

PEMBINAAN MODUL LATIHAN STEM BERINTEGRASIKAN GEOGEBRA DAN GEOGEBRA AR BAGI TOPIK FUNGSI DAN FUNGSI KUADRATIK

SITI ANIS BINTI AB. RAHMAN

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2023

**PEMBINAAN MODUL LATIHAN STEM BERINTEGRASIKAN GEOGEBRA
DAN GEOGEBRA AR BAGI TOPIK FUNGSI DAN FUNGSI KUADRATIK**

SITI ANIS BINTI AB. RAHMAN

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

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

2023

UPS/IPS-3/BO 32
Pind : 00 mla 1/1UNIVERSITI
PENDIDIKAN
SULTAN IDRIS

Sila tanda (✓)

Kertas Projek

Sarjana Penyelidikan

Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus

Doktor Falsafah

✓

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada 16 (hari bulan) 5 (bulan) 2023

i. Perakuan pelajar:

Saya, SITI ANIS BINTI AB RAHMAN (M20161000694) FSM (SILA NYATAKAN NAMA PELAJAR, NO. MATRIK DAN FAKULTI) dengan ini mengaku bahawa disertasi/tesis yang bertajuk PEMBINAAN MODUL LATIHAN STEM BERINTEGRASIKAN GEOGEBRA DAN GEOGEBRA AR BAGI TOPIK FUNGSI DAN FUNGSI KUADRATIK

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 Penyelia:

Saya, DR RAJA LAILATUL ZURAIDA RAJA MAAMOR SHAH (NAMA PENYELIA) dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk PEMBINAAN MODUL LATIHAN STEM BERINTEGRASIKAN GEOGEBRA DAN GEOGEBRA AR BAGI TOPIK FUNGSI DAN FUNGSI KUADRATIK (TAJUK) dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian/sepenuhnya syarat untuk memperoleh Ijazah SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIK (SILA NYATAKAN NAMA IJAZAH).

16 Mei 2023

Tarikh

Tandatangan Penyelia

DR RAJA LAILATUL ZURAIDA RAJA MAAMOR SHAH
PENYELIA KURSUS
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS
34000 TELUK ANSON
PERAK



UPSI/PS-3/BO-31
Pind : 01 m/s: 1/1
**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES**
**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: PEMBINAAN MODUL LATIHAN STEM BERINTEGRASIKAN
GEOGEBRA DAN GEOGEBRA AR BAGI TOPIK FUNGSI DAN
FUNGSI KUADRATIK

No. Matrik / Matric's No.: M20161000694

Saya / I: SITI ANIS BINTI AB RAHMAN

(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:-

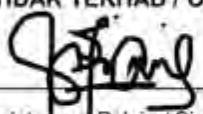
☐ **SULIT/CONFIDENTIAL**

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

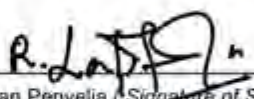
☐ **TERHAD/RESTRICTED**

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)

Tarikh: 16 Mei 2023


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

DR. RANA LARUTIA, LUKMANUL HAKIM
PENYELIDIKAN
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS
CENDU TO ANAK
PELAKS

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat dari organisasi/badan yang mengeluarkan maklumat ini 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

Segala puji dipanjatkan kehadrat Allah SWT kerana telah menganugerahkan kekuatan dan keazaman kepada saya dalam usaha menyiapkan keseluruhan disertasi ini. Perjalanan penulisan disertasi yang agak berliku dengan cabaran yang tidak dapat dielakkan menyebabkan bukan sekadar air mata yang gugur tetapi semangat yang semakin menipis. Saya bersyukur atas nikmat yang diberikan dan berharap agar disertasi ini mampu menjadi satu sumbangan kepada anak bangsa.

Saya merakamkan penghargaan ikhlas kepada penyelia iaitu Dr. Raja Lailatul dan Dr. Nor Zila di atas segala bimbingan dan kritikan yang membina. Saya tujukan penghargaan kepada barisan pensyarah UPSI yang membekalkan saya dengan sistem sokongan dan perkongsian ilmu yang tidak berbelah bagi terutamanya daripada Dr. Sabri, Prof. Dr. Marzita, Prof. Madya Dr. Nor'ashiqin dan En. Syahrizal. Saya berterima kasih kepada Prof. Madya Dr. Jariah daripada UTeM yang tekun memberikan tunjuk ajar dan menjawab persoalan saya dengan terperinci tentang Kejuruteraan.

Saya ingin memberikan penghargaan kepada guru Jabatan Matematik MRSMBagan Datuk di atas khidmat nasihat yang diberikan kepada saya dalam melancarkan kajian ini. Saya ingin tujukan ucapan terima kasih kepada Bahagian Pembangunan dan Penyelidikan, Kementerian Pelajaran Malaysia, PPD Petaling Perdana, Selangor kerana memberi kebenaran untuk saya menjalankan kajian walaupun dalam cabaran melawan COVID-19.

Penghargaan yang tidak terhingga kepada ahli keluarga dan rakan-rakan (Fairr, Zati, Dayah, Ken, Mama, Yaya, Ziqah) yang sentiasa dalam ingatan yang tidak putus berdoa dan memberikan semangat di saat diri ini jatuh tersungkur dari landasan. Episod suka-duka ini akan tetap segar dalam ingatan kerana menjadikan diri ini lebih kuat untuk mengharungi cabaran di masa yang akan datang. Perjalanan ini menyedarkan diri ini bahawa ilmu itu luas dan masih banyak yang perlu dipelajari dalam hidup. Akhir sekali, ucapan terima kasih kepada semua yang terlibat secara langsung atau tak langsung dalam kajian ini.



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membina, menguji kesahan, kebolehpercayaan dan kebolehgunaan Modul Latihan STEM berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR. Modul Latihan STEM melibatkan topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik bagi pelajar Tingkatan Empat. Proses pembinaan modul adalah berdasarkan Model Pembinaan Modul Sidek (2005), Kerangka kualiti pendidikan STEM (2011), Model Penyelesaian Polya (1945) dan penggunaan perisian GeoGebra dan GeoGebra AR. Proses pembinaan modul menggunakan Model Pembinaan Modul Sidek terbahagi kepada dua peringkat iaitu peringkat membina draf dan peringkat pengujian modul. Pendekatan kuantitatif yang digunakan dalam kajian ini ialah kajian tinjauan yang dijalankan secara maya di sebuah sekolah menengah di Shah Alam, Selangor mematuhi Perintah Kawalan Pergerakan Bersyarat akibat pandemik COVID-19. Bagi memperoleh kesahan dan kebolehpercayaan Modul Latihan STEM, kajian ini melibatkan lima orang pakar dan 33 pelajar. Manakala, kebolehgunaan Modul Latihan STEM melibatkan 66 pelajar. Pemilihan subjek kajian menggunakan pensampelan rawak berlapis. Kesemua lima panel pakar bersetuju bahawa Modul Latihan STEM mempunyai kesahan yang tinggi (88.7%) menggunakan peratus persetujuan pakar. Nilai alfa Cronbach (0.773) menunjukkan nilai kebolehpercayaan Modul Latihan STEM adalah baik. Hasil analisis kebolehgunaan modul pula menggunakan kaedah penentuan skor min bagi kesemua 20 item adalah 3.35 dan ditafsirkan sebagai min skor yang cemerlang. Modul ini dapat memberikan implikasi positif terhadap pembelajaran STEM khususnya bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Kesimpulannya, kajian ini berjaya menghasilkan satu Modul Latihan STEM berintegrasikan GeoGebra AR bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik yang menepati standard piawaian silibus KSSM yang telah ditetapkan untuk kegunaan pelajar. Implikasi kajian ini adalah, (i) Modul Latihan STEM yang berfungsi sebagai bahan bantu mengajar dan (ii) pengayaan untuk mempelajari Matematik Tambahan.



