

APLIKASI PEMBELAJARAN TOKOH SEJARAH MENGGUNAKAN REALITI TERIMBUH

Lim Kuan Meng, Siti Zahidah Abdullah

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat

43600 Universiti Kebangsaan Malaysia

Abstrak

Realiti Maya dan Realiti Terimbuh(AR) merupakan salah satu komponen utama dalam kesan-kesan revolusi industri yang ke-4. Bersesuaian dengan objektif pendidikan semasa dan selaras dengan keperluan dunia pendidikan yang sedang menuju ke arah revolusi industri yang ke-4, aplikasi pembelajaran tokoh sejarah menggunakan Realiti Terimbuh akan dibangunkan dalam projek ini. Teknologi terkini memainkan peranan penting dalam penyampaian dan peningkatan pemahaman kepada pelajar sekolah dalam subjek Sejarah. Aplikasi ini dibangunkan untuk memperkaya pengalaman pembelajaran sejarah Malaysia dengan cara yang interaktif dan imersif. Menggunakan teknologi AR, pengguna dapat berinteraksi dengan model 3D tokoh-tokoh sejarah yang bukan sahaja memperkenalkan diri tetapi juga berkongsi maklumat mengenai sumbangan mereka. Projek ini menggunakan Flutter untuk membangunkan aplikasi mudah alih dan menggunakan firebase sebagai pangkalan data. Projek ini akan mengaplikasikan penggunaan Realiti Maya dan realiti tambahan berserta impak semasa dalam kelas harian. Projek ini membantu para pendidik yang kurang mahir dalam penggunaan aplikasi Realiti Maya dan Realiti Terimbuh. Ia juga memberi peluang kepada para pendidik menggunakan kaedah ini bagi meningkatkan pemahaman murid dengan lebih baik. Penggunaan kaedah ini dapat memberi skop baharu kepada guru sebagai alat bantu mengajar yang menarik serta memudahkan penyediaan bahan bantu mengajar. Projek ini memberi satu pendedahan baharu dan membuka kaedah baharu kepada warga pendidik Sejarah dalam semua peringkat.

Abstract

Virtual Reality and Augmented Reality are among the key components of the Fourth Industrial Revolution. In line with current educational objectives and the evolving needs of the education sector as it moves towards the Fourth Industrial Revolution, the Mobile Application for Learning Historical Figures Using Augmented Reality will be developed in this project. Advanced technology plays a crucial role in delivering and enhancing students' understanding of the History subject. This

application is designed to enrich the learning experience of Malaysian history in an interactive and immersive manner. By utilizing AR technology, users can interact with 3D models of historical figures who not only introduce themselves but also share information about their contributions. This project utilizes Flutter to develop the mobile application and Firebase as the database. It integrates virtual reality and augmented reality technologies to enhance classroom learning experiences in real time. The project aims to assist educators who may not be proficient in using virtual and augmented reality applications. Additionally, it provides teachers with an opportunity to implement this method to improve students' understanding more effectively. The adoption of this approach introduces a new scope for teachers as an engaging teaching aid while simplifying the preparation of instructional materials. Furthermore, it offers students an innovative and immersive learning experience. This project provides a new exposure and introduces innovative teaching methods for History educators across all level.

1.0 Pengenalan

Pada era digital ini, teknologi telah menjadi sebahagian daripada kehidupan seharian kita. Dalam bidang pendidikan, teknologi Augmented Reality (AR) telah muncul sebagai alat yang berpotensi untuk mengubah cara pelajar belajar dan berinteraksi dengan maklumat. Teknologi AR telah membuka pintu kepada pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan mendalam, membantu pelajar memahami konsep yang kompleks dengan lebih baik.

Aplikasi Pembelajaran Tokoh Sejarah Menggunakan Realiti Terimbuh ini dibangunkan untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran sejarah dengan mengintegrasikan teknologi AR. Aplikasi ini akan membolehkan pelajar untuk berinteraksi dengan tokoh-tokoh sejarah secara virtual, menjelajahi peristiwa-peristiwa penting, dan memahami konteks sejarah dengan lebih mendalam. Dengan demikian, diharapkan aplikasi ini dapat meningkatkan minat pelajar terhadap pembelajaran sejarah dan membantu mereka mencapai hasil pembelajaran yang lebih baik.

