

Aplikasi *Augmented Reality* Berkaitan Tanda-Tanda Keselamatan dalam Makmal Sains Sekolah

Norhasyimah Hamzah^{1*}, Muhammad Yusuf Aziz Abdul Ghoni²,
Arihasnida Ariffin³, Normah Zakaria⁴, Siti Nur Kamariah Rubani⁵

^{1,2,3,4,5}Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Malaysia

*Corresponding author: Norhasyimah Hamzah (hasyimah@utm.edu.my)

Received: 13 February 2023

Received in revised form: 11 May 2023

Accepted: 30 June 2023

Published: 31 July 2023

ABSTRAK

Pada masa kini, pendidikan abad ke 21 bersifat holistik dalam semua aspek termasuk aspek keselamatan kepada pelajar ketika merealisasikan kerja-kerja amali di makmal. Justeru itu, kesedaran terhadap tanda-tanda keselamatan adalah amat penting bagi mengelakkan berlakunya kemalangan semasa melakukan kerja amali sepanjang proses Pengajaran dan Pembelajaran (P&P) di makmal sains. Kajian ini bertujuan untuk mereka bentuk, membangunkan dan menilai kebolehgunaan aplikasi pembangunan *Augmented Reality* berkaitan tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains sekolah. Model reka bentuk yang digunakan ialah model Dick dan Carey yang mengandungi empat fasa utama iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan dan penilaian. Dapatan kajian yang diperolehi melalui borang penilaian terhadap pakar yang terdiri daripada empat pakar iaitu dua orang guru sains sekolah menengah dan dua orang pensyarah berpengalaman dalam bidang multimedia kreatif. Secara keseluruhannya, dapatan analisis pakar menunjukkan tanda penerimaan respon yang positif dalam kalangan pakar disamping pandangan dan cadangan untuk penambahbaikan agar aplikasi dapat dihasilkan dengan lebih baik pada masa akan datang. Kesimpulannya, produk yang dihasilkan ini akan memberikan satu kesan yang positif kepada pelajar yang mengambil subjek sains dalam mengenal dan memahami tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains sekolah.

Kata kunci

Augmented Reality, Tanda keselamatan makmal, Sains

ABSTRACT

Nowadays, 21st century education emphasizes a holistic development in all aspects, including student safety during practical work in laboratories. Therefore, awareness of safety signs is crucial to prevent accidents during the Teaching and Learning (T&L) process in Science labs. This study aims to design, develop, and evaluate the functionality of an Augmented Reality application related to safety signs in school science laboratories. The design model used in this study is the Dick and Carey model, which consists of four main phases: analysis, design, development, and evaluation. The research findings were obtained through assessment forms completed by experts, including two secondary school science teachers and two experienced lecturers in creative multimedia. Overall, the expert analysis revealed positive response acceptance among the experts, along with their perspectives and suggestions for improvement to enhance the application in the future. In conclusion, the developed product will have a positive impact on students studying science subjects by enhancing their understanding and awareness of safety signs in school science laboratories.

Keywords

Augmented Reality, Safety Sign Laboratory, Science

Pengenalan

Realiti Imbuhan (*Augmented Reality* (AR)) adalah satu aplikasi yang mengkombinasikan objek maya dan objek nyata dalam alam nyata secara interaktif dimana objek AR ini boleh mewujudkan objek maya di alam nyata. Menurut Schmalstieg dan Hollerer (2016), AR merupakan suatu keadaan antara realiti alam maya yang diimbangi menggunakan telefon pintar untuk menunjukkan keadaan sebenar sesuatu objek. Sebagai contoh, pengguna yang menggunakan aplikasi AR untuk melihat sesuatu objek seperti keadaan yang nyata menggunakan kad imbasan. Oleh itu, AR merupakan salah satu perkembangan teknologi yang berkembang secara baik terutama untuk tujuan pendidikan yang memberikan faedah dan kebaikan dalam pertumbuhan kemahiran dan kognitif pelajar. AR kepada bidang pendidikan

adalah dianggap sebagai satu teknologi yang dapat membantu pelajar yang dapat menarik minat para pelajar untuk mempelajari sesuatu ilmu pengetahuan dengan mudah dan seronok. Salah satu subjek yang menarik menggunakan AR adalah subjek sains di sekolah sama ada sekolah menengah mahupun sekolah rendah.

