

PEMBANGUNAN DAN PENGUJIAN
KEBOLEHGUNAAN APLIKASI *AUGMENTED*
REALITY, CARBON-ARy BAGI TAJUK SEBATIAN
KARBON DALAM MATAPELAJARAN KIMIA

IZZUL SYAHMI BIN CHE RUSSLEE

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2022

PEMBANGUNAN DAN PENGUJIAN KEBOLEHGUNAAN APLIKASI
AUGMENTED REALITY, CARBON-AR_y BAGI TAJUK SEBATIAN
KARBON DALAM MATAPELAJARAN KIMIA

IZZUL SYAHMI BIN CHE RUSSLEE

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK
MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA PENDIDIKAN (KIMIA)

(MOD PENYELIDIKAN DAN KERJA KURSUS)

FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2022



**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**

**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: **PEMBANGUNAN DAN PENGUJIAN KEBOLEHGUNAAN APLIKASI
AUGMENTED REALITY, CARBON-ARY BAGI TAJUK SEBATIAN
KARBON DALAM MATAPELAJARAN KIMIA**

No. Matrik /Matric's No.: **M20172002168**

Saya / I: **IZZUL SYAHMI BIN CHE RUSSLEE**

(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (Kedoktoran/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:- *acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-*

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI. *The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris*
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan dan penyelidikan.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of reference and research.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. Sila tandakan (✓) bagi pilihan kategori di bawah / *Please tick (✓) for category below:-*

☐

SULIT/CONFIDENTIAL

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / *Contains confidential information under the Official Secret Act 1972*

☐

TERHAD/RESTRICTED

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh Organisasi/badan di mana penyelidikan ini dijalankan. / *Contains restricted information as specified by the organization where research was done.*

☒

TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS

(Tandatangan Pelajar/ Signature)

(Tandatangan Penyelia / Signature of Supervisor)
& (Mata Cetak Rasmi / Official Stamp)

Dr. SUNDARA RASMI

Pensyarah Kanan
Jabatan Kimia

Fakulti Sains dan Matematik

Universiti Pendidikan Sultan Idris

Tarikh: **17 OKTOBER 2022**

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.
Notes: If the thesis is CONFIDENTIAL or RESTRICTED, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.



Sila tanda (✓)

Kertas Projek

Sarjana Penyelidikan

Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus

Doktor Falsafah

/

**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH
PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN**

Perakuan ini telah dibuat pada **17** (hari bulan) **OKTOBER** (bulan) **2022**

i. Perakuan pelajar :

Saya, **IZZUL SYAHMI BIN CHE RUSSLEE (M20172002168), FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK** dengan ini mengaku bahawa disertasi/tesis yang bertajuk **PEMBANGUNAN DAN PENGUJIAN KEBOLEHGUNAAN APLIKASI AUGMENTED REALITY, CARBON-ARy BAGI TAJUK SEBATIAN KARBON DALAM MATAPELAJARAN KIMIA** adalah hasil kerja saya sendiri. Saya tidak memplagiat dan apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dinyatakan dengan se jelasnya dan secukupnya.


Tandatangan pelajar

ii. Perakuan enyelia:

Saya, **DR MUHD IBRAHIM BIN MUHAMAD DAMANHURI**, dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk **PEMBANGUNAN DAN PENGUJIAN KEBOLEHGUNAAN APLIKASI AUGMENTED REALITY, CARBON-ARy BAGI TAJUK SEBATIAN KARBON DALAM MATAPELAJARAN KIMIA** dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian/sepenuhnya syarat untuk memperoleh **IJAZAH SARIANA KIMIA (PENDIDIKAN)**.

17.10.22

Tarikh


DR MUHD IBRAHIM BIN MUHAMAD DAMANHURI
Tandatangan Penyelia
Jabatan Kimia
Fakulti Sains dan Matematik
Universiti Pendidikan Sultan Idris

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah tuhan seraya alam. Selawat dan salam keatas Rasullullah, ahli keluarganya dan para sahabat yang mulia.

Sekalung penghargaan kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) kerana menyediakan peluang pendidikan ini. Semoga UPSI kekal unggul sebagai Universiti Pendidikan Nombor 1 negara. Terima kasih juga kepada pihak pentadbir dan rakan-rakan guru Sekolah Kebangsaan Besout 4, yang banyak membantu dan memberikan sokongan moral sepanjang saya melengkapkan penyelidikan ini. Tidak lupa juga kepada Cikgu Mohd Nor bin Bohan yang mencetuskan semangat untuk saya menyambungkan pelajaran ke peringkat sarjana ini.

 05-4506832  Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada penyelia saya Dr. Muhd Ibrahim bin Muhamad Damanhuri atas kerjasama yang diberikan sepanjang penyelidikan ini.

Akhir sekali, terima kasih kepada seluruh ahli keluarga yang dekat dan jauh atas doa yang tak pernah putus dan pengorbanan yang tak pernah bersyarat. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam menjayakan kajian ini secara langsung atau tidak langsung. Hanya tuhan mampu membalasnya.



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan sebuah aplikasi *Augmented Reality* Carbon-ARy yang mengandungi tajuk Sebatian Karbon sekolah menengah sebagai sebuah alat bantu mengajar yang boleh diguna pakai semasa sesi pengajaran dan pembelajaran Kimia. Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian Pembangunan berdasarkan model *ADDIE*. Pemilihan responden adalah menggunakan kaedah Persampelan Bertujuan bagi mentadbir Kaji Selidik Analisis Keperluan Pembangunan Aplikasi dan Kaji Selidik Kebolehgunaan Aplikasi. Pengujian kebolehgunaan turut dilaksanakan terhadap lima orang guru Kimia. Hasil kesahan pakar memperoleh nilai pekali 0.93 bagi *Content Validity Index* dan diterima, Dapatan kebolehgunaan, mencatatkan nilai min yang tinggi bagi enam atribut yang dinilai iaitu; (i) keserasian guru dengan aplikasi (min: 70, sisihan piawai: 35.45), (ii) reka bentuk dan paparan aplikasi (min: 71, sisihan piawai: 30.23), (iii) keberkesanan antara muka aplikasi (min: 80, sisihan piawai: 16.32), (iv) kebolehpercayaan dan kesahan kandungan aplikasi (min: 100, sisihan piawai: 0), (v) kemampuan aplikasi sebagai bahan sokongan pembelajaran (min: 96.66, sisihan piawai: 8.16), dan (vi) kebolehoperasian aplikasi (min: 86.66, sisihan piawai: 20.65). Sebagai implikasi, kajian ini berjaya satu inovasi pendidikan melalui penghasilan aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam subjek Kimia. Kesimpulannya, kajian ini telah berjaya membangunkan aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy yang mempunyai kesahan dan kebolehgunaan yang baik.

ABSTRACT

This research aimed to develop an Augmented Reality application, Carbon-ARy consist of secondary school Chemistry topic of Carbon Compound as a teaching aid that can be utilized during Chemistry teaching and learning session. The research employed is Developmental Research design based on ADDIE model. The respondents selected using Purposive Sampling to administer the Need Analysis to Develop the Application and Application's Usability Questionnaire. The usability testing is was administered upon five Chemistry teachers. The expert validation result obtained the coefficient of 0.93 for Content Validity Index and acceptable. The usability finding shows high value in all six attributes that are evaluated; (i) compability between teacher and the application (mean: 70, standard deviation: 35.45), (ii) design and display of the application (mean: 80, standard deviation: 16.32), (iii) the application interface's effectiveness (mean: 80, standard deviation: 16.32), (iv) content validity and reliability of the application (mean: 100, standard deviation: 0), (v) the application's ability as a learning aid device (mean: 96.66, standard deviation: 8.16), and (vi) operationability of the application (mean: 86.66, standard deviation: 20.65). As implications of this research successfully develop an educational innovation namely Augmented Reality, Carbon-ARy for Carbon Compound in Chemistry subject. In conclusion, this research successfully develop Augmented Reality application, Carbon-ARy that has good validity and usability.