Salah satu masalah yang mungkin dihadapi dalam pembelajaran sejarah konvensional dan dapat diatasi oleh aplikasi ini adalah kekurangan minat pelajar. Pembelajaran sejarah seringkali dianggap membosankan oleh pelajar kerana pendekatan tradisional yang terlalu menekankan hafalan fakta, tarikh, dan peristiwa tanpa memberikan pemahaman yang mendalam tentang konteks dan hubungan antara peristiwa tersebut. Hal ini menyebabkan pelajar merasa kesulitan untuk terlibat secara emosional dan intelektual dengan material pembelajaran, sehingga pembelajaran sejarah menjadi kurang menarik dan bermakna.

Selain itu, pelajar juga menghadapi kesulitan memahami konteks sejarah. Pembelajaran sejarah yang konvensional seringkali mempunyai versi yang berlainan. Hal ini menyulitkan pelajar untuk memahami keterkaitan dan hubungan sebab-akibat di antara mereka. Akibatnya, pelajar hanya menghafal informasi tanpa mampu membangun pemahaman yang komprehensif dan menyeluruh tentang sejarah.

Seterusnya, kaedah pembelajaran sejarah tradisional, yang seringkali berpusat pada guru dan berbentuk interaksi sehalu kurang memberikan ruang bagi pelajar untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Hal ini mengakibatkan rendahnya tahap interaksi dan keterlibatan pelajar, sehingga mereka menjadi pasif dan kurang bermotivasi untuk belajar. Pelajar tidak mempunyai peluang untuk bertanya soalan yang lebih mendalam. Beberapa kajian, termasuk kajian oleh Mohd Samsudin dan Shahizan (2012) dan Aidah et al. (2021), telah menyoroti kelemahan dalam penggunaan sumber dan perkembangan profesional di kalangan guru sejarah. Kajian-kajian ini mendapati bahawa ramai guru menggunakan bahan pengajaran yang sama, yang menunjukkan keperluan untuk penambahbaikan dalam bidang ini.

Pembelajaran sejarah di Malaysia juga masih belum melibatkan teknologi Realiti Terimbuh. Beberapa kajian telah menyokong keberkesanan penggunaan Realiti Terimbuh (AR) dalam pendidikan. Antaranya seperti kajian yang dilakukan oleh McMahon(2016), Tarng(2013) dan Dickey et al. (2016). Oleh yang demikian, aplikasi Pembelajaran Tokoh Sejarah Menggunakan Realiti Terimbuh ini diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah tersebut dengan menyediakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, menarik, dan mendalam.

2.0 Kajian Literatur

Realiti Terimbuh (AR) dan Realiti Maya (VR) merupakan dua teknologi canggih yang semakin meluas penggunaannya dalam pelbagai bidang seperti pendidikan, perubatan, dan hiburan. AR ialah teknologi yang menambah elemen digital seperti gambar, teks, atau model 3D ke dalam dunia sebenar secara langsung melalui peranti seperti telefon pintar atau tablet. Teknologi ini membolehkan pengguna melihat dan berinteraksi dengan objek maya tanpa menjejaskan persekitaran sebenar mereka (Azuma, 1997). Sebaliknya, VR mencipta persekitaran maya sepenuhnya yang menggantikan dunia sebenar, di mana pengguna perlu memakai peranti khas seperti set kepala VR untuk tenggelam dalam pengalaman maya yang

sepenuhnya imersif (Burdea & Coiffet, 2003). Dari segi perbandingan, AR lebih mudah diakses dan sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran kerana ia tidak memerlukan peralatan khas, manakala VR lebih sesuai untuk latihan simulasi dan permainan kerana tahap imersifnya yang tinggi. Kedua-dua teknologi ini berfungsi untuk meningkatkan pengalaman pengguna, namun pendekatan dan kesesuaiannya berbeza mengikut keperluan dan konteks penggunaan (Billinghurst et al., 2015).