Setiap sekolah mempunyai makmal sains untuk menjalankan eksperimen yang berkaitan dengan silibus subjek sains itu sendiri. Oleh itu, sebelum memasuki makmal sains maka setiap pelajar perlu memahami setiap tanda-tanda keselamatan dalam makmal sains tersebut. Ini kerana, keselamatan adalah salah satu aspek penting yang utama yang perlu diikuti oleh pelajar ketika masuk ke dalam makmal sains bagi mengelakkan sebarang kemalangan dan perkara yang mendatangkan kecederaan kepada pelajar mahupun pengajar. Keselamatan makmal merangkumi sebelum, semasa dan selepas aktiviti dijalankan di dalam makmal sains. Menurut Khatoon, Chua dan Kiong (2020), kemalangan yang sering berlaku di makmal Sains berpunca daripada kurangnya pengetahuan dan pengalaman pelajar dimana mereka tidak menitikberatkan aspek keselamatan semasa mengendalikan bahan-bahan yang berbahaya di dalam makmal Sains. Berdasarkan kes-kes kemalangan yang dilaporkan di dalam makmal Sains menunjukkan pengabaian aspek keselamatan menyumbang kepada faktor utama berlakunya kemalangan di makmal Sains.

Mobile- Learning (M-Learning) dalam Pengajaran dan Pembelajaran (P&P)

Pembelajaran mudah alih atau mobile-learning (m-learning) menggunakan telefon pintar sebagai peranti utama untuk memaparkan simulasi AR yang dibangunkan oleh pembangun kepada pengguna. Justeru itu, aplikasi AR ini menjadi Bahan Bantu Mengajar (BBM) yang dapat meningkatkan kualiti Pengajaran dan Pembelajaran (P&P) dengan lebih baik. Menurut Abdul Karim dan Mohamed (2022), pembelajaran mudah alih atau m-learning mampu meningkatkan kualiti aktiviti pembelajaran. Selain itu, *m-learning* juga mampu untuk membantu proses mengambil nota dan bahan sokongan pembentangan, bahan penilaian formatif, permainan, simulasi dan proses penyelesaian masalah. Selain itu, gaya pembelajaran cetusan idea (brainstorming), penyelesaian masalah, perbincangan kumpulan, puzzle, pertandingan dan tunjuk cara dapat diaplikasikan melalui *m-learning* supaya dapat menghasilkan pembelajaran yang berkualiti (Ashrafi *et al.*, 2022).

Oleh yang demikian, pembelajaran menggunakan aplikasi berasaskan penggunaan telefon pintar menjadi satu trend yang popular di institusi Pendidikan pada masa kini. Menurut Al-Tawil dan Abdul Jabbar (2022), *m-learning* adalah trend terkini dalam sistem pembelajaran. *M-learning* disampaikan melalui rangkaian tanpa wayar yang boleh disesuaikan dengan cepat untuk memenuhi keperluan pelajar yang berubah agar dapat belajar dengan lebih baik. Segala bentuk pembelajaran seperti bahan-bahan pembelajaran boleh disebarkan dalam format multimedia (iaitu kombinasi elemen-elemen teks, grafik, animasi, audio dan video) dengan cara yang cepat dan kos efektif untuk mengajar pelajar yang memerlukan. Menurut Jacob, Marry, dan Issac (2014), pembelajaran menggunakan telefon pintar dapat menyediakan persekitaran yang lebih tidak formal kerana kekangan seperti menghadiri ke kelas atau kuliah dapat diubah atau dilonggarkan dan digantikan dengan persekitaran pembelajaran yang lebih fleksibel dari segi masa dan tempat.