KANDUNGAN

PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	vi
SENARAI RAJAH	xvi

 05-4506832		SENARAI SINGKATAN		Perpustakaan Tuanku Bainun Kampus Sultan Abdul Jalil Shah		PustakaTBainun	xx		ptbupsi
--	---	--------------------------	---	--	---	----------------	----	---	---------

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Kajian	2
1.3	Permasalahan Kajian	6
1.4	Objektif Kajian	11
1.5	Persoalan Kajian	11
1.6	Kerangka Teori Kajian	12
1.7	Kerangka Konseptual Kajian	14
1.8	Kepentingan Kajian	16
1.9	Batasan Kajian	17

1.10	Skop Kajian	18
1.11	Definisi Operasi	19
1.12	Rumusan	26

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	28
2.2	Teori Pembelajaran	29
	2.2.1 Teori Behaviorisme	30
	2.2.2 Teori Pembelajaran Interaktif	32
	2.2.3 Kaedah Pembelajaran Kendiri	34
	2.2.4 Implikasi Kajian Kaedah Pembelajaran terhadap Kajian yang Dijalankan	37
2.3	Kajian Latar Tentang Dasar Pendidikan	39
	2.3.1 <i>Science, Technology, Engineering and Mathematic</i> (STEM)	41
	2.3.2 Implikasi Dasar Pendidikan terhadap Kajian yang Dijalankan	48
2.4	Masalah dalam Pendidikan Kimia	51
	2.4.1 Abstraksi dalam Kimia	53

2.4.2	Implikasi Kajian Masalah dalam Pendidikan Kimia terhadap Kajian yang Dijalankan	55
2.5	Bahan Bantu Mengajar	57
2.5.1	Bahan Bantu Mengajar Berkonsepkan Multimedia dalam pendidikan	59
2.5.2	Implikasi Kajian Bahan Bantu Mengajar Berkonsepkan Multimedia Terhadap Kajian yang Dijalankan	61
2.6	Perbandingan di antara VR dan AR	63
2.6.1	<i>Virtual Reality</i>	63
2.6.2	Kelemahan Teknologi <i>Virtual Reality</i> untuk Aplikasi Pendidikan	65
2.6.3	<i>Augmented Reality</i>	67
2.6.4	Kajian Lepas dalam Pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> dalam Pendidikan	70
2.6.5	Senarai Aplikasi Pengajaran Kimia Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	73
2.6.6	Kelebihan Penggunaan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> dalam Pendidikan	75
2.6.7	Implikasi Kajian Realiti Campuran (<i>Mix Reality</i>) Terhadap Kajian yang Dijalankan	76

2.7	Kaedah Pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i>	78
	2.7.1 Implikasi Kaedah Pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Terhadap Kajian yang Dijalankan	81
2.8	Kaedah Pembangunan Berpusatkan Pengguna	82
	2.8.1 Implikasi Teori Pembangunan Berpusatkan Pengguna Terhadap Kajian Ini	84
2.9	Kaedah Pengujian	85
	2.9.1 Pengujian Pakar	86
	2.9.2 Pengujian Kebolehgunaan	90
	2.9.3 Implikasi Kaedah Pengujian kepada Kajian yang Dijalankan	91
2.10	Model Reka Bentuk Berarahan atau <i>Instructional Design Model</i>	92
	2.10.1 Model Reka Bentuk Berarahan <i>ADDIE</i>	93
	2.10.2 Model Reka Bentuk Berarahan <i>ASSURE</i>	95
	2.10.3 Implikasi Model Reka Bentuk Berarahan terhadap Kajian yang Dijalankan	96
2.11	Rumusan	96

BAB III METODOLOGI

3.1	Pengenalan	98
3.2	Reka bentuk kajian	99
3.3	Pembangunan aplikasi <i>Augmented Reality</i> bagi tajuk Sebatian Karbon, Carbon-ARy	102
3.3.1	Fasa Analisis	102
3.3.2	Fasa Reka bentuk	108
3.3.3	Fasa Pembangunan	112
3.3.4	Fasa Implementasi Dan Pengintegrasian	114
3.3.5	Fasa Penilaian	116
3.4	Rumusan	121

BAB IV PEMBANGUNAN APLIKASI

4.1	Pengenalan	123
4.2	Pembangunan Imej Struktur Molekul 2D Sebatian Karbon	124
4.3	Pembangunan Kad Penanda	127
4.4	Pembangunan Imej 3D dalam paparan janaan komputer	131
4.5	Penggabungan Antara Muka Aplikasi dan Kad Penanda	135
4.6	Rumusan	145

BAB IV DAPATAN KAJIAN

5.1	Pengenalan	146
5.2	Dapatan Kajian Pengujian Pakar	147
5.3	Dapatan Kajian Pengujian Kebolegunaan	149
5.4	Rumusan	161

BAB V PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

6.1	Pengenalan	162
6.2	Ringkasan Dapatan Kajian	163
6.3	Perbincangan	164
6.3.1	Hasil Pembangunan Aplikasi	164
6.3.2	Hasil Pengujian Kesahan dan Kebolehpercayaan	166
6.3.3	Hasil Pengujian Kebolegunaan	168
6.3.4	Kesimpulan Perbincangan	170
6.4	Kekangan Kajian yang Dilaksanakan	171
6.5	Implikasi Dapatan Kajian	172
6.5.1	Implikasi Dapatan Kajian Pembangunan Aplikasi Carbon-ARY terhadap literasi Kimia asas	172
6.5.2	Implikasi Dapatan Kajian Pengujian Pakar dan Pengujian Kebolegunaan terhadap Aplikasi Carbon-ARY	174

6.5.3 Implikasi Jurang Teoritikal	176
6.5.4 Implikasi Jurang Praktikal	176
6.6 Cadangan Kajian Lanjutan	177
6.6.1 Penghasilan Paparan 3D yang lebih canggih dan berkesan	177
6.6.2 Keberkesanan Penggunaan mobile apps Carbon-ARy ini dalam pengajaran dan pembelajaran tajuk Sebatian Karbon	178
6.6.3 Pembangunan mobile apps bagi tajuk-tajuk Kimia sekolah menengah	178
6.6.4 Pembangunan buku teks berkonsepkan <i>Augmented Reality</i>	179
6.6 Rumusan	180

RUJUKAN	182
----------------	-----

LAMPIRAN

A Senarai Pakar	205
B Senarai Kad Penanda	207
C Item Kaji Selidik Keperluan Pembangunan Aplikasi Carbon-ARy	217
D Hasil Analisis <i>Content Validity Index</i> Pakar Bagi Item Kaji Selidik Analisis Keperluan Pembangunan Aplikasi Carbon-ARy	226

E	Hasil Analisis Pekali Cronbach Alpha Bagi Item Kaji Selidik Analisis Keperluan Pembangunan Aplikasi Carbon-ARy	229
F	Borang Kajian Kesahan dan Kebolehpercayaan Kandungan Sebatian Karbon Dalam Aplikasi Carbon-ARy	237
G	Hasil Analisis <i>Content Validity Index</i> Pakar Bagi Kandungan Tajuk Sebatian Karbon Dalam Aplikasi Carbon-Ary	255
H	Analisis Nilai Pekali Cohen Kappa Bagi Kandungan Tajuk Sebatian Karbon Dalam Aplikasi Carbon-ARy Melalui SPSS	259
I	Borang Kaji Selidik Kebolehgunaan Aplikasi Carbon-ARy	263
J	Hasil Analisis <i>Content Validity Index</i> Bagi Item Kaji Selidik Kebolehgunaan Aplikasi Carbon-ARy	271
K	Hasil Analisis Kebolehpercayaan Item Bagi Kaji Selidik Kebolehgunaan Aplikasi Carbon-ARy	281



