

**KEBERKESANAN MODUL LATIHAN
UNTUK KESEDIAAN PENDEKATAN
PEMBELAJARAN STEM TERADUN DAN
KEMAHIRAN PEMBELAJARAN REGULASI
KENDIRI GURU DALAM TOPIK
PERUBAHAN IKLIM**

YUSMARINI BINTI YUSOFF

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2025

**KEBERKESANAN MODUL LATIHAN
UNTUK KESEDIAAN PENDEKATAN
PEMBELAJARAN STEM TERADUN DAN
KEMAHIRAN PEMBELAJARAN REGULASI
KENDIRI GURU DALAM TOPIK
PERUBAHAN IKLIM**

oleh

YUSMARINI BINTI YUSOFF

**Tesis diserahkan untuk
memenuhi keperluan bagi
Ijazah Doktor Falsafah**

September 2025

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnia dan izin-Nya, tesis ini dapat disempurnakan dengan jayanya. Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Profesor Madya Dr. Mohd Ali bin Samsudin, selaku penyelia utama, atas bimbingan, tunjuk ajar serta sokongan yang tidak pernah putus sepanjang proses penyelidikan ini.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) atas sokongan serta penajaan biasiswa Hadiah Latihan Persekutuan yang membolehkan saya melanjutkan pengajian ini. Penghargaan turut saya berikan kepada semua pihak yang terlibat dalam menjayakan kajian ini, terutamanya para guru yang sudi meluangkan masa dan berkongsi maklumat dalam proses pengumpulan data.

Setinggi-tinggi penghargaan juga ditujukan kepada rakan-rakan serta para pensyarah di IPGM Zon Utara khususnya IPGM Kampus Perlis yang banyak membantu sebagai pakar rujuk, mencetuskan idea dan memberikan dorongan sepanjang perjalanan akademik ini.

Istimewa buat suami tercinta, Luqman, serta anak-anak, Balqis, Nawwal dan Musa, yang sentiasa menjadi sumber kekuatan dan inspirasi. Terima kasih atas doa, sokongan serta pengorbanan yang tidak ternilai sepanjang tempoh pengajian ini. Tidak dilupakan, ayahanda dan bonda tersayang yang sentiasa mengiringi setiap langkah saya dengan doa dan restu.

Akhir sekali, ucapan penghargaan buat semua rakan seperjuangan yang sentiasa berkongsi ilmu, memberikan sokongan moral, dan mendoakan kesejahteraan serta kejayaan saya. Semoga Allah S.W.T merahmati dan memberkati kita semua serta mempermudah segala urusan di dunia dan akhirat. Insha Allah.

JADUAL KANDUNGAN

PENGHARGAAN.....	ii
JADUAL KANDUNGAN.....	iii
SENARAI JADUAL.....	x
SENARAI RAJAH.....	xv
SENARAI SINGKATAN.....	xxiii
SENARAI LAMPIRAN.....	xxiv
ABSTRAK.....	xxv
ABSTRACT.....	xxvii
BAB 1 PENGENALAN.....	1
1.1 Pengenalan.....	1
1.2 Latar Belakang Kajian.....	3
1.3 Pernyataan Masalah.....	9
1.4 Tujuan Kajian.....	16
1.5 Objektif Kajian.....	17
1.6 Soalan Kajian.....	18
1.7 Hipotesis Kajian.....	19
1.8 Kepentingan Kajian.....	21
1.8.1 Guru Sains.....	21
1.8.2 Pelajar.....	21
1.8.3 Pemegang Taruh dalam Kementerian Pendidikan Malaysia.....	22
1.9 Definisi Operasi.....	22
1.9.1 Kesediaan Guru.....	22