Augmented Reality (AR) dalam Pengajaran dan Pembelajaran

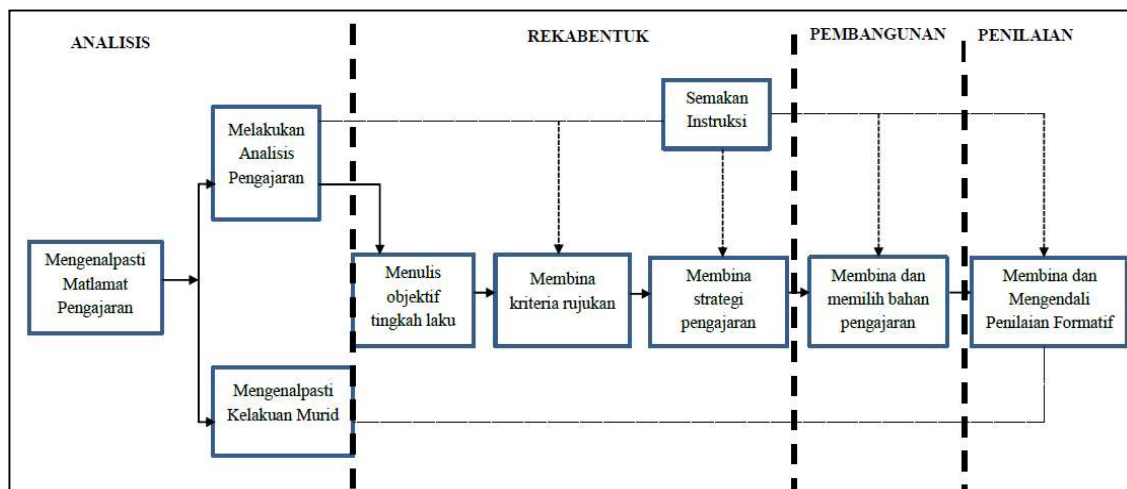
Bahan Bantu Mengajar (BBM) merupakan pemudah cara dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Salah satu BBM yang menjadi trend dalam proses Pengajaran dan Pembelajaran (P&P) adalah aplikasi *Augmented Reality* (AR). Menurut Zhang, Tang dan Shen (2021), AR mampu untuk memberikan bentuk motivasi kepada pelajar dengan fungsi intuitif dengan interaksi yang mesra pengguna, yang mana akan memberikan kesan pemahaman dalam proses Pengajaran dan Pembelajaran. Aplikasi AR juga mampu mewujudkan situasi secara realistik dengan menyediakan persekitaran dan pengalaman sebenar kepada pengguna terutamanya untuk tujuan P&P. Pengalaman fizikal, kandungan maya, penceritaan dan imaginasi pengguna merupakan pengalaman pembelajaran berbentuk hiburan yang ideal yang terdapat pada realiti campuran dan permainan menggunakan AR (Stapleton *et al.*, 2009). Menurut Billingham dan Duenser (2020), pengguna yang menggunakan AR ini akan melihat dan berinteraksi dengan kandungan maya yang sebenar menerusi teknologi AR.

Oleh yang demikian aplikasi AR ini dapat mewujudkan pengalaman baru kepada para pelajar untuk memahami sesuatu ilmu pengetahuan yang disampaikan dengan lebih baik dan berkesan. Menurut Thronton *et al.* (2012), penambahbaikan pembelajaran kepada AR akan memberikan satu pengalaman baru kepada pelajar supaya dapat memahami isi kandungan pembelajaran secara realiti. Secara tidak langsung penerapan teknologi ini akan mengintegrasikan dunia pembelajaran kepada bersifat moden dan dinamik. Lapisan Augmented Reality (AR) adalah mudah untuk diterima

dalam dunia sebenar dan kewujudan pelbagai teknologi digital kepada pengguna teknologi maya yang mudah diterima oleh pengguna terutamanya kepada para pelajar. Kemampuan teknologi AR boleh diintegrasikan tanpa sempadan antara dunia sebenar dan dunia maya, dijangka teknologi AR ini akan memberikan suatu yang berharga melalui kewujudannya satu dimensi persekitaran teknologi terhadap kehidupan sebenar kanak-kanak dan perkembangan teknologi (Seo, Lee, & Choi, 2016). Menerusi kajian yang dijalankan Specht, Ternier and Greller (2011), mendapati bahawa penggunaan aplikasi AR akan dapat meningkatkan kemahiran dan pengetahuan dalam matapelajaran sains. Ini dibuktikan dengan kajian beliau terhadap satu sekolah di Amerika Syarikat yang melibatkan pelajar dipecahkan beberapa kumpulan, hasilnya menunjukkan bahawa pelajar yang menggunakan buku dan aplikasi AR menunjukkan prestasi yang baik berbanding sebaliknya. Menurut Kim dan Lee (2019), mendapati teknologi AR dapat memberi kemudahan kepada pembelajaran '*facilitate spatial learning*' yang menterjemahkan dari objek 2D ke 3D. Ini kerana, pelajar atau peserta akan melalui pengalaman yang sebenar dan ingatan peristiwa yang dilalui bersama akan terhasil dan pada masa yang sama akan meningkatkan penjiwaan pengetahuan yang lebih luas kerana aplikasi AR adalah konsep yang menghasilkan kehadiran dan penjelmaan imej yang seakan-akan sebenar ataupun secara realistik.

Metodologi Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mereka bentuk, membangunkan dan menilai kebolehfungsian aplikasi Augmented Reality berkaitan tanda-tanda keselamatan di dalam Makmal Sains Sekolah. Kajian ini menggunakan Model Dick dan Carey (1996) sebagai panduan. Model Dick dan Carey (1996) merupakan sistem instruksi yang lengkap dalam membangunkan produk AR ini dimana ianya mempunyai beberapa fasa iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan dan penilaian dan setiap fasa mempunyai perincian yang sistematik untuk dijadikan panduan pembangunan aplikasi AR. Selain itu, model Dick dan Carey ini mempunyai sembilan komponen yang berhubung antara satu sama lain dan setiapnya mempunyai fungsi untuk pembelajaran murid/pelajar seperti Rajah 1.