THE DEVELOPMENT OF STEM TRAINING MODULE INTEGRATED WITH GEOGEBRA AND GEOGEBRA AR IN FUNCTIONS AND QUADRATIC FUNCTIONS

ABSTRACT

This study aims to develop and test the validity, reliability, and usability of the STEM Training Module integrated with GeoGebra dan GeoGebra AR. STEM Training Module involving Functions and Quadratic Functions for Form Four students. The module development process is based on Sidek's Module Development Model (2005), STEM Education Quality Framework (2011), Polya's Problem Solving Model (1943), and the use of GeoGebra and GeoGebra AR software. The module development process based on Sidek's module development module was divided into two stages, namely the draft development stage and module testing stage. The quantitative approach used in this study is a survey study which is carried out virtually in a secondary school in Shah Alam, Selangor in compliance to Conditional Movement Control Order due to COVID-19 pandemic. In order to obtain validity and reliability of the STEM Training Module, this study involved 5 experts and 33 students. Meanwhile, usability of the STEM Training Module involved 66 students. The percentage of approval recorded from all five experts shows that the STEM Training Module have achieved high validity index (88.7%). The Cronbach's alpha value for this STEM Training Module also achieved good and acceptable value (0.773). The module usability analysis result using determination of mean score method for all 20 items is 3.35 and interpreted as excellent mean score. This module can give positive impact on STEM learning especially in the Functions and Quadratic Functions topic. In conclusion, this study managed to produce STEM training module integrated with GeoGebra and GeoGebra AR in Functions and Quadratic Functions. The implications of this study are (i) a fully functioning STEM Training Module that can be use as a teaching aids and (ii) as well as an enrichment to learn Additional Mathematics.

ISI KANDUNGAN

MUKA SURAT

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	iii
PENGESAHAN PENYERAHAN DISERTASI	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
ISI KANDUNGAN	viii
SENARAI JADUAL	xiii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI SINGKATAN	xvi
SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latar Belakang Kajian	4
1.3 Pernyataan Masalah	7
1.4 Tujuan Kajian	13
1.5 Objektif Kajian	13
1.6 Persoalan Kajian	14
1.7 Kerangka Teori Kajian	15
1.8 Definisi Operasional	18
1.9 Batasan Kajian	21

1.10	Kepentingan Kajian	23
1.11	Rumusan	24

BAB 2 TINJAUAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	26
2.2	Sejarah Pendidikan STEM	26
2.3	Bidang STEM	28
2.3.1	Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) STEM di Malaysia	30
2.3.2	Kajian- Kajian Lepas Berkaitan STEM	32
2.3.3	Siri Bahan Sumber Sains, Teknologi, Engineering dan Matematik	33
2.4	Kerangka Kualiti Pendidikan STEM (2011)	34
2.5	Kesukaran Pelajar dalam Topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik	38
2.6	Teori Pengajaran dan Pembelajaran (PdP)	41
2.6.1	Teori Pembelajaran Aktif	41
2.6.2	Teori Konstruktivisme	43
2.7	Modul	44
2.8	Model Reka Bentuk Instruksional	46
2.8.1	Model ADDIE	47
2.8.2	Model ASSURE	48
2.8.3	Model Sharifah Alwiah Alsagoff	49
2.8.4	Model Pembinaan Modul Sidek (MPMS)	49
2.9	Model Penyelesaian Polya (1945)	51
2.10	Teknologi Maklumat dan Komunikasi dalam Pendidikan	52
2.10.1	Perisian GeoGebra	54
2.10.2	GeoGebra Augmented Reality	56
2.11	Rumusan	58

BAB 3 METODOLOGI KAJIAN

3.1	Pengenalan	59
3.2	Reka Bentuk Kajian	59
3.3	Populasi dan Pensampelan	61
3.4	Instrumen Kajian	64
3.4.1	Soal Selidik topik sukar dalam sukatan Matematik Tambahan Tingkatan 4	64
3.4.2	STEM Courseware Evaluation Form (STEMCEF)	66
3.4.3	Soal selidik kebolehpercayaan Modul Latihan STEM	71
3.4.4	Soal selidik kebolegunaan Modul Latihan STEM	73
3.5	Kajian Rintis	74
3.5.1	Kesahan Modul Latihan STEM	76
3.5.2	Kebolehpercayaan Modul Latihan STEM	77
3.6	Prosedur Kajian	78
3.6.1	Fasa analisis keperluan	79
3.6.2	Fasa reka bentuk dan pembangunan	80
3.6.3	Fasa pelaksaaan dan penilaian kebolegunaan	81
3.7	Kaedah Analisis Data	82
3.8	Rumusan	85

BAB 4 PEMBINAAN MODUL LATIHAN STEM

4.1	Pengenalan	86
4.2	Pembinaan Modul Latihan STEM	87
4.3	Peringkat Pertama: Menyediakan Draf Modul Latihan STEM	88
4.3.1	Langkah Pertama: Pembinaan Matlamat	89
4.3.2	Langkah Kedua: Mengenal Pasti Teori, Rasional, Falsafah, Konsep, Sasaran dan Tempoh Masa	90
4.3.3	Langkah Ketiga: Mengkaji Keperluan	93

4.3.4 Langkah Keempat: Menetapkan Objektif	94
4.3.5 Langkah Kelima: Pemilihan Isi Kandungan	95
4.3.6 Langkah Keenam: Memilih Strategi	102
4.3.7 Langkah Ketujuh: Pemilihan Logistik	104
4.3.8 Langkah Kelapan: Pemilihan Media	105
4.3.9 Langkah kesembilan: menyatukan draf modul	106
4.4 Peringkat Kedua: Mencuba dan Menilai Modul Latihan STEM	106
4.4.1 Langkah Kesepuluh: Kajian Rintis	107
4.4.2 Langkah Kesebelas: Menentukan Kesahan, Kebolehpercayaan dan Kebolehgunaan	108
4.5 Rumusan	111

BAB 5 DAPATAN KAJIAN

5.1 Pengenalan	112
5.2 Dapatan Kajian Keperluan Modul Latihan STEM	113
5.3 Dapatan Kajian Kesahan Modul Latihan STEM	118
5.4 Dapatan Kajian Kebolehpercayaan Modul Latihan STEM	121
5.5 Dapatan Kajian Kebolehgunaan Modul Latihan STEM	122
5.6 Rumusan kajian	126

BAB 6 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN KAJIAN

6.1 Pengenalan	129
6.2 Perbincangan Dapatan Kajian	130
6.3.1 Kajian keperluan Modul Latihan STEM	131
6.3.2 Kesahan Modul Latihan STEM	132
6.3.3 Kebolehpercayaan Modul Latihan STEM	133
6.3.4 Kebolehgunaan Modul Latihan STEM	134
6.3 Implikasi Kajian	135
6.4 Cadangan Kajian Lanjutan	139