1.9.2	Kesediaan Guru terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	23
1.9.3	Kesediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	23
1.9.4	Kesediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	23
1.9.5	Kesediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	23
1.9.6	Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun	24
1.9.7	Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri.....	24
1.9.8	Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	24
1.10	Batasan Kajian.....	24
1.11	Kesimpulan.....	25
BAB 2	TINJAUAN LITERATUR.....	27
2.1	Pengenalan.....	27
2.2	Pendidikan STEM.....	27
2.3	Perkembangan Pembelajaran STEM di Malaysia.....	32
2.4	Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	36
2.5	Pendekatan Pembelajaran STEM secara Teradun tentang Perubahan Iklim.....	39
2.6	Kesediaan Guru terhadap Pembelajaran secara dalam Talian.....	43
2.7	Kesediaan Guru terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM.....	47
2.8	Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	48
2.9	Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Program Pendidikan dan Latihan Guru Berasaskan dalam Talian.....	54
2.10	Pengintegrasian Aplikasi Digital dalam Pengajaran dan Pembelajaran.....	57
2.11	Model Reka Bentuk Pengajaran.....	58
2.11.1	Model Dick dan Carey.....	58

2.11.2	Model Reka Bentuk Pengajaran Kemp.....	60
2.11.3	Model ADDIE.....	62
2.12	Kerangka Teori Kajian.....	65
2.12.1	Model Penerimaan Teknologi: <i>Technology Acceptance Model</i> (TAM).....	66
2.12.2	Model SAMR.....	67
2.12.3	Model Penyepaduan STEM.....	70
2.12.4	Kerangka Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (TPACK).....	71
2.12.5	Model Kognitif Sosial.....	73
2.13	Kerangka Konsep Kajian.....	74
2.14	Kesimpulan.....	77
BAB 3	METODOLOGI.....	78
3.1	Pengenalan.....	78
3.2	Reka Bentuk Kajian.....	78
3.3	Variabel Kajian.....	81
3.4	Ancaman Kesahan Reka Bentuk Kajian.....	81
3.5	Populasi dan Sampel Kajian.....	84
3.6	Instrumen Kajian.....	86
3.6.1	Kesediaan terhadap Pendekatan Pengajaran STEM Teradun.....	86
3.6.2	Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	87
3.7	Kesahan dan Kebolehpercayaan.....	88
3.8	Kajian Rintis Instrumen Kajian.....	91
3.9	Temu Bual.....	91
3.10	Prosedur Kajian.....	94
3.10.1	Fasa Pertama.....	95

3.10.2	Fasa Kedua.....	95
3.10.3	Fasa Ketiga.....	95
3.10.4	Fasa Keempat.....	96
3.10.5	Fasa Kelima.....	97
3.10.6	Fasa Keenam.....	97
3.11	Analisis Kajian Kuantitatif.....	97
3.12	Analisis Data Temu Bual.....	103
3.13	Kesimpulan.....	105
BAB 4	PEMBINAAN MODUL LATIHAN GURU.....	107
4.1	Pengenalan.....	107
4.2	Langkah-langkah Pembinaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	107
4.2.1	Fasa Analisis.....	112
4.2.1(a)	Mengenal Pasti Kumpulan Sasaran.....	103
4.2.1(b)	Menetapkan Matlamat Pembangunan Modul Latihan Guru....	103
4.2.1(c)	Memilih Sumber Pembelajaran.....	114
4.2.1(d)	Menentukan Strategi Pembelajaran.....	125
4.2.1(e)	Analisis Keperluan.....	126
4.2.2	Fasa Reka Bentuk.....	129
4.2.2(a)	Merancang dan Mereka Bentuk Latihan.....	129
4.2.2(b)	Memilih Ruang Pembelajaran dalam Talian.....	140
4.2.2(c)	Memperhalusi Pemilihan Teknologi dan Aplikasi Digital.....	141
4.2.3	Fasa Pembangunan.....	142
4.2.3(a)	Memastikan Keselamatan dan Bantuan Data Pembelajaran dalam Talian.....	146
4.2.3(b)	Pembangunan Modul mengikut Kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	146

