih yang mempunyai ciri tempatan Malaysia, khususnya Kesultanan Johor-Riau. Masalah kedua pula ialah kekurangan aplikasi yang mengintegrasikan konteks sejarah Kesultanan Johor-Riau dengan genre strategi yang bertumpu kepada tatamain pertahanan menara (*tower defence* (TD)).

Dalam beberapa dekad ini, terdapat pelbagai aplikasi permainan mudah alih telah dibangunkan dengan menggunakan genre dan tatamain strategi yang telah mengadaptasi peristiwa sejarah daripada beberapa buah negara. Sebagai contoh, *Total War: Three Kingdoms* dan *Age of Empires 2* [5]. Aplikasi-aplikasi tersebut menyediakan para pengguna dengan sejarah zaman lampau dan budaya masyarakat pada zaman itu dalam bentuk hiburan, pendidikan, serta interaksi sosial. Walau bagaimanapun, konteks sejarah Kesultanan Johor-Riau masih kurang diadaptasi dan dipaparkan melalui platform aplikasi permainan mudah alih yang menggunakan tatamain TD. Oleh itu, projek ini bertujuan untuk membangunkan aplikasi permainan mudah alih 2-dimensi (2D) yang dipanggil "TD Kota Johor Lama" untuk mempamerkan elemen Kesultanan Johor-Riau dengan menggunakan tatamain TD.

Objektif projek ini adalah untuk mereka bentuk aplikasi permainan 2-dimensi (2D) TD Kota Johor Lama menggunakan tatamain strategi, membangunkan aplikasi permainan TD Kota Johor Lama menggunakan teknologi *Unity* untuk platform *Android*, serta menguji kebolegunaan dan penerimaan pengguna bagi aplikasi yang dibangunkan dengan melaksanakan ujian alfa dan beta terhadap pengguna sasaran. Aplikasi ini mengandungi ciri-ciri permainan seperti peraturan mekanik berdasarkan tatamain TD, penggunaan elemen asas multimedia seperti animasi, audio, grafik, teks, dan video, menggabungkan elemen penceritaan berdasarkan konteks sejarah Kesultanan Johor-Riau, dan mengaplikasikan antara muka pengguna (*user interface* (UI)) yang ringkas. Hasil yang diharapkan adalah peningkatan kesedaran sejarah Malaysia di kalangan masyarakat setempat, terutama golongan muda, dan sumbangan kepada industri permainan mudah alih tempatan.

Kertas prosiding ini akan dibahagikan kepada beberapa bahagian utama: “Pengenalan”, “Kajian Literatur”, “Metodologi”, “Perbincangan dan Hasil”, serta “Kesimpulan”. “Pengenalan” akan memberikan gambaran keseluruhan tentang projek, sementara “Kajian Literatur” akan membincangkan kajian-kajian sebelumnya yang berkaitan. Bahagian “Metodologi” akan menjelaskan kaedah yang digunakan dalam projek ini, dan bahagian “Perbincangan dan Hasil” akan membincangkan hasil dan implikasi projek ini. Akhir sekali, “Kesimpulan”, meringkaskan penemuan utama kajian sambil menyatakan semula perkara utama yang disimpulkan daripada projek ini, serta memberi beberapa cadangan untuk menggalakkan penerusan penyelidikan semasa.

2. Kajian Literatur

Bahagian ini membincangkan kajian literatur yang berkaitan dengan projek pembangunan bagi aplikasi permainan mudah alih, iaitu TD Kota Johor Lama. Bahagian 2.1 membicarakan latar belakang domain kajian, iaitu sejarah Kesultanan Johor-Riau. Bahagian 2.2 pula meliputi penerangan terhadap aplikasi permainan mudah alih yang merangkumi kajian mengenai teknologi yang digunakan. Pada seksyen selanjutnya, iaitu Bahagian 2.3, ia akan membahas analisis perbandingan antara aplikasi sedia ada yang setara dengan aplikasi yang dicadangkan di dalam bentuk jadual.

2.1 Kesultanan Johor-Riau

Pada tahun 1528, Sultan Alauddin Riayat Shah II telah mengasaskan Kesultanan Johor-Riau, yang mewarisi sistem dan wilayah Melaka yang jatuh ke tangan Portugis [1], [6]. Kesultanan ini menjadi kuasa maritim yang hebat di Nusantara, tetapi menghadapi banyak cabaran dan peperangan daripada pihak lain [1], [6]. Kesultanan ini juga terlibat dalam Perjanjian Inggeris-Belanda 1824, yang memecahkan wilayah Johor-Riau kepada dua bahagian [1], [7]. Kesultanan ini bergantung kepada Orang Laut, sekutu asing, dan kota pertahanan untuk mengatasi cabaran dan mencapai kegemilangan [1]. Salah satu kota pertahanan yang penting ialah Kota Johor Lama, yang dibina pada tahun 1540 di Sungai Johor, tetapi telah ditawan dan dibakar oleh Portugis pada tahun 1587 [8]. Pada waktu sekarang, kawasan Kota Johor Lama ini telah dijadikan sebagai tapak Muzium Kota Johor Lama sebagai tanda untuk mengingati dan menghargai kota pertahanan ini yang telah berjasa kepada rakyat Kesultanan Johor-Riau kerana telah mempertahankan mereka. Kesultanan Johor-Riau sangat mempengaruhi perkembangan budaya, bahasa, agama, dan politik Alam Melayu, dan menjadi pusat penyebaran Islam, ilmu pengetahuan Melayu, dan kesusasteraan [1], [6]. Ia juga menentang penjajahan Barat seperti Portugis dan mempertahankan identiti dan maruah orang Melayu serta amat berkait rapat dengan sejarah negeri-negeri dan negara-negara di rantau ini [6]. Kesimpulannya, Kesultanan Johor-Riau amat mempengaruhi sejarah dan perkembangan Alam Melayu [1], [6]. Oleh itu, bagi membantu menerapkan konteks sejarah kesultanan ini, terdapat pelbagai saluran yang boleh digunakan dan dicapai melalui teknologi pada zaman sekarang. Ini termasuklah penggunaan teknologi aplikasi permainan mudah alih kerana teknologi ini dapat membantu memberikan pengalaman permainan tatamain TD yang berasaskan sejarah kesultanan ini.

2.2 Teknologi yang Digunakan

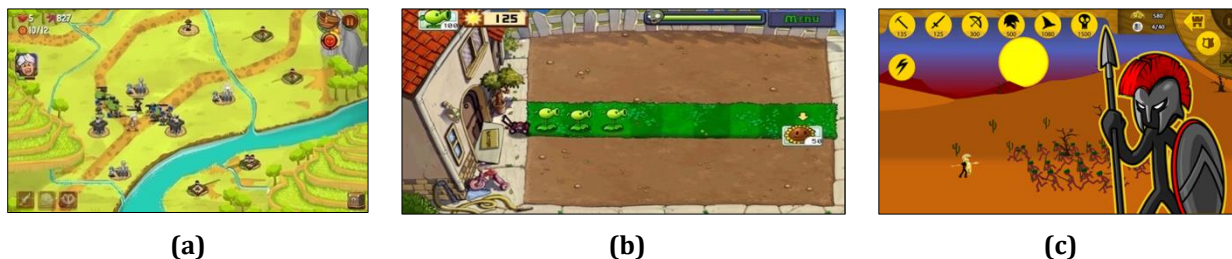
Aplikasi permainan mudah alih ialah program perisian yang direka untuk dijalankan pada peranti mudah alih seperti telefon pintar, *tablet*, dan pembantu digital peribadi (*personal digital assistant* (PDA)) tetapi lebih menjurus kepada penggunaan permainan yang menghiburkan [9], [10]. Untuk membangunkan aplikasi permainan mudah alih, enjin permainan perlu digunakan. Aplikasi ini juga boleh didapati dalam pelbagai genre serta persekitaran dan grafik mengikut kesesuaian sistem pengoperasian (*operating system* (OS)) peranti mudah alih yang digunakan oleh aplikasi tersebut.

Bagi projek ini, aplikasi TD Kota Johor Lama telah menggunakan genre permainan strategi. Genre ini mempunyai pelbagai tatamain yang tersendiri dan kebiasaannya ia sesuai untuk permainan yang melibatkan peperangan dan strategi [11], [12]. Aplikasi ini telah menggunakan tatamain TD. Seterusnya, persekitaran dan grafik permainan yang digunakan ialah 2D kerana ia lebih mudah, murah, dan ringan (*lightweight*) untuk dibangunkan berbanding 3-dimensi (3D) [13], [14].

Aplikasi TD Kota Johor Lama telah dibangunkan di dalam enjin permainan *Unity* kerana ia mempunyai gudang (*store*) dengan kepelbagaian ciri dan aset yang boleh digunakan untuk menjadikan permainan berfungsi dan kelihatan lebih hebat [15], [16]. *Unity* tersedia untuk *Windows* dan *macOS* supaya para pembangun boleh membuat permainan untuk *desktop*, peranti mudah alih, dan konsol permainan dengan mudah [15], [16]. *Android* dipilih sebagai platform dan OS mudah alih untuk aplikasi yang dibangunkan kerana ia serasi dengan pelbagai peranti dan menyokong pelbagai perkakasan daripada pelbagai pengeluar [17], [18].