Menurut kajian Abdul Fadil(2021), Teknologi *virtual reality* (VR) merupakan teknologi baharu yang berpotensi besar untuk dikembangkan dalam bidang pendidikan berkonsepkan pembelajaran mudah alih (m-learning). VR dan AR mempunyai potensi dan keupayaan untuk mempersembahkan bahan pembelajaran dan alatan pendidikan dalam persekitaran tiga dimensi, terutamanya dalam mata pelajaran sains. Dengan menggabungkan VR dengan kandungan pembelajaran, anda boleh merangsang minat pelajar dalam mata pelajaran sains. Aplikasi ini menggunakan pendekatan pembelajaran penerokaan maya. Kandungan aplikasi ini adalah berdasarkan buku teks sains darjah 4. Ujian penerimaan pengguna telah dijalankan dengan 10 orang pelajar darjah empat menggunakan Skala Kebolegunaan Sistem (SUS). Dalam ujian, aplikasi ini mempunyai kadar penggunaan pengguna sebanyak 86.8%. Ini menunjukkan bahawa pengguna berpuas hati dengan aplikasi m-pembelajaran yang dibangunkan ini. Aplikasi ini mungkin dipertingkatkan dalam tetapan pendidikan dan latihan pada masa hadapan.

Aplikasi yang menggunakan teknologi Realiti Terimbuh untuk pengajaran sejarah tidak banyak di pasaran. Salah satu aplikasinya adalah Civilisation AR. Aplikasi ini menyediakan pengalaman interaktif unik yang membolehkan pengguna meneroka artifak sejarah dalam 3D menggunakan teknologi Realiti Terimbuh (AR). Aplikasi ini menampilkan pelbagai artifak dari muzium di seluruh dunia, termasuk patung, dokumen purba dan alatan purba, yang boleh dilihat betul-betul di hadapan mata pengguna melalui kamera peranti. Setiap artifak disertakan dengan penerangan terperinci yang menyediakan konteks sejarah dan menerangkan asal usul dan kepentingan artifak itu. Pengguna juga boleh menggunakan ciri interaktif untuk melihat artifak dari sudut berbeza, zum masuk atau keluar, dan mempelajari fakta menarik melalui teks dan audio yang disediakan. Civilizations AR memudahkan untuk mempelajari sejarah dengan cara yang menyeronokkan dan mengasyikkan, membolehkan pengguna mengalami sejarah secara langsung daripada peranti mudah alih mereka.

Selain itu, aplikasi yang juga menggunakan teknologi Realiti Terimbuh untuk pengajaran sejarah adalah aplikasi Kinfolk yang dibangunkan oleh Kinfolk Foundation. Aplikasi Kinfolk menawarkan pengalaman Realiti Terimbuh yang mendalam untuk mengarkibkan sejarah Black dan Brown, dengan memfokuskan pada tokoh-tokoh yang kurang dikenali. Melalui aplikasi ini, pengguna boleh menempatkan monumen digital yang memperingati tokoh-tokoh penting dalam sejarah di persekitaran nyata mereka, sama ada di rumah, sekolah, atau kawasan awam. Setiap monumen disertakan dengan narasi biografi yang dibacakan, memberikan gambaran mendalam tentang sumbangan tokoh tersebut dalam konteks sejarah yang lebih luas. Pengguna juga boleh meneroka arkib digital yang kaya dengan bahan rujukan seperti gambar, seni, dan video untuk memahami impak tokoh-tokoh ini lebih mendalam. Selain itu, aplikasi ini turut berfungsi sebagai alat pembelajaran di bilik darjah, terutama bagi golongan muda, untuk menggalakkan mereka menghargai dan menghubungkan diri dengan warisan sejarah mereka serta mendorong penglibatan dalam teknologi seperti AR.

3.0 Metodologi

Model air terjun adalah pendekatan tradisional untuk pembangunan perisian yang mengikuti proses linear dan berurutan. Ia melibatkan tujuh langkah iaitu, perancangan, analisis, reka bentuk, pembangunan, pengujian, pelaksanaan dan penyelenggaraan.