4.2.3(b)(i)	Pembangunan Bab 1: Pengenalan dalam Modul Pembangunan Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	147
4.2.3(b)(ii)	Pembangunan Bab 2: Kemahiran Guru melaksanakan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun pada Tahap Penggantian (<i>Substitution</i>).....	150
4.2.3(b)(iii)	Pembangunan Bab 3: Kemahiran Guru melaksanakan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun pada Tahap Penambahan (<i>Augmentation</i>).....	179
4.2.3(b)(iv)	Pembangunan Bab 4: Kemahiran Guru melaksanakan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun pada Tahap Pengubahsuaian (<i>Modification</i>).....	211
4.2.3(b)(v)	Pembangunan Bab 5: Kemahiran Guru melaksanakan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun pada Tahap Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>).....	225
4.2.3(c)	Kesahan Modul.....	232
4.2.3(d)	Kajian Rintis.....	239
4.2.4	Fasa Pelaksanaan.....	243
4.2.4(a)	Penyediaan Bengkel Latihan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun kepada Jurulatih Latihan Guru.....	243
4.2.4(b)	Penyediaan Keperluan Latihan kepada Guru.....	245
4.2.4(c)	Pelaksanaan Bengkel Latihan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	245
4.2.5	Fasa Penilaian.....	246
4.3	Kesimpulan.....	252
BAB 5	DAPATAN KAJIAN.....	253
5.1	Pengenalan.....	253
5.2	Analisis Statistik Deskriptif Min Skor Soal Selidik Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	255

5.3	Analisis Statistik Deskriptif Min Skor Soal Selidik Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	261
5.4	Analisis Statistik Inferensi Min Skor Soal Selidik Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Kesiediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	265
5.4.1	Dapatan Ujian MANOVA bagi Kesiediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	269
5.4.2	Analisis Kesan Utama Waktu Ujian ke atas Subskala Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	273
5.4.3	Analisis Kesan Utama Waktu Ujian ke atas Subskala Kesiediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	278
5.4.4	Analisis Kesan Utama Waktu Ujian ke atas Subskala Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	283
5.5	Analisis Statistik Inferensi Min Skor Soal Selidik Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	289
5.6	Rumusan Hipotesis Kajian.....	289
5.6.1	Kesiediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	294
5.6.1(a)	Keputusan Analisis Dapatan Temu Bual berkaitan Kesan Intervensi bagi Kesiediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	296
5.6.2	Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	312
5.6.2(a)	Keputusan Analisis Dapatan Temu Bual berkaitan Kesan Intervensi bagi Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	313
5.7	Kesimpulan.....	322
BAB 6	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN.....	323
6.1	Pengenalan.....	323
6.2	Ringkasan Kajian.....	324
6.3	Ringkasan Dapatan Kajian.....	327
6.4	Perbincangan Dapatan Kajian.....	326

6.4.1	Pembinaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	334
6.4.2	Kesan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun bagi Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	343
6.4.3	Kesan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun bagi Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	348
6.5	Implikasi Kajian.....	350
6.5.1	Implikasi terhadap Teori.....	350
6.5.2	Implikasi terhadap Guru.....	352
6.5.3	Implikasi terhadap Pelajar.....	354
6.6	Sumbangan Kajian.....	354
6.7	Cadangan Kajian Lanjutan.....	355
6.8	Kesimpulan.....	357
	RUJUKAN.....	359

LAMPIRAN

SENARAI PENERBITAN

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 Perbezaan Rumusan Model ADDIE oleh Branch, (2009) dengan Model ADDIE oleh Bates, (2015) secara Pembelajaran dalam Talian.....	63
Jadual 3.1 Reka bentuk kajian Pra-eksperimen: Ujian Pra-Ujian Pos Satu Kumpulan.....	79
Jadual 3.2 Ancaman Luaran ke Atas Kesahan Dalam Reka Bentuk Kajian dan Cadangan atau Langkah Kawalan.....	82
Jadual 3.3 Konstruk Instrumen Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	86
Jadual 3.4 Semakan Pakar terhadap Instrumen Soal Selidik Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	89
Jadual 3.5 Taksiran ke atas Nilai Pekali <i>Alfa Cronbach</i>	90
Jadual 3.6 Rumusan Ujian Statistik.....	100
Jadual 3.7 Panduan Penginterpretasian Kappa (Landis & Koch, 1977)	105
Jadual 4.1 Perbezaan Rumusan Model ADDIE oleh Branch, (2009) dengan Model ADDIE oleh Bates, (2015) secara Pembelajaran dalam Talian.....	108
Jadual 4.2 Maklumat Responden Temu Bual.....	112
Jadual 4.3 Bidang Pembelajaran, Standard Kandungan dan Standard Pembelajaran Berkaitan Topik Perubahan Iklim dalam DSKP Sains Sekolah Menengah.....	119
Jadual 4.4 Perancangan Pengajaran dan Pembelajaran STEM.....	124
Jadual 4.5 Kerangka Latihan Guru untuk Penyepaduan STEM dengan Model SAMR.....	136
Jadual 4.6 Rangka Pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	143
Jadual 4.7 Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Penggantian (<i>Substitution</i>) untuk Penyepaduan STEM dilakukan pada Tahap Penerokaan dalam Topik Perubahan Iklim.....	151
Jadual 4.8 Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Penggantian (<i>Substitution</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	152