2.3 Analisis Perbandingan

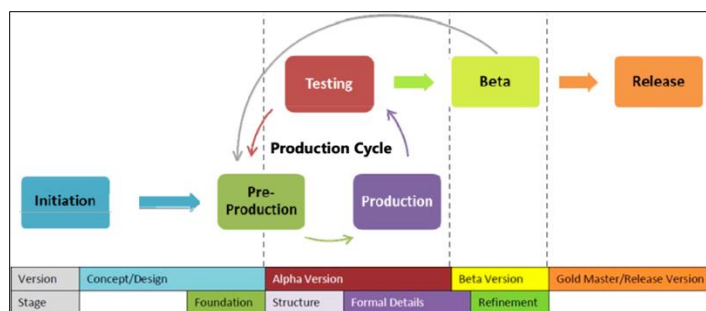
Bagi melaksanakan projek ini, tiga aplikasi sedia ada yang setara dengan TD Kota Johor Lama telah dipilih, iaitu *Diponegoro – Tower Defense* [2], *Plants vs. Zombies™* [3], dan *Stick War: Legacy* [4]. Setiap aplikasi mempunyai ciri-ciri, kelebihan, dan kekurangannya yang tersendiri. Rajah 1 (a) hingga (c) menunjukkan salah satu antara muka bagi aplikasi-aplikasi sedia ada yang setara. Manakala Jadual 1 di dalam Lampiran A membandingkan keempat-empat aplikasi tersebut, iaitu *Diponegoro – Tower Defense* [2], *Plants vs. Zombies™* [3], *Stick War: Legacy* [4], dan TD Kota Johor Lama. Berdasarkan Jadual 1, dapat disimpulkan bahawa TD Kota Johor Lama mengikuti ciri-ciri standard aplikasi permainan mudah alih yang menggunakan tatamain TD perspektif *top-down* seperti menara/pangkalan yang boleh dinaik taraf, laluan yang mempunyai pelbagai bentuk, dan musuh yang pelbagai sifat.



Rajah 1 Aplikasi sedia ada yang setara dengan TD Kota Johor Lama (a) *Diponegoro – Tower Defense* [2]; (b) *Plants vs. Zombies™* [3]; (c) *Stick War: Legacy* [4]

3. Metodologi

Bahagian ini membincangkan metodologi yang dipilih untuk membangunkan aplikasi TD Kota Johor Lama. Kitaran Hayat Pembangunan Permainan (*Game Development Life Cycle* (GDLC)) [19] ialah rangka kerja yang bertujuan untuk pembangunan permainan. Ia menggabungkan pelbagai aspek seperti seni, muzik, pengaturcaraan, dan pengurusan. Sumber asal model metodologi GDLC [19] yang dipilih adalah daripada penyelidikan dan penerbitan oleh Rido Ramadan dan Yani Widyani. Model GDLC [19] tersebut mempunyai enam fasa: Permulaan (*Initiation*), Pra-Penghasilan (*Pre-Production*), Penghasilan (*Production*), Pengujian (*Testing*), Beta, dan Pengeluaran (*Release*). Di dalam model tersebut, terdapat Kitaran Penghasilan (*Production Cycle*) yang merangkumi fasa Pra-Penghasilan (*Pre-Production*), Penghasilan (*Production*), dan Pengujian (*Testing*). **Rajah 2** menunjukkan model metodologi GDLC yang dicadangkan oleh Rido Ramadan dan Yani Widyani [19].



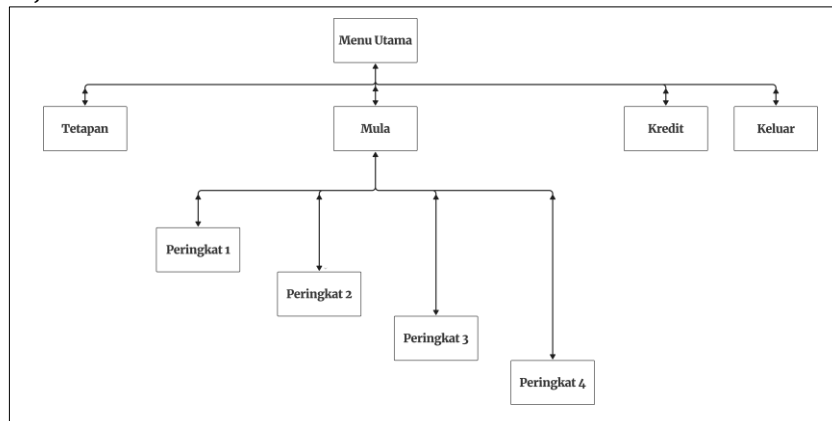
Rajah 2 Model metodologi GDLC [19]

3.1 Permulaan (*Initiation*)

Fasa 1 atau Permulaan ialah fasa pertama dalam GDLC, di mana konsep permainan TD Kota Johor Lama dibentuk. Fasa ini bertujuan untuk menetapkan visi dan pemahaman tentang permainan yang ingin dicipta. Fasa ini melibatkan sesi sumbang saran dengan pakar rujuk subjek/kandungan (*subject matter expert* (SME)) Sejarah daripada Maktab Rendah Sains MARA (MRSM) Batu Pahat, tinjauan keperluan pengguna sasaran, kajian literatur, dan perbandingan dengan aplikasi sedia ada. Hasilnya ialah idea dan konsep awal permainan TD Kota Johor Lama dan penerangan ringkas permainan untuk fasa pembangunan seterusnya. Jadual 2(a) dan Jadual 2(b) di dalam Lampiran B menunjukkan hasil analisis keperluan sistem kefungsiian dan bukan kefungsiian bagi aplikasi TD Kota Johor Lama.

3.2 PraPenghasilan (*Pre-Production*)

Fasa 2 atau Pra-Penghasilan ialah fasa di mana papan cerita UI direka serta sampel prototaip permainan aplikasi TD Kota Johor Lama dibangunkan. Fasa ini juga melibatkan elemen-elemen seperti halaman tajuk, gaya tatamain, demografi, sistem permainan, gambaran keseluruhan permainan, seni konseptual, penerangan panjang, naratif/peringkat, tatamain, peta, keperluan audio, dan jadual. Elemen-elemen ini didokumenkan dalam Dokumen Reka Bentuk Permainan (*Game Design Document* (GDD)). Pelan terperinci yang menggambarkan struktur navigasi dan carta alir sistem aplikasi dan permainan juga dicipta. **Rajah 3** di dalam **Lampiran C** menunjukkan papan cerita UI untuk aplikasi TD Kota Johor Lama. Manakala **Rajah 4** menunjukkan gambaran struktur navigasi aplikasi ini. Manakala **Rajah 5(a)** dan **Rajah 5(b)** di dalam **Lampiran D** menunjukkan carta alir sistem dan permainan bagi aplikasi TD Kota Johor Lama.



Rajah 4 Struktur navigasi aplikasi TD Kota Johor Lama

3.3 Penghasilan (*Production*)

Fasa 3 atau Penghasilan ialah fasa di mana aset permainan dan kod sumber dibuat dan diintegrasikan. Aset permainan meliputi kesan bunyi, muzik latar belakang, UI yang interaktif, video penceritaan serta objek permainan dan *sprite* 2D (seni (*art*) yang diperbagus pada fasa Pra-Penghasilan). Kod sumber pula ialah logik pengaturcaraan yang menggunakan skrip *C# Unity*. Dengan itu, prototaip permainan TD Kota Johor Lama telah dibina serta ia menggunakan platform *Android* dan melibatkan tatamain TD.

3.4 Pengujian (*Testing*)

Fasa 4 atau Pengujian ialah fasa di mana pembangun menilai kualiti permainan TD Kota Johor Lama secara dalaman (alfa). Fasa ini berlaku selepas fasa Penghasilan, apabila permainan sudah boleh dimainkan. Pembangun melakukan Ujian Kefungsian (*Functionality Testing*), iaitu ujian bermain dengan tugas dan matlamat tertentu untuk mengesahkan keperluan dan fungsi permainan. Pembangun mendokumen serta menganalisis isu pepijat, ralat, dan tatamain permainan untuk diperbaiki sebelum ujian luaran beta.

3.5 Beta

Fasa 5 atau Beta ialah fasa di mana permainan TD Kota Johor Lama diuji oleh pihak ketiga, iaitu pihak berkepentingan, untuk menilai kualiti permainan ini. Fasa ini berlaku selepas fasa Pengujian dan sebelum fasa Pengeluaran. Fasa ini bertujuan untuk mengenal pasti dan menyelesaikan sebarang pepijat atau isu pada permainan versi alfa dan mengesahkan keperluan dengan pengguna sasaran dengan melakukan Ujian Penerimaan Pengguna (*User Acceptance Testing*). Fasa ini menggunakan kaedah beta tertutup dengan penguji daripada kalangan pelajar MRSM Batu Pahat yang berumur 13 hingga 17 tahun. Seramai 21 orang pelajar telah menurut serta untuk menguji aplikasi ini melalui tiga telefon pintar *Android* yang disediakan oleh pembangun. Pembangun mengumpul data dan maklum balas daripada penguji dengan menggunakan borang soal selidik Skala Kebolehgunaan Sistem (*System Usability Scale* (SUS)) Versi Standard.

