

PEMBINAAN APLIKASI MUDAH ALIH *ARcell*  
BAGI TAJUK STRUKTUR SEL DAN ORGANEL  
UNTUK BIOLOGI TINGKATAN 6

ROHANI BINTI HASHIM

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2022

**PEMBINAAN APLIKASI MUDAH ALIH *ARcell* BAGI TAJUK STRUKTUR SEL  
DAN ORGANEL UNTUK BIOLOGI TINGKATAN 6**

**ROHANI BINTI HASHIM**

**DISERTASI DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK  
MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA PENDIDIKAN (BIOLOGI)  
(MOD PENYELIDIKAN DAN KERJA KURSUS)**

**FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK  
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

**2022**



/

## INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH

### PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada 11 JANUARI 2022

#### i) Perakuan pelajar:

Saya, ROHANI BINTI HASHIM, M20181001204 FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK dengan ini mengaku bahawa tesis yang bertajuk PEMBINAAN APLIKASI MUDAH ALIH ARcell BAGI TAJUK STRUKTUR SEL DAN ORGANEL UNTUK BIOLOGI TINGKATAN 6 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 sejasas dan secukupnya..

Tandatangan pelajar

#### ii) Perakuan Penyelia:

Saya PM DR.CHE NIDZAM BINTI CHE AHMAD dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk PEMBINAAN APLIKASI MUDAH ALIH ARcell BAGI TAJUK STRUKTUR SEL DAN ORGANEL UNTUK BIOLOGI TINGKATAN 6 dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian syarat untuk memperoleh IJAZAH SARJANA PENDIDIKAN (BIOLOGI).

11.01.2022

Tarikh

Tandatangan Penyelia

PROF. MADYA DR. CHE NIDZAM CHE AHMAD  
 Jabatan Biologi  
 Fakulti Sains dan Matematik  
 Universiti Pendidikan Sultan Idris  
 35900 Tanjung Malim, Perak



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

Tajuk / Title: PEMBINAAN APLIKASI MUDAH ALIH ARcell BAGI TAJUK  
STRUKTUR SEL DAN ORGANEL UNTUK MATA PELAJARAN  
BIOLOGI TINGKATAN 6

No. Matrik / Matric's No.: M20181001204

Saya / I: ROHANI BINTI HASHIM

Mengaku membenarkan Tesis/**Disertasi**/Laporan Kertas Projek (Doktor Falsafah/**Sarjana**)\* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

*Acknowledge that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-*

1. Tesis/**Disertasi**/Laporan Kertas Projek adalah hak milik UPSI.  
*The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris.*
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan sahaja.  
*Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of research only.*
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. Perpustakaan tidak dibenarkan membuat penjualan sains Tesis/**Disertasi** ini bagi kategori **TIDAK TERHAD**.  
*The library are not allowed to make any profit for 'Open Access' Thesis/Dissestation.*
5. 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**

PROF. MADYA DR. CHE NIZAM CHE AHMAD  
Jabatan Biologi  
Fakulti Sains dan Matematik

(Tandatangan Pelajar / Signature)

(Tandatangan Penyeja / Signature of Supervisor  
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)

Tarikh: 11 JANUARI 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.*



## PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Allah s.w.t., Tuhan sekalian alam, selawat dan salam kepada baginda Rasulullah SAW dan ahli keluarga, para sahabat, para tabi'in serta pewaris-pewaris perjuangannya.

Setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terima kasih diucapkan kepada penyelia-penyelia yang dihormati, Profesor Madya Dr. Che Nidzam binti Che' Ahmad dan Profesor Madya Dr. Nor Nafizah Binti Mohd Noor, Jabatan Biologi, Fakulti Sains dan Matematik, UPSI atas segala bimbingan, tunjuk ajar, kepakaran dan nasihat serta sokongan moral di sepanjang saya menjalankan kajian ini. Jasa-jasa Dr, hanya Allah sahaja dapat membalasnya. Semoga Dr dan keluarga senantiasa dalam rahmat dan kasih sayang Allah.

Jutaan terima kasih kepada Education Planning and Research Division (EPRD) Kementerian Pendidikan Malaysia dan Jabatan Pendidikan Negeri Melaka kerana telah meluluskan dan memudahkan urusan menjalankan kajian di sekolah. Sekalung penghargaan dan terima kasih buat para penilai yang dilantik atas kepakaran dan masa yang diluangkan dalam menambahbaik kualiti kajian saya ini.

Ucapan penghargaan dan ribuan terima kasih juga kepada pihak sekolah terutamanya guru-guru dan murid-murid Tingkatan Enam Negeri Melaka yang terlibat, atas kesudian serta kerjasama yang sangat baik dalam menjayakan kajian saya ini, biarpun sedang menghadapi cabaran pandemik Covid-19. Tidak dilupakan juga buat adik-adik seperjuangan dalam menuntut ilmu di UPSI, terima kasih atas segala kenangan yang terindah. Semoga ukhwh yang terjalin berkekalan selamanya.

Jutaan terima kasih dan sayang yang tidak terhingga khas buat suami tercinta, Mohd Nizam bin Madin yang senantiasa memberikan semangat, sokongan dan dorongan serta pengorbanan dalam perjuangan menimba ilmu ini. Buat anak-anak terutamanya Nur Zakirah binti Mohd Nizam, terima kasih kerana menyumbangkan suara di dalam aplikasi *ARcell* ini serta pertolongan di sepanjang perlaksanaannya. Buat anak-anak yang lain, Muhammad Naufal bin Mohd Nizam, Nur Zawanah binti Mohd Nizam dan Muhammad Naqib bin Mohd Nizam, terima kasih kerana memahami, memberikan sokongan dan pengorbanan yang berpanjangan. Semoga perjuangan ibu dalam menimba ilmu ini menjadi pendorong dan semangat serta inspirasi kepada anak-anak tersayang untuk menjadi pecinta ilmu yang berjaya di dunia mahupun di akhirat.

Akhir kata, setinggi-tinggi penghargaan juga buat Bahagian Tajaan Pendidikan, KPM di atas peluang biasiswa HLP yang diberikan demi menggapai impian kejayaan memiliki Ijazah Sarjana Pendidikan (Biologi) ini. Harapan saya, agar kajian ini dapat memberi manfaat dan inspirasi kepada semua pihak dalam meningkatkan kualiti pdp di era Revolusi Industri 4.0 ini. Sekian, terima kasih.



## ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai kebolegunaan aplikasi mudah alih augmentasi realiti bagi topik Struktur Sel dan Organel yang dinamakan sebagai *ARcell*. Reka bentuk kajian yang digunakan adalah kajian pembangunan. Pembangunan aplikasi mudah alih *ARcell* ini adalah berdasarkan Model ADDIE dengan integrasi Teori Pembelajaran Konstruktivisme dan Teori Pembelajaran Kognitif Multimedia Mayer. Kesahan aplikasi mudah alih *ARcell* ditentukan oleh pakar manakala kebolehpercayaan ditentukan berdasarkan kajian rintis. Kebolegunaan aplikasi mudah alih *ARcell* ini ditentukan melalui perspektif 101 pelajar tingkatan enam yang dipilih secara rawak dari tiga sekolah berbeza di Melaka. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan perisian SPSS. Hasil kajian menunjukkan bahawa aplikasi mudah alih *ARcell* mempunyai kesahan yang baik dari aspek isi kandungan (S-CVI=1.00), aspek teknikal (S-CVI=0.97) dan juga mempunyai kebolehpercayaan yang baik dengan nilai Alpha Cronbach 0.94 daripada perspektif pelajar dan 0.97 daripada perspektif guru. Aplikasi mudah alih *ARcell* juga mempunyai kebolegunaan yang baik dari aspek reka bentuk, fungsi, kemudahan penggunaan, kebolehbelajaran, kepuasan, penggunaan masa hadapan dan kebolehpercayaan sistem dengan nilai purata min yang tinggi iaitu 3.94. Kesimpulannya, aplikasi mudah alih *ARcell* mempunyai kesahan, kebolehpercayaan serta kebolegunaan yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran biologi tingkatan enam bagi topik Struktur Sel dan Organel. Implikasi kajian ini menunjukkan bahawa aplikasi mudah alih *ARcell* dapat digunakan sebagai bahan bantu mengajar tambahan dan berpotensi menjadi pemangkin kepada pendekatan pembelajaran bersifat global yang baharu di Malaysia.