Jadual 4.9	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Penambahan (<i>Augmentation</i>) untuk Penyepaduan STEM dilakukan pada Tahap Penerokaan dalam Topik Perubahan Iklim.....	181
Jadual 4.10	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Penambahan (<i>Augmentation</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim	183
Jadual 4.11	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Pengubahsuaian (<i>Modification</i>) untuk Penyepaduan STEM dilakukan pada Tahap Pengembangan dalam Topik Perubahan Iklim	213
Jadual 4.12	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Pengubahsuaian (<i>Modification</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	214
Jadual 4.13	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>) untuk Penyepaduan STEM dilakukan pada Tahap Perlanjutan dalam Topik Perubahan Iklim.....	227
Jadual 4.14	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	228
Jadual 4.15	Maklumat Pakar bagi Kesahan Muka dan Kesahan Kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	235
Jadual 4.16	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruk Persembahan Modul.....	235
Jadual 4.17	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruk Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	236
Jadual 4.18	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruk Peruntukan Masa.....	237
Jadual 4.19	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruk Kesesuaian Kumpulan Sasaran.....	237
Jadual 4.20	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruk Modul Latihan Guru dari Aspek meningkatkan Kesediaan Guru untuk Melaksanakan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	238
Jadual 4.21	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruk Modul Latihan Guru dari Aspek meningkatkan Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	238
Jadual 4.22	Jadual Pelaksanaan Bengkel Latihan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun menggunakan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	245
Jadual 4.23	Cadangan Penambahbaikan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	249

Jadual 4.24	<i>Tahap Penguasaan Kesahan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....</i>	250
Jadual 4.24	<i>Tahap Kesahan Kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....</i>	251
Jadual 5.1	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum, Maksimum, <i>Skewness</i> dan Kurtosis Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Subskala Kesediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	257
Jadual 5.2	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum, Maksimum, <i>Skewness</i> dan Kurtosis Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Subskala Kesediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	258
Jadual 5.3	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum, Maksimum, <i>Skewness</i> dan Kurtosis Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Subskala Kesediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	260
Jadual 5.4	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum, Maksimum, <i>Skewness</i> dan Kurtosis Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	262
Jadual 5.5	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik <i>Shapiro-Wilk</i> Subskala Kesediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun..	263
Jadual 5.6	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik <i>Shapiro-Wilk</i> Subskala Kesediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	264
Jadual 5.7	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik <i>Shapiro-Wilk</i> Subskala Kesediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	264
Jadual 5.8	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik <i>Shapiro-Wilk</i> Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	264
Jadual 5.9	Keputusan Ujian MANOVA untuk Min Skor Soal Selidik Subskala-subskala Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	269
Jadual 5.10	Keputusan Ujian Kesferaan <i>Mauchly</i> Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	270
Jadual 5.11	Keputusan Ujian <i>Univariate</i> Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	271