3.6 Pengeluaran (*Release*)

Fasa 6 atau Pengeluaran ialah fasa di mana permainan TD Kota Johor Lama dilancarkan secara rasmi sebagai produk yang lengkap. Fasa ini berlaku selepas fasa-fasa sebelumnya selesai dan permainan memenuhi semua keperluan. Fasa ini melibatkan pelancaran produk di *Google Play Store*, penyediaan dokumentasi projek, perkongsian pengetahuan, analisis pemeriksaan selepas pelancaran, dan perancangan untuk penyelenggaraan, pengembangan, dan kemas kini permainan.

3.7 Aliran Kerja Pembangunan Aplikasi

Metodologi GDLC [19] mempunyai enam fasa utama: Permulaan (*Initiation*), Pra-Penghasilan (*Pre-Production*), Penghasilan (*Production*), Pengujian (*Testing*), Beta, dan Pengeluaran (*Release*). Setiap fasa mempunyai matlamat dan hasil yang tertentu, memastikan permainan mencapai kualiti kriteria yang dikehendaki. **Jadual 3** di dalam **Lampiran E** menunjukkan fasa, tugas, dan *output* bagi setiap tugas terhadap setiap fasa di dalam bentuk jadual.

4. Hasil Dapatan dan Perbincangan

Bahagian ini membincangkan berkenaan hasil keputusan daripada pengujian alfa dan beta yang diadakan sewaktu fasa Pengujian dan Beta. Pengujian beta telah dijalankan dengan melibatkan 21 penguji dalam kalangan pengguna sasaran, iaitu yang berumur antara 13 hingga 17 tahun.

4.1 Pengujian Alfa

Pengujian alfa telah diadakan untuk memastikan kesemua elemen UI boleh berfungsi dengan baik sebelum melakukan pengujian beta. Ia merangkumi elemen butang dan permainan, seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual 4(a) dan Jadual 4(b).

Jadual 4(a) *Pelan ujian hasil daripada pengujian alfa bagi elemen butang*

Butang	Hasil Diharapkan	Hasil Sebenar	Pembetulan
Berhenti	Menghentikan peringkat permainan dan navigasi ke UI Mula	Tiada navigasi	Membaiki pada bahagian pengkodan
Jeda	Menghentikan sejenak peringkat permainan dan navigasi ke UI Jeda	Berjalan dengan baik	Tiada
Jual pada Peringkat 1, 2, dan 4	Menjual menara senjata dan mendapat pulangan wang sebanyak 70% daripada harga asal	Berjalan dengan baik	Tiada
Jual pada Peringkat 3	Tidak boleh diketik dan menara senjata tidak boleh dijual	Berjalan dengan baik	Tiada
Keluar	Navigasi ke UI Keluar	Berjalan dengan baik	Tiada
Kembali	Navigasi ke UI Mula	Berjalan dengan baik	Tiada
Kredit	Navigasi ke UI Kredit	Berjalan dengan baik	Tiada
Mula	Navigasi ke UI Mula	Berjalan dengan baik	Tiada
	Memulakan peringkat permainan dengan kemaraan musuh	Berjalan dengan baik	Tiada
Naik Taraf pada Peringkat 1	Tidak boleh diketik dan menara senjata tidak dinaik taraf		
Naik Taraf pada Peringkat 3	Menaik taraf menara senjata kurang daripada 8 kali sehingga tidak boleh diketik dan dinaik taraf	Berjalan dengan baik	Tiada
Naik Taraf pada Peringkat 2 dan 4	Menaik taraf menara senjata sebanyak dua kali bagi setiap tempat pembinaan menara	Berjalan dengan baik	Tiada
Pangkah	Menutup UI yang sedang dipaparkan	Berjalan dengan baik	Tiada
Peringkat 1	Navigasi ke UI Peringkat 1	Berjalan dengan baik	Tiada
Peringkat 2	Navigasi ke UI Peringkat 2	Berjalan dengan baik	Tiada
Peringkat 3	Navigasi ke UI Peringkat 3	Berjalan dengan baik	Tiada
Peringkat 4	Navigasi ke UI Peringkat 4	Berjalan dengan baik	Tiada
Sambung Kembali	Menyambung kembali peringkat permainan yang dijedakan	Berjalan dengan baik	Tiada
Teruskan	Navigasi ke peringkat permainan baharu (UI Peringkat 2, 3, dan 4) atau UI Kredit	Berjalan dengan baik	Tiada
Tetapan	Navigasi ke UI Tetapan	Berjalan dengan baik	Tiada
Tempat pembinaan menara senjata	Membina menara senjata	Berjalan dengan baik	Tiada
Ulang Semula	Mengulang semula peringkat permainan yang dijedakan	Berjalan dengan baik	Tiada
Ya	Navigasi ke UI Menu Utama	Berjalan dengan baik	Tiada

Jadual 4(b) *Pelan ujian hasil daripada pengujian alfa bagi elemen permainan*

Elemen	Hasil Diharapkan	Hasil Sebenar	Pembetulan
Bar kesihatan musuh	Warna hijau berkurang setiap kali diserang oleh menara senjata	Berjalan dengan baik	Tiada
Kalah peringkat permainan	Memaparkan UI Kalah	Klip audio asyik berulang	Memastikan klip audio hanya dimainkan sekali
Menang peringkat permainan	Memaparkan UI Menang	Klip audio asyik berulang	Memastikan klip audio hanya dimainkan sekali
Paparan bilangan gelombang musuh	Memaparkan penurunan bilangan gelombang musuh setiap kali ia mara di awal laluan	Berjalan dengan baik	Tiada
Paparan bilangan nyawa	Memaparkan penurunan bilangan nyawa setiap kali musuh tiba di hujung laluan	Berjalan dengan baik	Tiada
Paparan bilangan wang kupang	Memaparkan penurunan bilangan wang kupang setiap kali menara senjata dibina	Berjalan dengan baik	Tiada
	Memaparkan kenaikan bilangan wang kupang setiap kali menara senjata dijual dan musuh dikalahkan	Berjalan dengan baik	Tiada
Paparan bilangan mata	Memaparkan bilangan mata (skor) yang diperolehi daripada bilangan wang kupang setiap kali musuh dikalahkan	Berjalan dengan baik	Tiada

4.2 Pengujian Beta

Pengujian beta bagi aplikasi permainan TD Kota Johor Lama telah dilakukan terhadap 21 pelajar MRSM Batu Pahat berumur 13 hingga 17 tahun melalui tiga telefon pintar *Android* yang disediakan oleh pembangun. Ia adalah untuk menilai persepsi kebolehgunaan perkhidmatan, produk, dan sistem dengan menggunakan borang soal selidik SUS Versi Standard. Borang ini mempunyai soal selidik 10 item, iaitu gabungan antara lima item ganjil dan lima item genap, dengan lima pilihan jawapan menggunakan skala *Likert* daripada 1 (Sangat Tidak Bersetuju) hingga 5 (Sangat Setuju) untuk para responden yang perlu dibuat pengiraan bagi mendapatkan skor SUS.

Rajah 6 (a) hingga (j) menunjukkan analisis carta bar yang menggambarkan jumlah responden bagi setiap skala untuk setiap soalan. Menurut Rajah 6 (a), terdapat 2 responden yang berkecuali untuk Soalan 1. Jumlah responden yang memberikan penilaian positif ("Bersetuju" dan "Sangat Bersetuju") pula adalah 17, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian negatif ("Tidak Bersetuju") adalah 2. Ini membuktikan 81.0% responden berasa mereka ingin bermain aplikasi ini dengan kerap. 85.7% responden juga berasa aplikasi tersebut tidak terlalu rumit untuk digunakan kerana menurut Rajah 6 (b), terdapat 18 responden yang memberikan penilaian positif ("Bersetuju" dan "Sangat Bersetuju") untuk Soalan 2. Jumlah responden yang berkecuali pula adalah 1, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian negatif ("Tidak Bersetuju" dan "Sangat Tidak Bersetuju") adalah 2.

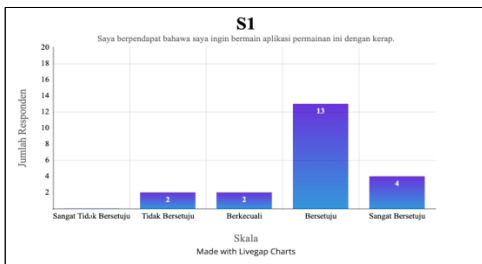
Selain itu, jumlah responden yang memberikan penilaian positif ("Bersetuju" dan "Sangat Bersetuju") adalah 20, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian negatif ("Tidak Bersetuju") adalah 1 menurut Soalan 3 di dalam Rajah 6 (c). Ini membuktikan 95.2% responden berasa aplikasi ini mudah digunakan. Manakala Rajah 6 (d) menunjukkan terdapat 9 responden yang memberikan penilaian negatif ("Sangat Tidak Bersetuju" dan "Tidak Bersetuju") bagi Soalan 4. Jumlah responden yang berkecuali pula adalah 5, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian positif ("Bersetuju" dan "Sangat Bersetuju") adalah 7. Ini bermaksud 42.8% responden berasa mereka memerlukan sokongan teknikal untuk menggunakan aplikasi permainan dan sebilangan lagi tidak berasa demikian.