6.5 Rumusan	141
RUJUKAN	142
LAMPIRAN	151

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Bilangan Sekolah Menengah Daerah Shah Alam	62
3.2	Kandungan Soal Selidik Topik Sukar Dalam Sukatan Matematik Tambahan Tingkatan 4	65
3.3	Kandungan Konstruk STEMCEF	66
3.4	Senarai Item Kandungan Kerangka Kualiti Pendidikan STEM	67
3.5	Analisis Persetujuan Pakar Terhadap STEMCEF	69
3.6	Skala Pekali Alpha Cronbach	70
3.7	Kandungan Konstruk Soal Selidik Kebolehpercayaan Modul Latihan STEM	72
3.8	Ringkasan Kajian Rintis	75
3.9	Senarai Pakar Penilai Kesahan Modul Latihan STEM	76
3.10	Ringkasan Lokasi dan Tempoh Kajian	80
3.11	Ringkasan Analisis Kajian berdasarkan Persoalan Kajian	83
3.12	Penentuan Tahap dan Tafsiran Nilai Skor Min	85
4.1	Penggunaan Teori Pembelajaran Dalam Modul Latihan STEM	91
4.2	Objektif bagi Setiap Unit dalam Modul	94
4.3	Huraian Isi Kandungan Modul Latihan STEM	96
4.4	Manual penggunaan Modul Latihan STEM	98
4.5	Senarai Bahan Bantu Mengajar Modul Latihan STEM	104
4.6	Penggunaan Media Modul Latihan STEM	106



5.1	Analisis Dapatan Kajian Profil Pelajar bagi Kajian Rintis	115
5.2	Analisis Kedudukan Topik yang Sukar dikuasai Pelajar	116
5.3	Analisis Kedudukan Subtopik yang Sukar dikuasai Pelajar	117
5.4	Min Peratus Persetujuan Pakar Terhadap Kesahan Kandungan Modul Latihan STEM	120
5.5	Analisis Peratusan Kesahan Pakar	121
5.6	Analisis Dapatan Kajian Kebolehpercayaan Modul Latihan STEM	123
5.7	Analisis Dapatan Kajian Kebolehgunaan Modul Latihan STEM	124
5.8	Dapatan Kajian Kebolehgunaan Konstruk Modul Latihan STEM	125
5.9	Ringkasan Dapatan Persoalan Kajian Mengikut Persoalan Kajian	127

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	Kerangka konseptual kajian	15
2.1	STEM sebagai pendekatan PdP	31
2.2	Model pembinaan modul Sharifah Alwiyah Alsagoff	49
3.1	Carta alir prosedur kajian	78
3.2	Rumus penentuan skor tahap tafsiran	84
3.3	Penentuan skor tahap bagi skala 4 mata	84
4.1	Adaptasi Model Pembinaan Modul Sidek (Sidek & Jamaluddin, 2005) dalam pembinaan Modul Latihan STEM	88
4.2	Kandungan modul latihan STEM	101
4.3	Penerapan Model Penyelesaian Polya dalam modul latihan STEM	103

SENARAI SINGKATAN

ADDIE	Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation
AR	Augmented Reality
ASSURE	<i>Analyse, State, Select, Utilise, Require and Evaluate</i>
BPPP	Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar
CAS	<i>Computer Algebra System</i>
CEF	<i>Courseware Evaluation Form</i>
COVID-19	<i>Coronavirus disease 2019</i>
DGS	<i>Dynamic Geometry Systems</i>
DLP	<i>Dual Language Programme</i>
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran
KBAT	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi
KBSM	Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah
KPM	Kementerian Pelajaran Malaysia
LPM	Lembaga Peperiksaan Malaysia
MPK	Modul Pengajaran Kendiri
MPMS	Model Pembinaan Modul Sidek
NSF	<i>National Science Foundation</i>
PdP	Pengajaran dan Pembelajaran
PdPc	Pembelajaran dan Pemudahcaraan
PdPR	Pengajaran dan Pembelajaran di Rumah
PKPB	Perintah Kawalan Pergerakan Bersyarat

PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
RPT	Rancangan Pengajaran Tahunan
SMET	<i>Science, Mathematics, Engineering dan Technology</i>
SPM	Sijil Pelajaran Malaysia
SPSS	<i>Statistical Package of Social Science</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
STEMCEF	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics Courseware Evaluation Form</i>
TMK	Teknologi Maklumat dan Komunikasi
UPSI	Universiti Pendidikan Sultan Idris

SENARAI LAMPIRAN

- A Soal Selidik topik sukar dalam sukatan Matematik Tambahan Tingkatan Empat.
- B *STEM Courseware Evaluation Form*
- C *STEM Courseware Evaluation Validity Form*
- D Surat Kelulusan menjalankan kajian (KPM)
- E Surat Kelulusan menjalankan kajian (JPN selangor)
- F Soal Selidik Kebolehpercayaan Modul Latihan STEM
- G Soal Selidik Kebolegunaan Modul Latihan STEM
- H Modul Latihan STEM (edisi pelajar)
- I Modul Latihan STEM (edisi guru)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Malaysia merupakan sebuah negara yang komited berusaha melaksanakan perubahan dan memperbaiki sistem pendidikan negara secara menyeluruh bagi melahirkan warga negara yang mampu bersaing di peringkat global. Sistem pendidikan di Malaysia sering berubah bagi memenuhi keperluan semasa selari dengan usaha memenuhi Falsafah Pendidikan Negara dan Revolusi Perindustrian 4.0. Malaysia bersiap siaga dalam menghadapi Revolusi Perindustrian Keempat (4.0) yang merupakan satu fasa revolusi yang memaksimumkan penggunaan teknologi. Revolusi ini membawa penemuan baharu dalam teknologi melalui automasi, *Internet of Thing* (IoT), analisis dan *big data*, integrasi sistem, penggunaan robotik, realiti maya, teknologi digital serta keselamatan



siber dan *cloud* yang dijangka akan berkembang pesat dalam masa beberapa tahun ke depan (Akmal Ariff, Siti Hajar, Nur Anis & Mohamad Izzuan, 2020).

Salah satu agenda Malaysia adalah meningkatkan kuantiti dan kualiti pakar dalam bidang sains dan teknologi bermula sejak tahun 1999 (Siti Nur Diyana, Nurfaradilla, Mohd Ali & Lilia, 2018). Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) memperkenalkan Dasar 60:40 dalam usaha meningkatkan peratusan 60% pelajar menceburi bidang sains dan 40% menceburi bidang sastera (KPM, 2016a). Dasar ini dilaksanakan dalam usaha memastikan negara mempunyai kepakaran dalam bidang sains dan teknologi dengan tujuan melahirkan lebih ramai pelajar yang berkecayaan untuk meneruskan pengajian dalam bidang sains dan teknologi dan mampu memenuhi keperluan tenaga kerja mahir dalam bidang industri (KPM, 2016a). Namun sehingga kini peratusan pelajar sains tidak pernah mencapai sasaran (Maszlee, 2018) malah menunjukkan kemerosotan menyebabkan penyasaran 60% pelajar aliran sains masih belum tercapai (KPM 2017). Maszlee (2018) menyatakan kebimbangannya sebagai Menteri Pendidikan apabila hanya 48% pelajar pengajian tinggi sesi akademik 2018/2019 yang ditawarkan program pengajian dalam bidang sains. Statistik menunjukkan jumlah pelajar yang memasuki aliran sains Tingkatan 4 pula hanyalah 19% daripada anggaran 447000 pelajar (Noraini, 2020).

Kerajaan memperkenalkan pendidikan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) bagi memupuk minat pelajar terhadap sains dan teknologi. Salah satu usaha KPM dalam menyokong Dasar 60:40 adalah dengan memberi pendedahan tentang pendidikan STEM (KPM, 2016a) kepada pelajar bermula dari peringkat tadika lagi (Mazlini, Aminah, Ong, Mohd Nasir, Noriah & Jameyah, 2016). Pembinaan





beberapa buah Sekolah Menengah Sains dan Maktab Rendah Sains Mara merupakan satu inisiatif menyokong dasar ini dalam menarik lebih ramai pelajar ke aliran sains (Fatin Aliah, Mohd Salleh, Mohammad Bilal & Salmiza, 2012).