## **THE DEVELOPMENT OF ARcell MOBILE APPS FOR THE TOPIC OF STRUCTURE OF CELLS AND ORGANELLES FOR FORM 6 BIOLOGY**

### **ABSTRACT**

This study aims to develop and evaluate the usability of an augmented reality mobile apps for the topic The Structure of Cells and Organelles apithet as *ARcell*. The design used was a development research. The development of this *ARcell* mobile apps is based on the ADDIE Model with the integration of Constructivist Learning Theory and Mayer Cognitive Theory of Multimedia Learning. The validity of the *ARcell* mobile apps was determined by experts while the reliability was based on the pilot study. The usability of *ARcell* mobile apps was determined through the perspective of 101 form six students which randomly selected from three different schools in Melaka. The data were analyzed descriptively using the SPSS software. The findings showed that the *ARcell* mobile apps had good validity from the content aspect (S- CVI = 1.00), technical aspect (S-CVI = 0.97) and also had good reliability with Cronbach's Alpha value of 0.94 from the student's perspective and 0.97 from teacher's perspective. *ARcell* mobile apps also has good usability in terms of design, functionality, ease of use, learnability, satisfaction, future use, and system reliability with a high mean value of 3.94. In conclusion, the *ARcell* mobile apps has good validity, reliability and usability to be used in form six biology in the topic of Cell Structure and Organelles. The implications of this study indicate that the *ARcell* mobile apps can be used as an additional teaching aid and has the potential to be a catalyst for a new global learning approach in Malaysia.

## ISI KANDUNGAN

### Muka Surat

<b>BORANG PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN</b>	ii	
<b>BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN</b>	iii	
<b>PENGHARGAAN</b>	iv	
<b>ABSTRAK</b>	v	
<b>ABSTRACT</b>	vi	
<b>ISI KANDUNGAN</b>	vii	
<b>SENARAI JADUAL</b>	xiv	
<b>SENARAI RAJAH</b>	xvii	
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xx	
<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latar Belakang Kajian	3
	1.3 Pernyataan Masalah	7
	1.4 Tujuan Kajian	14
	1.5 Objektif Kajian	15
	1.6 Soalan Kajian	15



1.7	Kerangka Konseptual Kajian	15
1.8	Kepentingan Kajian	18
1.8.1	Pelajar	19
1.8.2	Guru	19
1.8.3	Ibu bapa	20
1.8.4	Penyelidik akademik/ pereka bentuk aplikasi mudah alih AR	20
1.8.5	Pihak Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM)	20
1.8.6	Pihak Penerbitan Buku Teks	21
1.9	Batasan Kajian	21
1.10	Definisi Operasional	22
1.10.1	Pembinaan Aplikasi mudah alih	22
1.10.2	Augmentasi Realiti (AR)	23
1.10.3	Kesahan	24
1.10.4	Kebolehpercayaan	25
1.10.5	Kebolegunaan	26
1.11	Rumusan Bab	27
<b>BAB 2</b>	<b>TINJAUAN LITERATUR</b>	<b>28</b>
2.1	Pengenalan	28
2.2	Kerangka Konseptual Tingkatan 6 Di Malaysia	29
2.2.1	Pengenalan Kepada Kerangka Konsep Tingkatan Enam (T6)	29

2.2.2	Implikasi Kerangka Konsep Tingkatan Enam (T6) Kepada Kajian Pembinaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	31
2.3	Teori-teori Pembelajaran dan model yang mendasari Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	32
2.3.1	Teori Pembelajaran Kognitif Multimedia Mayer	32
2.3.2	Teori Kognisi Spatial	37
2.3.3	Teori Konstruktivisme	41
2.3.4	Model Instruksi ADDIE	44
2.4	Revolusi Industri 4.0	47
2.4.1	Konsep Pendidikan 4.0 dalam Revolusi Industri 4.0	48
2.4.2	Amalan Pengajaran dan Pembelajaran Inovatif dalam Pendidikan 4.0	50
2.5	Pengajaran dan Pembelajaran menggunakan Aplikasi mudah alih berteraskan Augmentasi Realiti (AR)	53
2.5.1	Aplikasi mudah alih Augmentasi Realiti (AR)	53
2.6	Kelebihan Pengajaran dan Pembelajaran menggunakan Aplikasi mudah alih Augmentasi Realiti (AR)	55
2.6.1	Kajian-kajian lepas Pembinaan aplikasi berasaskan Augmentasi Realiti (AR)	59
2.7	Kesimpulan	62
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>63</b>
3.1	Pengenalan	63
3.2	Reka Bentuk Kajian	64
3.3	Populasi dan sampel	66

3.4 Instrumen 67

3.5 Kesahan Instrumen Kajian 71

3.5.1 Kesahan Instrumen Soal Selidik  
Kobolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* 71

3.5.2 Kesahan Instrumen Soal Selidik Kebolegunaan  
Aplikasi Mudah Alih *ARcell* 73

3.6 Kajian Rintis 76

3.6.1 Kebolepercayaan Instrumen Kajian bagi Soal  
Selidik Kebolepercayaan Aplikasi Mudah Alih  
*ARcell* 77

3.6.2 Kebolepercayaan Instrumen Kajian bagi Soal  
Selidik Kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih  
*ARcell* 78

3.7 Prosedur Pengumpulan Data 78

3.8 Kaedah/Teknik Menganalisis Data 80

3.9 Rumusan 81

**BAB 4 PEMBANGUNAN APLIKASI MUDAH ALIH ARcell 83**

4.1 Pengenalan 83

4.2 Fasa Analisis (*Analyze*) 84

4.3 Fasa Reka Bentuk (*Design*) 90

4.4 Fasa Pembangunan (*Development*) 100

4.4.1 Aplikasi berteraskan Augmentasi Realiti dengan  
paparan model imej 3 Dimensi (3D) dan juga  
imej 2 Dimensi (2D) 101

4.4.2 Ciri-ciri Interaktif 105

4.4.3 Suara Narasi Aplikasi Mudah Alih *ARcell* 112

4.4.4	Semua dalam satu aplikasi (nota, imej 3D / 2D berserta label yang interaktif, kuiz berbentuk objektif dan esei).	113
4.4.5	Penggunaan data yang minimum dan masa muat turun yang pantas	114
4.4.6	Pautan video youtube	115
4.4.7	Buku Panduan Penggunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	116
4.4.8	Memenuhi hasil pembelajaran silibus KPM bagi topik Struktur Sel dan Organel Tingkatan 6 Semester 1	118
4.5	Fasa Perlaksanaan ( <i>Implementation</i> )	119
4.5.1	Penilaian Kesahan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	120
4.5.2	Penilaian Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	121
4.6	Fasa Penilaian ( <i>Evaluation</i> )	123

## **BAB 5 DAPATAN** 125

5.1	Pengenalan	125
5.2	Hasil Dapatan Kajian	126
5.3	Penilaian Kesahan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> oleh Pakar	127
5.3.1	Profil Responden	127
5.3.2	Penilaian Isi Kandungan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> oleh Pakar	128
5.3.2.1	Nilai S-CVI mengikut aspek-aspek isi kandungan yang dinilai oleh pakar	130
5.3.3	Penilaian teknikal Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> oleh Pakar	131

5.3.3.1	Nilai S-CVI mengikut aspek-aspek teknikal yang dinilai oleh pakar	136
5.3.4	Pandangan dan Cadangan Pakar Secara Keseluruhan	137
5.4	Penilaian Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	138
5.4.1	Penilaian Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> daripada perspektif guru	139
5.4.2	Penilaian Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> daripada perspektif pelajar	140
5.4.3	Penilaian Kebolehpercayaan Aplikasi bagi Tahap Kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	140
5.5	Penilaian Kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> oleh pelajar	141

**BAB 6****PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN**

145

6.1	Pengenalan	145
6.2	Rumusan Kajian	146
6.3	Perbincangan Dapatan Kajian	148
6.3.1	Kesahan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> oleh Pakar	148
6.3.2	Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> daripada perspektif guru dan pelajar	154
6.3.3	Kebolegunaan Aplikasi Mudah alih <i>ARcell</i> oleh pelajar	155
6.4	Implikasi Kajian	162
6.4.1	Pihak Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM)	162
6.4.2	Pihak Guru	163
6.4.3	Pihak Pelajar	164

6.4.4	Pihak Penerbitan Buku	165
6.4.5	Pihak Penyelidik Akademik / pereka bentuk aplikasi mudah alih	166
6.5	Sumbangan Kajian	166
6.5.1	Sumbangan Terhadap Reka Bentuk dan Penilaian Aplikasi Mudah Alih	166
6.5.2	Sumbangan Terhadap Pendidikan Biologi	167
6.5.3	Sumbangan Kepada Amalan Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) dalam Pendidikan 4.0 di era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0)	168
6.6	Cadangan Kajian Lanjutan	169
6.7	Kesimpulan	171
	<b>RUJUKAN</b>	173

## SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
2.1	Andaian-Andaian Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia	35
2.2	Penyusunan Elemen-element Interpretasi mengikut Element Reka Bentuk dan penerangannya.	43
3.1	Taburan item-item dalam soal selidik kesahan (isi kandungan) Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> yang dibina	68
3.2	Taburan item-item dalam soal selidik kesahan (teknikal) Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> yang dibina	68
3.3	Taburan item-item dalam soal selidik kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> dari perspektif guru dan pelajar yang dibina	69
3.4	Taburan item-item dalam soal selidik kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> yang dibina	70
3.5	Instrumen kajian mengikut fasa dan sumber data diperoleh	71
3.6	Menunjukkan skor bagi setiap pakar penilai terhadap setiap konstruk berserta nilai I-CVI dan S-CVI.	72
3.7	Menunjukkan skor bagi setiap pakar penilai terhadap setiap konstruk.	73
3.8	Interpretasi Tahap kebolehpercayaan melalui nilai alpha Cronbach	77
3.9	Nilai pekali Cronbach's Alpha bagi Kebolehpercayaan Instrumen Soal selidik Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	77

3.10	Nilai pekali Cronbach's Alpha bagi Kebolehpercayaan Instrumen Soal selidik Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	78
3.11	Jenis instrumen dan cara analisis data	80
3.12	Tahap persetujuan responden	81
4.1	Dapatan Analisis Keperluan berdasarkan soal selidik	85
4.2	Dapatan Analisis Keperluan berdasarkan cadangan ciri-ciri Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> yang bakal dibina	88
4.3	Teori Pembelajaran konstruktivisme yang mendasari <i>ARcell</i>	91
4.4	Teori Pembelajaran Kognitif Multimedia (Mayer 2001) yang mendasari <i>ARcell</i>	92
4.5	Hasil pembelajaran mengikut subtopik di dalam sukatan pelajaran Biologi	94
4.6	Penerangan fungsi butang dan ilustrasi butang dalam Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	98
5.1	Profil panel pakar mengikut kepakaran	128
5.2	Analisis Penilaian Bagi Aspek Reka Bentuk Isi Kandungan	129
5.3	Analisis Penilaian Bagi Reka Bentuk Organisasi Aktiviti Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	130
5.4	Nilai S-CVI secara keseluruhan	131
5.5	Analisis Penilaian Bagi Reka Bentuk Persembahan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	132
5.6	Analisis Penilaian Bagi Reka Bentuk Interaktiviti Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	133



5.7	Analisis Penilaian Bagi Teori Pembelajaran konstruktivisme Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	134
5.8	Analisis Penilaian Bagi Teori Pembelajaran Kognitif Multimedia Mayer Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	135
5.9	Penilaian teknikal oleh pakar mengikut aspek-aspek berserta nilai S-CVI	137
5.10	Ringkasan Pandangan dan Cadangan Pakar secara keseluruhan Terhadap Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	137
5.11	Interpretasi Tahap kebolehppercayaan melalui nilai alpha Cronbach	139
5.12	Penilaian kebolehppercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> daripada perspektif guru	139
5.13	Penilaian kebolehppercayaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> daripada perspektif pelajar	140
5.14	Penilaian Kebolehppercayaan Aplikasi bagi Tahap Kebolehgunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	141
5.15	Interpretasi Skor Min	141
5.16	Penilaian pelajar terhadap Kebolehgunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> (nilai min mengikut item)	142
5.17	Penilaian pelajar terhadap Tahap Kebolehgunaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> (nilai min dan sisihan piawai mengikut aspek/konstruk)	144

## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Kerangka Konseptual Kajian	18
2.1	Menunjukkan Kerangka Konsep Pendidikan Tingkatan Enam (T6)	29
2.2	Model Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia Mayer (2001).	34
2.3	Peta kognisi Spatial, keupayaan Spatial dan Pengetahuan Spatial	38
2.4	Konsep Model ADDIE	46
2.5	Visualisasi Reality-Virtuality Continuum	53
4.1	Carta alir bagi pembinaan Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i>	96
4.2	Contoh urutan Level iaitu L1, L2 dan L3 bagi kad 1	97
4.3	Ilustrasi Penanda AR dan paparan Imej maya 3D	98
4.4	Kad penanda AR dan hasil paparan sebenar antara muka bagi Aplikasi Mudah Alih <i>ARcell</i> ini (contoh kad 4)	98
4.5	Paparan sebenar yang menunjukkan penambahan butang-butang / ikon-ikon yang mempunyai fungsinya masing-masing	100
4.6	Proses salah satu model 3D iaitu nukleus dari (salah satu gambar 3D dari kad 7) dihasilkan daripada gambar-gambar 2D daripada internet dan buku rujukan dengan menambah atau mengurangkan label megikut silibus yang ditetapkan	102

- 4.7 (a) Proses lukisan pembinaan model 3D menggunakan perisian Blender (b) Proses pembinaan tekstur model 3D menggunakan perisian Blender 103
- 4.8 Susunan model 3D beserta label di dalam perisian Openspace3D. 104
- 4.9 Gabungan imej-imej model 3D dan gambar 2D yang dipaparkan (kad 8) 104
- 4.10 (a) Eklorasi saiz struktur imej model 3D yang dapat diperbesarkan dengan mendekati jarak telefon pintar ke arah kad marker (b) Paparan saiz asal imej model 3D (kad 6) di telefon pintar pelajar. 106
- 4.11 Contoh paparan menu utama bagi kad 1 hingga kad 5 107
- 4.12 Contoh paparan pertukaran label abjad kepada nama label beserta dengan sebutannya pada kad 1 108
- 4.13 (a) Proses pembinaan menu utama menggunakan perisian OpenSpace3D (b) Hasil penerapan animasi karikatur imej grafik 3D yang terhasil pada menu utama di dalam aplikasi *ARcell* ini 109
- 4.14 Contoh paparan kuiz objektif yang dijawab oleh pelajar pada kad 1 110
- 4.15 Contoh paparan soalan esei berbentuk KBAT (kad 6 dan kad 7) 111
- 4.16 Logo Aplikasi Mudah Alih *ARcell* di dalam telefon pintar setelah dimuat turun 115
- 4.17 Contoh kod QR di belakang kad marker 6 yang mempunyai pautan video terpilih di youtube 116
- 4.18 Muka depan buku panduan penggunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* 116
- 4.19 Contoh helaian kerja yang telah disediakan secara softcopy (diakses melalui QR kod yang diberikan) 117

- 4.20 Dua contoh kandungan pada kad marker (3 dan 4) aplikasi mudah alih *ARcell* yang memenuhi hasil pembelajaran yang ditetapkan 118
- 4.21 Ekplorasi pelajar terhadap Aplikasi Mudah Alih *ARcell* 124



## SENARAI SINGKATAN

AR	Augmented Reality
ICT	Information and Communications Technology
IR 4.0	Industry Revolution 4.0
JPN	Jabatan Pendidikan Negeri
KBAT	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
MOOC	Massive Open Online Course
MPM	Majlis Peperiksaan Malaysia
PDP	Pengajaran dan Pembelajaran
PDPR	Pengajaran dan Pembelajaran dari Rumah
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
PPSUQ	Post Study System Usability Questionare
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
VR	Virtual Reality



## SENARAI LAMPIRAN

- A Soal Selidik Analisis Keperluan
- B Soal Selidik Kesahan Pakar Isi Kandungan
- C Soal Selidik Kesahan Teknikal
- D Soal Selidik Kebolehpercayaan
- E Soal Selidik Kebolehgunaan
- F Surat Kebenaran Menjalankan Kajian Dari KPM
- G Surat Kebenaran Menjalankan Kajian Dari JPN Melaka
- H Surat Kebenaran Menjalankan Kajian Di Sekolah (Contoh)
- I Pencapaian Kajian Dan MyIPO
- J Ringkasan Gambar Bercetak Aplikasi Mudah Alih *ARcell*
- K Buku Panduan Penggunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell*
- L Manual Guru
- M Panduan Bercetak Tatacara Penggunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell*



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Bab ini akan membincangkan berkenaan latar belakang dan permasalahan kajian yang berlaku dalam pengajaran dan pembelajaran subjek Biologi di peringkat Tingkatan 6 dan hasrat Kementerian Pendidikan Malaysia dalam melahirkan guru dan pelajar yang berkualiti. Rasional tentang mengapa kajian ini dicadangkan untuk dilaksanakan akan dijelaskan dalam bahagian latar belakang kajian. Elemen-elemen berkaitan yang membentuk kerangka konseptual yang mendasari kajian akan diperincikan bagi menjelaskan objektif kajian serta menjawab persoalan kajian. Perbincangan berikutnya adalah kepentingan kajian kepada pihak-pihak tertentu turut dikemukakan.

Seterusnya kajian ini turut memperincikan batasan dan definisi-definisi operasional dalam konteks kajian ini bagi memudahkan pemahaman pembaca secara keseluruhannya tentang kajian ini. Secara khususnya, kajian ini merupakan penambahbaikan kepada amalan pengajaran dan pembelajaran (PdP) yang berlaku dalam



matapelajaran Biologi untuk pengajaran topik Struktur Sel dan Organel (*Structure of Cells and Organelles*).