Seterusnya, 71.4% responden berasa fungsi-fungsi dalam aplikasi ini terintegrasi dengan baik kerana berdasarkan keputusan Soalan 5 di dalam Rajah 6 (e), terdapat 15 responden yang memberikan penilaian positif ("Bersetuju" dan "Sangat Bersetuju"). Jumlah responden yang berkecuali pula adalah 5, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian negatif ("Tidak Bersetuju") adalah 1. Rajah 6 (f) pula membuktikan 71.4% responden menafikan terdapat banyak ketidakseragaman dalam aplikasi ini kerana terdapat 15 responden yang memberikan penilaian negatif ("Sangat Tidak Bersetuju" dan "Tidak Bersetuju") dengan Soalan 6. Jumlah

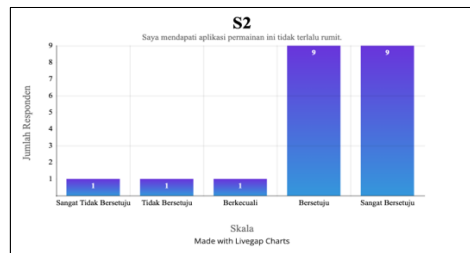
responden yang berkecuali pula adalah 4, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian positif (“Bersetuju”) adalah 2.

Di samping itu, 100% responden berasa kebanyakan orang akan dapat belajar bermain aplikasi ini dengan cepat disebabkan Rajah 6 (g) menunjukkan jumlah responden yang memberikan penilaian positif (“Bersetuju” dan “Sangat Bersetuju”) adalah 21 bagi Soalan 7. Berdasarkan Rajah 6 (h) pula, 85.7% responden pula menafikan mereka berasa aplikasi ini janggal untuk dimainkan kerana terdapat 18 responden yang memberikan penilaian negatif (“Sangat Tidak Bersetuju” dan “Tidak Bersetuju”) dengan Soalan 8. Jumlah responden yang berkecuali pula adalah 1, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian positif (“Bersetuju”) adalah 2.

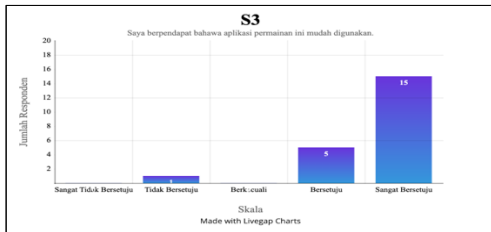
Akhirnya, Rajah 6 (i) membuktikan 95.2% berasa sangat yakin apabila bermain aplikasi ini kerana terdapat 20 responden yang memberikan penilaian positif (“Bersetuju” dan “Sangat Bersetuju”) bagi Soalan 9. Jumlah responden yang berkecuali pula adalah 1. 47.6% responden juga menafikan yang mereka memerlukan banyak perkara untuk dipelajari sebelum dapat meneruskan bermain aplikasi permainan tersebut tetapi sebilangan kecil lagi tidak berasa demikian menurut keputusan Soalan 10 di dalam Rajah (j). Ini kerana, terdapat 10 responden yang memberikan penilaian negatif (“Sangat Tidak Bersetuju” dan “Tidak Bersetuju”). Jumlah responden yang berkecuali pula adalah 8, manakala jumlah responden yang memberikan penilaian positif (“Bersetuju”) adalah 3.



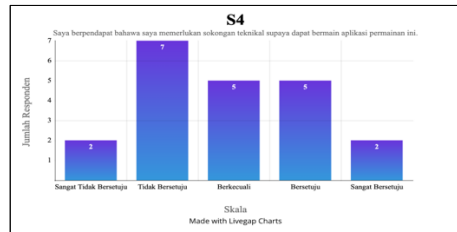
(a)



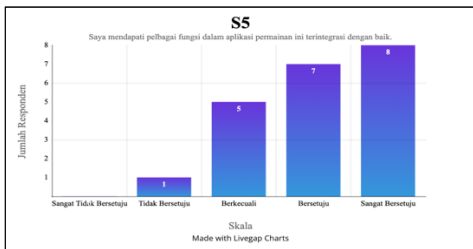
(b)



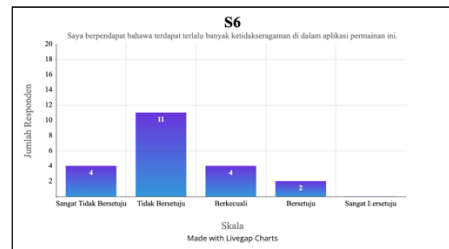
(c)



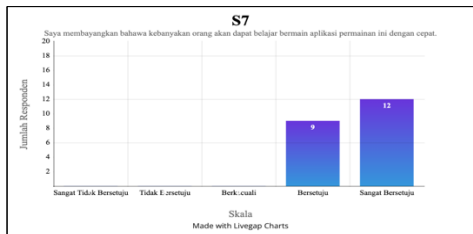
(d)



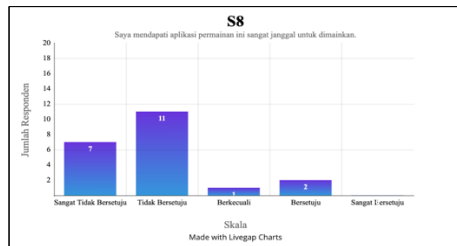
(e)



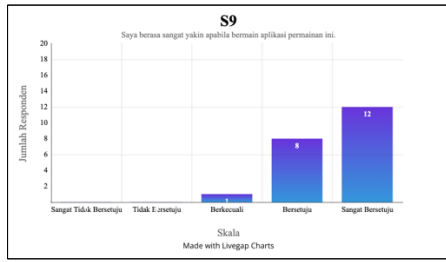
(f)



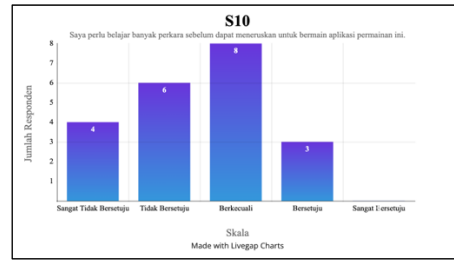
(g)



(h)



(i)



(j)

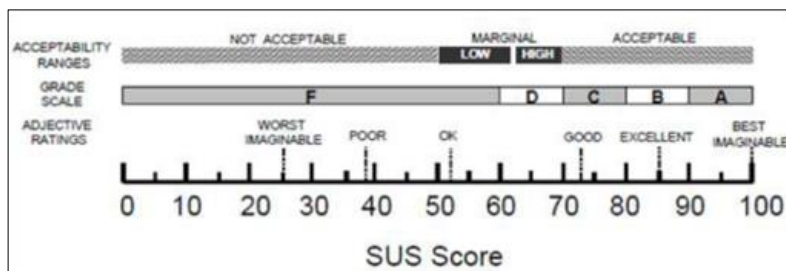
Rajah 6 Analisis (a) Carta bar untuk Soalan 1; (b) Carta bar untuk Soalan 2; (c) Carta bar untuk Soalan 3; (d) Carta bar untuk Soalan 4; (e) Carta bar untuk Soalan 5; (f) Carta bar untuk Soalan 6; (g) Carta bar untuk Soalan 7; (h) Carta bar untuk Soalan8; (i) Carta bar untuk Soalan 9; (j) Carta bar untuk Soalan 10

Untuk item ganjil (S1, S3, S5, S7, dan S9), setiap skor yang diberikan oleh responden perlu ditolak dengan satu dan kemudiannya ditambahkan. Manakala untuk item genap (S2, S4, S6, S8, dan S10) pula, setiap skor yang diberikan oleh responden perlu ditolak dengan lima dan kemudiannya ditambahkan. Setelah mendapat jumlah daripada kedua-dua item, jumlah-jumlah itu perlu ditambahkan antara mereka dan kemudiannya didarabkan dengan “2.5” untuk mendapatkan skor SUS. Skor SUS ialah sistem pemarkahan unik antara “0” hingga “100”. Setelah itu, tambahkan setiap skor SUS dan bahagikannya dengan jumlah responden bagi memperoleh skor purata.

Jadual 4 menunjukkan ringkasan pengiraan terhadap skor SUS hasil daripada pengujian beta tersebut. Rajah 7 pula menunjukkan kedudukan gred markah SUS. Berdasarkan Rajah 7, aplikasi permainan TD Kota Johor Lama berada dalam lingkungan “Acceptable” untuk julat boleh diterima dan mempunyai skala gred dalam lingkungan “C”. Selain itu, peringkat kata sifat untuk aplikasi permainan ini adalah dalam lingkungan “OK”.