Sejak tahun 2013, KPM mula menerapkan pengajaran dan pembelajaran (PdP) STEM secara rasminya di dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 (Shariza, 2020) di samping mengukuhkan kualiti pendidikan STEM (KPM, 2016b). Malah, kandungan ringkasan eksekutif PPPM 2015-2025 juga menekankan pengetahuan pelajar untuk menguasai, memanfaatkan, menghubungkan dan mengaplikasikan pengetahuan mata pelajaran teras dan pengetahuan am serta menghargai seni, budaya dan STEM. KPM (2016a) juga telah menerbitkan buku Panduan Pelaksanaan STEM dalam (PdP) pada tahun 2016 sebagai panduan kepada tenaga pengajar mata pelajaran STEM. KPM telah menerangkan kepentingan Pendidikan STEM di dalam kandungan PPPM 2013-2025 dan PPPM 2015-2025 (KPM, 2016b).

Ini menimbulkan persoalan sejauh mana pelaksanaan pendidikan STEM di peringkat sekolah menengah selari dengan pendidikan STEM. Adakah pendidikan STEM sedikit sebanyak dapat meningkatkan minat pelajar ke arah bidang STEM? Adakah pendidikan STEM selari dengan silibus kurikulum Matematik Tambahan di sekolah? Justeru, kajian ini membina sebuah modul Latihan STEM berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik dalam kalangan pelajar Tingkatan 4. Kajian ini dijalankan dengan harapan dapat menjadi satu usaha dalam meningkatkan minat pelajar terhadap bidang STEM secara tidak langsung.





1.2 Latar Belakang Kajian

Amerika memperkenalkan istilah STEM bermula pada awal tahun 90-an (Koehler, Binns, & Bloom, 2021) yang merupakan singkatan dari 4 perkataan Bahasa Inggeris iaitu *Science*, *Technology*, *Engineering* dan *Mathematics* (STEM) atau Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik di dalam Bahasa Malaysia. Di Malaysia, akronim STEM juga digunakan secara meluas walaupun STEM merupakan akronim dari perkataan Bahasa Inggeris. *National Academy of Science* (2007) menyatakan bahawa istilah *Science*, *Mathematics*, *Engineering* dan *Technology* (SMET) digunakan sebelum ditukar kepada STEM oleh *National Science Foundation* (NSF) bagi memudahkan penyebutan dan memberi pengukuhan terhadap maknanya. Pendidikan STEM Bersepadu membentuk satu usaha menggabungkan kesemua bidang STEM termasuklah mata pelajaran lain bertujuan untuk menyelesaikan masalah dunia sebenar (Hovardas, Xenofontos, & Zacharia, 2020).

Pendidikan STEM di Malaysia telah bermula sejak tahun 1960-an lagi di mana Malaysia telah mengiktiraf pendidikan STEM kepada pembangunan sains dan teknologi (Norazilawati et al., 2018). Pendidikan STEM ialah kurikulum yang mementingkan pendekatan sains, teknologi, kejuruteraan dan Matematik dalam konteks aplikasi dan pembelajaran dalam dunia sebenar. Hasil implementasi pendidikan STEM di negara maju telah menjadi cermin kepada Malaysia untuk mengukur tahap dan sistem pendidikan di negara kita. Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM, 2015) juga menggariskan bahawa pelajar peringkat pengajian tinggi perlu menguasai bidang masing-masing agar mereka mampu memanfaatkan, menghubungkan, menghargai dan mengaplikasi pengetahuan yang dipelajari, budaya, seni, dan STEM.



Sejak 2015, KPM mula mempromosikan kurikulum STEM secara rasminya di dalam sistem pendidikan di peringkat pengajian tinggi Malaysia. Pendidikan di Malaysia semakin berkembang sejak kerajaan Malaysia mula cenderung untuk melaksanakan pendekatan STEM Bersepadu di dalam sistem pendidikan (Shamsuddin & Noorashikim, 2021). Ini kerana STEM mempunyai kelebihan yang mampu mencorak ke arah pendidikan sains yang lebih kreatif dan inovatif untuk generasi hari ini (Nurul Huda & Che Nidzam, 2018). Pendidikan STEM bukan sahaja memainkan peranan penting dalam melahirkan golongan profesional di dalam bidang STEM malah mampu mengubah masa depan negara. Pendidikan STEM mampu membina dan menghasilkan satu tenaga kerja baharu yang terdiri daripada penyelesaian masalah, pencipta (Muhammad Abd Hadi & Finley, 2016), pereka, pemikir dan pemikir logik (Edy Hafizan, Lilia, Mohamad Sattar, Kamisah & Mohd Afendi, 2016) yang berpengetahuan dan berkemahiran.

KPM aktif berusaha dalam memantapkan pendidikan STEM yang mampu menarik minat lebih ramai pelajar agar menceburi bidang STEM di peringkat sekolah. Ini menunjukkan sistem pendidikan di Malaysia perlu mengintegrasikan pendidikan STEM untuk melakar masa depan yang lebih cerah dan terjamin. Terdapat banyak kajian yang membuktikan pengintegrasian STEM di dalam pendidikan berupaya memupuk minat pelajar (Mazlini et al., 2016) menguasai dan menceburi kerjaya yang melibatkan bidang STEM. Rasional pemilihan aktiviti STEM dalam situasi dunia sebenar adalah kerana pembelajaran STEM bersepadu kebiasaannya dilaksanakan dalam bentuk projek (Titik et al., 2017) dan mengalikasi dalam konteks dunia sebenar (Shamsuddin & Noorashikim, 2021). Pendidikan STEM dipercayai dapat memberi kesedaran kepada pelajar tentang ilmu sains dan Matematik sebagai ilmu pengetahuan



yang perlu dikuasai dalam menempuhi cabaran abad ke 21 (Shamsuddin & Noorashikim, 2021)

Dalam pada itu, penguasaan Matematik penting bagi memastikan penglibatan yang berkesan dan peningkatan tenaga kerja yang melibatkan STEM (Li & Schoenfeld, 2019). Matematik merupakan subjek yang amat penting dan dipandang tinggi dalam pendidikan sekolah menengah rendah bagi tingkatan satu hingga tingkatan tiga dan pendidikan menengah atas bagi tingkatan empat dan lima (KPM, 2012). Kepentingan Matematik jelas kelihatan kerana mata pelajaran Matematik dijadikan mata pelajaran teras dalam pendidikan sekolah menengah dan mata pelajaran Matematik Tambahan sebagai mata pelajaran elektif yang diwajibkan kepada pelajar pendidikan menengah atas yang mengambil pakej sains dan teknologi.



Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran meletakkan Matematik Tambahan sebagai mata pelajaran yang menjadi penggerak utama dalam pelbagai pembangunan berkaitan model perniagaan, sains dan teknologi (KPM, 2018b). Matematik Tambahan mempunyai lima komponen besar iaitu Geometri, Algebra, Kalkulus, Trigonometri dan Statistik. Setiap komponen ini pula mempunyai pecahan topik yang berbeza bagi tingkatan empat dan tingkatan lima. Stewart dan Day (2015) mendapati topik Fungsi merupakan konsep asas yang paling penting dalam Kalkulus. Krantz (2011) menerangkan bahawa Kalkulus ialah dasar kepada sains moden kerana membantu kita untuk mengkaji kadar perubahan dan pergerakan dalam semua subjek yang melibatkan penggunaan kuantiti yang membesar, mengecil, berubah atau bergerak dalam bidang Biologi, Fizik, Kimia, Kejuruteraan dan Matematik.