Jadual 5.12	Keputusan Ujian <i>Multivariate</i> untuk Min Skor Subskala Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun	273
Jadual 5.13	Keputusan Ujian Kesferaan <i>Mauchly</i> Subskala Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	274
Jadual 5.14	Keputusan Ujian <i>Univariate</i> Subskala Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	275
Jadual 5.15	Keputusan Ujian <i>Bonferroni Post Hoc</i> Subskala Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	276
Jadual 5.16	Keputusan Ujian <i>Estimated Marginal</i> Subskala Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	276
Jadual 5.17	Keputusan Ujian <i>Multivariate</i> untuk Min Skor Subskala Kesiediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	278
Jadual 5.18	Keputusan Ujian Kesferaan <i>Mauchly</i> Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	279
Jadual 5.19	Keputusan Ujian <i>Univariate</i> Keprihatinan terhadap Subskala Kesiediaan Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	280
Jadual 5.20	Keputusan Ujian <i>Bonferroni Post Hoc</i> Subskala Kesiediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	281
Jadual 5.21	Keputusan Ujian <i>Estimated Marginal</i> Subskala Kesiediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	282
Jadual 5.22	Keputusan Ujian <i>Multivariate</i> untuk Min Skor Subskala Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	284
Jadual 5.23	Keputusan Ujian Kesferaan <i>Mauchly</i> Subskala Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	285
Jadual 5.24	Keputusan Ujian <i>Univariate</i> Subskala Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	285
Jadual 5.25	Keputusan Ujian <i>Bonferroni Post Hoc</i> Subskala Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	286
Jadual 5.26	Keputusan Ujian <i>Estimated Marginal</i> Subskala Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	287

Jadual 5.27	Keputusan Ujian <i>Multivariate</i> untuk Min Skor Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	290
Jadual 5.28	Keputusan Ujian Kesferaan <i>Mauchly</i> Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	291
Jadual 5.29	Keputusan Ujian <i>Univariate</i> Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	291
Jadual 5.30	Keputusan Ujian <i>Bonferroni Post Hoc</i> Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	292
Jadual 5.31	Keputusan Ujian <i>Estimated Marginal</i> Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	293
Jadual 5.32	Keputusan Ujian Hipotesis Kajian bagi Kesediaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	295
Jadual 5.33	Keputusan Ujian Hipotesis Kajian bagi Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	313
Jadual 6.1	Rumusan Bagi Keputusan Ujian Hipotesis H_{01a} , H_{01b} , dan H_{01c}	327
Jadual 6.2	Rumusan Bagi Keputusan Ujian Hipotesis H_{02a} , H_{02b} , dan H_{02c}	329
Jadual 6.3	Rumusan Bagi Keputusan Ujian Hipotesis H_{03} dan Hipotesis H_{04}	330

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1 Model Dick dan Carey.....	59
Rajah 2.2 Model Reka Bentuk Pengajaran Kemp.....	61
Rajah 2.3 Peringkat-peringkat Model SAMR.....	69
Rajah 2.4 Kerangka TPACK (TPACK, org, 2012).....	72
Rajah 2.5 Kerangka Konsep Kajian.....	77
Rajah 3.1 Kaedah Persampelan Bertujuan yang digunakan dalam Kajian.....	85
Rajah 4.1 Ringkasan Pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun berdasarkan Model ADDIE oleh Bates, (2015).....	111
Rajah 4.2 Aplikasi <i>Microsoft 365</i> di dalam Pelantar DELIMA, KPM.....	115
Rajah 4.3 Kepelbagaian Aplikasi <i>Microsoft 365</i>	116
Rajah 4.4 Paparan Bab 1: Pengenalan di <i>Microsoft Teams</i>	147
Rajah 4.5 Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	148
Rajah 4.6 Model SAMR.....	148
Rajah 4.7 Kerangka TPACK.....	149
Rajah 4.8 Perubahan Iklim.....	149
Rajah 4.9 Bab 2: Penggantian (<i>Substitution</i>) di <i>Microsoft Teams</i>	150
Rajah 4.10 Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Penggantian (<i>Substitution</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	152
Rajah 4.11 Carian <i>Microsoft Teams Download</i>	153
Rajah 4.12 Paparan “Download Microsoft Teams Desktop and Mobile Apps”..	154
Rajah 4.13 Pemilihan “Download for desktop or download for mobile”.....	154
Rajah 4.14 Login menggunakan ID DELIMA, KPM.....	155
Rajah 4.15 Carian dengan Menaip moe-dl.edu.my	155