Pada peringkat perancangan, keperluan projek ditentukan dan pelan pembangunan dicipta. Keperluan projek termasuk fungsi-fungsi yang ingin dimasukkan oleh pihak berkepentingan. Perbincangan dan soal selidik dijalankan untuk menentukan keperluan fungsian dan keperluan bukan fungsian yang akan dibangunkan.

Selepas itu, analisis dijalankan berdasarkan keputusan perancangan. Keperluan yang ditentukan pada peringkat perancangan dianalisis dengan terperinci untuk memahami skop projek dengan jelas. Keperluan yang tidak digunakan akan disingkirkan daripada pelan pembangunan.

Peringkat yang seterusnya adalah peringkat reka bentuk. Reka bentuk sistem dibangunkan berdasarkan analisis keperluan. Antara muka pengguna direka dan diilustrasikan untuk menyenangkan peringkat pembangunan. Logik belakang semua keperluan juga dirancang supaya sistem yang dibangunkan berjalan lancar. Seterusnya, peringkat pembangunan dijalankan. Aplikasi dibangunkan berdasarkan reka bentuk yang telah ditetapkan. Selepas

peringkat pembangunan, masuklah peringkat pengujian. Aplikasi yang dibangunkan diuji untuk mengenal pasti dan membetulkan sebarang pepijat. Peringkat ini dijalankan untuk memastikan pengguna akhir dapat menggunakan aplikasi yang hampir sempurna. Selepas pengujian dijalankan, aplikasi tersebut bersedia untuk peringkat pelaksanaan. Aplikasi tersebut disebarkan kepada pengguna akhir. Akhirnya, peringkat penyelenggaraan. Sistem diselenggara untuk membetulkan pepijat, menambah ciri baharu, dan meningkatkan prestasi.

Dalam projek ini, model air terjun telah dipilih kerana ia sesuai dengan skop dan keperluan projek. Projek ini adalah projek berskala kecil dengan keperluan yang jelas dan tidak berubah. Model air terjun membolehkan pembangunan mengikuti proses yang teratur dan dikawal dengan baik untuk menghasilkan produk yang berkualiti tinggi.

4.0 Hasil

4.1 Pembangunan Aplikasi

Projek ini dibangunkan menggunakan perisian Unity sebagai enjin permainan utama yang menyokong fungsi realiti tambahan (AR) melalui pakej AR Foundation. Blender digunakan untuk menghasilkan dan menganimasikan model 3D tokoh sejarah. Proses pembangunan dimulakan dengan pengumpulan keperluan pengguna dan reka bentuk antaramuka pengguna (UI) menggunakan Unity UI Tools. Seterusnya, model 3D yang dibina dan dianimasikan di Blender diimport ke dalam Unity dan diintegrasikan dengan sistem AR agar dapat muncul di dunia nyata melalui pengesanan permukaan menggunakan kamera peranti.

Struktur kandungan seperti biografi, soalan lazim (FAQ) dan kuiz disimpan dalam fail berformat JSON yang dimuat naik ke storan awan Backblaze B2. UnityWebRequest digunakan untuk memuat turun data secara langsung dari awan ketika aplikasi dijalankan. Fungsi animasi interaktif diaktifkan berdasarkan input pengguna, seperti menjawab soalan dengan betul akan mencetuskan animasi "bersorak". Proses pembangunan adalah berulang (iteratif), di mana setiap fungsi diuji secara modular untuk memastikan kebolegunaan dan prestasi yang stabil di peranti Android.

UI direka dalam Unity menggunakan sistem kanvas dan elemen seperti ScrollView, Button, dan TextMeshProUGUI. Antaramuka ini memaparkan butang navigasi, penceritaan biografi, soalan lazim, kuiz, dan animasi AR.

Bahagian *back-end* melibatkan skrip pengurusan logik seperti QuizManager.cs, FAQManager.cs, dan ARModelPlacementController.cs. Skrip ini mengendalikan pemprosesan data, pengurusan animasi, pengambilan data dari awan dan pengendalian input pengguna. Keseluruhan sistem berfungsi berdasarkan pengaktifan modul secara dinamik berdasarkan interaksi pengguna dengan antarmuka yang disediakan.