1.3 Pernyataan Masalah

Matematik Tambahan merupakan subjek wajib yang perlu diambil oleh pelajar aliran sains dan teknologi dalam Sijil Pelajaran Malaysia (SPM). Walaupun subjek Matematik Tambahan diakui sebagai subjek yang paling ditakuti serta lebih sukar berbanding subjek lain namun begitu pelajar perlu lulus subjek Matematik Tambahan bagi melayakkan mereka melanjutkan pelajaran dalam bidang STEM di peringkat pengajian tinggi (Siti Seri Kartini, Salmiza & Hutkemri, 2021; Yahya dan Amir, 2018). Lembaga Peperiksaan Malaysia (2018) melaporkan peratusan pelajar gagal dalam SPM 2015, SPM 2016, serta SPM 2017 meningkat daripada 22%, 22.7% dan 24.2%. Peratusan gagal menurun secara mendadak menyebabkan purata gred Matematik Tambahan paling rendah (5.81) dibandingkan dengan subjek lain.



Kajian Nur Azila, Rusliza, Ini Imaina, Nadzri dan Khairunnisa (2017) mendapati pelajar tidak berminat dan menghadapi kesukaran dalam menghafal formula. Pelajar bukan sekadar keliru dengan simbol dan formula dalam Matematik Tambahan malah gagal menggunakan simbol yang betul dalam menyelesaikan masalah (Zul Ariffin & Roslinda, 2017). Pembelajaran Matematik Tambahan perlu dilakukan secara bertahap, mengikut urutan dan berdasarkan pengalaman belajar yang lepas (Hudzaifah, 2013). Oleh itu, kajian terhadap topik Fungsi penting kerana Fungsi merupakan konsep asas yang paling penting dan berguna dalam Kalkulus (Stewart & Day, 2015). Kepentingan mempelajari topik Fungsi turut dinyatakan dalam bidang Sains seperti Fizik, Kimia dan Biologi (De Mendonca & De Souza, 2016). Fungsi merupakan topik pertama diikuti dengan topik kedua iaitu Fungsi Kuadratik yang merupakan sambungan





kepada topik Fungsi yang dipelajari dalam sukatan mata pelajaran Matematik dan Matematik Tambahan Tingkatan Empat.

Pelajar perlu membentuk pengetahuan mereka tentang Fungsi secara praktikal, menyeluruh dan dinamik bagi mengukuhkan kefahaman daripada menghafal konsep yang abstrak (De Alencar Car-valho, Medeiros, Me-deiros, & Santos, 2019). Pemahaman konsep yang abstrak penting kerana pelajar perlu mahir menvisualisasikan dan melakar graf bagi menyelesaikan masalah yang melibatkan Fungsi (Norazliana & Siti Mistima, 2021). Namun begitu, kefahaman konsep kurang diberi perhatian kerana guru lebih mementingkan latih tubi dalam PdP bagi menyediakan pelajar untuk peperiksaan awam (Rozita, 2018). Kajian Zul Ariffin dan Roslinda (2017) mendapati kesilapan jenis kefahaman kerap berlaku terutamanya kefahaman pelajar tentang definisi, istilah dan petua matematik. Penting dalam pemikiran algebra untuk menerbitkan petua Fungsi di antara kedudukan nombor dalam pola nombor dan sebutan sepadan (Kok, 2017). Kajian De Alencar et al. (2019) menyenaraikan beberapa kesukaran yang dihadapi pelajar dalam menyelesaikan Fungsi iaitu;

- 1) Pelajar sukar untuk mewakili nilai graf dalam set domain dan set imej
- 2) Pelajar sering tertukar paksi bagi set domain dan set imej
- 3) Pelajar juga mempunyai kesukaran dalam menyelesaikan fungsi dalam bentuk algebra
- 4) Pelajar tidak dapat menggambarkan fungsi dalam bentuk algebra dengan bentuk graf
- 5) Pelajar juga sukar memahami konsep pembolehubah dan membuat kesimpulan.





Konsep Fungsi dan Fungsi Gubahan mempunyai bahasanya yang tersendiri untuk menggambarkan situasi dunia sebenar (Siyepu & Ralarala, 2014) menjadikannya sukar untuk dikuasai walaupun bagi pelajar yang mempunyai idea yang jelas tentang tatatanda Fungsi. Ini disebabkan oleh pelajar tidak mampu mengaplikasikan tatatanda Fungsi yang mempunyai dua atau lebih pembolehubah (Wilkie, 2019). Kesukaran ini disokong oleh kajian Aidil (2018) di mana pelajar tidak mampu melukis graf Fungsi dan Fungsi Kuadratik, kerana kurangnya proses mengkonsepsikan Fungsi dan sukar mengenalpasti kewujudan Fungsi Gubahan dalam situasi yang tertentu. Kebanyakan kajian lepas memfokuskan kepada satu jenis fungsi graf sahaja, contohnya fungsi linear sahaja (Soots & Shafer, 2018; Norazliana & Siti Mistima, 2021; De Alencar et al., 2019), fungsi gubahan, fungsi songsangan (Delastri, Purwanto, Subanji & Muksar, 2019; Kontorovich, 2017) atau fungsi kuadratik (Ovez, 2018).



Pelajar juga menghadapi kesukaran dalam menentukan Fungsi Songsangan secara algebra (Krisna & Restu, 2017). Kebanyakan pelajar dapat menyelesaikan masalah berkaitan Fungsi Songsangan dalam bentuk algebra namun menghadapi masalah dalam bentuk graf dan memberi justifikasi (Krisna & Restu, 2017). Hal ini kerana pelajar tidak mampu membentuk kefahaman melibatkan definisi Fungsi Songsangan (Paoletti, Stevens, Hobson, Moore & LaForest, 2017). Sesetengah pelajar mendapat jawapan yang betul bagi soalan melibatkan gambaran visual konsep Fungsi Songsangan tanpa memahami cara mereka mendapat jawapan tersebut (Krisna & Restu, 2017).



Pelajar kebiasaannya mempunyai masalah terutamanya dalam memahami Fungsi Kuadratik (Santia, Purwanto, Sutawidjadja, Sudirman & Subanji, 2019). Walaupun banyak pandangan yang berbeza tentang masa yang sesuai dan kaedah memperkenalkan konsep Fungsi kepada dalam meningkatkan kefahaman pelajar (Wilkie, 2019). Kajian Aidil (2018) menyenaraikan empat kesukaran yang pelajar hadapi dalam Fungsi Kuadratik iaitu;

- a) Membuat perhubungan bagi perwakilan grafik dan algebra.
- b) Menvisualkan graf sebagai objek keseluruhan
- c) Memahami konsep pekali
- d) Membezakan Fungsi Linear dan Fungsi Kuadratik
- e) Mengubah dan menterjemah

Jadi, Fungsi Kuadratik perlu dibincang dengan lebih mendalam bagi mengenalpasti punca kebanyakan pelajar gagal menyelesaikan masalah melibatkan topik ini (Santia et al., 2019).