Falsafah merupakan tunjang ataupun asas yang menjadi panduan kepada sesuatu bidang termasuklah bidang pendidikan secara amnya (Wan Zulkairi et al., 2011). Di Malaysia, matlamat dan hasrat pendidikan itu dapat dilihat dalam pembentukan sebuah falsafah pendidikan. Falsafah Pendidikan Negara (FPN) yang digubal pada tahun 1987 dan dibuat semakan pada tahun 1996 serta telah ditukar namanya kepada Falsafah Pendidikan Kebangsaan (FPK) direncanakan untuk melahirkan warganegara yang mempunyai sahsiah yang baik, seimbang dan sepadu dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani berdasarkan kepada kepercayaan kepada Tuhan (Saharia, 2015).

Pada Oktober 2011, Kementerian Pendidikan telah melancarkan kajian semula sistem pendidikan negara secara menyeluruh dalam usaha membangunkan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia yang baharu. Keputusan melaksanakan kajian semula sistem pendidikan dibuat dalam konteks standard pendidikan antarabangsa yang kian meningkat, peningkatan aspirasi negara dalam mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi keperluan abad ke-21, dan peningkatan harapan ibu bapa serta masyarakat terhadap dasar pendidikan negara (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Laporan Awal Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 menggariskan enam aspirasi yang wajar dimiliki oleh setiap murid demi menghadapi cabaran globalisasi dan semasa, sejajar dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan, iaitu pengetahuan, kemahiran berfikir, kemahiran memimpin, kemahiran dwibahasa, etika dan kerohanian serta identiti nasional (Rosnani, 2013). Dari segi pengetahuan, adalah penting bagi murid menguasai mata pelajaran teras seperti





Bahasa Malaysia, Bahasa Inggeris, Matematik, Sains dan Sejarah dan perlu mempunyai keupayaan mengaplikasi pengetahuan ini dalam situasi harian (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013).

Berdasarkan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025, Kementerian bercadang menggunakan peralatan ICT secara lebih berkesan bagi menyediakan guru dan murid dengan maklumat serta sumber tambahan. Di Malaysia, Kemahiran Abad ke-21 adalah merujuk kepada kemahiran dan kompetensi yang selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan yang membolehkan murid Malaysia bersaing pada peringkat antarabangsa (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013).

Justeru itu, kajian pembinaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang menggunakan telefon pintar ini adalah merupakan satu kajian yang berteraskan ICT yang penting dalam mengisi keperluan pendidikan negara masa kini.

## 1.2 Latar Belakang Kajian

Menurut Laporan Tahunan 2018, dalam Gelombang 2 (2016-2020) Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025, Kementerian mengutamakan pembangunan berterusan bagi sistem pendidikan supaya dapat bersaing pada peringkat antarabangsa. Pelbagai usaha dilaksanakan untuk memastikan Aspirasi Kualiti yang dihasratkan dalam PPPM 2013-2025 dapat direalisasikan.

Menurut mantan Perdana Menteri Malaysia, Tun Dr Mahathir Mohamad (Kementerian Pendidikan Malaysia (PADU), 2018) menjelaskan bahawa penajajaran





semula sistem pendidikan harus dilakukan sebagai persediaan kerajaan mewujudkan set kemahiran baharu dalam kalangan rakyat bagi mendepani cabaran masa hadapan selaras dengan era Revolusi Industri 4.0 (4.0 IR) kini dan seterusnya. Ketika PPPM 2013-2025 dibangunkan, Kementerian Pendidikan telah menekankan apakah kemahiran yang diperlukan untuk anak-anak warganegara menongkah arus kepesatan teknologi dunia. Justeru itu, dengan mengambil kira persekitaran yang dinamik mempengaruhi ekosistem pembelajaran, faktor yang penting adalah untuk memastikan kemenjadian murid-murid yang seimbang ilmu dan akhlaknya selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan.

Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) telah membawa perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia termasuk dalam bidang pendidikan (Nias, 2019). Revolusi ini juga telah mengubah landskap inovasi pendidikan. Revolusi pantas dalam inovasi ini telah menyampaikan satu lagi model pendidikan untuk masa depan iaitu Pendidikan 4.0 (Aida Aryani & Norhayati, 2018). Gelombang IR 4.0 begitu kuat sehingga perubahan tidak dapat dielakkan, termasuk dalam penetapan pendidikan, menjadikan Pendidikan 4.0 kata kunci yang terkenal di kalangan para pendidik hari ini (Anealka, 2018). Tuntutan perubahan IR 4.0 bukan sahaja dalam bidang pendidikan teknikal, tetapi juga dalam bidang pendidikan secara umum. Sepanjang disiplin, penekanan baru harus diberikan pada kemahiran tertentu dan kandungan baru harus ditambah. Oleh itu, program pendidikan baru perlu dibangunkan untuk memenuhi permintaan yang berubah (Dunwill, 2016; Anealka, 2018).

Dunwill (2016) juga meramalkan bagaimana keadaan kebanyakan bilik darjah dalam tempoh 5 hingga 7 tahun akan datang, di mana akan berlaku perubahan besar dalam susun atur bilik darjah, virtual realiti (VR) dan augmentasi realiti (AR) akan



mengubah landskap pendidikan, tugas fleksibel akan menampung pelbagai gaya pembelajaran dan MOOC serta pilihan pembelajaran dalam talian yang lain akan memberi kesan kepada pendidikan menengah. Transformasi yang serupa telah pun berlaku di peringkat pendidikan tinggi di Malaysia (Anealka, 2018).

Walau bagaimanapun, penggunaan yang berkaitan dengan virtual realiti (VR) dan Augmentasi Realiti (AR) dalam pengajaran dan pembelajaran merupakan perkara baru kepada ramai pengajar dalam pendidikan tinggi di Malaysia (Anealka, 2018). Kemunculan aplikasi VR dan AR yang mesra pengguna bakal membantu para pengajar untuk mengintegrasikan kedua-duanya dalam peningkatan mutu pengajaran dan pembelajaran mereka (Dunwill, 2016).

Justeru itu, memandangkan Tingkatan 6 adalah merupakan laluan utama pelajar untuk melanjutkan pelajaran ke universiti tempatan mahupun antarabangsa, maka adalah sangat penting untuk para pendidik menarik minat pelajar mereka seiring dengan perkembangan Pendidikan 4.0, untuk mempelajari subjek-subjek teras seperti Biologi, Kimia, Fizik dan Matematik agar mereka dapat menentukan pemilihan jurusan yang diminati di universiti kelak.

Para pendidik adalah merupakan mentor kepada pelajar harus mengambil tanggungjawab untuk menarik minat para pelajar terhadap subjek-subjek masing-masing. Memandangkan para pelajar sekarang adalah terdiri daripada Gen Z yang merupakan generasi yang celik IT, maka pendekatan pengajaran seharusnya diubah seiring dengan perkembangan global. Pelajar pasca menengah Gen Z juga cenderung terhadap peluang pendidikan yang kerap menggunakan teknologi dan media visual (Cook dalam Reindl et al., 2017). Menurut Anealka (2018) perubahan yang berlaku

dalam Pendidikan 4.0 benar-benar menggambarkan pilihan pembelajaran yang disukai oleh para pelajar Gen Z. Pembelajaran juga boleh menjadi lebih berkesan memandangkan ia disampaikan dengan cara yang disukai dan bersesuaian dengan pilihan para pelajar Gen Z.

Oleh itu, seiring dengan Pembelajaran Abad ke-21, para guru perlu didedahkan segera dengan amalan dan teknik terbaru dalam pendidikan yang mampu menarik perhatian dan penumpuan pelajar di dalam kelas. Para guru seharusnya menggunakan kreativiti, idea dan inovasi masing-masing dalam pengajaran dan pembelajaran, dengan tidak mengamalkan Pengajaran Tradisional (PT) di dalam kelas. Pendekatan PT adalah kaedah pengajaran dan pembelajaran yang selalu digunakan oleh guru dan secara lazimnya lebih berpusatkan guru, komunikasi sehalu, pembelajaran secara kelas, membuat latihan atau tugas secara individu. Kajian Klimova et al. (2018) mengenai semakan amalan yang sedia ada dalam pengajaran menunjukkan bahawa kaedah pengajaran dan cara penilaian tetap tradisional biarpun di zaman era teknologi digital dan penggunaan kecerdasan buatan.

Dewasa ini, bahan visual dan audio telah digantikan oleh bahan-bahan digital interaktif untuk meningkatkan keupayaan pengajaran dan pembelajaran. Pelajar Gen Z mula menggunakan tablet dan telefon pintar sebelum mereka mula bersekolah lagi, oleh itu mereka menyesuaikan diri dengan teknologi ini lebih cepat berbanding orang dewasa (Bursali & Yilmaz, 2019).

Justeru itu, pembinaan aplikasi mudah alih Augmented Reality (AR), dalam pembelajaran Biologi Tingkatan 6 bagi tajuk Struktur Sel dan Organel (*Structure of Cells and Organelles*) ini diharapkan akan dapat membantu para pelajar Gen Z dan



guru dalam proses pengajaran dan pembelajaran biologi seiring dengan pendidikan global terkini.