Rajah 1.1 menunjukkan laman utama aplikasi. Rajah 1.2 menunjukkan laman pemilihan tokoh sejarah selepas menekan butang mula di laman utama.



Rajah 1.1 Laman Utama

Rajah 1.2 menunjukkan laman pemilihan tokoh sejarah selepas menekan butang mula di laman utama.



Rajah 1.2 Laman pemilihan tokoh sejarah

Rajah 1.3 menunjukkan laman pengimbasan permukaan yang sesuai untuk memaparkan model 3D. Butang di bawah ditekan untuk menempatkan model 3D.



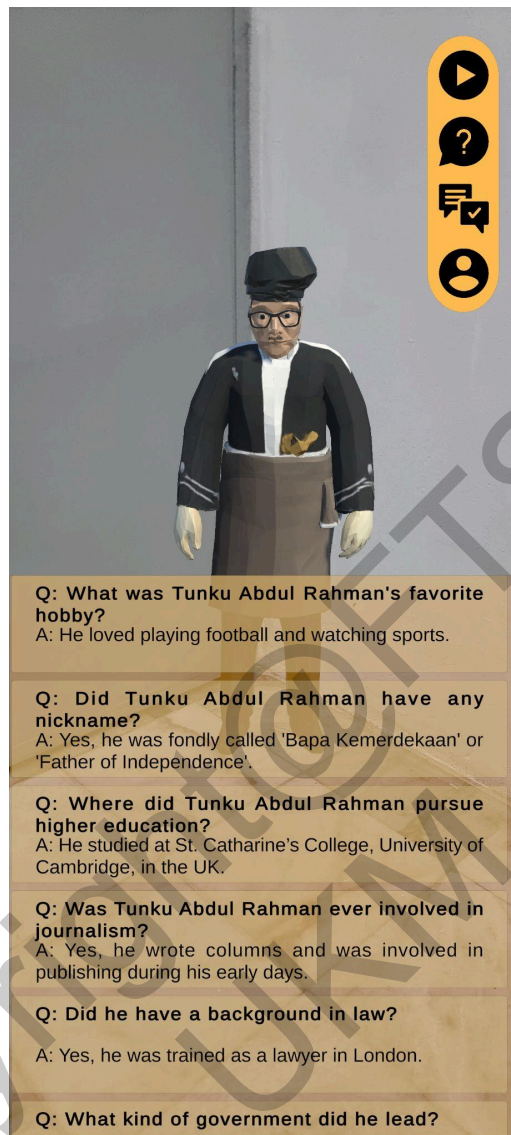
Rajah 1.3 Laman pengimbasan permukaan

Rajah 1.4 menunjukkan laman selepas model 3D ditempatkan pada permukaan. Terdapat 4 butang di atas kanan, fungsinya adalah untuk memulakan penerangan biografi, membuka laman FAQ, membuka laman kuiz, dan membuka semula laman pemilihan tokoh sejarah.