Rajah 4.16	Guru Klik pada Log Masuk.....	156
Rajah 4.17	Login dengan Memilih Akaun DELIMa, KPM.....	156
Rajah 4.18	Pilih Menu Guru.....	157
Rajah 4.19	Pilih Aplikasi.....	157
Rajah 4.20	Pilih <i>Microsoft</i>	158
Rajah 4.21	Pilih Aplikasi <i>Microsoft Teams</i>	158
Rajah 4.22	Login menggunakan ID DELIMa, KPM.....	159
Rajah 4.23	Paparan Teams pada bar apps.....	159
Rajah 4.24	Paparan “Join or Create Teams” pada bawah <i>bar apps</i>	160
Rajah 4.25	Pilih “Create a team”.....	160
Rajah 4.26	Masukkan Nama <i>Team</i> dan Deskripsi.....	161
Rajah 4.27	Masukkan nama Pelajar ke dalam <i>Team</i>	161
Rajah 4.28	Team 5 Bestari yang dihasilkan.....	162
Rajah 4.29	Layari www.office.com	163
Rajah 4.30	Klik “Sign in”.....	163
Rajah 4.31	Paparan “Sign in” yang Muncul.....	164
Rajah 4.32	Klik “Sway”.....	164
Rajah 4.33	Pilih “Start with topic”.....	165
Rajah 4.34	Klik “Create outline”.....	165
Rajah 4.35	Paparan yang muncul setelah Klik “Create outline”.....	165
Rajah 4.36	Pilih “start with a document”.....	167
Rajah 4.37	Pilih Mana-mana Dokumen.....	167
Rajah 4.38	Klik “Edited” untuk Melihat Sway Sebelum Ini.....	168
Rajah 4.39	Klik “Viewed” untuk Melihat Sway Sebelum Ini.....	168
Rajah 4.40	Klik “Analytics” untuk Melihat Analisis Sway.....	169

Rajah 4.41	Klik “Deleted” untuk Melihat Sway yang dipadamkan.....	169
Rajah 4.42	Paparan Pelbagai Templat Tersedia.....	170
Rajah 4.43	Paparan Inspirasi Kandungan <i>Sway</i> Tersedia.....	170
Rajah 4.44	Taip forms.com pada Carian.....	171
Rajah 4.45	Paparan yang Muncul setelah Guru Klik pada <i>Microsoft Forms</i>	171
Rajah 4.46	Guru perlu “Sign in”.....	172
Rajah 4.47	Mulakan dengan Memilih “New Quiz” atau “New Form”.....	172
Rajah 4.48	Layari https://wakelet.com/	173
Rajah 4.49	Log in menggunakan <i>Microsoft</i>	173
Rajah 4.50	Guru perlu “Sign in”.....	174
Rajah 4.51	Klik “Accept”.....	174
Rajah 4.52	Taip “Date of Birth” dan klik “Create your account”.....	175
Rajah 4.53	Pilih “Educator”.....	175
Rajah 4.54	Pilih Negara dan klik “Done”.....	176
Rajah 4.55	Paparan yang Muncul setelah Selesai <i>Log in</i>	176
Rajah 4.56	Carian <i>Flipgrid</i>	177
Rajah 4.57	Klik pada “Educator Sign Up” atau “Sign Up today”.....	177
Rajah 4.58	Pengisian Maklumat dan klik “Next” untuk Memulakan <i>Flipgrid</i>	178
Rajah 4.59	“Climate vs Weather”.....	179
Rajah 4.60	Refleksi Bab 2: Penggantian (<i>Substitution</i>).....	179
Rajah 4.61	Bab 3: Penambahan (<i>Augmentation</i>) di <i>Microsoft Teams</i>	180
Rajah 4.62	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Penambahan (<i>Augmentation</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	182
Rajah 4.63	Contoh Soalan pada Ruangan <i>Post</i> di <i>Microsoft Teams</i>	184
Rajah 4.64	Respon Pelajar pada Ruangan <i>Post</i>	184