Rajah 1. Model Dick dan Carey (1996)

Fasa pertama iaitu fasa analisis yang melibatkan komponen mengenalpasti matlamat pengajaran, melakukan analisis pengajaran dan mengenalpasti kelakuan murid. Fasa ini memerlukan pengkaji untuk mengenalpasti pelbagai matlamat dalam pengajaran. Menurut Dick dan Carey (1996), setelah masalah dikenalpasti, matlamat pengajaran dapat disusun semula dengan memfokus kepada objektif yang hendak dicapai dan kemahiran dapat dijana oleh murid setelah selesai satu sesi pengajaran. Sehubungan dengan itu, satu kajian awal dijalankan di sebuah sekolah menengah di Daerah Batu Pahat yang melibatkan dua orang guru mewakili dua kelas sains menggunakan makmal sains dalam proses P&P. Kajian awalan ini dilakukan bagi mengenalpasti masalah-masalah dalam keselamatan ketika di dalam makmal sains bagi murid-murid sekolah tersebut. Soalan temubual berbentuk tidak berstruktur berkaitan permasalahan pelajar sepanjang penggunaan makmal di sekolah. Data temubual dianalisis menggunakan pembedahan tema bagi mendapatkan isu dan masalah berkaitan penggunaan makmal di sekolah. Masalah ini lebih ketara apabila kelas P&P sains di makmal yang melibatkan bahagian amali. Oleh itu, dapatan kajian awal menunjukkan antara isu yang dapat dikenalpasti adalah murid-murid tidak mempunyai pendedahan mengenai keselamatan ketika menjalankan kerja-kerja amali seperti

penggunaan bahan asid dan sebagainya walaupun papan tanda keselamatan jelas diletakkan di sudut-sudut makmal tersebut. Ini kerana lebih jelas lagi bahawa kewujudan papan tanda yang bersifat statik tersebut jelas kurang mendatangkan pendedahan kepada murid-murid untuk memahami keselamatan dengan lebih baik. Guru mengalami kesukaran untuk memberikan pendedahan mengenai keselamatan menerusi papan tanda keselamatan tersebut kepada murid-murid sebelum dan semasa P&P dijalankan. Bagi mendapatkan maklumat yang dikehendaki, beberapa kaedah yang digunakan iaitu temu bual semasa pengajaran dan pembelajaran berlangsung. Tinjauan awal mendapati bahawa masalah yang dihadapi ialah melalui papan tanda keselamatan sedia ada jelas kurang memberikan pendedahan yang baik mengenai keselamatan kepada murid kerana bersifat statik. Jadi dengan itu, pembangunan aplikasi AR mengenai tanda-tanda keselamatan makmal dibangunkan untuk memastikan murid/pelajar faham dan patuh dengan keselamatan ketika di dalam makmal sains.

Fasa seterusnya iaitu fasa reka bentuk melibatkan menulis objektif tingkahlaku, membina kriteria rujukan, dan membina strategi pengajaran (semakan instruksi). Pada peringkat membuat objektif yang bersifat tingkah laku, iaitu diterjemahkan dalam bentuk tingkah laku yang bersifat boleh diukur. Menurut Airasian (2001), objektif pelajaran mempunyai tiga fungsi iaitu panduan kepada guru untuk memilih dan menggunakan bahan dan untuk merangka cara bagi menilai murid serta panduan kepada murid untuk mengenalpasti kemahiran dan pengetahuan yang perlu dikuasai. Oleh yang demikian, bagi peringkat ini, pembangun akan membuat kenyataan khusus merangkumi kemahiran yang dikenalpasti dalam analisis pengajaran, akan menentukan kemahiran yang harus dipelajari, dan keadaan di mana kemahiran tersebut perlu dilaksanakan. Kemahiran yang dikenalpasti berdasarkan analisis pengajaran ialah murid perlu mempunyai kemahiran di dalam memahami dengan baik tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains. Ini adalah asas kepada pembangunan produk AR iaitu bagi memastikan murid memahami mengenai tanda-tanda keselamatan dalam makmal sains secara tidak langsung ia adalah satu proses pengukuhan kognitif bagi murid. Bagi kemahiran yang harus dipelajari ialah penggunaan kad imbasan AR yang akan dibangunkan sebagai produk pembangunan. Kad imbasan AR ini mengandungi grafik AR berkaitan tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains. Seterusnya, bagi kenyataan yang ketiga iaitu keadaan di mana kemahiran tersebut perlu dilaksanakan ialah ketika sesi P&P berlangsung di makmal sains sekolah dan juga aktiviti aktiviti amali sains. Pelajar dapat melaksanakan kemahiran ini iaitu penggunaan kad imbasan AR di dalam situasi utama dengan penerangan dari guru iaitu sebelum, semasa dan selepas aktiviti P&P dalam bilik sains berlangsung.