### 1.3 Pernyataan Masalah

Menurut Laporan Tahunan 2018, Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025, pihak pentadbir sekolah, termasuk Pemimpin Pertengahan (*Middle Leaders*) perlu dibimbing agar berupaya menjadi agen perubahan daripada pelaksanaan pembelajaran yang bersifat berfokuskan guru kepada pembelajaran berpusatkan murid yang merangkumi kepelbagaian kaedah dan strategi bersesuaian dengan Pembelajaran Abad Ke-21 (PAK21). Penerapan PAK21 adalah proses pembelajaran yang berpusatkan murid berteraskan elemen komunikasi, kolaboratif, pemikiran kritis, kreativiti serta penerapan nilai murni dan etika.

Namun begitu, menurut Laporan Tahunan 2018, PPPM 2013-2025, sebanyak 75.4% (1,077) guru mencapai taraf pencapaian minimum 'Baik', hanya 27.9% (399) guru mencapai taraf pencapaian 'Cemerlang' serta 'Aspek Guru Sebagai Pendorong' masih belum dilaksanakan secara tekal di mana guru masih selesa dengan kaedah *Teacher-Centred*. Terdapat juga penggunaan kaedah "*chalk and talk*" yang masih mendominasi proses penyampaian pengajaran sebagai kaedah utama dan menjadikan penggunaan buku teks sebagai bahan utama dalam pengajaran (Irwan et al., 2015). Kaedah pengajaran seumpama ini menyebabkan penyampaian pengajaran secara linear yang membosankan dan akhirnya akan menyebabkan ramai pelajar tidak dapat mengembangkan minat mereka dalam pelajaran (Pajuzi, 2018).



Pembelajaran tidak aktif dan terbatas apabila pembelajaran berlaku hanya berpusatkan guru, sehala dan tiada komunikasi secara aktif wujud antara guru dan pelajar. Pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah memerlukan kaedah pembelajaran yang dapat menarik minat dan tumpuan pelajar (Fazilah et al., 2016) Menurut Laporan Tahunan PPPIM (2017), Guru-guru digalakkan untuk mempelbagaikan teknik pengajaran dan pembelajaran dengan menggunakan alat teknologi maklumat dan komunikasi untuk meningkatkan pengetahuan dan kemahiran pelajar bagi menghadapi cabaran pembelajaran abad ke-21.

Tahun 2018 menyaksikan Malaysia sekali lagi menduduki kajian utama antarabangsa Programme for International Students Assessment (PISA 2018) dan Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS 2019). Kedudukan Malaysia dalam dua kajian utama antarabangsa ini merupakan penanda aras kualiti sistem pendidikan negara dengan negara peserta lain. Sebagai langkah untuk menilai kualiti, negara berhasrat untuk berada pada kedudukan sepertiga teratas menjelang kajian ini pada tahun 2025 di mana, aspek kualiti adalah merupakan antara lima aspirasi sistem pendidikan Malaysia iaitu untuk berada di kelompok sepertiga teratas dalam pentaksiran antarabangsa seperti TIMSS dan PISA dalam tempoh 15 tahun (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013).

Masalahnya, target Dasar Sains/Teknikal dan Sastera pada nisbah 60:40 masih lagi tidak tercapai. Bagi tahun pengajian 2015/2016, terdapat hanya 59.06 peratus daripada 42,000 pemohon ditawarkan ke Universiti awam bagi program berasaskan sains. Peratus tersebut masih tidak mencapai dasar kerana realitinya Malaysia memerlukan lebih daripada nisbah yang disasarkan (Aina & Zafira, 2016). Faktor persepsi dan kerisauan murid terhadap pencapaian yang rendah serta kesukaran

penguasaan konsep sains dan matematik. Perkara ini seringkali dikaitkan dengan kaedah dan amalan PdP sains dan matematik, penilaian sains yang ketat dan kesukaran memperolehi keputusan cemerlang bagi dua matapelajaran tersebut (Siti Mistima, 2016; Fatin Aliah et al., 2014). Berdasarkan faktor-faktor tersebut, di dapati para pelajar semakin kurang berminat untuk memilih aliran bidang Sains, Teknologi, Engineering dan Matematik (STEM) di pelbagai peringkat pengajian.

Para pelajar seringkali menghadapi kesukaran untuk memahami sesuatu konsep Biologi dan seterusnya menyukarkan mereka untuk mengingat fakta-fakta penting tersebut. Masalah ini berlarutan sehingga menyebabkan ramai pelajar aliran sains semasa Tingkatan 4 dan 5 tidak memilih Aliran Sains di Tingkatan 6 kerana kurang meminati subjek Sains seperti Biologi. Mempelajari subjek Biologi yang abstrak ini adalah merupakan cabaran utama kepada para pelajar Tingkatan 6 yang merupakan Gen Z.

Menurut Shiamala Devi dan Shafinah (2018) pelajaran biologi biasanya dijalankan melalui kuliah oleh guru mahupun pensyarah yang dikenal pasti sebagai pembelajaran berpusatkan guru. Ini adalah tidak sesuai dengan trend pendidikan Gen Z sekarang. Berbanding dengan generasi sebelumnya yang lebih suka dengan cara pengajian tradisional seperti berada dalam bilik darjah dan melakukan kerja-kerja bebas, pelajar Gen Z lebih suka belajar bersama-sama (Noor Assyikin, 2017). Pelajar Gen Z pasca menengah, cenderung berkeinginan untuk diberi peluang pendidikan yang kerap menggunakan teknologi dan media visual (Mohr & Mohr, 2017).

Kajian Doğru dan Ozsevgec (2018) juga menunjukkan bahawa antara sebab-sebab subjek biologi sangat mencabar untuk yang dipelajari adalah seperti berikut:

tidak mengaitkan konsep yang dipelajari dengan konsep lain; belajar dengan menghafal sahaja; tidak mengulas hasilnya; tidak mengaitkan makna yang betul kepada konsep; tidak menggunakan data ketara untuk mempelajari konsep; salah faham konsep kerana kurang pengetahuan; tidak menggunakan teknologi pada tahap yang memuaskan dalam skop kaedah pembelajaran. Oleh itu, semasa mengajar mata pelajaran biologi, para pelajar harus dikaitkan isi kandungannya dengan kehidupan seharian, di samping diajar dengan cara yang menarik kepada para pelajar serta disokong dengan bahan visual yang berkaitan.

Pengkaji menggunakan kelebihan para pelajar Tingkatan 6 iaitu penggunaan telefon pintar dengan kebenaran pihak Pentadbir Sekolah untuk mengaplikasikan pelbagai teknik pembelajaran Abad ke-21 di dalam pengajaran dan pembelajaran Biologi. Pengkaji juga sebelum ini telahpun menggunakan pelbagai cara sistem pengajaran dan pembelajaran Abad ke-21, seperti penggunaan penghantaran video dan komunikasi melalui Whatsapp group, Telegram, Quizziz, Kahoot, Padlet dan Quizlet. Namun, hampir ke semua aplikasi-aplikasi ini memerlukan capaian internet di sepanjang penggunaannya.

Kekangan-kekangan di dalam pelaksanaan cara-cara tersebut seperti capaian internet yang terhad bergantung kepada lokasi dan tidak laju, mengakibatkan penggunaan data telefon pintar pelajar yang tinggi dan video animasi yang dihantar tidak bersifat interaktif terhadap pelajar. Menurut Anealka (2018), satu-satunya masalah yang dihadapi oleh pelajar adalah ketidakstabilan sambungan internet di dalam bilik darjah mereka di mana mereka terpaksa menggunakan jalur lebar mereka sendiri.



Biologi juga seringkali dikaitkan sebagai salah satu mata pelajaran yang membosankan, sangat kompleks, sukar difahami kerana terdapat konsep-konsep biologi yang abstrak (Kreiser & Hairston, 2007; Sadiah, 2008; Wan Nasriha, 2016). Pelajar mengalami kesukaran untuk memahami konsep-konsep biologi yang abstrak dan kompleks adalah disebabkan mereka tidak dapat memvisualisasikannya.

Teknologi Augmentasi Realiti (AR) menjadi semakin biasa dalam pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM). Keupayaan AR untuk melapisi objek maya ke dunia nyata membolehkan pelajar menggambarkan dan memahami konsep dan objek yang kompleks yang tidak dapat dilihat mata kasar, tersekat pandangan atau secara konsepnya sukar kerana sifatnya yang abstrak (Lee & Tucker-Kellogg, 2020).

AR dapat meminimumkan salah faham oleh pelajar yang disebabkan oleh ketidakmampuan untuk memvisualisasikan sesuatu konsep, memberikan visualisasi secara terperinci dan dapat memberi pelajar gambaran tentang objek yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar. Penggunaan AR dalam proses pembelajaran biologi, dapat membantu pelajar memvisualisasikan objek yang sukar dalam proses pengajaran kelas (Cerqueira and Kirner, 2012; Mustami et al., 2019).