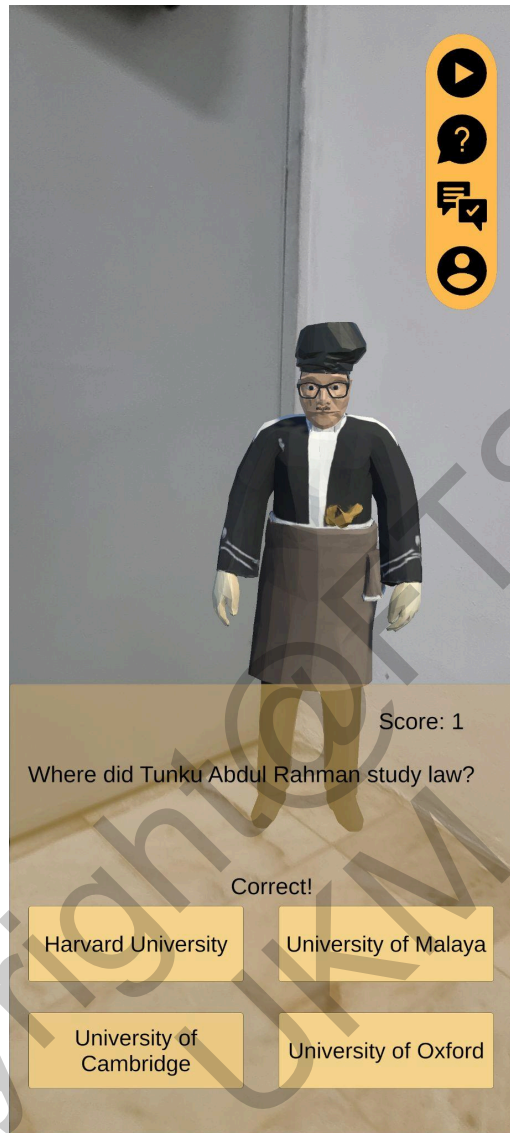
Rajah 1.4 Laman paparan model 3D

Rajah 1.5 menunjukkan laman FAQ selepas menekan butang FAQ(Butang kedua dari atas)



Rajah 1.5 Laman FAQ

Rajah 1.6 menunjukkan laman kuiz selepas menekan butang kuiz(Butang ketiga dari atas).



Rajah 1.6 Laman kuiz

Rajah 1.7 menunjukkan laman keputusan kuiz selepas menghabiskan kuiz.



Rajah 1.7 Laman keputusan kuiz

4.1 Penilaian Aplikasi

Objektif utama pengujian bagi aplikasi ini adalah untuk menilai fungsi dan prestasi sistem pada tahap pengujian komponen, pengujian integrasi, dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahawa setiap modul individu seperti sistem kuiz, sistem FAQ, sistem penempatan model AR dan sistem interaksi animasi berfungsi secara berasingan, saling berintegrasi tanpa konflik, dan dapat menyampaikan pengalaman pembelajaran yang menyeluruh serta stabil kepada pengguna akhir.

i. Pegujian Fungsian

Pengujian dilakukan berdasarkan keperluan fungsian dengan membandingkan jangkaan hasil dengan keputusan sebenar aplikasi Sej-AR-ah yang telah dibangunkan. Langkah ini bertujuan untuk mengesahkan bahawa semua komponen aplikasi berfungsi dengan baik dan lancar tanpa sebarang ralat. Setiap kes ujian telah direka berdasarkan keperluan fungsian yang telah dihuraikan dalam bab sebelumnya agar semua fungsi diuji secara menyeluruh dalam ujian Sistem. Jadual 1 menunjukkan ID kes ujian yang dipadankan dengan ID keperluan fungsian bagi memastikan kesepadanan antara keperluan dan pengujian yang dijalankan.

Jadual 1.1 ID Kes Ujian Pengguna dan Keperluan Fungsian

ID Kes Ujian	ID Keperluan Fungsian	Keperluan Fungsian	Keputusan
TC01	FR001	Penempatan Model AR	Lulus
TC02	FR002	Pemuatan Kuiz dari Backblaze B2	Lulus
TC03	FR003	Animasi Tokoh Berdasarkan Jawapan Kuiz	Lulus
TC04	FR004	Paparan FAQ	Lulus
TC05	FR005	Main Balik Audio Biografi Tokoh	Lulus
TC06	FR006	Fungsi “Cuba Lagi” dalam Kuiz	Lulus

ii. Pengujian Kebolehgunaan

Pengujian kebolehgunaan sistem dijalankan menggunakan borang soal selidik Google Form (rujuk Lampiran B) bagi mengumpul maklum balas pengguna terhadap aplikasi yang dibangunkan. Soal selidik ini dibahagikan kepada lima bahagian utama. Bahagian A mengandungi soalan demografi bagi mengenal pasti latar belakang responden. Bahagian B hingga Bahagian D pula merangkumi tiga aspek penting iaitu Kebolehgunaan Sistem, Kecekapan Pembelajaran Sistem, dan Kepuasan Pengguna. Setiap bahagian ini mengandungi lima soalan yang dijawab menggunakan Skala Likert 5 mata, di mana skor 1 merujuk kepada "Sangat Tidak Setuju" dan skor 5 merujuk kepada "Sangat Setuju". Skala ini digunakan untuk mengukur tahap persetujuan responden terhadap kenyataan yang berkaitan dengan pengalaman mereka semasa menggunakan aplikasi. Maklum balas yang diterima akan