Di Malaysia, peratusan guru menggunakan teknologi dalam pembelajaran dan pemudahcaraan (PdPc) Matematik Tambahan masih rendah (Siti Seri Kartini, Salmiza & Hutkemri, 2021) walaupun pembelajaran Fungsi dan Fungsi Kuadratik tanpa gambaran visual menghalang perkembangan seseorang dalam memahami konsep (Aidil, 2018) serta menyukarkan pelajar dalam menyelesaikan masalah Fungsi menggunakan graf (Orhun, 2012). Jadi, gambaran visual ini dapat diatasi dengan menggunakan aplet gabungan perisian GeoGebra dan GeoGebra *Augmented Reality* (AR). Gabungan pembinaan modul dan penerapan teknologi dalam pembelajaran diketengahkan, kerana proses pembelajaran menjadi lebih efektif dengan komunikasi dua hala (Tee, 2021). Penyelidik membuat keputusan untuk memilih perisian GeoGebra



dan GeoGebra AR kerana pelajar tiada masalah dan lebih mudah untuk mempelajari Fungsi dan Fungsi Kuadratik menggunakan perisian GeoGebra (Norazliana & Siti Mistima, 2021). Menurut Khor dan Ruzlan (2017), GeoGebra mampu membentuk gambaran visual pelajar dalam menggambarkan Fungsi dan Fungsi Kuadratik dalam dua dan tiga dimensi di samping meningkatkan kemahiran menggambarkan masalah matematik (Khor & Ruzlan, 2017). Selain itu, kajian Norazliana dan Siti Mistima (2021) mendapati guru-guru dapat mengasimilasikan perwakilan matematik dengan cara yang berbeza dalam pembelajaran Matematik.

Konsep Fungsi dan Fungsi Kuadratik merupakan konsep yang penting dalam kursus Algebra dan matematik yang lain (Aidil, 2018) jadi pelajar perlu menguasai dua konsep ini. Mohini et al. (2011) mendapati penekanan terhadap selain modul latihan yang bertumpukan kepada fakta dan penerangan akan menyebabkan pelajar cenderung untuk menerima daripada berfikir. Kajian Zul Ariffin dan Roslinda (2017) menyokong perancangan aktiviti yang diselaraskan dengan bahan yang sesuai bagi mempertingkatkan kebolehan pelajar dalam memahami soalan serta proses visualisasi yang sesuai agar pelajar dapat menjawab soalan Matematik Tambahan dengan lebih yakin. Pernyataan ini secara tidak langsung menyokong penyelidik merancang aktiviti dalam Modul Latihan STEM. Rasional penyelidik membangunkan sebuah modul latihan kerana kemampuannya untuk melatih pelajar berfikir dan mampu membuatkan pelajar berfikir daripada hanya menerima dan menghafal (KPM, 2018).

Pendedahan STEM perlu disemai di peringkat rendah, menengah dan pengajian tinggi, bagi guru melaksanakan STEM dalam bilik darjah. Oleh kerana masih tiada modul STEM (Nurul Huda & Che Nidzam, 2018) menjadi satu keperluan untuk membangunkan modul latihan yang menggabungkan pendekatan STEM dan topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Salah satu halangan yang dikenalpasti oleh Elrod dan Kezar (2015) ialah kekurangan pakar dalam pengajaran pendidikan dan kaedah penilaian yang berasaskan STEM. Selain itu, guru masih tidak boleh menguasai sepenuhnya pengajaran STEM menyebabkan pelaksanaan pengajaran STEM berbeza daripada yang ditetapkan (Nur Fatahiyah & Siti Nur Diyana, 2020). Sehubungan dengan itu, Modul Latihan STEM dibina oleh penyelidik untuk membantu pelajar mengaplikasi konsep Fungsi dan Fungsi Kuadratik dalam kehidupan seharian dan memberi ruang kepada pelajar untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam bidang STEM.

Ini menunjukkan perlunya membina satu Modul latihan STEM yang mampu memberi pendedahan terhadap aplikasi STEM untuk dijadikan panduan kepada guru. Ini kerana penggunaan modul STEM merupakan salah satu cara yang berkesan untuk melatih guru melaksanakan pendekatan STEM (Yusmail & Sabariah, 2021). Menurut Nur Fatahiyah dan Siti Nur Diyana (2020) penyampaian guru dalam PdP STEM masih kurang berkesan kerana kurangnya pengetahuan dalam kaedah pelaksanaan STEM. Oleh yang demikian, KPM (2016a) telah membangunkan beberapa siri bahan sumber STEM (BSTEM) dalam matapelajaran Fizik, Kimia, Biologi dan Matematik Tambahan. Namun begitu, siri bahan sumber STEM (BSTEM) Matematik Tambahan hanyalah dua topik dari iaitu Geometri Koordinat bagi Tingkatan 4 dan Pembezaan bagi silibus Tingkatan 5. Jadi masih terdapat 16 topik keseluruhan Matematik Tambahan



SPM yang masih belum dibangunkan oleh BPK. Justeru itu, kajian ini dijalankan bagi membangunkan sebuah modul STEM dalam matapelajaran Matematik Tambahan yang merangkumi dua topik iaitu Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Pengkaji memilih dua topik ini kerana menurut Norazliana dan Siti Mistima (2021) agak sukar untuk membuat perbandingan dengan kajian-kajian lain jika kajian menggunakan satu jenis fungsi sahaja.

1.4 Tujuan Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk membina, menguji kesahan, kebolehpercayaan dan kebolehgunaan Modul Latihan STEM berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Modul ini dibina berpanduan Kerangka Kualiti Pendidikan STEM dan Model Pembinaan Modul Sidek.

1.5 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

1. Menganalisis keperluan membangunkan Modul Latihan STEM bagi tajuk Fungsi dan Fungsi Kuadratik dalam kalangan pelajar tingkatan empat.
2. Membina dan menguji kesahan Modul Latihan STEM untuk PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR dalam kalangan pelajar tingkatan empat.



3. Menguji kebolehpercayaan Modul Latihan STEM untuk PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR dalam kalangan pelajar tingkatan empat.
4. Menguji kebolegunaan Modul Latihan STEM untuk PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR dalam kalangan pelajar tingkatan empat.

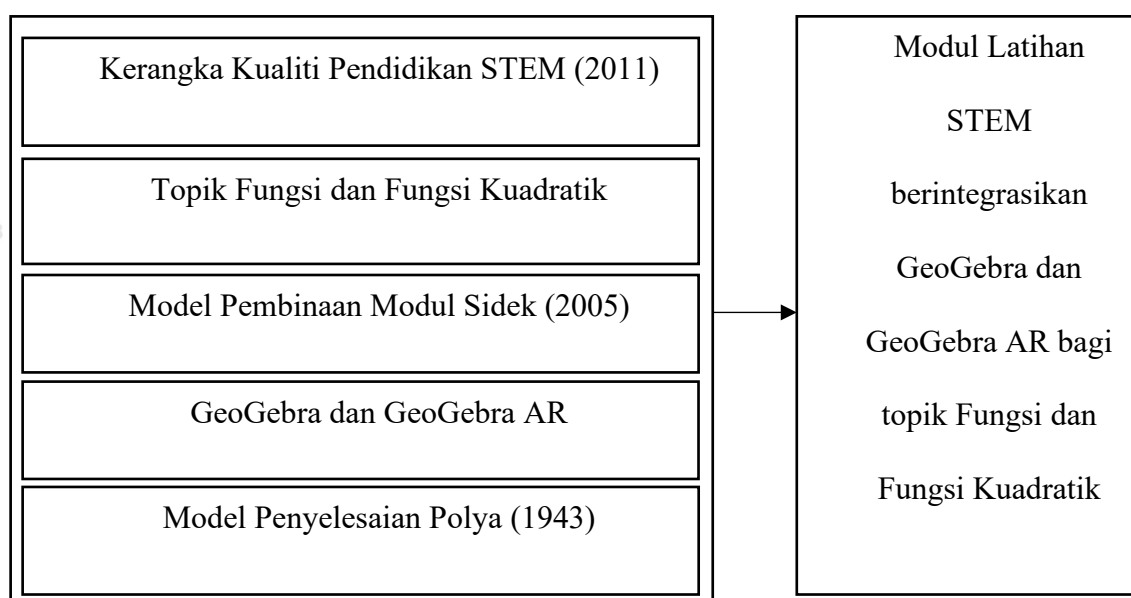
1.6 Persoalan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk menjawab secara spesifik persoalan kajian yang berikut:

1. Apakah keperluan pembinaan Modul Latihan STEM bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik dalam kalangan pelajar tingkatan empat?
2. Adakah Modul Latihan STEM untuk PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR dalam kalangan pelajar tingkatan empat mempunyai kesahan yang tinggi?
3. Adakah Modul Latihan STEM untuk PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR dalam kalangan pelajar tingkatan empat mempunyai kebolehpercayaan yang memuaskan?
4. Adakah Modul Latihan STEM untuk PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR dalam kalangan pelajar tingkatan empat mempunyai kebolegunaan yang memuaskan?