Jadual 4 Skor SUS hasil daripada pengujian beta.

Responden	Skor Item										Item Ganjil	Item Genap	Skor SUS (/100)	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10				
R01	3	5	5	2	3	3	5	3	4	2	15	10	62.5	
R02	2	5	5	1	3	3	4	2	4	3	13	11	60.0	
R03	4	4	5	3	3	2	5	2	5	3	17	11	70.0	
R04	4	5	4	3	4	2	5	2	4	3	16	10	65.0	
R05	5	4	5	1	4	2	4	1	5	1	18	16	85.0	
R06	2	5	2	2	2	2	5	2	5	1	11	13	67.5	
R07	4	1	5	3	4	1	4	1	5	3	17	16	82.5	
R08	4	4	5	3	4	3	5	2	5	3	18	10	70.0	
R09	5	4	5	5	5	1	5	1	5	1	20	13	82.5	
R10	4	4	4	2	4	2	5	1	5	1	17	15	80.0	
R11	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	15	05	50.0	
R12	4	5	5	4	5	1	5	1	5	3	19	11	75.0	
R13	4	3	5	2	4	2	4	1	5	3	17	14	77.5	
R14	5	4	5	5	5	2	4	2	4	2	18	10	70.0	
R15	4	4	4	4	5	2	4	2	5	4	17	09	65.0	
R16	4	5	5	2	5	2	4	2	4	2	17	12	72.5	
R17	4	5	5	2	5	2	5	2	5	2	19	12	77.5	
R18	4	4	5	2	3	3	5	2	4	2	16	12	70.0	
R19	4	5	5	4	5	2	5	2	4	3	18	09	67.5	
R20	4	5	5	4	5	1	5	1	5	4	19	10	72.5	
R21	3	2	4	3	4	4	4	4	4	3	13	10	57.5	
Skor Purata														70.5



Rajah 7 Kedudukan gred markah SUS

5. Kesimpulan

Berdasarkan kajian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap aplikasi yang dibangunkan bernama TD Kota Johor Lama, projek ini telah berjaya mencapai dan memenuhi kesemua tiga objektif yang telah ditetapkan. Objektif pertama adalah untuk mereka bentuk sebuah aplikasi permainan 2D TD Kota Johor Lama dengan menggunakan tatamain strategi yang bertumpu kepada TD. Objek ini tercapai kerana aplikasi ini mempunyai reka bentuk 2D pada reka bentuk latar belakang, reka bentuk alatan, dan reka bentuk karakter di dalam mekanik tatamain TD. Objektif kedua pula ialah membangunkan aplikasi permainan TD Kota Johor Lama menggunakan teknologi *Unity* untuk platform *Android*. Objektif ini tercapai kerana aplikasi ini telah berjaya dibangunkan dan dimainkan di dalam tiga jenis telefon pintar *Android* yang berbeza. Akhir sekali, objektif ketiga bagi projek ini ialah menguji kebolegunaan dan penerimaan pengguna bagi aplikasi yang dibangunkan dengan melaksanakan ujian alfa dan beta terhadap pengguna sasaran. Objektif ini tercapai kerana aplikasi ini telah dinilai oleh pembangun sendiri untuk ujian alfa bagi mengenal pasti kebolehgunaannya serta telah diuji oleh pengguna sasaran seramai 21 orang pelajar berumur 13 hingga 17 tahun daripada MRSM Batu Pahat untuk ujian beta dan telah mendapat skor purata SUS sebanyak 70.5, yang bermakna aplikasi ini boleh diterima oleh mereka.

Bagi membangunkan aplikasi yang lebih baik pula, terdapat beberapa cadangan penambahbaikan untuk kerja masa hadapan, iaitu menambah bilangan tahap permainan dan mereka mekanik permainan yang lebih mencabar berdasarkan tatamain strategi TD bagi menarik minat pengguna sasaran untuk terus bermain. Selain itu, merencana jalan cerita yang lebih mengasyikkan dan menarik dalam bentuk animasi supaya para pemain berasa terkait dan relevan dengan jalan cerita tersebut. Ciri pembelajaran seperti kuiz boleh dimasukkan sewaktu pemain bermain supaya mereka fokus terhadap konteks sejarah Kesultanan Johor-Riau yang disampaikan dalam aplikasi. Tambahan lagi, menambah ciri permainan seperti gudang (*store*) untuk para pemain membeli penggalak (*booster*) atau papan skor global untuk pemain bersaing antara mereka, dapat meningkatkan tahap keseronokan dan cabaran.

Kesimpulannya, kajian bertajuk "TD Kota Johor Lama: Pembangunan Aplikasi Permainan Mudah Alih 2D Kesultanan Johor-Riau Berasaskan Genre Strategi" telah berjaya dilaksanakan secara keseluruhannya. Aplikasi permainan TD Kota Johor Lama dibangunkan kerana setakat ini, membaca adalah kaedah tradisional untuk mengakses sejarah Kesultanan Johor-Riau, yang masih kurang diterapkan dalam teknologi, khususnya aplikasi permainan mudah alih. Permainan strategi sedia ada juga tidak mengintegrasikan sejarah tempatan Malaysia. Pembangunan aplikasi ini membolehkan pembangun mempelajari pelbagai pengalaman dan pengetahuan baharu. Pada masa akan datang, diharapkan aplikasi ini dapat ditingkatkan kualitinya untuk mendedahkan pemain kepada sejarah Kesultanan Johor-Riau, mengadaptasi ciri tempatan dalam permainan, menggalakkan nilai-nilai patriotik dan nasionalisme, meningkatkan kemahiran berfikir strategik dan kritikal, serta memupuk minat terhadap teknologi dan pembangunan permainan dalam kalangan remaja.

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 (Conflict of Interest)

Penulis mengisytiharkan bahawa tidak ada konflik kepentingan mengenai penerbitan kertas ini.

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of the paper.

Sumbangan Penulis (Author Contribution)

Penulis mengesahkan sumbangan mereka kepada kertas seperti berikut: **konsep kajian dan reka bentuk:** Nur Zahrah Mohd Zain; **pengumpulan data:** Nur Zahrah Mohd Zain; **analisis dan tafsiran keputusan:** Nur Zahrah

Mohd Zain, Norhalina Senan; **penyediaan manuskrip draf**: Nur Zahrah Mohd Zain, Norhalina Senan. Semua penulis menyemak keputusan dan meluluskan versi akhir manuskrip.

*The authors confirm their contribution to the paper as follows: **study conception and design**: Nur Zahrah Mohd Zain; **data collection**: Nur Zahrah Mohd Zain; **analysis and interpretation of results**: Nur Zahrah Mohd Zain, Norhalina Senan; **draft manuscript preparation**: Nur Zahrah Mohd Zain, Norhalina Senan. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.*