Kajian-kajian yang melibatkan teknologi AR ini dikategorikan kepada dua kategori. Kategori pertama adalah kajian penggunaan melalui aplikasi-aplikasi sedia ada di platform android atau IOS apps store seperti aplikasi Augment (Hoog et al., 2020), BioChemAR (Sung et al., 2020), Sketchfab (Garcia-Bonete, 2018),

Aurasma/HP Reveal (Yapıcı & Karakoyun, 2021) dan lain-lain platform AR. Pengkaji juga mendapati kebanyakan penggunaan medium/platform AR sedia ada di aplikasi *Play Store* android atau IOS memerlukan capaian internet di sepanjang penggunaannya. Menurut Yapıcı & Karakoyun (2021), yang menggunakan aplikasi android Aurasma/HP Reveal di dalam kajian beliau, capaian internet adalah merupakan masalah utama dalam pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran jenis kategori ini.

Sementara itu, kategori kedua pula adalah kajian penggunaan yang membuat pembinaan aplikasi mudah alih mereka sendiri (*a standalone apps*) menggunakan software-software seperti Unity, Openspace3D, System Development Kit (SDK), Vuforia dan lain-lain. Pembinaan aplikasi mudah alih berasaskan AR bagi kategori ini hanya memerlukan capaian internet sewaktu memuat turun aplikasi yang dibina sahaja dan aplikasi mudah alih tersebut boleh digunakan berterusan tanpa memerlukan capaian internet di sepanjang penggunaannya. Namun begitu, didapati penghasilan aplikasi-aplikasi mudah alih berasaskan AR jenis kategori ini sangat kurang dibina mungkin disebabkan faktor-faktor seperti kurangnya kemahiran yang menyebabkan tempoh masa pembinaan menjadi lebih lama, kos pembinaan yang tinggi (Lim, 2019) dan lain-lain lagi. Pendekatan aplikasi AR jenis *standalone* telah dikenali sebagai penyelesaian kepada senario di sektor industri (Iatsyshyn et al., 2018).

Berdasarkan kajian penilaian mengenai pelaksanaan sistem pembelajaran Augmentasi Realiti (AR) di sekolah yang dilakukan oleh Balog et al. (2007), menyarankan sistem pembelajaran AR yang menunjukkan nilai pendidikan yang menjadikan suasana belajar lebih menarik, merangsang dan menarik bagi para pelajar.

Para pelajar dapat menikmati cara pembelajaran interaktif dan merasa seperti bermain permainan komputer ketika melakukan latihan menggunakan sistem AR.

Hasil kajian Ng et al. (2016) teknologi AR menyediakan cara yang lebih baik untuk pelajar belajar dalam persekitaran interaktif dua hala. Ia membolehkan pelajar berinteraksi dan berkomunikasi sosial di antara mereka. Sistem pengajaran dan pembelajaran aplikasi AR meningkatkan keberkesanan dan daya tarikan pelajar terhadap persekitaran pembelajaran dalam senario dunia sebenar.

Ng et al. (2016) membina sistem berasaskan AR (*ATTech system*) menggunakan komputer bagi topik beberapa topik mitosis, meiosis dan respirasi mata pelajaran Biologi Tingkatan empat. Eksplorasi pelajar-pelajar adalah menggunakan tetikus pada komputer masing-masing. Menurut Lim (2019), Struktur dan Organisasi sel adalah topik yang sukar difahami dalam imej 2D, terutamanya struktur sel yang kompleks. Beliau membina aplikasi mudah alih berasaskan AR (buku AR Interaktif) bagi topik Struktur dan Organisasi sel mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dengan menggunakan gambar di buku teks sebagai marker untuk diimbas oleh para pelajar. Walau bagaimanapun didapati kajian penggunaan aplikasi mudah alih berasaskan AR di peringkat Tingkatan 6, masih lagi tidak dibuat secara meluas dalam mata pelajaran Biologi khususnya bagi topik Struktur Sel dan Organel. Berdasarkan dapatan kajian Umar et al. (2021), beliau menyimpulkan bahawa adalah sangat perlu untuk membina media pembelajaran berasaskan teknologi AR dan ianya sangat penting bagi menyokong pembelajaran biologi terutamanya semasa pandemik Covid-19.

Berdasarkan isu-isu dan kelebihan AR yang dikenalpasti, pengkaji berpendapat adalah penting untuk membina satu bahan bantu Pdp berbentuk aplikasi mudah alih berasaskan Augmentasi Realiti (AR) yang diberi nama *ARcell* di peringkat Tingkatan 6 dalam mata pelajaran Biologi bagi topik Struktur Sel dan Organel. Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang dibina adalah merujuk kepada kategori penggunaan aplikasi mudah alih berasaskan AR yang kedua. Kelebihan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* ini (*stand alone apps*) adalah setelah dimuat turun, ianya boleh digunakan pada bila-bila masa dan di mana sahaja tanpa memerlukan capaian internet samada secara pendekatan dalam talian (*online*), luar talian (*offline*) mahupun secara *off-site*. Aplikasi Mudah Alih *ARcell* ini juga dibina khusus untuk memenuhi hasil pembelajaran bagi topik Struktur Sel dan Organel Tingkatan 6 bagi mata pelajaran Biologi. Kajian ini juga diharapkan dapat memperkenalkan satu lagi strategi pendekatan pdp alternatif terkini yang seiring dengan pendidikan 4.0, agar dapat digunakan oleh para guru dalam usaha meningkatkan lagi keberhasilan dan kemenjadian pelajar dalam mata pelajaran Biologi.

#### 1.4 Tujuan Kajian

Justeru itu, pengkaji telah memilih untuk membina bahan bantu pengajaran dan pembelajaran aplikasi mudah alih Augmentasi Realiti yang diberi nama *ARcell* untuk pelajar Tingkatan 6.

## 1.5 Objektif Kajian

Objektif kajian ini dilaksanakan adalah untuk :

- 1.5.1 Membina satu Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang akan digunapakai bagi tajuk Struktur Sel dan Organel (*Structure of Cells and Organelles*) subjek Biologi Tingkatan 6
- 1.5.2 Menentukan tahap kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang dibina daripada perspektif pelajar.

## 1.6 Soalan Kajian

Kajian ini diharap dapat menjawab beberapa persoalan kajian dalam memperoleh beberapa maklumat berkaitan pembinaan aplikasi *ARcell* dalam mata pelajaran

Biologi Tingkatan 6. Antara persoalan kajian yang dikemukakan ialah:

- 1.6.1 Apakah Aplikasi Mudah Alih *ARcell* ini mempunyai kesahan yang baik?
- 1.6.2 Apakah Aplikasi Mudah Alih *ARcell* mempunyai kebolehpercayaan yang baik daripada perspektif guru dan pelajar?
- 1.6.3 Apakah tahap kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* daripada perspektif pelajar?

## 1.7 Kerangka Konseptual Kajian

Teori pembelajaran dan model pembangunan aplikasi merupakan teras dalam mereka bentuk dan membangunkan aplikasi mudah alih (Pajuzi, 2018). Kerangka

konsep kajian ini menggambarkan dan menerangkan tentang kerangka pembinaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang merangkumi model reka bentuk pembinaan aplikasi yang digunakan, teori-teori pembelajaran yang diguna pakai dan seterusnya penilaian terhadap Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang telah dibina.

Dalam kajian ini, kerangka konseptual dibina menunjukkan pembinaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell*. Di dalam pembinaan ini, penerapan dua teori iaitu Teori Pembelajaran Kognitif Multimedia (Mayer, 2001) dan Teori Konstruktivisme digunakan.