1.7 Kerangka Teori Kajian

Kajian ini bertujuan untuk membina modul latihan STEM bagi mata pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan Empat bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik mengintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR. Kerangka Teori kajian dibina untuk menghasilkan sebuah modul Latihan STEM untuk pelajar tingkatan empat berdasarkan Kerangka Kualiti Pendidikan STEM (2011), topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik, GeoGebra dan GeoGebra AR, dan Model Pembinaan Modul Sidek (2005) serta Model Penyelesaian Polya (1945) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1.



Rajah 1.1. Kerangka Teori kajian

Kerangka Kualiti Pendidikan STEM (*STEM Education Quality Framework*) merupakan hasil kerjasama *The Dayton (Ohio) Regional STEM Center* dan Dr. James Rowley pada 2011. Kerangka Kualiti Pendidikan STEM merupakan satu kerangka umum untuk mengkonsepsikan dan bahasa untuk berkomunikasi tentang PdP STEM (Dayton Regional STEM Center, 2011). Rasional pemilihan Kerangka Kualiti

Pendidikan STEM dalam kajian ini adalah berdasarkan pernyataan *Dayton Regional STEM Center* (2011) bahawa Kerangka Kualiti Pendidikan STEM mampu membimbing guru merancang PdP yang berkualiti, menilai bahan pengajaran guru dan meningkatkan kualiti pendidikan STEM di sekolah, universiti atau tempat kerja STEM.

Kerangka Kualiti Pendidikan STEM terdiri daripada sepuluh komponen yang berbeza iaitu;

- 1) Potensi Penglibatan Pelajar (*Potential for student Engagement*),
- 2) Tahap Integrasi STEM (*Degree of STEM integration*),
- 3) Perkaitan bidang selain STEM (*Connections to Non-STEM Disciplines*),
- 4) Keintegritian Kandungan Akademik (*Integrity of Academic content*),
- 5) Kualiti Tugas Kognitif (*Quality of cognitive task*),
- 6) Perkaitan dengan pekerjaan STEM (*Connections to STEM career*),
- 7) Kebolehan Individu dalam Bekerjasama (*Individual Accountability in a collaborative Culture*),
- 8) Penilaian (*Nature of Assessment(s)*),
- 9) Aplikasi proses Reka Bentuk Kejuruteraan (*Application of Engineering Design process*),
- 10) Kualiti Pengintegrasian Teknologi (*Quality of Technology Integration*).

Bidang Matematik Tambahan dalam kajian ini akan menyentuh topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik disebabkan oleh perkaitan antara satu sama lain di bawah satu topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Kajian ini menumpukan beberapa jenis fungsi dan fungsi graf seperti fungsi linear, fungsi gubahan, fungsi songsangan dan fungsi kuadratik. Menurut KPM (2018), Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran



(DSKP) Matematik Tambahan memecahkan topik Fungsi kepada dua topik iaitu topik pertama (Fungsi) dan topik kedua (Fungsi Kuadratik) manakala Fungsi Songsangan dan Fungsi Gubahan merupakan subtopik bagi topik Fungsi.

Model Pembinaan Modul Sidek merupakan sebuah model integrasi yang komprehensif dalam membina sebuah modul hasil ciptaan Sidek Mohd Noah (Sidek & Jamaluddin, 2005). Rasional pemilihan Model Pembinaan Modul Sidek adalah kerana Sazilah (2016) mendapati bahawa modul yang mengikuti senarai langkah Model Pembinaan Modul Sidek dengan teliti boleh diaplikasikan dalam kebanyakan bidang. Pembinaan modul yang dibina berdasarkan peraturan dan prosedur yang perlu diikuti mampu menghasilkan modul yang memberikan kesan yang positif (Sidek & Jamaluddin, 2005). Model Pembinaan Modul Sidek mempunyai dua peringkat utama iaitu peringkat pertama penghasilan draf Modul Latihan STEM yang lengkap dan peringkat kedua iaitu menentukan kebolegunaan Modul Latihan STEM.

GeoGebra membantu pelajar mengkonsepsikan Fungsi dalam Matematik dengan berinteraksi dengan bantuan peranti teknologi (De Alencar et al., 2019). Oleh itu, kajian ini menggunakan aplet GeoGebra dan perisian GeoGebra AR sebagai aktiviti penerokaan teknologi dalam Modul Latihan STEM. Kajian Cerqueira, Sylla, Moura, dan Ferreira (2019) menggambarkan GeoGebra AR sebagai contoh persekitaran maya dalam mempelajari matematik yang mempunyai objek 3D yang *user* boleh letakkan diatas permukaan rata.



Model Penyelesaian Polya (1945) boleh digunakan sebagai satu inovasi dalam pengajaran memandangkan teknik ini dapat memantapkan kemahiran penyelesaian masalah di dalam kalangan pelajar (Zafirah & Jamilah, 2020). Penyelidik memilih Model Penyelesaian Polya (1945) kerana Buku teks Matematik Tambahan menggunakan model ini dalam penyelesaian contoh buku teks. Jadi, pelajar sudah terbiasa berikutan sering mempelajarinya di dalam kelas. Penyelesaian masalah dalam kurikulum matematik yang berlandaskan penyelesaian masalah Model Polya turut diberi penekanan selari dengan KBSM untuk meningkatkan kualiti PdP di bilik darjah (Teng, Nor'ain & Rohaidah, 2017).

1.8 Definisi Operasional

Bahagian Definisi Operasional menjelaskan konsep-konsep utama yang digunakan dalam konteks kajian ini. Definisi operasional yang digunakan dalam kajian ini adalah Fungsi, Fungsi kuadratik, Modul, STEM, Modul Latihan STEM dan GeoGebra AR.

1.8.1 Fungsi

Topik Fungsi dalam mata pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4 berpandukan Huraian Sukatan Pelajaran dan Rancangan Pelajaran Tahunan bagi mata pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4. Hasil pembelajaran topik Fungsi yang digunakan adalah berdasarkan Sukatan Pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4 serta buku teks Matematik Tambahan Tingkatan Empat DSKP edisi bahasa Melayu (KPM, 2018).



Fungsi dalam konteks kajian ini meliputi beberapa subtopik Topik Fungsi iaitu Fungsi, Fungsi Gubahan, Fungsi Songsangan.

1.8.2 Fungsi Kuadratik

Topik Fungsi Kuadratik dalam mata pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4 adalah berpandukan Huraian Sukatan Pelajaran dan Rancangan Pelajaran Tahunan bagi mata pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4. Hasil pembelajaran topik Fungsi Kuadratik yang digunakan adalah berdasarkan Sukatan Pelajaran Matematik Tambahan Tingkatan 4 serta buku teks Matematik Tambahan Tingkatan Empat DSKP edisi bahasa Melayu (KPM, 2018).