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
1.1	Persepsi guru terhadap kesukaran untuk mengajar topik dalam matapelajaran Kimia Tingkatan 5	7
1.2	Persepsi guru tentang faktor yang menyebabkan murid sukar untuk mempelajari tajuk Sebatian Karbon	8
2.1	Senarai Aplikasi <i>Augmented Reality</i> dalam Pendidikan Sains	70
2.2	Senarai aplikasi pengajaran Kimia menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i>	73
2.3	Julat nilai pekali Cronbach Alpha bagi pengujian kesahan	89
2.4	Julat nilai pekali <i>Content Validity Index</i> (CVI) bagi pengujian kesahan	88
3.1	Hasil Aktiviti dalam Fasa Reka bentuk	111
4.1	Senarai sistem operasi yang boleh mengoperasikan Aplikasi Carbon-ARy	141
5.1	Demografik responden bagi pengujian kebolegunaan	151
5.2	Keserasian guru dengan aplikasi	152
5.3	Reka bentuk dan paparan di dalam aplikasi dan kad penanda	153
5.4	Keberkesanan antara muka aplikasi	154
5.5	Kebolehpercayaan dan kesahan kandungan aplikasi	156



5.6	Kemampuan aplikasi sebagai bahan sokongan pembelajaran	157
5.7	Kebolehoperasian aplikasi	159
6.1	Keputusan Pengujian Kesahan dan Kebolehpercayaan	167



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Halaman
1.1	Kerangka Teori Kajian	13
1.2	Kerangka Konseptual Kajian	15
2.1	Lima Tahap Pendidikan dalam STEM	42
2.2	Pelan Pembudayaan STEM	45
2.3	Hasil STEM mengikut tahap dan kumpulan sasar	47
2.4	Paparan Muka Depan Laman Web Pendidikan Berkonsepan Realiti Maya dalam <i>Nearpod VR 1</i>	65
2.5	Paparan Muka Depan Laman Web Pendidikan Berkonsepan Realiti Maya dalam <i>MEL Chemistry 2</i>	66
2.6	Milgram <i>Reality-Virtuality Continuum</i>	69
2.7	Paparan Permainan <i>Pokemon Go</i> berkonsepkan <i>Augmented Reality</i>	78
2.8	Contoh buku diletakkan penanda 3D untuk kegunaan dalam <i>Augmented Reality</i>	79
2.9	Contoh penanda dalam <i>Augmented Reality</i> berasaskan imej	80
2.10	Analogi jurang informasi dalam aplikasi	84
2.11	Kitaran Model <i>ADDIE</i>	94
2.12	Fasa Model <i>ASSURE</i>	95





3.1	Carta alir kajian berasaskan model <i>ADDIE</i> berkaitan kajian pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5	101
3.2	Perancangan pelaksanaan kajian analisis keperluan dalam fasa analisis proses pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5.	103
3.3	Persampelan bertujuan bagi kajian analisis keperluan	104
3.4	Fasa analisis proses pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5	108
3.5	Fasa reka bentuk proses pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5	110
3.6	Fasa pembangunan proses pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5	114
3.7	Fasa implementasi proses pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5.	116
3.8	Fasa penilaian proses pembangunan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> , Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia tingkatan 5	119
4.1	Contoh imej struktur molekul etana (kumpulan alkana)	124
4.2	Contoh imej struktur molekul etena (kumpulan alkena)	125
4.3	Contoh imej struktur molekul etanol (kumpulan alkohol)	126



4.4	Contoh imej struktur molekul asid etanoik (kumpulan asid karbosilik)	126
4.5	Susun atur kad penanda	127
4.6	Reka bentuk asas kad penanda	129
4.7	Contoh Kad Penanda yang seragam	130
4.8	Paparan awal perisian SketchUp	131
4.9	Rangka sfera untuk komponen bebola dalam Sebatian Karbon	132
4.10	Imej 3D yang dibangunkan bagi komponen bebola dalam Sebatian Karbon	133
4.11	Rangka silinder untuk komponen rerantai dalam Sebatian Karbon	134
4.12	Imej 3D yang dibangunkan bagi komponen rerantai dalam Sebatian Karbon	134
4.13	<i>Vuforia</i> . Lesen perakuan dan pembangunan	135
4.14	Fungsi <i>Target Manager</i> di dalam platform <i>Vuforia</i>	137
4.15	Proses menanam (<i>embedding</i>) penanda pada kad penanda	138
4.16	Pembinaan antara muka (<i>interface</i>) <i>Unity3D</i>	140
4.17	Contoh paparan imej 3D yang ditanam pada kad penanda	142
4.18	Menguruskan dan menyusun pangkalan data bagi <i>trackable</i> dan menyemak tingkah laku <i>trackable</i>	143

4.19	Pandangan luas untuk paparan 3D pada kad penanda	144
6.1	Atribut Pengujian Kebolegunaan Aplikasi Carbon-ARY	169

SENARAI SINGKATAN

*.3ds	<i>3D Studio format</i>
*.apk	<i>Android Package File</i>
*.dae	<i>Digital Asset Exchange Format</i>
*.fbx	<i>Filmbox format</i>
*.jpeg	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
*.psd	<i>Photoshop Document</i>
*.pub	<i>Publisher file</i>
2D	Dua Dimensi
3D	Tiga Dimensi
ABM	Alat Bantu Mengajar
ADDIE	<i>Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation</i>
AR	<i>Augmented Reality / Realiti Luasan</i>
Carbon-ARy	<i>Carbon Compound in Augmented Reality</i>
CVI	<i>Content Validity Index</i>
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran
ICT	<i>Information and Communication Technology</i>
ID	<i>Instructional Design</i>
IR 4.0	<i>Industrial Revolution 4.0</i>

KBAT	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi
KBKK	Kemahiran Berfikir Kreatif dan Kritis
KPM	Kementerian Pelajaran Malaysia
KSSM	Kurikulum Standard Sekolah Menengah
OS	<i>Operating System</i>
PdP	Pengajaran dan Pembelajaran
PAK21	Pengajaran Abad Ke 21
R&D	<i>Research and Development</i>
RMK	Rancangan Malaysia Ke-
SPM	Sijil Pelajaran Malaysia
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
TMK	Teknologi Maklumat dan Komunikasi
VR	<i>Virtual Reality</i> / Realiti Maya



BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Pengenalan

Bab I ini akan menerangkan latar belakang, permasalahan, objektif, soalan, kerangka konsep, batasan, kepentingan, dan definisi operasi bagi kajian ini.





1.2 Latar Belakang Kajian

Malaysia kini sedang bergerak menuju kearah misi dan visi untuk mencapai taraf Negara Maju. Pelbagai dasar kerajaan, usaha, dan inisiatif yang telah digagaskan dan digariskan untuk mencapai matlamat ini. Menerusi gagasan Wawasan Kemakmuran Bersama 2030, bidang pendidikan turut diberikan perhatian (Kementerian Hal Ehwal Ekonomi, 2019). Salah satu daripada tiga teras utama dalam gagasan ini ialah Pembangunan Untuk Semua yang menggariskan dasar untuk menstruktur semula ekonomi ke arah yang lebih progresif, berpaksikan ilmu dan bernilai tinggi dengan penyertaan masyarakat yang menyeluruh di semua peringkat. Bagi menjayakan dan mencapai matlamat yang digariskan melalui teras tersebut, Pendidikan dan TVET diletakkan sebagai salah satu Pemboleh Daya Wawasan Kemakmuran Bersama 2030 bagi memastikan tenaga kerja yang dihasilkan mempunyai ilmu pengetahuan dan kemahiran yang tinggi, masyarakat yang berpelajaran serta berpendidikan. Hal ini jelas membuktikan bahawa, pendidikan adalah amat penting dalam usaha membina sesebuah negara bangsa yang berjaya (Alesina, Giuliano, & Reich, 2021). Tuntasnya, segala usaha dan inisiatif bagi meningkatkan kualiti bidang pendidikan melalui penerapan elemen teknologi perlu diberikan perhatian yang khusus.

Di era globalisasi ini, antara cabaran yang perlu dihadapi Malaysia dalam usaha menuju kearah negara maju adalah Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) yang sedang berlaku dan memberi impak dalam pelbagai sektor. IR 4.0 turut memberikan kesan





dan impak kepada sektor pendidikan. Oleh hal yang demikian, bidang pendidikan juga perlu turut berubah dan beredar mengikut perkembangan semasa. Pendidikan di era Revolusi Industri 4.0 perlu menggalakkan pembelajaran berteraskan teknologi sebagai wahana atau medium pengajaran dan pembelajaran supaya modal insan yang dilahirkan adalah kompeten dan mampu bersaing di peringkat global (Sri Ramadela Putri & Syafriani S, 2020).