menjadi asas penilaian prestasi aplikasi dan panduan bagi penambahbaikan akan datang. Bahagian E pula menyediakan ruang terbuka untuk responden memberikan pendapat, cadangan, atau komen umum terhadap Aplikasi Pembelajaran Tokoh Sejarah Menggunakan Realiti Terimbuh.

Jadual 1.2 menunjukkan pengujian sistem dari aspek kebolegunaan, yang merupakan aspek utama dalam menentukan kejayaan implementasi sistem. Dengan nilai purata 4.77, kebanyakan responden bersetuju bahawa fungsi sistem berjaya dilaksanakan.

Jadual 1.2 Analisis Statistik Kebolegunaan Sistem

Soalan	Purata
Aplikasi ini mudah digunakan walaupun kali pertama mencuba.	4.35
Antaramuka aplikasi ini ringkas dan senang difahami.	4.2
Susun atur butang dan paparan sistem membantu saya mencari maklumat dengan mudah.	4.3
Fungsi AR untuk meletakkan model tokoh sejarah adalah mudah digunakan.	4.15
Saya tidak menghadapi masalah teknikal semasa menggunakan aplikasi ini.	3.85
Purata Keseluruhan	4.17

Jadual 1.3 menunjukkan menguji sistem dari aspek kecekapan sistem. Pendapat responden terhadap kecekapan pembelajaran dikumpulkan dalam pengujian ini. Nilai purata bagi aspek tersebut ialah 4.05.

Jadual 1.3 Analisis Statistik Kecekapan Pembelajaran Sistem

Soalan	Purata
Audio biografi tokoh memberikan maklumat yang berguna dan mudah difahami.	3.85
Penggunaan model 3D menjadikan pembelajaran sejarah lebih hidup dan realistik.	4.1

Soalan lazim (FAQ) membantu saya mendapatkan fakta penting dengan cepat.	4.1
Soalan kuiz mencabar dan menguji pengetahuan saya tentang sejarah tokoh tersebut.	4.15
Aplikasi ini membantu saya lebih berminat untuk belajar Sejarah.	4.05
Purata Keseluruhan	4.05

Jadual 1.4 merupakan analisis pengujian dari aspek kepuasan pengguna sistem. Nilai purata bahagian ini merekodkan 4.24 menunjukkan bahawa responden berpuas hati dengan sistem *Sej-AR-ah*

Jadual 1.4 Analisis Statistik Kepuasan Pengguna Sistem

Soalan	Purata
Saya berpuas hati dengan keseluruhan pengalaman menggunakan aplikasi ini.	4.25
Saya seronok menggunakan aplikasi ini untuk belajar.	4.15
Saya akan mengesyorkan aplikasi ini kepada rakan saya.	4.10
Saya bersedia menggunakan aplikasi ini semula jika diberikan peluang.	4.05
Aplikasi ini sesuai digunakan di sekolah sebagai alat bantu pembelajaran.	4.65
Purata Keseluruhan	4.24

Jadual 1.5 menunjukkan cadangan penambahbaikan yang diberikan daripada responden terhadap sistem yang dibangunkan. Kebanyakan mencadangkan bahawa sistem dapat ditambahbaikkan dari segi fungsi sistem.

Jadual 1.5 Cadangan Penambahbaikan Responden

Cadangan
Gunakan latar belakang muzik yang sesuai untuk menambah suasana pembelajaran.
Benarkan akses kepada kandungan walaupun tanpa sambungan internet (<i>offline mode</i>).