Fasa seterusnya iaitu fasa pembangunan melibatkan pengkaji memilih dan membangunkan bahan. Langkah dalam membina dan memilih bahan pengajaran adalah bergantung kepada jenis aktiviti pengajaran dan mengikut kesesuaiannya. Seorang tenaga pengajar atau guru boleh memilih sama ada untuk menggunakan bahan sedia ada atau membina sendiri bahan pengajarannya. Justeru, peranan pengajaran dalam pelaksanaan instruksi ini bergantung kepada jenis bahan yang dipilih. Pemilihan ini juga bergantung kepada kriteria seperti situasi dan kaedah pengajaran, pengetahuan sedia ada, objektif domain pembelajaran dan media yang akan digunakan. Justeru, proses membina dan memilih bahan pengajaran bagi pembangunan produk ini adalah menerusi media telefon pintar. Ia adalah sangat sesuai kerana produk pembangunan AR yang berbentuk tiga dimensi (3D) sebagai medium penyampaian maklumat dalam bentuk grafik 3D.

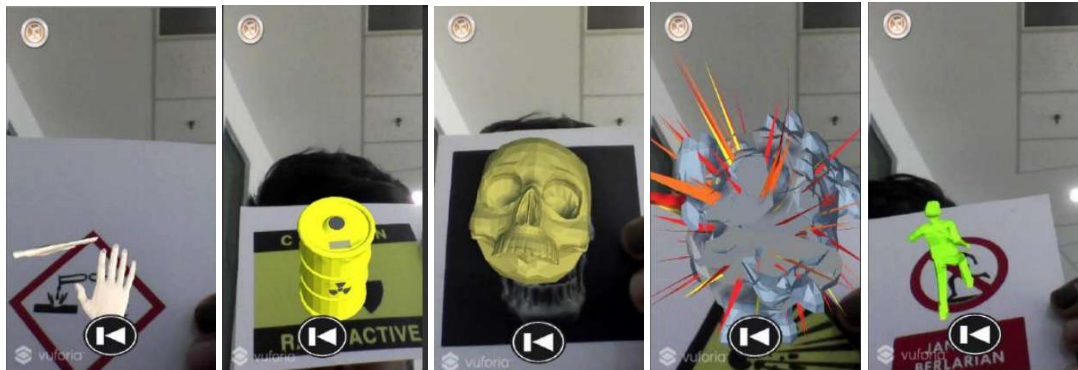
Seterusnya, bagi pembangunan produk AR ini, media yang digunakan bersifat penyampaian maklumat dan bahan pengajaran ialah imbasan kad AR (flash card). Jadi proses yang terlibat dalam membangunkan produk AR ini sebagai bahan pengajaran melibatkan dua proses iaitu membina dan menggabungkan. Ini bermaksud objek 3D akan dibina menggunakan perisian dan digabungkan serta dimasukkan ke dalam flash card untuk imbasan menggunakan telefon pintar. Untuk membina objek 3D ini pembangun akan menggunakan perkakasan utama iaitu komputer riba yang mampu dan mempunyai spesifikasi yang baik serta berkualiti. Oleh itu, dalam melaksanakan pembangunan elemen objek animasi 3D, perisian yang digunakan ialah sketchup pro dan Autodesk Studio 3Ds Max 2015. Secara umumnya kedua-dua perisian ini mempunyai fungsi yang sama iaitu membangunkan objek berbentuk 3D namun pembangun mengambil langkah dengan menggunakan sketchup pro terlebih dahulu dan dimasukkan ke dalam perisian Autodesk Studio 3Ds Max 2015. Ini adalah antara langkah mudah bagi pembangun kerana sketchup pro lebih ringkas dan mudah digunakan berbanding Autodesk Studio 3Ds Max 2015 yang akan dijadikan proses editing sahaja menggunakan Autodesk Studio 3Ds Max 2015. Pembangun memilih untuk menggunakan perisian ini kerana ia sesuai untuk reka bentuk tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains.

Fasa terakhir adalah fasa penilaian yang melibatkan membina dan mengendalikan penilaian formatif. Pada fasa ini, pengkaji menjalankan proses merekabentuk dan membuat penilaian secara formatif. Setelah pembangun menyiapkan produk AR ini, penilaian perlu dibuat dengan data-data dikumpul berhubung dengan kekuatan dan kelemahan produk,

membbaiki sebarang langkah atau prosedur yang tidak lengkap dan efisien, serta mendapat padangan daripada pakar-pakar yang terdiri daripada pensyarah dalam bidang Teknologi Pendidikan dan guru-guru sains yang berpengalaman 10 tahun ke atas.