Menurut kajian yang dilaksanakan oleh Alam, Forhad dan Ismail (2020) menyatakan bahawa IR 4.0 lebih tertumpu kepada perkembangan teknologi digital dalam dekad yang terkini merangkumi beberapa aspek, antaranya seperti kesalinghubungan menerusi internet dan akses data yang cepat. Antara teknologi yang semakin berkembang melalui IR 4.0 yang perlu diberikan penekanan untuk diterapkan dalam pendidikan di Malaysia ialah seperti pencetak 3D, *Augmented Reality*, *Virtual Reality*, kecerdasan buatan, *cloud computing*, hologram, dan biometrik (Siti Hajar Halili, 2019). Oleh hal yang demikian, bidang pendidikan di Malaysia juga perlu berevolusi dan mengadaptasi teras yang sama dengan IR 4.0 dengan menggunakan dan mengaplikasikan teknologi yang terbaru dalam sesi pengajaran dan pembelajaran. Amalan dan sumber pendidikan yang digunakan mestilah mampu mendidik dan menyediakan murid-murid dengan ilmu pengetahuan dan kemahiran yang diperlukan bagi menghadapi cabaran pada masa hadapan.





Melihatkan kepada peri penting pengemblengan elemen teknologi dalam pendidikan serta tuntutan Revolusi Industri 4.0, Kerajaan Malaysia melalui Kementerian Pendidikan Malaysia (2013b) telah menggagaskan Pelan Pembangunan Pendidikan 2015-2025 yang menggalakkan inovasi teknologi pendidikan untuk digunakan di dalam sesi pengajaran dan pembelajaran (Mohd Halim et al., 2019). Penerapan teknologi ini adalah bertujuan meningkatkan pengalaman pembelajaran murid-murid yang mempunyai kemahiran pembelajaran yang berbeza.

Menurut Dewan Bahasa dan Pustaka (2005) pendidikan membawa maksud perihal atau perbuatan mendidik. Takrifan oleh Browning et al. (2019) di dalam Encyclopedia Britannica pula menyatakan bahawa pendidikan adalah sebuah disiplin yang berkenaan dengan kaedah pengajaran, dan pembelajaran di sekolah atau persekitaran seakan sekolah. Manakala Longman Dictionary of Contemporary English (2005) mendefinisikan pendidikan sebagai sebuah proses pengajaran dan pembelajaran yang biasanya berlaku di sekolah, kolej atau universiti. Secara mudahnya pendidikan boleh ditakrifkan sebagai proses perpindahan ilmu dan maklumat dalam proses pengajaran dan pembelajaran untuk menerapkan pengetahuan dan memupuk nilai serta kemahiran.

Oleh hal yang demikian, pembaharuan dalam bidang pendidikan merupakan agenda yang penting untuk Malaysia kerana kita masih lagi bertaraf negara membangun (Haliza Abdul Rahman, 2016). Justeru, melalui pengaplikasian





teknologi terbaru terutamanya seperti *Augmented Reality* dapat mengatasi atau mengurangkan isu dan masalah yang berlaku dalam pendidikan. Antara isu yang berlaku adalah, guru cenderung menggunakan teknik berpusatkan guru seperti '*chalk and talk*' serta kurang berkemahiran dan motivasi untuk menggunakan bahan bantu mengajar berteraskan teknologi (Talirkodi Vinathan, 2016). Malahan pula, murid-murid turut mengalami masalah bagi memahami konsep-konsep yang abstrak dalam Sains yang menyebabkan pembelajaran bermakna tidak tercapai (Siti Nor Aisyah Ab Rahman, 2018).

Melalui kajian yang dijalankan oleh Sulaiman Yahya, Kasmadi Imam Supardi, dan Masturi Masturi (2017) serta Riopel dan Smyrnaïou (2016) mendapati bahawa penggunaan pelbagai teknologi maklumat dan komunikasi atau *information and communication technology* (ICT) dalam pendidikan dapat membantu keberkesanan pengajaran dan pembelajaran (PdP) Sains dan Matematik, sama ada dari perspektif kognitif, afektif, dan juga psikomotor. Sehubungan dengan itu, penggunaan teknologi *Augmented Reality* adalah cadangan dan solusi yang sesuai untuk diaplikasikan dalam mengatasi masalah dan isu yang berlaku. Hal ini demikian kerana, terdapat kajian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahawa penggunaan *Augmented Reality* dapat membantu murid-murid dalam visualisasi konsep abstrak dalam Sains, memudahkan guru-guru dalam penyediaan bahan bantu mengajar serta penyediaan rancangan pengajaran dan pembelajaran berbantuan teknologi.

Kesimpulannya, bidang pendidikan harus memanfaatkan perkembangan teknologi yang berlaku supaya dasar dan matlamat pendidikan dapat dicapai. Perkembangan teknologi memainkan peranan penting dalam keseluruhan pelaksanaan dasar. Teknologi maklumat dan komunikasi serta inovasi multimedia perlu menjadi penggerak kepada arus budaya literasi teknologi maklumat bagi melahirkan masyarakat yang berdaya maju. Pemeraksanaan pendidikan melalui pengaplikasian teknologi dalam pendidikan mampu membantu para murid untuk memahami kandungan pelajaran dengan lebih baik dan memudahkan guru-guru untuk merancang dan mengendalikan sesi pengajaran dan pembelajaran.

Menurut Chambers (1991) abstraksi dalam Sains adalah berkaitan dengan pemahaman sesuatu konseptual yang tidak dapat difahami dengan pemerhatian atau melalui proses Sains semata-mata. Abstraksi dalam Sains memerlukan kemahiran imaginatif dan menginferens yang baik. Antara contoh abstraksi dalam Sains adalah seperti graviti, momentum, inertia, pembentukan dan ikatan molekul.

Kimia adalah salah satu mata pelajaran Sains yang mengandungi fenomena abstrak seperti tindak balas kimia dan sebagainya. Oleh itu, visualisasi bagi menunjukkan secara jelas dan fenomena abstrak tersebut dalam proses pengajaran

dan pembelajaran Kimia adalah amat diperlukan (Alkan & Koçak, 2015). Antara topik dalam mata pelajaran Kimia yang memerlukan kemahiran visualisasi untuk memahami konsep abstrak adalah tajuk Sebatian Karbon. Menurut Siti Nor Aisyah Ab Rahman (2018) kebanyakan murid mengalami masalah dalam pembelajaran tajuk Sebatian Karbon kerana murid-murid tidak dapat memahami dan membayangkan konsep-konsep abstrak seperti bentuk molekul dan orbital karbon. Oleh itu, murid-murid tidak dapat membina sebuah kerangka minda bagi menggambarkan tentang bentuk dan struktur Sebatian Karbon kerana fenomena tersebut tidak dapat dilihat dengan mata kasar.

Jadual 1.1

Persepsi guru terhadap kesukaran untuk mengajar topik dalam matapelajaran Kimia Tingkatan 5

Tajuk	Persepsi guru terhadap kesukaran untuk mengajar (%)
Kadar Tindak Balas	36.7
Sebatian Karbon	56.6
Pengoksidaan dan Penurunan	50.0

Berdasarkan kajian analisis keperluan yang dijalankan terhadap 30 orang responden yang terdiri daripada guru-guru Kimia sekolah menengah berkaitan dengan kesukaran tajuk untuk mengajar direkodkan di dalam Jadual 1.1 menunjukkan bahawa tajuk Sebatian Karbon merupakan tajuk yang paling sukar untuk diajar oleh guru berbanding dengan tajuk yang lain yang ada dalam silibus



Kimia Tingkatan 5 dengan peratus persetujuan paling tinggi iaitu 56.6%. Dalam pada itu, kajian analisis keperluan yang dilaksanakan ini turut mendapatkan respon guru terhadap faktor yang menyebabkan murid sukar untuk mempelajari tajuk Sebatian Karbon yang ditunjukkan di dalam Jadual 1.2.