Benarkan pengguna menyimpan markah kuiz untuk semakan semula.
Tambah sokongan untuk peranti apple
Kurangkan saiz aplikasi supaya mudah dimuat turun di peranti rendah spesifikasi.
Tambahkan lebih ramai tokoh sejarah agar pilihan lebih pelbagai.
Tambahkan fungsi “favourite” untuk menyimpan tokoh kegemaran.
Benarkan pengguna melihat semula soalan-soalan kuiz yang telah dijawab.
Tambah pilihan tokoh wanita dalam senarai tokoh sejarah.
Jadikan aplikasi boleh digunakan dalam mode landscape dan potrait.
Tambahkan kuiz dalam bentuk bergambar atau video.
Reka bentuk UI boleh diperbaiki agar lebih menarik dan moden.

5.0 Kesimpulan

Secara keseluruhannya, projek ini telah berjaya dibangunkan mengikut objektif yang telah ditetapkan. Aplikasi ini telah menunjukkan potensi besar sebagai alat bantu pembelajaran Sejarah yang inovatif dan interaktif. Melalui pendekatan yang memanfaatkan teknologi AR, pembelajaran tidak lagi terhad kepada teks dan gambar, tetapi turut melibatkan audio, visual, dan interaksi langsung yang dapat meningkatkan minat pelajar. Walaupun terdapat beberapa cabaran teknikal dan batasan dari segi skop, projek ini tetap berjaya mencapai hasil yang memberangsangkan dan menjadi asas kukuh untuk dikembangkan lagi pada masa hadapan. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi salah satu inisiatif ke arah memperkasa pembelajaran digital dalam sistem pendidikan negara.

6.0 Rujukan

- Abdul Fadil, M. S. I. & Wahid, N. 2021. Pembangunan aplikasi m-pembelajaran secara realiti maya untuk Sains Tahun 4. *Applied Information Technology and Computer Science*, 2(2): 650–667.
<https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs/article/view/2602>
- Aidah, E., Mohd Mahzan, A., Abdul Razaq & Santhi Pillai. 2021. Pengetahuan pedagogi guru dan amalan empati Sejarah dalam kalangan pelajar sekolah menengah. *Jurnal Wacana Sarjana*, 5(4): 1–12.
- ARCore supported devices. n.d. <https://developers.google.com/ar/devices> [13 Disember 2024].

- Architecture for Mobile Development. 2023. <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-for-mobile-development-design-patterns/> [10 Januari 2024].
- Azuma, R. T. 1997. A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4): 355–385.
- Billinghurst, M., Clark, A. & Lee, G. 2015. A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction*, 8(2–3): 73–272.
- Burdea, G. C. & Coiffet, P. 2003. *Virtual Reality Technology* (2nd ed.). New York: Wiley-IEEE Press.
- Dickey, R. M., Srikishen, N., Lipshultz, L. I., Spiess, P. E., Carrion, R. E. & Hakky, T. S. 2016. Augmented reality assisted surgery: A urologic training tool. *Asian Journal of Andrology*, 18(5): 732–734.
- McMahon, D. D., Cihak, D. F., Wright, R. E. & Bell, S. M. 2015. Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(1): 38–56. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1103149>
- Mohd Samsudin & Shahizan, S. 2012. Pendidikan dan pengajaran mata pelajaran Sejarah di sekolah di Malaysia. *Malaysian Journal of History, Politics and Strategic Studies*, 39(2): 116–141.
- Tarng, W., Yu, C. S., Liou, F. L. & Liou, H. H. 2013. Development of a virtual butterfly ecological system based on augmented reality and mobile learning technologies. *Proceedings of the 9th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC 2013)*: 674–679.
- What is Activity Diagram?. n.d. <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-activity-diagram/> [13 Disember 2024].
- What is Software Testing?. 2025. <https://www.geeksforgeeks.org/software-testing/software-testing-basics/> [1 Jun 2025].
- What is Use Case Diagram?. n.d. <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-use-case-diagram/> [13 Disember 2024].

Lim Kuan Meng (A193265)

Dr. Siti Zahidah Abdullah

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat
Universiti Kebangsaan Malaysia