Rujukan

- [1] S. Mansor, M. Nordin, A. S. A. I. Saidoo, *Buku Teks Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) Sejarah Tingkatan 2*, Ed. Pertama, Kuala Lumpur, Malaysia: Dewan Bahasa dan Pustaka (DBP), 2017. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://anyflip.com/hbnfk/xdzk>. [Diakses: Nov. 04, 2023].
- [2] Game Lokal Indonesia, "Diponegoro - Tower Defense," *play.google.com*, Dis. 05, 2017. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tws.games.diponegoro>. [Diakses: Nov. 09, 2023].
- [3] ELECTRONIC ARTS, "Plants vs. Zombies™," *play.google.com*, Nov. 28, 2023. [Dalam Talian]. Tersedia: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ea.game.pvzfree_row. [Diakses: Dis. 01, 2023].
- [4] Max Games Studios, "Stick War: Legacy - Apps on Google Play," *play.google.com*, Mei 17, 2024. Tersedia: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.maxgames.stickwarlegacy>. [Diakses: Jun 12, 2024].
- [5] N. Cowen, "The Best Historical Strategy Games You Can Play Right Now," *www.historyhit.com*, Jun 22, 2021. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://www.historyhit.com/gaming/the-best-historical-strategy-games-you-can-play-right-now/>. [Diakses: Nov. 09, 2023].
- [6] M. Nordin, "Keintelektualan Masyarakat Johor: Tradisi Persuratan Merentas Zaman," *Journal of Al-Tamaddun*, vol. 17, no. 2, ms. 83–98, Dis. 2022. doi: <https://doi.org/10.22452/jat.vol17no2.7>.
- [7] M. H. M. Rusli, "Bagaimana jika Johor tidak menjadi sebahagian daripada British Malaya?," *www.astroawani.com*, Astro AWANI Network Sdn. Bhd., Nov. 24, 2020. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/bagaimana-jika-johor-tidak-menjadi-sebahagian-daripada-british-malaya-269930>. [Diakses: Dis. 01, 2023].
- [8] Z. S. Al-Hafiz, "Mengembara Ke Kota Tinggi: Tapak Peradaban Melayu Johor," *The Patriots*, Okt. 04, 2019. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://thepatriots.asia/mengembara-ke-kota-tinggi-tapak-peradaban-melayu-johor/>. [Diakses: Dis. 01, 2023].
- [9] K. M. A. K. Yahaya dan S. Ibrahim, "Tahap Keberkesanan Penggunaan Aplikasi Mudah Alih DVI1012 Art History Dalam Pembelajaran Kursus DVI1012 Art History," *7th International Conference on Information Technology & Society*, ms. 87–95, Nov. 2022 [Dalam Talian]. Tersedia: <http://fstm.kuis.edu.my/icits/2022/eproceeding/assets/files/ITS065-TAHAPKEBERKESANANPENGGUNAANAPLIKASIMUDHALIHDVI1012ARTHISTORYDALAMPENBELAJARAN KURSUSDVI1012ARTHISTORY.pdf>. [Diakses: Dis. 01, 2023].
- [10] W. Bao, "Current Situation and Development of Trend of Chinese Mobile Game Development," *Advances in Economics, Business and Management Research*, vol. 219, ms. 460–466, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220603.075>. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://www.atlantispress.com/proceedings/icemed-22/125975391>. [Diakses: Dis. 01, 2023].
- [11] Deloitte, "Let's Play, Malaysia! Video gaming & esports 2022," *www2.deloitte.com*, Apr. 2023. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/sg/Documents/technology-media-telecommunications/sea-tmt-lets-play-2022-country-profiles-malaysia-apr2023.pdf>. [Diakses: Dis. 03, 2023].
- [12] G. T. Kumala dan W. Istiono, "Comparison of Flow Field and A-Star Algorithm for Pathfinding in Tower Defense Game," *International Journal Of Multidisciplinary Research And Analysis (IJMRA)*, vol. 5, no. 9, ms. 2445–2453, Sep. 2022, doi: <https://doi.org/10.47191/ijmra/v5-i9-20>. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://ijmra.in/v5i9/Doc/20.pdf>.
- [13] Juegoadmin, "2D Vs 3D Game Development: What are the Major Differences?," *Juego Studio*, Ogo. 02, 2023. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://www.juegostudio.com/blog/2d-vs-3d-game-development>.
- [14] Superadmin, "2D Games vs 3D Games: Key Features, Pricing, and Top Genres [+6 Trends for 2023]," *Kevuru Games*, Feb. 09, 2023. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://kevurugames.com/blog/differences-between-2d-games-vs-3d-games/>.
- [15] C. Vohera, H. Chheda, D. Chouhan, A. Desai dan V. Jain, "Game Engine Architecture and Comparative Study of Different Game Engines," 2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Kharagpur, India, 2021, ms. 1-6, doi: 10.1109/ICCCNT51525.2021.9579618.

- [16] Unity Technologies, "Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D, VR & AR Engine," *unity.com*, 2023. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://unity.com/>. [Diakses: Dis. 03, 2023].
- [17] V. Beal, "What are Examples of Mobile Operating Systems? | Webopedia," *Webopedia*, Apr. 06, 2022. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://www.webopedia.com/insights/mobile-os-and-different-types/>.
- [18] Google, "Android Open Source Project (AOSP)," *source.android.com*, 2023. [Dalam Talian]. Tersedia: <https://source.android.com>. [Diakses: Dis. 03, 2023].
- [19] R. Ramadan dan Y. Widyani, "Game Development Life Cycle Guidelines," *2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, ms. 95–100, Sep. 2013, doi: <https://doi.org/10.1109/icacsis.2013.6761558>. [Dalam Talian]. Tersedia: https://www.researchgate.net/publication/271548605_Game_development_life_cycle_guidelines.

Lampiran A:

Jadual 1 Jadual perbandingan antara aplikasi sedia ada yang setara dan aplikasi yang dicadangkan

Ciri	<i>Diponegoro – Tower Defense</i> [2]	<i>Plants vs. Zombies™</i> [3]	<i>Stick War: Legacy</i> [4]	TD Kota Johor Lama
Genre permainan dan tatamain	TD	TD	TD	TD
Persekitaran dan grafik	2D	2D	2D	2D
OS dan platform	<i>Android</i>	<i>Android</i> dan <i>iOS</i>	<i>Android</i> dan <i>iOS</i>	<i>Android</i>
Mod tatamain	PvE/PvC	PvE/PvC	PvE/PvC	PvE/PvC
Latar belakang domain	Sejarah Perang Jawa di Indonesia	Zaman malapetaka (<i>apocalypse</i>) zombi	Dunia fantasi <i>Inamorta</i>	Sejarah peperangan di Kota Johor Lama sewaktu zaman Kesultanan Johor-Riau di Malaysia
Kumpulan umur sasaran	10+ tahun	9+ tahun	12+ tahun	13 hingga 17 tahun
Mod, bahagian permainan, dan peringkat	<ul style="list-style-type: none"> • 25 peringkat • Tiada mod dan bahagian permainan 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 mod: <i>Adventure</i> dan <i>Survival</i> • 10 peringkat untuk setiap 5 bahagian permainan di dalam mod <i>Adventure</i> • 1 peringkat tidak berpenghujung (<i>endless</i>) untuk mod <i>Survival</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 bahagian permainan: <i>Classic Campaign</i>, <i>Missions Weekly Levels</i>, <i>Tournament Mode</i>, dan <i>Endless Deads</i> • 6 peringkat untuk bahagian <i>Classic Campaign</i> • 1 peringkat yang tiada peringkat maksimum untuk bahagian <i>Missions Weekly Levels</i> • 3 peringkat untuk bahagian <i>Tournament Mode</i> • 3 peringkat untuk bahagian <i>Endless Deads</i> • Tiada mod 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 peringkat • Tiada mod dan bahagian permainan

Jenis dan bilangan unit dan pangkalan/menara	<ul style="list-style-type: none"> • 2 jenis unit: Pemain (pahlawan dan pangkalan senjata) dan musuh (penjajah) • 1 pahlawan • 6 pangkalan senjata • 16 penjajah • Bilangan unit musuh bertambah mengikut kemaraan peringkat pemain 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 jenis unit: Pemain (tumbuhan) dan musuh (zombi) • 49 tumbuhan yang boleh dinaik taraf • 26 zombi • Bilangan unit bertambah mengikut kemaraan peringkat pemain 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 jenis unit: Pemain (tentera <i>stickman</i> negara <i>Order</i>) dan musuh (tentera <i>stickman</i> negara <i>Archidons</i>, <i>Swordwrath</i>, <i>Magikill</i>, dan <i>Speartons</i>) • 6 tentera <i>stickman</i> pemain yang boleh dinaik taraf sebanyak 3 kali • 6 tentera <i>stickman</i> untuk setiap negara musuh • Bilangan unit bertambah mengikut kemaraan peringkat pemain 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 jenis unit: Pemain (menara senjata) dan musuh (tentera Portugis) • 3 menara senjata yang boleh dinaik taraf sebanyak 2 kali • 5 tentera Portugis • Bilangan unit musuh bertambah mengikut kemaraan peringkat pemain
Bahasa kandungan	Indonesia dan Inggeris	Inggeris	Arab, Cina, Czech, Inggeris, Perancis, Jerman, Ibrani, Hindi, Itali, Jepun, Korea, Rusia, dan Sepanyol	Melayu
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuai untuk penggemar tatamain TD dengan perspektif <i>top-down</i> • Memupuk minat terhadap sejarah Perang Jawa dari Indonesia • Permainan yang relevan dengan budaya negara Indonesia dan mencabar 	<ul style="list-style-type: none"> • Sudah cukup terkenal sejak tahun 2009 • Sesuai untuk penggemar tatamain TD perspektif <i>top-down</i> untuk bermain • Permainan yang menghiburkan, kreatif, mempunyai pelbagai mod, dan senang untuk difahami • Dibina untuk platform selain <i>Android</i> • Ada penceritaan untuk memaparkan plot permainan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuai untuk penggemar tatamain TD perspektif <i>top-down</i> untuk bermain • Permainan yang menghiburkan, kreatif, mempunyai pelbagai bahagian, dan senang untuk difahami • Dibina untuk platform selain <i>Android</i> • Ada video penceritaan untuk memaparkan plot permainan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sesuai untuk penggemar tatamain TD perspektif <i>top-down</i> untuk bermain • Memupuk minat terhadap sejarah Kesultanan Johor-Riau dari Malaysia • Permainan yang relevan dengan budaya negara Malaysia dan mencabar • Ada video penceritaan untuk memaparkan plot permainan dan elemen sejarah Kesultanan Johor-Riau

Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memaparkan ciri tempatan Malaysia, khususnya sejarah Kesultanan Johor-Riau • Tidak dibina untuk platform selain <i>Android</i> • Tiada mod permainan PvP • Tiada grafik 3D untuk menghasilkan suasana yang lebih realistik 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memaparkan ciri tempatan Malaysia, khususnya sejarah Kesultanan Johor-Riau • Tiada mod permainan PvP • Tiada grafik 3D untuk menghasilkan suasana yang lebih realistik 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak memaparkan ciri tempatan Malaysia, khususnya sejarah Kesultanan Johor-Riau • Tiada mod permainan PvP • Tiada grafik 3D untuk menghasilkan suasana yang lebih realistik 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak dibina untuk platform selain <i>Android</i> • Tiada mod tatamain PvP • Tiada grafik 3D untuk menghasilkan suasana yang lebih realistik
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lampiran B:

Jadual 2(a) Hasil analisis keperluan sistem kefungisian

Modul	Penerangan
Skrin Percikan (<i>Splash Screen</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Sewaktu pengguna membuka aplikasi, sistem akan memaparkan UI Skrin Percikan (<i>Splash Screen</i>)
Menu Utama	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah UI Menu Utama dipaparkan, sistem hendaklah memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan • Setelah pengguna mengetik butang “Tetapan”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Tetapan • Setelah pengguna mengetik butang “Mula”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Mula • Setelah pengguna mengetik butang “Kredit”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Kredit • Setelah pengguna mengetik butang “Keluar”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Keluar
Tetapan	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah UI Tetapan dipaparkan, sistem sepatutnya memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan • Setelah pengguna mengetik butang “Pangkah”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Mula atau UI Jeda • Setelah pengguna mengetik butang “Kesan Bunyi” yang lalai, sistem sepatutnya memberikan pengguna keupayaan untuk membisukan kesan bunyi • Setelah pengguna mengetik butang “Kesan Bunyi” yang dibisukan, sistem sepatutnya memberikan pengguna keupayaan untuk memainkan semula kesan bunyi • Setelah pengguna mengetik butang “Muzik Latar Belakang” yang lalai, sistem sepatutnya memberikan pengguna keupayaan untuk membisukan muzik latar belakang • Setelah pengguna mengetik butang “Muzik Latar Belakang” yang dibisukan, sistem sepatutnya memberikan pengguna keupayaan untuk memainkan semula muzik latar belakang
Mula	<ul style="list-style-type: none"> • Setelah pengguna navigasi ke UI Mula, sistem hendaklah memaparkan video penceritaan untuk plot permainan • Setelah UI Mula dipaparkan, sistem hendaklah memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan • Setelah UI Mula dipaparkan, sistem hendaklah mengunci semua peringkat kecuali Peringkat 1 sewaktu pengguna pertama kali bermain • Setelah pengguna memenangi mana-mana peringkat selain Peringkat 4, sistem hendaklah membuka kunci Peringkat 2, 3, dan 4 setiap kali pengguna mara dari peringkat sebelum ke peringkat seterusnya

- Setelah pengguna mengetik butang “Peringkat 1”, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Peringkat 1
 - Setelah pengguna mengetik butang “Peringkat 2” yang telah dibuka kunci, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Peringkat 2
 - Setelah pengguna mengetik butang “Peringkat 3” yang telah dibuka kunci, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Peringkat 3
 - Setelah pengguna mengetik butang “Peringkat 4” yang telah dibuka kunci, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Peringkat 4
 - Setelah pengguna mengetik butang “Tetapan”, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Tetapan
 - Setelah pengguna mengetik butang “Kembali”, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Menu Utama
- Peringkat 1
- Setelah pengguna navigasi ke UI Peringkat 1, sistem hendaklah memaparkan video penceritaan untuk plot permainan dan misi bagi Peringkat 1
 - Setelah UI Peringkat 1 dipaparkan, sistem hendaklah memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan
 - Selama UI Peringkat 1 dipaparkan, sistem hendaklah sentiasa mengemaskini jumlah gelombang dan nyawa serta wang kupang yang telah digunakan oleh pengguna
 - Sekiranya jumlah nyawa habis digunakan oleh pengguna sebelum permainan Peringkat 1 tamat, sistem hendaklah memaparkan UI Kalah
 - Sekiranya jumlah wang kupang tidak mencukupi untuk membeli mana-mana menara senjata, sistem hendaklah menolak pembelian pengguna
 - Setelah pengguna berakhir dengan kemenangan pada UI Peringkat 1, sistem hendaklah memaparkan UI Menang
 - Selama UI Peringkat 1 dipaparkan, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk bermain menggunakan tatamain TD
 - Setelah pengguna mengetik butang “Jeda”, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Jeda
- Peringkat 2
- Setelah pengguna navigasi ke UI Peringkat 2, sistem hendaklah memaparkan video penceritaan untuk plot permainan dan misi bagi Peringkat 2
 - Setelah UI Peringkat 2 dipaparkan, sistem hendaklah memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan
 - Selama UI Peringkat 2 dipaparkan, sistem hendaklah sentiasa mengemaskini jumlah gelombang dan nyawa serta wang kupang yang telah digunakan oleh pengguna
 - Sekiranya jumlah nyawa habis digunakan oleh pengguna sebelum permainan Peringkat 2 tamat, sistem hendaklah memaparkan UI Kalah
 - Sekiranya jumlah wang kupang tidak mencukupi untuk membeli mana-mana menara senjata, sistem hendaklah menolak pembelian pengguna
 - Setelah pengguna berakhir dengan kemenangan pada UI Peringkat 2, sistem hendaklah memaparkan UI Menang
 - Selama UI Peringkat 2 dipaparkan, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk bermain menggunakan tatamain TD
 - Setelah pengguna mengetik butang “Jeda”, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk navigasi ke UI Jeda
- Peringkat 3
- Setelah pengguna navigasi ke UI Peringkat 3, sistem hendaklah memaparkan video penceritaan untuk plot permainan dan misi bagi Peringkat 3
 - Setelah UI Peringkat 3 dipaparkan, sistem hendaklah memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan
 - Selama UI Peringkat 3 dipaparkan, sistem hendaklah sentiasa mengemaskini jumlah gelombang dan nyawa serta wang kupang yang telah digunakan oleh pengguna
 - Sekiranya jumlah nyawa habis digunakan oleh pengguna sebelum permainan Peringkat 3 tamat, sistem hendaklah memaparkan UI Kalah
 - Sekiranya jumlah wang kupang tidak mencukupi untuk membeli mana-mana menara senjata, sistem hendaklah menolak pembelian pengguna
 - Setelah pengguna berakhir dengan kemenangan pada UI Peringkat 3, sistem hendaklah memaparkan UI Menang
 - Selama UI Peringkat 3 dipaparkan, sistem hendaklah memberikan pengguna kemampuan untuk bermain menggunakan tatamain TD

- Setelah pengguna mengetik butang “Jeda”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Jeda
- Peringkat 4
 - Setelah pengguna navigasi ke UI Peringkat 4, sistem hendaklah memaparkan video penceritaan untuk plot permainan dan misi bagi Peringkat 4
 - Setelah UI Peringkat 4 dipaparkan, sistem hendaklah memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai atau telah ditetapkan
 - Selama UI Peringkat 4 dipaparkan, sistem hendaklah sentiasa mengemaskini jumlah gelombang dan nyawa serta wang kupang yang telah digunakan oleh pengguna
 - Sekiranya jumlah nyawa habis digunakan oleh pengguna sebelum permainan Peringkat 4 tamat, sistem hendaklah memaparkan UI Kalah
 - Sekiranya jumlah wang kupang tidak mencukupi untuk membeli mana-mana menara senjata, sistem hendaklah menolak pembelian pengguna
 - Setelah pengguna berakhir dengan kemenangan pada UI Peringkat 4, sistem hendaklah memaparkan UI Menang
 - Selama UI Peringkat 4 dipaparkan, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk bermain menggunakan tatamain TD
- Jeda
 - Setelah pengguna mengetik butang “Jeda”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Jeda
 - Setelah UI Jeda dipaparkan, sistem hendaklah membisukan muzik latar belakang yang lalai atau telah ditetapkan
 - Setelah pengguna mengetik butang “Tetapan”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Tetapan
 - Setelah pengguna mengetik butang “Ulang Semula”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk mengulang semula peringkat yang sedang dimainkan
 - Setelah pengguna mengetik butang “Sambung Kembali”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk menyambung semula peringkat yang sedang dimainkan
 - Setelah pengguna mengetik butang “Berhenti”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Mula
- Menang
 - Setelah UI Menang dipaparkan, sistem hendaklah membisukan muzik latar belakang yang lalai atau telah ditetapkan
 - Setelah UI Menang dipaparkan, sistem sepatutnya memaparkan hasil kemenangan daripada mana-mana peringkat
 - Setelah pengguna mengetik butang “Teruskan”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi dari UI Peringkat 1 ke UI Peringkat 2, dari UI Peringkat 2 ke UI Peringkat 3, dari UI Peringkat 3 ke UI Peringkat 4, atau dari UI Peringkat 4 ke UI Kredit
 - Setelah pengguna mengetik butang “Kembali”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Mula
- Kalah
 - Setelah UI Kalah dipaparkan, sistem hendaklah membisukan muzik latar belakang yang lalai atau telah ditetapkan
 - Setelah UI Kalah dipaparkan, sistem sepatutnya memaparkan hasil kekalahan daripada mana-mana peringkat
 - Setelah pengguna mengetik butang “Ulang Semula”, sistem hendaklah memberikan mana-mana peringkat keupayaan untuk dimulakan semula bagi dimainkan oleh pengguna
 - Setelah pengguna mengetik butang “Kembali”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Mula
- Kredit
 - Setelah UI Kredit dipaparkan, sistem sepatutnya memainkan muzik latar belakang dan kesan bunyi yang lalai
 - Selama UI Kredit dipaparkan, sistem telah memaparkan kredit yang ditatalkan ke bawah secara automatik
 - Selama UI Kredit dipaparkan, sistem telah memberikan pengguna keupayaan untuk mentatalkan kredit ke bawah atau ke atas
 - Setelah pengguna mengetik butang “Pangkah”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Menu Utama
- Keluar
 - Setelah UI Keluar dipaparkan, sistem hendaklah membisukan muzik latar belakang, kesan bunyi, dan getaran yang lalai atau telah ditetapkan
 - Setelah pengguna mengetik butang “Ya”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk menutup aplikasi