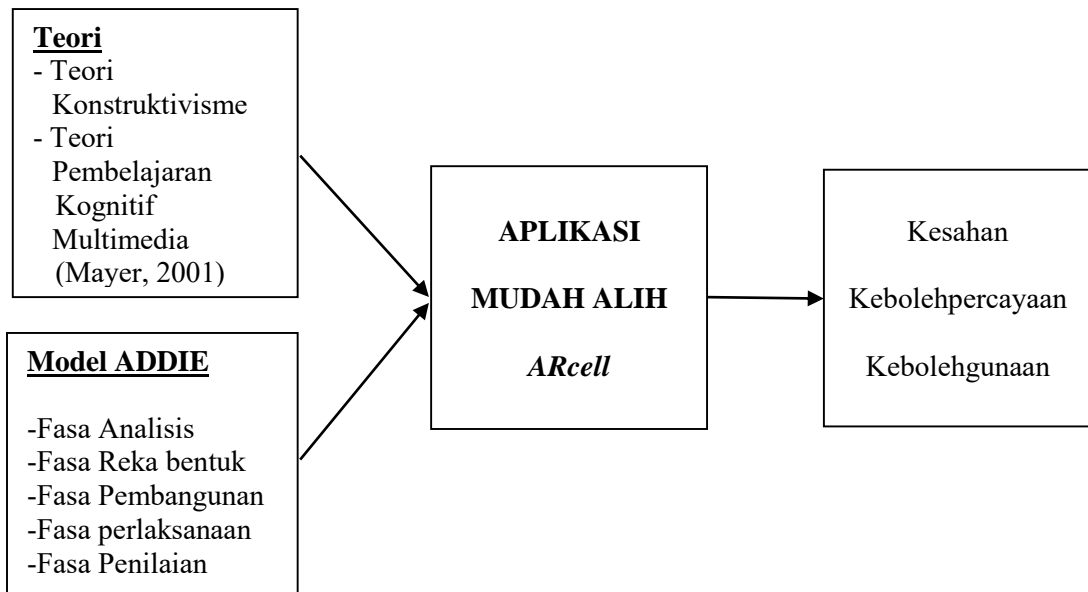
Teori Pembelajaran Multimedia Mayer (2001) digunakan untuk merancang dan menilai manfaat AR untuk pembelajaran (Santos et al., 2016). Di mana penyediaan bahan AR yang berkaitan, yang diintegrasikan dengan baik dan teratur, (contohnya, imej, teks, video) dapat membantu mencegah kejadian beban kognitif. Ini seterusnya akan meningkatkan prestasi dan pencapaian pembelajaran pelajar (Akçayır & Akçayır, 2017). Terdapat 12 Prinsip di dalam Teori Pembelajaran Multimedia Mayer (2001) iaitu Prinsip Koheren, Isyarat, Redundansi, Sentuhan Spatial, Sentuhan Temporal, Segmentasi, Pra-Latihan, Modaliti, Multimedia, Keperibadian, Suara dan Gambar (Mayer, 2009). Kesemua prinsip-prinsip tersebut diterapkan di dalam pembinaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell*.

Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia menjelaskan pembinaan pengetahuan berlaku melalui proses aktif kognitif iaitu memilih maklumat yang relevan, menyusun maklumat menjadi perwakilan mental (model mental), dan mengintegrasikannya dengan pengetahuan sedia ada yang sesuai. Proses aktif kognitif ini merupakan aktiviti pembelajaran konstruktivis (Mayer, 2009). Pelajar masih boleh terikat dengan

proses aktif kognitif walaupun persembahan media tidak melibatkan aktiviti “*hands-on*” (Mayer, 2003).

Kajian pembinaan aplikasi mudah alih Augmentasi Realiti (AR) menunjukkan keberkesanan teknologi AR dengan menggunakan pembelajaran konstruktivis yang berorientasikan diri, kreatif dan inovatif. Ilmu pengetahuan bukan sahaja boleh didapati hanya dengan kesan rangsangan luaran semata-mata, tetapi ilmu pengetahuan boleh didapati apabila seseorang itu berinteraksi dengannya, seterusnya mengkonstruksi dalam pemikirannya. Ini adalah selaras dengan tujuan kajian AR untuk mewujudkan persekitaran yang lebih santai, kreatif dan inovatif dalam pengajaran dan pembelajaran untuk mewujudkan pengetahuan baru dengan menyediakan persekitaran yang inovatif dan menarik untuk pembelajaran (Rasslenda-Rass Rasalingam et al., 2014). Penerapan elemen-elemen di dalam Teori Konstruktivisme ini diterapkan di dalam Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang dibina pengkaji.

Model yang digunakan adalah Model ADDIE. Model ADDIE ini terdiri daripada lima fasa utama, iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Penerangan secara mendalam bagi setiap fasa akan diterangkan di bahagian tatacara pembinaan aplikasi dalam bab metodologi. Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang telah siap dibina akan diuji kebolegunaannya kepada kumpulan pelajar sasaran. Rajah 1.1. menunjukkan Kerangka Konseptual di dalam kajian ini.



Rajah 1.1. Kerangka Konseptual Kajian

## 1.8 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian ini adalah untuk memperkenalkan Aplikasi Mudah Alih Augmented Reality (AR) sebagai satu sistem pengajaran dan pembelajaran dalam subjek Biologi peringkat Tingkatan 6, yang menggunakan pendekatan terkini bertaraf antarabangsa yang telah pun digunakan di dalam bidang-bidang lain seperti bidang pendidikan perubatan, kimia, matematik, astronomi, sejarah dan lain-lain lagi. Kelebihan utama Aplikasi Mudah Alih AR ini adalah ianya dapat digunakan tanpa capaian internet telefon bimbit.





### 1.8.1 Pelajar

Kajian ini juga diharapkan dapat meningkatkan minat dan motivasi pelajar kepada subjek Biologi dan dapat mengaplikasikan Biologi di dalam kehidupan seharian mereka. Penggunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* secara berulang kali juga, diharapkan dapat membantu para pelajar yang bermasalah didalam sesuatu konsep Biologi, memahami konsep tersebut dan dapat mengekalkan fakta-fakta penting di minda mereka, tanpa melalui kaedah hafalan tradisonal.

Pendekatan sistem pengajaran dan pembelajaran Aplikasi Mudah Alih *ARcell* juga sangat bersesuaian dengan sasaran pelajar-pelajar Tingkatan 6 kini yang terdiri daripada Gen Z yang celik IT dan sangat suka kepada permainan internet yang berbentuk 3D dan interaktif dua hala. Oleh kerana para pelajar tersebut dibenarkan menggunakan telefon pintar di Tingkatan 6, pendekatan AR ini sangat efektif ke arah Pembelajaran Abad ke 21 yang terarah. Kajian ini juga diharapkan dapat memberikan maklum balas yang berguna kepada para pelajar sebagai perangsang kepada mereka untuk meningkatkan tahap penguasaan pembelajaran melalui usaha yang berterusan dan bersistematik.

### 1.8.2 Guru

Hasil daripada kajian ini diharapkan dapat membantu guru-guru Tingkatan 6 dalam merancang pengajaran dan pembelajaran yang lebih menarik, interaktif dua hala dan memberi motivasi kepada pelajar untuk belajar subjek Biologi. Kajian ini juga





diharapkan dapat memberikan maklum balas yang berguna kepada guru-guru tentang kepentingan pendekatan pengajaran terkini dan global berasaskan Augmentasi Realiti (AR).

### **1.8.3 Ibu bapa**

Hasil kajian pembinaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* ini sangat berguna kepada para ibu bapa dalam memantau pembelajaran anak masing-masing melalui penggunaan telefon bimbit secara terarah tanpa perlu ada talian atau capaian internet.

### **1.8.4 Penyelidik akademik/ pereka bentuk aplikasi mudah alih AR**

Hasil kajian pembinaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* ini akan menjadi pelopor dan pemangkin kepada penyelidik-penyelidik akademik mahupun pereka bentuk aplikasi yang lain untuk menghasilkan dan menerokai lebih lanjut Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang berasaskan Augmentasi Realiti (AR) ini dalam pelbagai topik Biologi mahupun matapelajaran yang lain.

### **1.8.5 Pihak Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM)**

Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi asas dalam membantu Bahagian Sekolah, Tingkatan 6 Kementerian Pendidikan Malaysia untuk memperkembangkan lagi



penggunaan aplikasi mudah alih berasaskan Augmentasi Realiti (AR) di dalam kurikulum Tingkatan 6 bagi semua topik subjek Biologi. Selain itu, kajian ini juga diharapkan bakal menyumbang serta menjayakan Anjakan 7 Transformasi Pendidikan dalam PPPM, iaitu ‘Memanfaatkan ICT bagi Meningkatkan Kualiti Pembelajaran di Malaysia’ dengan memaksimumkan penggunaan ICT dalam pembelajaran digital dan pembelajaran sendiri bagi memperluaskan akses kepada pengajaran berkualiti tinggi tanpa mengira lokasi atau tahap kemahiran murid.

### **1.8.6 Pihak Penerbitan Buku Teks**

Pihak Penerbitan Buku Teks juga seharusnya dapat menghasilkan Buku-Buku Teks yang lebih menarik dan bersifat interaktif melalui penghasilan Aplikasi Mudah Alih AR ini untuk semua topik Biologi yang lain. Penggunaan buku teks yang bertemakan Aplikasi Mudah Alih AR ini akan mendorong pelajar untuk lebih meminati subjek Biologi.

Di samping itu, diharapkan juga kajian ini dapat menyumbang kepada pengetahuan dan khazanah ilmu yang akan diguna pakai sebagai sumber rujukan pada masa-masa yang akan datang.