Rajah 4.65	Maklum Balas Ganjaran oleh Guru pada Ruangan <i>Post</i>	185
Rajah 4.66	Interaksi Guru pada Ruangan <i>Chat</i>	186
Rajah 4.67	Pelajar Klik pada “Join”.....	186
Rajah 4.68	Respon Pelajar pada Ruangan <i>Chat</i>	187
Rajah 4.69	Perbincangan pada Ruangan <i>Chat</i> semasa Panggilan Video.....	187
Rajah 4.70	Paparan Perbincangan di Tetingkap <i>Microsoft Teams</i> Kelas 5 Bestari.....	188
Rajah 4.71	Login <i>Flip</i> dan Klik pada Butang “Share”.....	189
Rajah 4.72	Paparan untuk “Share topic”.....	189
Rajah 4.73	“Copy” Kod “Embed”.....	190
Rajah 4.74	Paparan apabila Klik pada Butang “embed” </>.....	190
Rajah 4.75	Ruangan Media pada <i>Microsoft Sway</i>	191
Rajah 4.76	Paparan Pilihan Saiz Visual dan Teks.....	191
Rajah 4.77	Klik “Play”.....	192
Rajah 4.78	Paparan <i>Flip</i> boleh diakses pada <i>Microsoft Sway</i>	192
Rajah 4.79	Login <i>Microsoft Forms</i> dan Pilih “New Quiz” atau “Form”.....	193
Rajah 4.80	Pengisian Maklumat pada Templat dan Pemilihan “Style” yang Sesuai.....	193
Rajah 4.81	Masukkan Soalan dan Gambar.....	194
Rajah 4.82	Pilihan Gambar daripada Pelbagai Sumber.....	194
Rajah 4.83	Paparan Gambar Muncul pada <i>Microsoft Forms</i>	195
Rajah 4.84	Paparan Gambar Muncul pada <i>Microsoft Forms</i>	195
Rajah 4.85	Paparan Pautan “Video URL” yang Berkaitan.....	196
Rajah 4.86	Klik “Can view” dan “Copy link”.....	196
Rajah 4.87	“Copy link” untuk disertakan pada “Video URL” dan klik “Add”.....	197
Rajah 4.88	Paparan Video Muncul pada <i>Microsoft Forms</i>	197

Rajah 4.89	<i>Login dan Klik “Create Collection”</i>	198
Rajah 4.90	Menambah Maklumat Koleksi di <i>Wakelet</i>	198
Rajah 4.91	Pemilihan Reka Bentuk dan Latar Belakang yang Sesuai.....	199
Rajah 4.92	Penambahan Koleksi dalam Pelbagai Bentuk Aplikasi.....	199
Rajah 4.93	Penambahan Koleksi dalam Pelbagai Bentuk Aplikasi.....	200
Rajah 4.94	Penambahan Video dengan Menggunakan <i>YouTube</i>	200
Rajah 4.95	Paparan <i>YouTube</i> pada Koleksi <i>Wakelet</i> Pemanasan Global.....	201
Rajah 4.96	Paparan Bahan daripada Pelbagai Sumber.....	201
Rajah 4.97	Perkongsian Pautan <i>Wakelet</i>	202
Rajah 4.98	Perkongsian Pautan <i>Wakelet</i> pada ruangan <i>General Post</i> di <i>Microsoft Teams</i>	202
Rajah 4.99	Perkongsian Pautan <i>Wakelet</i> pada ruangan <i>Chat</i> di <i>Microsoft Teams</i>	203
Rajah 4.100	Paparan <i>Wakelet</i> pada <i>Microsoft Teams</i> 5 Bestari.....	204
Rajah 4.101	Klik “Add topic” untuk Tambah “Topic”.....	204
Rajah 4.102	“Create Topic” Gaya Hidup Lestari pada <i>Flip</i>	205
Rajah 4.103	Klik “Copy link”.....	205
Rajah 4.104	Buka Pautan <i>Flip</i> pada <i>Microsoft Teams</i>	206
Rajah 4.105	“Paste” Pautan <i>Flip</i>	206
Rajah 4.106	Tekan “Save”.....	207
Rajah 4.107	Paparan <i>Flip</i> yang Muncul di <i>Microsoft Teams</i>	207
Rajah 4.108	Penggunaan <i>Flip</i> pada <i>Microsoft Teams</i> untuk Merakam Respon.....	208
Rajah 4.109	Klik “Record” untuk Merakam Respon.....	208
Rajah 4.110	Perkongsian Pautan <i>Flip</i> pada Ruang <i>Post</i> di <i>Microsoft Teams</i>	209
Rajah 4.111	Klik “Next”.....	209
Rajah 4.112	Klik “Post to Topic” apabila Selesai Membuat Rakaman.....	210