Hasil Dapatan Kajian dan Perbincangan

Penilaian pakar dilakukan terhadap tiga reka bentuk iaitu reka bentuk informasi, interaksi dan antara muka. Rajah 2 menunjukkan aplikasi AR mengenai tanda-tanda keselamatan makmal di sekolah yang dibangunkan. Hasil dapatan kajian berdasarkan tiga reka bentuk iaitu reka bentuk informasi, interaksi dan antara muka terhadap pakar dan pengguna.



Rajah 2. Aplikasi AR mengenai tanda-tanda keselamatan makmal di sekolah

Demografi pakar yang terlibat terdiri daripada empat orang pakar iaitu dua orang guru sains sekolah Rendah Kebangsaan Pintas Raya, Batu Pahat, Johor dan dua orang pensyarah di Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia dalam bidang Teknologi Pendidikan dan Multimedia. Kesemua pakar berpengalaman dalam bidang masing-masing antara 10 tahun hingga 15 tahun. Jadual 1 menunjukkan dapatan penilaian pakar terhadap reka bentuk informasi.

Jadual 1. Dapatan penilaian pakar terhadap reka bentuk informasi

Bahagian A: Informasi				
Bil	Item	Kekerapan		Peratus Penerimaan (%)
		Ya	Tidak	
1	Adakah isi kandungan/informasi aplikasi memenuhi kehendak dalam mengenal tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains?	2	2	50
2	Adakah bahasa yang digunakan di dalam informasi/isi kandungan mudah difahami?	4	0	100
3	Adakah nota informasi/isi kandungan yang disediakan jelas dan mudah difahami?	3	1	75
4	Adakah penggunaan grafik 3D sesuai untuk memberikan gambaran mengenai tanda-tanda keselamatan?	4	0	100

Dapatan daripada penilaian pakar terhadap reka bentuk informasi menunjukkan terdapat dua orang pakar bersetuju manakala dua orang pakar tidak bersetuju dengan isi kandungan aplikasi memenuhi kehendak dalam mengenal tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains. Sebagai langkah yang baik, pembangun perlu menjalankan proses penambahbaikan dari segi maklumat yang dapat meningkatkan kefahaman pelajar berdasarkan komen dan cadangan daripada responden mengenai item yang pertama. Oleh itu, pembangun telah menambahbaik berdasarkan komen dan pandangan pakar seperti item pertama isi kandungan/informasi aplikasi memenuhi standard makmal sekolah dan bagi

item ketiga iaitu nota informasi yang disediakan lebih jelas dan mudah difahami. Bagi item yang kedua pula, keempat-empat pakar bersetuju dengan bahasa yang digunakan dalam isi kandungan mudah difahami. Selain itu, bagi item yang ketiga, tiga orang pakar bersetuju dengan nota isi kandungan yang disediakan jelas dan mudah difahami. Walaubagaimanapun, seorang pakar tidak bersetuju dengan nota isi kandungan di dalam aplikasi tersebut. Jadi pembangun perlu untuk menjalankan proses penambahbaikan dengan menambah nota sebagai isi kandungan yang jelas dan sesuai seperti nota disahkan oleh pakar iaitu guru yang berpengalaman mengajar dan menggunakan makmal sepanjang proses PP. Seterusnya, empat orang pakar bersetuju dengan penggunaan grafik 3D yang sesuai dalam memberikan gambaran mengenai tanda-tanda keselamatan. Isi kandungan yang disediakan dalam aplikasi AR ini dapat membantu meningkat pemahaman pelajar mengenai tanda-tanda keselamatan menerusi isi kandungan multimedia. Kenyataan ini juga disokong oleh Chen dan Lin (2016), keupayaan kandungan multimedia untuk menghasilkan warna, animasi, grafik, bunyi, memberi maklum balas dengan cepat serta keupayaan untuk memproses data dengan pantas dan tepat, seterusnya dapat meningkatkan keberkesanan pembelajaran pelajar dan memudahkan pengajaran guru. Jadual 2 menunjukkan dapatan penilaian pakar terhadap reka bentuk interaksi.

Jadual 2. Dapatan penilaian pakar terhadap reka bentuk interaksi
Bahagian B: Interaksi

Bil	Item	Kekerapan		Peratus Penerimaan (%)
		Ya	Tidak	
5	Adakah ikon yang digunakan pada antaramuka (interface) bersesuaian?	4	0	100
6	Adakah saiz butang yang digunakan bersesuaian?	4	0	100
7	Adakah susunan butang disusun secara konsisten?	4	0	100
8	Adakah penggunaan butang pautan ke antaramuka utama ke antaramuka yang lain memudahkan pengguna membuat pilihan?	4	0	100
9	Adakah butang yang digunakan pada antaramuka yang betul?	4	0	100