Jadual 1.2

Persepsi guru tentang faktor yang menyebabkan murid sukar untuk mempelajari tajuk Sebatian Karbon

Faktor yang menyebabkan murid sukar untuk mempelajari tajuk Sebatian Karbon	(%)
Kurang kemahiran visualisasi	26.7
Kurang minat dengan mata pelajaran Kimia	20.0
Kurang bahan bantu mengajar yang sesuai	16.7
Masa tidak mencukupi untuk tajuk PdP Sebatian Karbon	10.0
Kefahaman terhadap konsep Sains yang lemah	10.0
PdP yang tidak menarik	10.0
Murid kurang membuat latihan tubi	6.6

Berdasarkan hasil kajian analisis keperluan yang ditunjukkan di dalam Jadual 1.2, jelas menggambarkan bahawa murid mengalami masalah visualisasi dalam memahami kandungan pelajaran Sebatian Karbon serta menunjukkan sikap kurang minat dalam mempelajari matapelajaran Kimia. Hal ini turut disokong melalui kajian Yuyum Fahmidani dan Eli Rohaeti (2020) yang menyatakan aspek





sikap saintifik yang paling rendah ialah sifat ingin tahu, bermakna minat murid terhadap pembelajaran Kimia serta subjek Sains yang lain adalah pada tahap yang sangat rendah.

Pada dasarnya, perubahan sikap ini pada asasnya dipengaruhi oleh jenis pengajaran yang dialami oleh murid dan berdasarkan Jadual 1.2 ini jelas menunjukkan faktor PdP yang tidak menarik juga merupakan faktor penyumbang kepada murid sukar untuk mempelajari tajuk Sebatian Karbon serta memerlukan bahan bantu yang sesuai dalam memahami topik tersebut. Di samping itu, menurut Fatin Aliah Phang, Mohd Salleh Abu, Mohamad Bilal Ali, dan Salmiza Salleh (2013), penggunaan teknik pengajaran dan pembelajaran konvensional yang hanya menggunakan buku teks dan teknik *chalk and talk* tidak lagi sesuai memandangkan perkembangan teknologi yang semakin pesat yang turut memberikan kesan dan impak kepada bidang pendidikan. Teknik pengajaran yang hanya bersandarkan kepada penggunaan buku teks semata-mata sebagai bahan bantu belajar boleh menyebabkan murid menjadi bosan dan sesi pengajaran dan pembelajaran tidak berkesan dan tidak berkualiti terutamanya apabila mempelajari tajuk Sebatian Karbon yang memerlukan bantuan visualisasi untuk meningkatkan kefahaman murid-murid.

Selain itu, bahan bantu mengajar sedia ada seperti video dan model *balls and sticks* mempunyai limitasi dan had keupayaan untuk membantu murid-murid dalam memahami konsep Sebatian Karbon. Video hanya berperanan menggantikan





papan putih yang hanya menggantikan penerangan guru dan menggunakan teknik komunikasi satu hala (Major & Watson, 2017). Kelemahan model *ball and sticks* pula adalah kos yang tinggi untuk satu-satu model yang lengkap dan penggunaannya semasa pembelajaran adalah kurang praktikal terutamanya untuk kelas-kelas yang bersaiz besar (Shamsuddin, Ogabi, Adamu, & Adamu, 2018). Oleh hal yang demikian, teknologi *Augmented Reality* adalah yang paling sesuai untuk diaplikasikan sebagai bahan bantu mengajar bagi tajuk Sebatian Karbon ini. Dengan adanya bantuan ransangan dan visualisasi janaan komputer dalam bentuk paparan visual 3D seperti dalam *Augmented Reality* dapat membantu murid-murid untuk melihat secara jelas struktur molekul Sebatian Karbon.



Berdasarkan kajian lepas, adalah sangat perlu untuk membangunkan sebuah aplikasi pendidikan berkonsepkan teknologi *Augmented Reality* ini untuk tajuk Sebatian Karbon yang bersesuaian dengan silibus Tingkatan 5 KSSM. Tambahan pula, berdasarkan kajian analisis keperluan yang dijalankan terhadap seramai 30 orang guru Kimia menunjukkan keperluan untuk membangunkan sebuah bahan bantu mengajar yang berkonsepkan multimedia untuk mengajar tajuk Sebatian Karbon. Oleh itu, cadangan untuk membina sebuah aplikasi bahan bantu mengajar yang berkonsepkan *Augmented Reality* bagi tajuk Sebatian Karbon adalah satu jalan penyelesaian bagi mengatasi masalah-masalah yang dinyatakan terutamanya bagi membantu murid-murid untuk mempelajari dan memahami abstraksi yang ada dalam tajuk Sebatian Karbon dengan menggunakan bantuan visualisasi 3D.



1.4 Objektif Kajian

Berdasarkan kajian yang dijalankan terdapat empat objektif utama iaitu;

- a. Membangunkan sebuah aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam silibus Kimia Tingkatan 5.
- b. mengenal pasti nilai pekali kesahan dan kebolehpercayaan kandungan Sebatian Karbon aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy.
- c. mengenal pasti nilai peratus persetujuan persepsi guru terhadap aspek kebolehgunaan terhadap aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam silibus Tingkatan 5 sebagai bahan bantu mengajar.

1.5 Persoalan Kajian

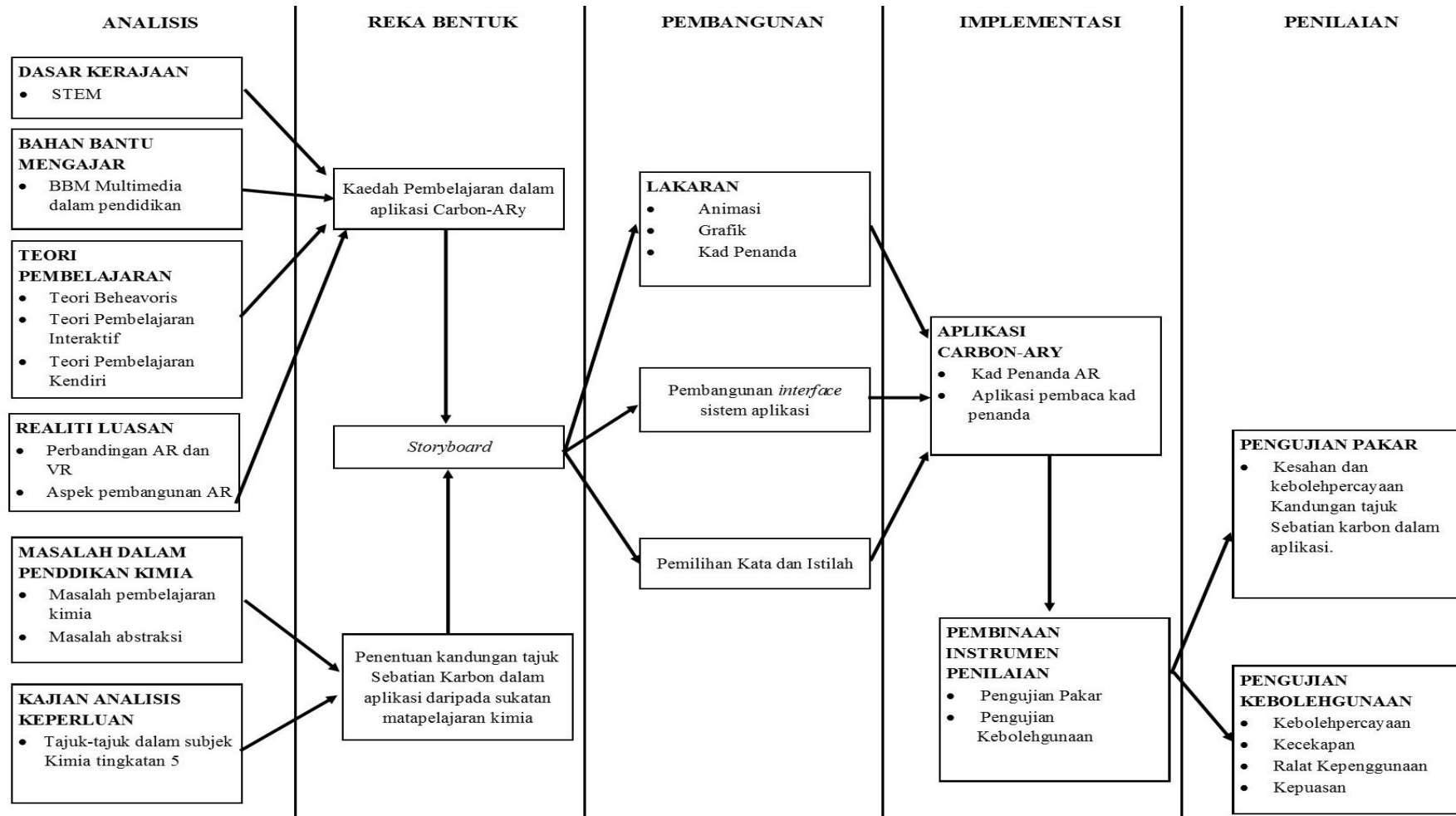
Untuk mencapai objektif penyelidikan, empat persoalan kajian telah dibina seperti berikut:

- S1 Apakah nilai pekali kesahan dan kebolehpercayaan kandungan tajuk Sebatian Karbon dalam aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam silibus Tingkatan 5?

S3 Apakah nilai peratus persepsi kebolegunaan pengujian kebolegunaan berdasarkan persepsi guru aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam silibus Tingkatan 5 sebagai bahan bantu mengajar?

1.6 Kerangka Teori Kajian

Kerangka teori kajian adalah sebuah kerangka yang menggambarkan secara holistik tentang konsep, teori dan kaedah yang digunakan untuk menjawab soalan kajian yang telah dinyatakan yang berhubung dengan pembangunan dan pengujian aplikasi, Carbon-ARy ini. Kajian ini menerapkan beberapa teori pembelajaran misalnya teori pembelajaran interaktif dan Teori Behavioris yang digunakan dalam pembangunan aplikasi *Augmented Reality* bagi tajuk Sebatian Karbon, Carbon-ARy ini. Selain itu, untuk menyokong pembangunan bahan bantu mengajar ini, dasar berkaitan dengan pendidikan turut diuraikan bagi melihat kesesuaian untuk digunakan dalam sesi pengajaran dan pembelajaran. Akhir sekali adalah berkaitan dengan kaedah pembangunan aplikasi ini adalah melibatkan dua komponen utama iaitu, aplikasi dan perkakasan yang mampu memaparkan paparan Sebatian Karbon dalam bentuk 3D melalui teknologi *Augmented Reality* bagi membantu masalah abstraksi murid. Kerangka teori dijelaskan melalui Rajah 1.1.



Rajah 1.1 Kerangka Teori Kajian



1.7 Kerangka Konseptual Kajian

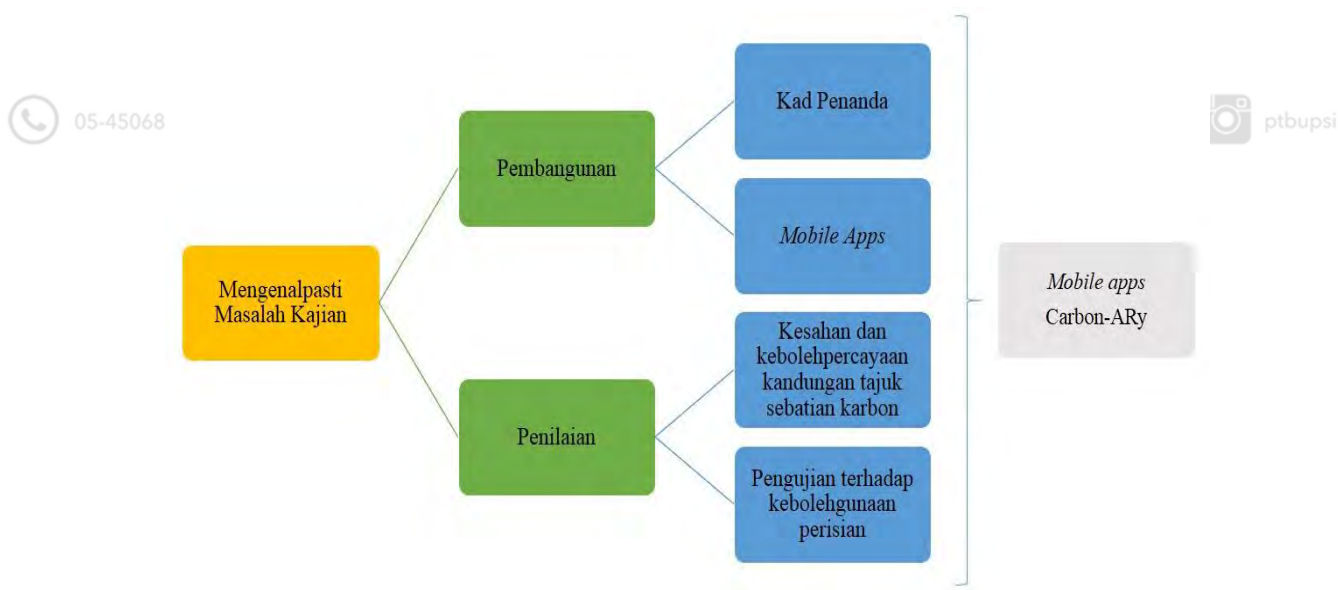
Kerangka konseptual kajian bagi menunjukkan gambaran keseluruhan pelaksanaan kajian ini. Terdapat tiga urutan kerja utama dalam pelaksanaan kajian ini iaitu: (i) Mengenal pasti masalah kajian (ii) Pembangunan dan (iii) Penilaian. Dalam peringkat yang pertama ini, gerak kerja yang dilakukan adalah melibatkan kajian analisis keperluan bagi mengenal pasti permasalahan kajian dan senggang kajian. Selain itu, dalam fasa ini juga, turut melibatkan tinjauan literatur bagi menyokong dapatan kajian analisis keperluan serta untuk mendapatkan maklumat yang tepat dalam prosedur pembangunan aplikasi, prinsip dan teori yang bersesuaian dengan kajian pembangunan aplikasi *Augmented Reality* bagi tajuk Sebatian Karbon.



Seterusnya, dalam peringkat kedua adalah berkaitan dengan pembangunan aplikasi ini yang merangkumi satu proses teknikal menggabungkan maklumat yang diperoleh daripada fasa yang pertama bagi menghasilkan satu prototaip yang boleh digunakan. Bagi memudahkan pengguna semasa menggunakan aplikasi ini, reka bentuk aplikasi ini dibangunkan dengan menggunakan reka bentuk berpusatkan pengguna atau *user centered design*. Selain itu, visual yang digunakan dalam aplikasi ini adalah dalam bentuk 3D bagi membantu murid-murid yang mengalami masalah visualisasi seperti yang dinyatakan dalam pernyataan masalah. Pembangunan aplikasi merangkumi silibus Kimia bagi tajuk Sebatian Karbon Tingkatan 5, teori pembelajaran, teori pembangunan *Augmented Reality* serta kaedah pengajaran dan pembelajaran Kimia bagi tajuk Sebatian Karbon.



Pada peringkat yang terakhir, model atau protaip yang dibangunkan melalui proses penilaian yang dijalankan dalam dua bahagian iaitu pengujian pakar dan pengujian kebolegunaan. Bagi pengujian pakar, dua aspek utama yang dinilai adalah: (i) kesahan dan kebolehpercayaan kandungan tajuk Sebatian Karbon dalam aplikasi (ii) serta penilaian terhadap kandungan mata pelajaran dalam aplikasi ini. Pengujian kebolegunaan aplikasi yang ini pula akan menilai fungsi aplikasi ini sebagai bahan bantu mengajar yang boleh diaplikasikan semasa proses pengajaran dan pembelajaran berdasarkan atribut-atribut yang telah ditetapkan. Kerangka konseptual kajian ini dijelaskan lagi di dalam Rajah 1.2.