### **1.9 Batasan Kajian**

Skop kajian ini adalah tertumpu kepada para pelajar Tingkatan 6 Aliran Sains yang mengambil matapelajaran Biologi. Skop kandungan pembinaan aplikasi mudah alih

*ARcell* ini juga terhad kepada bab 2 iaitu Struktur Sel dan Organel (*Structure of Cells and Organelles*). Oleh kerana faktor pandemik Covid-19, masa yang diberikan untuk menjalankan kajian ini adalah sangat terbatas memandangkan guru-guru sedang berusaha untuk menghabiskan silibus di samping ‘*Standard of Procedure (SOP)*’ seperti penjarakkan sosial yang perlu dipatuhi. Justeru itu, para pelajar dikehendaki untuk melakukannya secara individu dengan membuat penjarakkan sosial sewaktu melakukan eksplorasi Aplikasi Mudah Alih *ARcell* ini.

Kajian ini juga tidak mengambil kira faktor sikap dan minat pelajar terhadap domain ilmu atau mata pelajaran yang dikaji. Seterusnya faktor penguasaan kemahiran ICT juga tidak diambil kira walaupun mungkin mempengaruhi hasil kajian. Pengkaji agak sukar mencari kajian lepas yang telah membuat kajian menggunakan Augmentasi Realiti (AR) dalam subjek Biologi Tingkatan 6. Pembinaan aplikasi mudah alih ini adalah terhad kepada berasaskan Android sahaja.

## **1.10 Definisi Operasional**

Di sini dinyatakan beberapa takrifan operasional mengenai kajian ini.

### **1.10.1 Pembinaan Aplikasi mudah alih**

Frasa Pembinaan Aplikasi mudah alih bermaksud perbuatan untuk menghasilkan sesuatu produk yang menggunakan keupayaan komputer secara langsung untuk

melaksanakan tugas yang dikehendaki pengguna menggunakan alat atau peranti elektronik yang boleh digerakkan atau boleh dialihkan dengan mudah dan cepat daripada satu tempat dengan tempat yang lain (Norliza, 2013).

Dalam kajian ini, frasa pembinaan aplikasi mudah alih adalah merujuk kepada penghasilan satu aplikasi jenis aplikasi Android yang boleh dimuat turun melalui telegram, secara Bluetooth dan juga melalui penghantaran terus dari komputer kepada alat mudah alih iaitu telefon bimbit dan tab yang bakal digunakan semasa sesi pengajaran dan pembelajaran Tingkatan 6 dengan kebenaran pihak pentadbir. Pembinaan aplikasi bagi kajian ini juga menggunakan software openspace3D, Blender, SDK, Android studio yang merujuk kepada topik Bab 2 subjek Biologi iaitu Struktur Sel dan Organel (*Structure of Cells and Organelles*)

### **1.10.2 Augmentasi Realiti (AR)**

Augmentasi Realiti adalah teknologi yang mempunyai tiga kunci keperluan iaitu ia menggabungkan kandungan sebenar dan maya serta berbentuk 3 Dimensi (3D) interaktif dalam masa nyata (Azuma, 1993; Taejin et al., 2012; Furió et al., 2015).

Dalam kajian ini, frasa Augmentasi Realiti (AR) digunakan sebagai rujukan kepada perkataan asal 'Augmented Reality' (AR). Frasa Augmentasi Realiti (AR) di dalam kajian ini adalah merujuk kepada memperlihatkan atau menunjukkan objek maya 3 Dimensi (3D) yang berkaitan di dunia nyata. Objek 3 Dimensi (3D) yang dihasilkan di dalam aplikasi ini adalah merujuk kepada tajuk Struktur Sel dan Organel

(*Structure of Cells and Organelles*). Limitasi kajian ini adalah hanya merangkumi bab dua sahaja iaitu bagi tajuk Struktur Sel dan Organel (*Structure of Cells and Organelles*) yang mengandungi tiga subtopik iaitu Sel Prokariot dan Eukariot (*Prokaryotic and Eukaryotic Cells*), Komponen-komponen Sel (*Cellular Components*) dan Sel-sel khusus (*Specialised Cells*)

### 1.10.3 Kesahan

Menurut Campbell dan Fiske, (1959) menjelaskan kesahan sebagai, persetujuan antara dua percubaan untuk mengukur trait yang sama secara maksimum dengan kaedah yang berlainan. Kesahan modul pula merujuk kepada ketepatan konsep dan kandungan sesebuah modul (Alif et al., 2015). Ia juga merujuk kepada sejauh manakah indikator yang dinyatakan itu telah atau boleh menepati konstruk itemnya (Ghazali & Sufean, 2018). Oleh yang demikian, Mohd Majid (2009) menyarankan supaya pengkaji yang membangunkan modul dapat meminta maklum balas dan pandangan pakar untuk menentukan kesahan sesebuah modul berkenaan. Kesahan kandungan modul dianggap baik sekiranya ia dapat mengukur semua isi kandungannya dengan tepat dan berkesan.

Kesahan di dalam kajian ini adalah merujuk kepada kesahan terhadap Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang dinilai melalui persetujuan lima orang pakar menggunakan dua Soal selidik iaitu Soal selidik kesahan (isi kandungan) dan Soal selidik kesahan (teknikal) Aplikasi Mudah Alih *ARcell*.



#### 1.10.4 Kebolehpercayaan

Kebolehpercayaan merujuk kepada ketekalan pengukuran (Rosseni et al., 2009) dan ketepatan atau kejituan sesuatu ukuran yang dilaksanakan (Mohd Syaubari & Ahmad Yunus, 2018). Menurut Howard dan Henry (1988) ketekalan bermaksud apabila item yang sama diuji beberapa kali kepada subjek yang sama pada selang masa yang berlainan skor keputusan atau jawapan yang diberikan adalah sama atau hampir sama.

Kebolehpercayaan membolehkan seseorang penyelidik mengkaji dengan lebih mendalam dan mengesahkan beberapa aspek konseptual yang terlibat dalam penyelidikannya (Yin, 2014) dan seterusnya meramalkan implikasi yang mungkin wujud hasil daripada kajian tersebut. Kebolehpercayaan sesuatu modul dapat ditentukan apabila responden dapat menguasai objektif dan dapat mengikuti langkah-langkah bagi setiap aktiviti di dalam modul dengan jayanya (Alif et al., 2015). Kebolehpercayaan bagi kajian ini adalah merujuk kepada kebolehpercayaan terhadap Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang berdasarkan objektif pembinaan aplikasi mudah alih *ARcell* berlandaskan hasil pembelajaran topik struktur sel dan organel bagi matapelajaran Biologi Tingkatan 6 Semester 1. Penilaian dibuat menggunakan soal selidik Kebolehpercayaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang diambil daripada perspektif guru dan pelajar.





### 1.10.5 Kebolegunaan

Kebolegunaan atau *usability* juga dapat didefinisikan sebagai tahap sesuatu perkara atau objek yang boleh atau sesuai untuk digunakan (Oxford Dictionaries, 2019; Juppri, 2019). Menurut Golsbe (2019) pula, kebolegunaan bermaksud penggunaan objek buatan manusia seperti alat atau peranti dengan mudah, dan sejauhmana objek tersebut dapat digunakan oleh seseorang untuk mencapai objektif yang ditentukan dengan berkesan, cekap, dan lengkap dalam konteks penggunaan.

Berdasarkan piawai ISO 9241-11 pada tahun 1998, kebolegunaan bermaksud satu produk boleh digunakan oleh pengguna bagi mencapai sasaran yang ditetapkan dengan keberkesanan, kecekapan dan kepuasan penggunaan produk tersebut (Bevan et al., 2016). Kebolegunaan aplikasi Pembelajaran mudah alih atau m-pembelajaran juga turut bergantung kepada pengguna untuk keberkesanan dalam penerimaan terhadap aplikasi m-pembelajaran (Syazwani et al., 2018).

Kebolegunaan di dalam kajian ini adalah merujuk kepada kebolegunaan Aplikasi Mudah Alih *ARcell* yang dibina oleh pengkaji. Kebolegunaan aplikasi mudah alih *ARcell* ini dinilai oleh para pelajar dalam beberapa aspek iaitu Reka bentuk/Reka letak, Kebolegunaan, Kemudahan, Kebolehelajaran, Kepuasan, Hasil/Penggunaan masa hadapan dan ralat/kebolehppercayaan sistem yang merujuk kepada soal selidik Kebolegunaan aplikasi mudah alih *ARcell*.







## 1.11 Rumusan Bab

Bab ini membincangkan mengenai pengenalan, latar belakang kajian, pernyataan masalah, tujuan kajian, objektif kajian, soalan kajian, kerangka konsep kajian, kepentingan kajian, batasan kajian dan definisi operasional. Perkara ini sangat penting dalam memberi gambaran menyeluruh terhadap kajian pembinaan aplikasi *ARcell* bagi topik Struktur Sel dan Organel Subjek Biologi Tingkatan 6. Aplikasi *ARcell* ini dibina bagi membantu para guru dan para pelajar khususnya dalam merealisasikan Pendidikan4.0.