1.8.3 STEM

STEM merupakan satu istilah yang mempunyai banyak definisi namun istilah yang paling digemari adalah STEM Bersepadu (*Integrated STEM*). STEM Bersepadu ialah proses PdPc yang mengadunkan pengintegrasian Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (Muhamad Abd Hadi, 2015). Jadi, kajian ini menumpukan kepada STEM Bersepadu kerana Kerangka Kualiti Pendidikan STEM mempunyai fokus terhadap STEM Bersepadu. Skop tajuk STEM bersepadu yang diterapkan di dalam kajian ini adalah berdasarkan silibus buku teks Menengah Atas KPM. STEM yang digunakan dalam kajian ini adalah berdasarkan 10 kerangka kualiti pendidikan STEM.



1.8.4 Modul

Modul merupakan salah satu bahan bantu mengajar yang digunakan oleh guru di dalam sesi pengajaran. Modul merupakan alat, sumber dan bahan yang menjadi panduan guru untuk mendapatkan maklumat dan data yang berkaitan dengan kajian menjadikannya salah satu alat ukuran. Menurut Sidek dan Jamaludin (2005), modul digunakan dalam pendidikan sebagai unit media dalam satu rancangan mengajar dalam membantu kefahaman pelajar. Modul merupakan pendekatan yang efektif hasil daripada gabungan pengetahuan, teori dan praktis (Amalia, Riziandy, Salmah, Norazilah & Remy, 2016).

Dalam kajian ini, Modul latihan merupakan modul latihan berbentuk aktiviti yang dibina oleh penyelidik untuk membantu meningkatkan kemahiran aplikasi pelajar Sains Tingkatan Empat terhadap konsep Fungsi dalam bidang STEM. Modul Latihan STEM dibina menggunakan Kerangka Kualiti Pendidikan STEM (2011) bagi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Modul Latihan STEM mempunyai 3 pautan Aplet GeoGebra dan 4 aktiviti menggunakan GeoGebra AR.



1.9 Batasan Kajian

Kajian ini mempunyai beberapa batasan dan kekangan yang tidak dapat dielakkan. Pertamanya, pemilihan peserta kajian dibuat secara rawak menggunakan pensampelan rawak berlapis kerana sampel perlu melalui beberapa saringan secara berlapis bagi menepati ciri-ciri yang dikehendaki oleh penyelidik. Kajian ini melibatkan pelajar Tingkatan Empat di sebuah sekolah di daerah Petaling Perdana, Shah Alam, Selangor. Kajian ini terpaksa dilakukan secara maya akibat dari arahan KPM dan pihak sekolah berikutan kes penularan wabak COVID-19 menyebabkan penyelidik terbatas menjalankan sesi PdPc seperti biasa.

Keduanya, jangka masa kajian kesahan adalah dua bulan manakala kajian kebolehpercayaan serta kebolehgunaan masing-masing mengambil masa dua minggu. Pengkaji tidak boleh mengawal kehadiran pelajar semasa kajian kebolehpercayaan dan kebolehgunaan dijalankan. Pelajar yang ponteng kelas turut bersama peserta kajian namun data pelajar berkenaan dikecualikan dari analisis data. Kajian ini juga mempunyai kekangan masa yang diperuntukkan oleh sekolah kerana waktu pembelajaran Matematik Tambahan yang tidak konsisten sama ada 2 waktu ataupun 3 waktu.

Selain itu, teknologi yang digunakan lebih kepada aplet yang sudah siap dibina oleh penyelidik dan pelajar hanya menerokai aplet GeoGebra dan perisian GeoGebra AR secara interaktif. Pendedahan dan penerangan kepada pelajar tentang penggunaan manual dalam Modul Latihan STEM kerana terbatas kepada perkara asas untuk menggunakan aplet. Oleh itu, pelajar tidak perlu kepada kemahiran penggunaan





perisian GeoGebra sebelum menggunakan Modul Latihan STEM, aplet GeoGebra dan GeoGebra AR.

Keempatnya, kajian ini hanya menumpukan kepada dua topik yang diajar di dalam mata pelajaran Matematik Tambahan iaitu Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Kajian ini dijalankan ke atas pelajar Tingkatan Empat yang mengambil aliran sains. Hal ini kerana pelajar aliran sains wajib mengambil mata pelajaran Matematik Tambahan dan beberapa mata pelajaran Sains seperti Biologi, Fizik dan Kimia. Manual penggunaan Modul Latihan STEM yang lengkap disediakan dalam Modul Latihan STEM.

Seterusnya, kajian ini terbatas kepada pelajar Tingkatan Empat yang telah mempelajari topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik kerana Modul Latihan STEM yang dibangunkan hanya mengandungi soalan latihan topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik serta aktiviti yang melibatkan empat bidang STEM. Modul Latihan STEM tidak menerangkan konsep dan kefahaman topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik tetapi lebih kepada aplikasi topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik sahaja. Setiap soalan mempunyai empat bidang yang melibatkan STEM iaitu Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik. Bidang sains yang dipilih melibatkan beberapa topik yang diambil dalam buku teks Biologi, Kimia dan Fizik. Selain itu, kajian ini memberikan pelajar pengalaman menggunakan beberapa teknologi seperti perisian GeoGebra dan GeoGebra AR dalam membantu menjawab soalan tersebut.





1.10 Kepentingan Kajian

Kajian ini dijalankan untuk membina, menguji kesahan, kebolehpercayaan dan kebolehgunaan Modul Latihan STEM bagi pengajaran topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik di peringkat sekolah menengah. Kajian ini dapat membantu meningkatkan minat pelajar terhadap pendekatan STEM dalam topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Walaupun sasaran modul dalam kajian ini adalah dalam kalangan pelajar tingkatan 4 namun modul ini boleh juga digunakan untuk semua pelajar peringkat menengah atas. Selain itu, kajian ini mendedahkan teknologi GeoGebra AR kepada pelajar dan guru.

Modul Latihan STEM menjadi panduan kepada para guru yang ingin merancang aktiviti STEM serta mampu memberikan contoh pengintegrasian STEM dalam PdP Matematik Tambahan melalui aktiviti yang melibatkan situasi sebenar untuk membantu guru menambah PdP STEM di dalam topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Malah, guru dapat mempelbagaikan bahan pengajaran mereka bagi membantu meningkatkan kemahiran mengaplikasi konsep Fungsi dan Fungsi Kuadratik. Modul Latihan STEM ini lebih memfokuskan tentang hubungan dan aplikasi pengetahuan sedia dalam menyelesaikan soalan dan aktiviti modul Latihan STEM. Modul Latihan STEM ini juga mampu menjadi contoh rujukan guru dalam menghasilkan pengajaran harian yang mengintegrasikan konsep STEM.





Kajian ini juga boleh dijadikan rujukan sebagai aktiviti yang melibatkan penggunaan STEM, GeoGebra dan GeoGebra AR dalam situasi dunia sebenar. Hasil kajian ini turut menyumbang kepada perkembangan ilmu dan bahan dalam kajian yang melibatkan pendidikan STEM dan Matematik Tambahan. Selain itu, modul ini juga sesuai untuk digunakan bagi subjek Matematik dan Matematik Tambahan bagi pelajar Tingkatan 4. Kajian ini juga boleh dijadikan rujukan bagi kajian lain di masa hadapan.

1.11 Rumusan

Kajian ini dijalankan untuk membina sebuah Modul Latihan STEM berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR sebagai satu usaha mendedahkan PdP topik Fungsi dan Fungsi Kuadratik dalam kalangan pelajar tingkatan 4. Kajian ini juga dilaksanakan bagi menguji kesahan, kebolehpercayaan dan kebolehgunaan Modul Latihan STEM berintegrasikan GeoGebra dan GeoGebra AR.