Rajah 1.2 Kerangka Konseptual Kajian



1.8 Kepentingan Kajian

Kajian pembangunan aplikasi bahan bantu mengajar berkonsepkan *Augmented Reality*, Carbon-ARY bagi tajuk Sebatian Karbon ini dibangunkan adalah untuk menggalakkan literasi visual dalam kalangan murid-murid. Selain itu, tujuan pembangunan aplikasi ini adalah untuk membantu murid-murid untuk memahami konsep abstraksi yang wujud dalam mata pelajaran Kimia. Prototaip ini dibangunkan bertujuan untuk membantu dalam meningkatkan minat murid untuk belajar mata pelajaran Kimia. Bahan bantu mengajar ini juga dijangka dapat meningkatkan kefahaman dan pencapaian murid dalam mata pelajaran Kimia terutamanya dalam tajuk Sebatian Karbon. Hal ini demikian kerana penggunaan multimedia mampu meningkatkan pencapaian murid (Carstens, Mallon, Bataineh, & Al-Bataineh, 2021)

Kajian ini juga dibangunkan untuk membantu memudahkan tugas guru dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Bahan bantu mengajar ini membantu meringankan beban guru dari segi masa dan tenaga. Guru-guru dapat mengurangkan masa untuk menyediakan bahan bantu belajar untuk digunakan semasa sesi pengajaran dan pembelajaran bagi menyokong pembelajaran murid. Kajian ini juga dapat menyumbang dalam menambahkan lagi bahan bantu mengajar berasaskan multimedia dan juga bahan penyelidikan berkaitan dengan bahan bantu mengajar *Augmented Reality* untuk pendidikan.



1.9 Batasan Kajian

Terdapat beberapa batasan kajian bagi penyelidikan ini seperti berikut:

- a. Hanya 30 orang guru Kimia daripada Daerah Batang Padang, Muallim, Hilir Perak dan Hulu Selangor dipilih untuk kajian keperluan (*need analysis*) yang dijalankan bagi menentukan keperluan bagi tajuk dan masalah yang perlu dikaji.
- b. Pembangunan aplikasi ini adalah berdasarkan sukatan mata pelajaran Kimia Tingkatan 5 Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) dan menggunakan Bahasa Melayu sebagai bahasa pengantar. Selain itu, kajian ini hanya menumpukan Sebatian Karbon yang dinyatakan dalam silibus sahaja.
- c. Proses pengujian aplikasi oleh pakar melibatkan lima orang pakar bagi menilai beberapa bidang utama iaitu: (i) Kesahan dan kebolehpercayaan kandungan Sebatian Karbon dalam aplikasi *Augmented Reality*, Carbon-ARy yang dibangunkan ini.
- d. Kajian keberkesanan aplikasi ini terhadap proses pengajaran dan pembelajaran serta kesan kepada prestasi murid tidak dilaksanakan.
- e. Bagi ujian kebolegunaan, sampel kajian melibatkan lima orang guru yang mengajar mata pelajaran Kimia sahaja. Pemilihan guru mata pelajaran Kimia sebagai responden bagi ujian kebolegunaan adalah kerana guru-



guru yang mengawal selia penggunaan aplikasi ini di dalam bilik darjah semasa sesi pengajaran dan pembelajaran.

1.10 Skop Kajian

Penyelidikan yang dilaksanakan ini hanya memfokuskan kepada pelaksanaan analisis keperluan, merekabentuk dan membangun aplikasi *Augmented Reality* bagi tajuk Sebatian Karbon dalam sukatan mata pelajaran Kimia Tingkatan 5 dan seterusnya melaksanakan pengujian pakar dan pengujian kebolegunaan terhadap aplikasi yang dibangunkan ini sahaja. Aplikasi yang dibangunkan mempunyai dua komponen sahaja iaitu aplikasi dan perkakasan yang mengandungi kandungan topik Sebatian Karbon dengan elemen *Augmented Reality* untuk membantu murid-murid dalam masalah abstraksi dalam tajuk Sebatian Karbon ini. Aplikasi ini berfungsi membaca kad penanda yang mengandungi maklumat bagi memaparkan imej 3D janaan komputer yang tertanam (*embedded*) pada kod unik tersebut.

Fasa penilaian yang dilaksanakan pula, melibatkan dua bahagian iaitu pengujian pakar dan pengujian kebolegunaan ke atas aplikasi yang dibangunkan. Kajian pengujian pakar melibatkan penilaian terhadap kesahan dan kebolehpercayaan kandungan tajuk Sebatian Karbon serta penilaian terhadap sistem yang dibangunkan. Penilaian kebolegunaan pula adalah untuk mendapatkan



maklum balas daripada guru-guru Kimia terhadap kebolegunaan dan kesesuaian menggunakan aplikasi yang dibangunkan ini sebagai alat bantu mengajar dalam sesi pengajaran dan pembelajaran matapelajaran Kimia.

1.11 Definisi Operasi

Beberapa istilah disenaraikan dan didefinisikan bagi menjelaskan kajian yang dijalankan. Definisi istilah-istilah ini dihuraikan bersesuaian dengan tujuan serta skop kajian yang dijalankan. Huraian maksud istilah-istilah turut dirujuk daripada penyelidikan terdahulu yang telah dijalankan.

1.11.1 *Augmented Reality*

Menurut Dunser, Grasset, Seichter, dan Billinghurst (2008) *Augmented Reality* atau realiti luasan adalah satu jenis teknologi yang menggabungkan persekitaran maya dan dunia nyata dalam masa yang sama. Selain itu, *Augmented Reality* juga turut dikenali sebagai Realiti Berpelantar. Namun begitu, bagi kajian ini hanya satu terma yang digunapakai iaitu *Augmented Reality* sahaja. Teknologi *Augmented Reality* menjana paparan objek 3D dalam paparan maya ke dalam persekitaran nyata.



Dalam kajian ini, *Augmented Reality* adalah kaedah yang digunakan bagi menggabungkan paparan maya yang dijana oleh komputer dengan kad penanda yang wujud bagi memaparkan struktur Sebatian Karbon dalam mata pelajaran Kimia Tingkatan 5.

1.11.2 Sebatian Karbon

Menurut buku teks Kimia Tingkatan 5 Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) yang dikeluarkan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum (2017), Sebatian Karbon bermaksud, sebatian molekul yang mengandungi karbon. Terdapat dua jenis Sebatian Karbon iaitu Sebatian Karbon organik dan Sebatian Karbon tak organik. Sebatian Karbon juga dipecahkan kepada dua bahagian iaitu hidrokarbon tepu dan tidak tepu. Dalam kajian ini, definisi operasi bagi Sebatian Karbon adalah berdasarkan sukatan mata pelajaran Kimia Tingkatan 5 KSSM dan buku teks Kimia Tingkatan 5. Pembangunan struktur molekul Sebatian Karbon dalam bentuk maya dalam aplikasi ini adalah tertakluk hanya untuk struktur-struktur yang berikut;

- i) 10 ahli pertama kumpulan Alkana,
- ii) 10 ahli pertama kumpulan Alkena,
- iii) 4 ahli pertama kumpulan Alkohol,
- iv) 4 ahli pertama kumpulan Asid Karbosilik



Terdapat enam subtopik dalam tajuk Sebatian Karbon ini iaitu, Alkana, Alkena, Alkohol, Asid Karbosilik, Ester dan Lemak. Namun begitu, pembangunan imej paparan maya 3D tidak meliputi subtopik Ester dan Lemak. Hal ini demikian kerana ester dan lemak adalah hasil terbitan daripada tindak balas kimia di antara asid karbosilik dan alkohol. Oleh itu, hanya empat kumpulan sahaja yang difokuskan dalam kajian ini.