- Setelah pengguna mengetik butang “Tidak”, sistem hendaklah memberikan pengguna keupayaan untuk navigasi ke UI Menu Utama

Jadual 2(b) Hasil analisis keperluan sistem bukan kefungsiian

Ciri Kualiti	Penerangan
Kapasiti	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi telah mampu menyimpan data permainan sebanyak 150MB
Kebolegunaan	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi telah menggunakan Bahasa Melayu sebagai bahasa kandungan • Aplikasi telah menggunakan elemen multimedia, seperti animasi, audio, grafik, teks, dan video untuk menarik perhatian pengguna • Aplikasi telah menggunakan genre permainan strategi yang bertumpu kepada tatamain TD
Keserasian	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi telah boleh digunakan pada mana-mana peranti mudah alih <i>Android</i> selagi memenuhi minimum spesifikasi keperluan perkakasan bagi pengguna • Aplikasi telah dibangunkan dengan menggunakan enjin permainan <i>Unity</i> • Bahasa pengaturcaraan ialah <i>C#</i>
Ketersediaan	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi tidak memerlukan sambungan internet untuk pengguna bermain kerana ia berasaskan luar talian • Mod permainan ialah PvE/PvC atau pemain tunggal
Metafora	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi telah mengadaptasi konteks sejarah Kesultanan Johor-Riau, terutamanya peristiwa peperangan yang berlaku di Kota Johor Lama
Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi telah diuji melalui ujian alfa oleh pembangun sebelum diedarkan kepada penguji pihak ketiga iaitu pengguna sasaran • Aplikasi telah diuji melalui ujian beta oleh penguji pihak ketiga iaitu pengguna sasaran sebelum dikeluarkan secara rasmi di <i>Google Play Store</i>
Prestasi	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi akan bertindak balas dalam masa 3 saat sewaktu ia dibuka • Butang akan bertindak balas dalam masa 0.8 saat secara purata sewaktu ia diketik

Lampiran C:



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



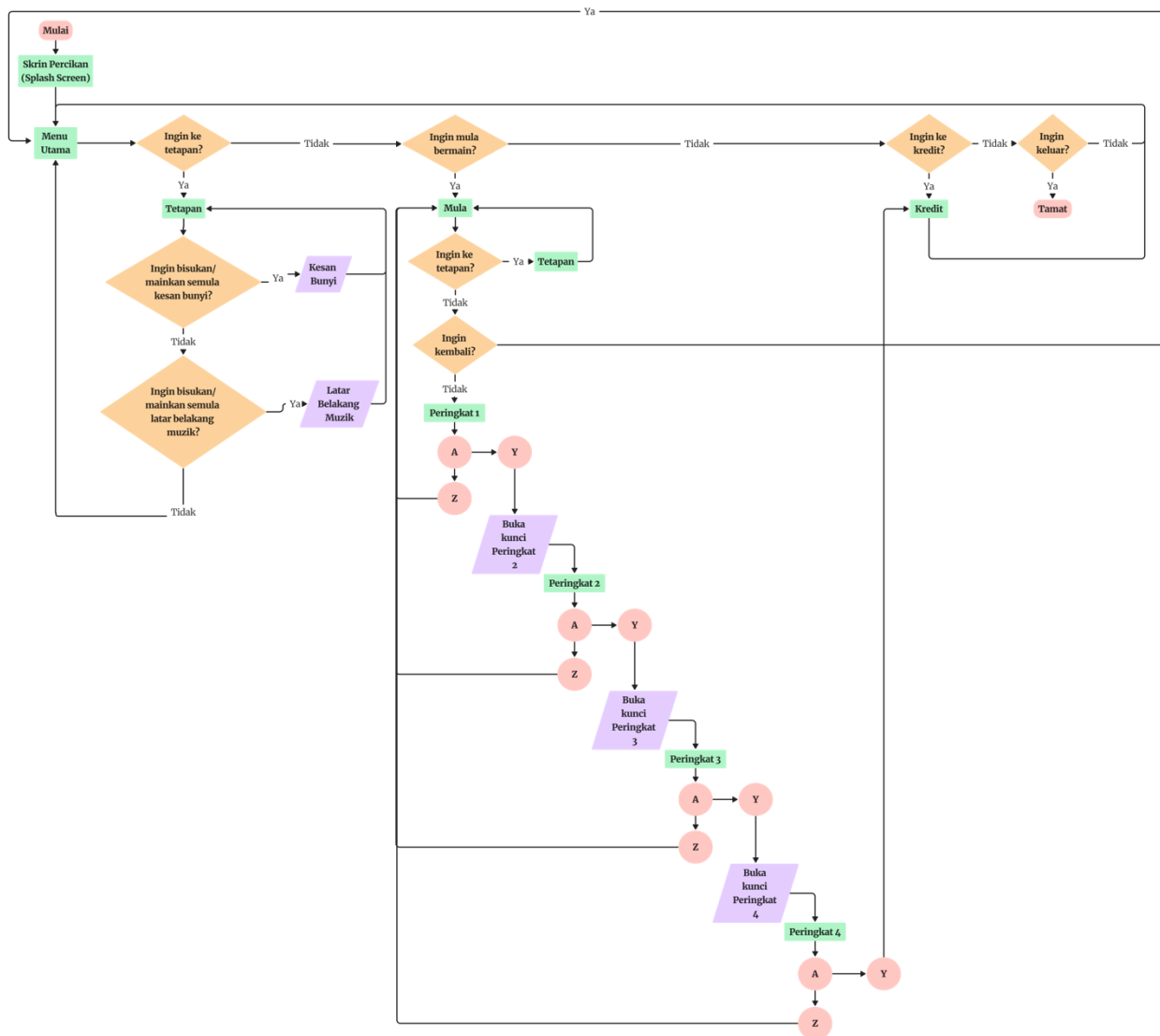
(h)



(i)

Rajah 3 (a) hingga (i) Papan cerita UI bagi aplikasi TD Kota Johor Lama

Lampiran D:



Rajah 5(a) Carta alir keseluruhan sistem bagi aplikasi TD Kota Johor Lama

Fasa 3: Penghasilan (<i>Production</i>)	<p>7. Melakukan semakan atau perubahan pada elemen atau reka bentuk permainan dan mendokumentkannya di dalam GDD</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mereka aset permainan 2. Mereka kod sumber 3. Menyatukan aset permainan dan kod sumber 4. Membina keseluruhan UI yang interaktif 5. Membangunkan prototaip permainan setelah memperbagus sampel prototaip permainan 	<ul style="list-style-type: none"> • Aset permainan • Kod sumber • Prototaip permainan
Fasa 4: Pengujian (<i>Testing</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan ujian bermain untuk penilaian dalaman alfa 2. Mengumpul data dan keputusan hasil daripada ujian 3. Mendokumenkan, menganalisis, dan menangani sebarang isu 4. Mengulang semula lelaran bagi Kitaran Penghasilan sekiranya perlu 	<ul style="list-style-type: none"> • Permainan versi alfa • Data dan keputusan ujian • Laporan isu berkaitan pepijat dan permintaan perubahan
Fasa 5: Beta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan ujian penerimaan pengguna untuk penilaian luaran beta 2. Mengumpul data dan maklum balas pengguna hasil daripada ujian 3. Mendokumenkan, menganalisis, dan menangani sebarang isu 4. Mengulang semula lelaran bagi Kitaran Penghasilan sekiranya perlu 	<ul style="list-style-type: none"> • Permainan versi beta • Data dan maklum balas ujian • Laporan isu berkaitan pepijat
Fasa 6: Pengeluaran (<i>Release</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melancarkan produk aplikasi secara rasmi di <i>Google Play Store</i> 2. Membuat dan melengkapkan dokumentasi laporan projek 3. Menjalankan analisis pemeriksaan selepas pelancaran sekiranya perlu 4. Merancang untuk penyelenggaraan, pengembangan, dan kemas kini permainan sekiranya perlu 	<ul style="list-style-type: none"> • Produk permainan akhir • Dokumentasi projek • Pengetahuan yang dikongsi • Analisis pemeriksaan selepas pelancaran (<i>post-mortem launch</i>)