Berdasarkan pada jadual 2, semua pakar telah bersetuju dengan semua item yang terdapat dalam reka bentuk interaksi produk. Interaksi merangkumi pemilihan dan penggunaan butang di dalam aplikasi serta perhubungan di antara antara muka yang terlibat dalam aplikasi ini. Jika reka bentuk interaksi ini sesuai digunakan di dalam aplikasi ini, maka ia akan memberikan kesan yang baik kepada pengguna untuk menggunakan. Walau bagaimanapun, proses dalam memilih dan menggunakan sebarang butang, ikon dan sebagainya adalah bukan sesuatu yang mudah dalam menepati objektif setiap sesuatu aplikasi yang dibangunkan. Reka bentuk interaksi melibatkan menu navigasi yang terkandung dalam aplikasi untuk membantu dan memudahkan pengguna menggunakannya dalam tempoh yang cepat. Menurut Lee dan Koubek (2014), penyediaan butang-butang navigasi yang berfungsi sebagai pelompatan atau penukaran daripada satu halaman ke halaman yang lain serta kembali ke menu hadapan. Selain itu, butang navigasi ini diletakkan dengan baik dalam memudahkan pengguna untuk mencapai ke pautan yang lain seperti pautan soalan dan sebagainya. Oleh itu, hasil dapatan menunjukkan semua pakar telah berpuas hati bahawa reka bentuk interaksi bagi aplikasi Augmented Reality ini berfungsi dengan baik kepada pengguna sebagai elemen kemudahcapaian. Jadual 3 menunjukkan dapatan penilaian pakar terhadap reka bentuk antara muka.

Jadual 3. Dapatan penilaian pakar terhadap reka bentuk antara muka

Bahagian C: Antara muka

Bil	Item	Kekerapan		Peratus Penerimaan (%)
		Ya	Tidak	
10	Adakah latar belakang antaramuka di setiap paparan menarik dan bersesuaian?	4	0	100
11	Adakah penggunaan warna teks bersesuaian dengan latar belakang?	3	1	75
12	Adakah jenis fon atau tulisan yang digunakan bersesuaian?	4	0	100
13	Adakah penggunaan teks di dalam isi kandungan memudahkan pengguna untuk membaca?	4	0	100
14	Adakah susunan isi kandungan disusun secara konsisten?	3	1	75

Berdasarkan jadual 3, bagi item 10 iaitu latar belakang antaramuka, semua pakar telah bersetuju bahawa ia menarik dan bersesuaian dalam aplikasi ini. Seterusnya, item 11 iaitu dari segi penggunaan warna teks, seramai tiga orang pakar telah bersetuju dengan warna teks yang digunakan, tetapi seorang pakar menyatakan tidak setuju dengan penggunaan warna teks tersebut. Jadi, pembangun perlu menambahbaik dengan memilih warna teks yang sesuai bagi aplikasi ini. Bagi item 12 iaitu penggunaan jenis fon, semua pakar bersetuju dengan fon yang digunakan sesuai untuk pengguna. Tambahan pula, semua pakar juga bersetuju dengan teks yang digunakan memudahkan pengguna untuk membacanya. Selain itu, bagi item 13 iaitu penyusunan isi kandungan, seramai tiga orang pakar telah bersetuju dengan susunan setiap isi kandungan aplikasi ini, tetapi terdapat seorang pakar menyatakan sebaliknya. Jadi pembangun perlu menambahbaik dengan membuat susunan semula isi kandungan dengan konsisten supaya pengguna dapat menggunakan dengan baik. Item terakhir berkaitan susunan isi kandungan disusun secara konsisten, tiga pakar bersetuju namun seorang pakar menyatakan tidak mencapai perkara tersebut. Oleh itu, pembangun telah menambahbaik mengikut pandangan pakar. seiring dengan pendapat Van der Meijden dan Veenman (2018) yang menunjukkan antaramuka multimedia yang mengandungi elemen seperti grafik, video, animasi, persembahan bergambar dan perisian persembahan yang lebih menarik seperti animasi 3D akan memberikan kesan yang lebih baik kepada pelajar. Aplikasi Augmented Reality (AR) ini menggunakan teks dan warna yang sesuai dalam menarik minat pelajar kerana gabungan dan pemilihan teks yang betul serta saiznya sesuai. Kenyataan ini selari dengan pendapat Thomson (2014), penggunaan teks yang terlalu banyak dalam antara muka boleh mengelirukan pelajar dan mereka tidak dapat membezakan apa yang relevan dengan pembelajaran mereka sama ada penting atau tidak. Selain itu, pendapat yang menyokong adalah penggunaan warna teks dan warna latar belakang perlu kontra seperti warna latar belakang yang cerah dan warna teks yang gelap agar pengguna mudah untuk membaca teks (Reinecke & Bernstein, 2016). Keseluruhannya, hasil daripada dapatan kajian yang telah dianalisis mendapati bahawa pakar berpuas hati dan bersetuju dengan reka bentuk informasi, interaksi dan antaramuka aplikasi Augmented Reality ini kerana dapat menjadi tarikan kepada pengguna dalam matlamat untuk menyampaikan sesuatu mesej atau info yang berkaitan dengan keselamatan.

Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian yang dijalankan adalah untuk membangunkan satu aplikasi Augmented Reality berkaitan tanda-tanda keselamatan di dalam makmal sains sekolah. Pembangun membuat penilaian terhadap kebolehfungsian aplikasi merangkumi aspek reka bentuk informasi, reka bentuk interaksi dan reka bentuk antara muka. Keseluruhannya, setelah melalui semua proses yang terlibat, pembangunan *Augmented Reality* ini berhasil dan dapat digunakan oleh para pelajar untuk memahami setiap tanda-tanda keselamatan di makmal sains sekolah.

Rujukan

- Abdul Karim, A., & Mohamed, A. R. (2022). A Comparative Study of Mobile Learning and E-learning: Students' Attitude and Perceived Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(1), 56-70.
- Adane, L. & Abeje, A. (2012). Assessment of familiarity and understanding of chemical hazard warning signs among university students majoring chemistry and biology: A case study at Jimma University, Southwestern Ethiopia. *World Applied Sciences Journal* 16(2): 290-299.
- Al-Tawil, K. M., & Abdul Jabbar, A. (2022). The Impact of Mobile Learning on the Academic Performance of University Students: A Meta-analysis Study. *Education and Information Technologies*, 27(1), 55-79
- Ashrafi, R., Jafari, M., Rahimi, A., & Zandieh, M. (2022). Using Mobile Learning to Improve Problem-Solving Skills in Medical Students: A Randomized Controlled Trial. *Advances in Medical Education and Practice*, 13, 227-235.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2020). Augmented reality in the classroom. In M. S. Khine (Ed.), *Springer International Handbook of Augmented Reality* (pp. 711-727). Springer.
- Chen, J & Kinshuk, K. (2009). Mobile Technology in Educational Services. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia* 14 (1): 91-109.
- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction*. 4th ed. New York, NY: Harper.
- Hafiza, A., & Halimah, B. Z. (2011). *Visual Learning through Augmented Reality Storybook for Remedial Student*. Heidelberg: Springer Verlag Berlin.
- Jacob, Seibu Mary and Issac, Biju. (2014). *Mobile learning culture and effects in higher education*. Preprint:1410.437
- Kim, H. J., & Lee, H. K. (2019). Effect of augmented reality-based spatial learning on learner's understanding of the manufacturing process in technology education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 12(2), 59-76.
- Khatoon, S., Chua, Y. P., & Kiong, T. K. (2020). A study of laboratory safety awareness among secondary school students. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 16(1), 130-135.
- Lee, K., & Koubek, R. J. (2014). A comparison of menu designs for handheld devices. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(3), 452-461.
- Reinecke, K., & Bernstein, M. (2016). Color contrast and readability of text: A survey of the literature. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(9), 554-564.
- Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: Principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Seo, D., Lee, J., & Choi, H. (2016). Augmented reality applications in education: A literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(8), 2195-2213.
- Specht, M., Ternier, S., & Greller, W. (2011). Dimensions of Mobile Augmented Reality for Learning: A First Inventory. *Journal of the Research for Educational Technology (RCET)*, 7(1), 117-127. Spring 2011.
- Tang, K., N., Abdul Ghani dan Kanesan, A. (2006). Kesiediaan dan Keberkesanan Penggunaan Komputer Dalam Pengajaran dan Pembelajaran Biologi Di Sebuah Sekolah Menengah. *Jurnal Pendidikan*. Universiti Malaya, hlm. 79-92.
- Thomson, S. (2014). 9 Tips to Improve Online Learners' Engagement. Retrieved from <https://elearningindustry.com/9-tips-improve-online-learners-engagement> [February, 02, 2023]

Thornton, Timothy, Jeremy V., Clark, & Aaron C. (2012). Augmented Reality as a Visual and Spatial Learning Tool in Technology Education. *Journal of Technology and Engineering Teacher*, v71 n8 p18-21.

Tomczyk, L. (2009). *Graphical User Interface in e-Learning System Dedicated for Seniors*, 617–622. doi:10.1007/978-0-387-89024-1.

Van der Meijden, H., & Veenman, M. V. (2018). The potency of multimedia-supported education to foster science learning. *Review of Educational Research*, 88(1), 105-144.

Zhang, X., Tang, X., & Shen, R. (2021). The Application of Augmented Reality in English Vocabulary Teaching: A Case Study of Primary School Students in China. *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), 448-463.