1.11.3 Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM)

Menurut Peraturan-Peraturan Pendidikan (Kurikulum Kebangsaan) 1997 di bawah Akta Pendidikan 1996 (Akta 550) Kurikulum Standard Sekolah Menengah adalah suatu program pendidikan yang termasuk kurikulum dan kegiatan kokurikulum yang merangkumi semua pengetahuan, kemahiran, norma, nilai, unsur kebudayaan dan kepercayaan untuk membantu perkembangan seseorang murid dengan sepenuhnya dari segi jasmani, rohani, mental dan emosi serta untuk menanam dan mempertingkatkan nilai moral yang diinginkan untuk menyampaikan pengetahuan. Bagi kajian ini, definisi operasinya adalah tentang silibus mata pelajaran Kimia Tingkatan 5 bagi tajuk Sebatian Karbon serta elemen-elemen yang telah digariskan dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah seperti elemen rentas kurikulum, Pembelajaran Abad Ke 21 (PAK21) serta penerapan nilai-nilai murni. Sebagai makluman, semasa kajian ini dilaksanakan sedang berlaku transisi sukatan kurikulum lama kepada sukatan kurikulum baharu bagi mata pelajaran Kimia.



1.11.4 Masalah Visualisasi

Osinska (2018) menyatakan bahawa, masalah visualisasi merupakan masalah yang lazim yang dialami dalam pelbagai bidang dan disiplin ilmu yang memerlukan pemahaman kepada sesuatu data atau maklumat yang abstrak. Osinka juga turut menyatakan bahawa, bidang Sains secara amnya dan bidang Kimia juga adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai data yang maklumat yang abstrak seperti ikatan molekul, orbital dan struktur molekul. Dalam kajian ini, masalah visualisasi merujuk kepada masalah yang dialami oleh murid-murid dalam memahami struktur molekul Sebatian Karbon dalam silibus Kimia Tingkatan 5 yang menyebabkan pembelajaran menjadi kurang berkesan.



1.11.5 Aplikasi

Menurut Hsiao dan Chen (2016) aplikasi adalah terdiri daripada program kecil yang dibangunkan untuk peranti mudah alih seperti telefon bimbit dan tablet yang mempunyai pelbagai fungsi dan kegunaan yang tertentu berdasarkan keperluan dan tujuan pembinaannya. Selain itu, pembelajaran yang menggunakan teknologi seperti aplikasi kursus (*courseware*) mampu meningkatkan keberkesanan pembelajaran di samping menggantikan pembelajaran yang berpusatkan guru kepada pembelajaran berpusatkan murid (Ngan, Tang, Chan, Chen, & Tang, 2018).





Definisi operasi bagi aplikasi dalam kajian ini ialah sebuah aplikasi yang boleh dioperasikan dengan menggunakan peranti mudah alih seperti telefon bimbit yang mampu untuk memaparkan imej maya yang dijana melalui teknologi *Augmented Reality* bagi struktur molekul Sebatian Karbon daripada sukatan mata pelajaran Kimia Tingkatan 5.

1.11.6 Kad Penanda

Kad penanda di dalam kajian ini adalah kad yang mengandungi kod unik tertentu yang boleh dibaca oleh aplikasi yang dibangunkan. Kod unik tersebut mengandungi maklumat berkaitan dengan paparan 3D struktur molekul Sebatian Karbon yang telah tertanam (*embedded*) padanya.

1.11.7 Pengujian Kesahan

Menurut Taherdoost (2016), menyatakan bahawa pengujian kesahan adalah kemampuan dan kebolehan sesebuah ujian untuk mengukur sesuatu perihai yang perlu diukur. Pengujian kesahan mempunyai beberapa jenis seperti kesahan kandungan (*content validity*), kesahan muka (*face validity*), kesahan serentak



(*concurrent validity*). Taherdoost (2016) juga menyatakan bahawa mana-mana jenis bentuk kesahan boleh digunakan bagi menentukan nilai kesahan sesuatu alat pengukuran. Dalam kajian ini, pengujian kesahan ditadbir kepada dua bahagian utama iaitu terhadap (i) Instrumen Kaji Selidik Analisis Keperluan, (ii) Instrumen Kaji Selidik Kebolehgunaan Aplikasi Carbon-ARy, dan terhadap (iii) Kesahan Kandungan Tajuk Sebatian Karbon dalam Aplikasi Carbon-ARy.

1.11.8 Pengujian Kebolehpercayaan

Kebolehpercayaan bermaksud keupayaan sesuatu instrumen atau alat pengukuran untuk kekal stabil dan konsisten dalam mengukur atribut atau konstruk merentasi masa (Campbell & Fiske, 1959). Menurut Roslan Ahmad Fuad, Mohamad Aziz Shah Mohamed Arip, dan Fauziah Sa'ad (2019) pula, kebolehpercayaan bagi sesuatu modul adalah keupayaan modul untuk konsisten dalam mengekalkan objektif dan tujuan modul itu dibangunkan. Dalam kajian ini, pengujian kebolehpercayaan ditadbir terhadap dua instrumen iaitu Instrumen Kaji Selidik Analisis Keperluan dan Instrumen Kaji Selidik Kebolehgunaan Aplikasi Carbon-ARy. Manakala bagi pengujian kebolehgunaan modul doserta (iii) Kebolehgunaan Kandungan Tajuk Sebatian Karbon dalam Aplikasi Carbon-ARy.



1.11.9 Pengujian Kebolehgunaan

Menurut Bastien (2009), pengujian kebolehgunaan adalah pengujian untuk mengukur kebolehgunaan sesuatu reka bentuk yang dibangunkan yang ditadbir kepada sekumpulan pengguna. Hal ini disokong lagi oleh Mathur (2021) yang menyatakan, pengujian kebolehgunaan adalah untuk mendapatkan persepsi awal berkaitan sesuatu sistem, produk atau reka bentuk daripada pengguna. Setelah pembangunan aplikasi Carbon-ARy dilaksanakan, pengujian kebolehgunaan ditadbir terhadap lima orang guru Kimia. Guru Kimia bagi menilai kebolehgunaan aplikasi Carbon-ARy ini dalam beberapa atribut.

- a. Keserasian guru dengan aplikasi
- b. Reka bentuk dan paparan aplikasi
- c. Keberkesanan antara muka aplikasi
- d. Kebolehppercayaan dan kesahan kandungan aplikasi
- e. Kemampuan aplikasi sebagai bahan sokongan pembelajaran
- f. Kebolehoperasian aplikasi





1.12 Rumusan

Bahan bantu mengajar yang baik mestilah sesuai dengan kandungan pelajaran dan mengikut perkembangan teknologi supaya dapat memastikan sesi pengajaran dan pembelajaran yang berkesan dan bermakna dapat dicapai. Tujuan pembangunan aplikasi *Augmented Reality* ini adalah untuk membantu dalam mengatasi masalah abstraksi yang dihadapi dalam pendidikan Sains secara amnya dalam mata pelajaran Kimia secara khusus.

Perkembangan bidang teknologi terutamanya teknologi *Augmented Reality*

perlu dimanfaatkan sebagai bahan bantu mengajar di dalam kelas yang mampu menyediakan bantuan visualisasi dalam bentuk 3D. Kebolehan *Augmented Reality* untuk memasukkan objek maya yang dijana melalui komputer ke dalam persekitaran realiti merupakan ciri utama yang boleh dimanfaatkan dalam penghasilan bahan bantu mengajar untuk membantu murid memahami kandungan pembelajaran yang bersifat abstrak.

Pembangunan aplikasi bahan bantu mengajar *Augmented Reality*, Carbon-ARy bagi tajuk Sebatian Karbon dalam silibus Tingkatan 5 ini diharap dapat membantu dalam memupuk minat murid-murid untuk belajar mata pelajaran Kimia dengan menggunakan multimedia supaya pembelajaran menjadi lebih mudah, menarik dan menyeronokkan. Pembangunan bahan bantu mengajar ini juga bertujuan memudahkan proses untuk guru-guru menyediakan bahan bantu

mengajar untuk digunakan di dalam kelas. Kajian ini memfokuskan kepada membangun dan melaksanakan pengujian terhadap bahan bantu mengajar *Augmented Reality* bagi tajuk Sebatian Karbon dalam silibus Kimia Tingkatan 5.