Rajah 4.113	Rakaman Video telah Masuk ke “Topic” dalam <i>Flip</i>	210
Rajah 4.114	“The Climate System”.....	211
Rajah 4.115	Refleksi Bab 3: Penambahan (<i>Augmentation</i>).....	211
Rajah 4.116	Bab 4: Pengubahsuaian (<i>Modification</i>) di Microsoft Teams.....	212
Rajah 4.117	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Pengubahsuaian (<i>Modification</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	213
Rajah 4.118	<i>Login Microsoft Teams</i> dan Pilih <i>Team 5 Bestari</i>	215
Rajah 4.119	Klik butang “...” dan klik “Add channel”.....	215
Rajah 4.120	Taip K1 mewakili Kumpulan 1.....	216
Rajah 4.121	Taip K5 mewakili Kumpulan 5.....	216
Rajah 4.122	Paparan “Channel” muncul di <i>Microsoft Teams</i>	217
Rajah 4.123	<i>Login Microsoft Sway</i> dan Klik “Create New”.....	218
Rajah 4.124	Persembahan berkaitan Ancaman Perubahan Iklim terhadap Manusia dan Alam Sekitar.....	218
Rajah 4.125	Cara Perkongsian Persembahan <i>Microsoft Sway</i> di <i>Microsoft Teams</i>	219
Rajah 4.126	Klik butang “copy” URL.....	219
Rajah 4.127	Ahli Kumpulan <i>Login</i> untuk Berkolaborasi.....	220
Rajah 4.128	<i>Login Wakelet</i> dan “Create Collection” dalam <i>Wakelet</i>	220
Rajah 4.129	Tambah Maklumat pada Koleksi <i>Wakelet</i>	221
Rajah 4.130	Pemilihan “Cover image”, “Background image” dan “Layout”.....	221
Rajah 4.131	Paparan yang Muncul setelah Mengubah “Design” <i>Wakelet</i>	222
Rajah 4.132	Cara Berkongsi Pautan <i>Wakelet</i> untuk Kolaborasi.....	222
Rajah 4.133	Pelajar <i>login</i> dan Memilih “Continue with Microsoft”.....	223
Rajah 4.134	Klik “Join” untuk Menambah Bahan dalam Koleksi <i>Wakelet</i>	223
Rajah 4.135	Pelajar Menambah Maklumat pada <i>Wakelet</i> Kumpulan.....	224

Rajah 4.136	“Climate Change Mechanisms”.....	224
Rajah 4.137	Refleksi Bab 4: Pengubahsuaian (<i>Modification</i>).....	225
Rajah 4.138	Bab 5: Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>) di <i>Microsoft Teams</i>	225
Rajah 4.139	Penggunaan Aplikasi Digital pada Tahap Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>) dan Impak kepada Topik Perubahan Iklim.....	226
Rajah 4.140	Pengenalan <i>Minecraft Education</i>	228
Rajah 4.141	Latihan Kemahiran <i>Minecraft Education</i>	229
Rajah 4.142	Tahap Asas, Tahap Pertengahan dan Tahap Tinggi dalam Latihan Kemahiran <i>Minecraft Education</i>	229
Rajah 4.143	“The Greenhouse Effect, Climate Uncertainties and Global Warming”.....	230
Rajah 4.144	Refleksi Bab 5: Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>).....	230
Rajah 4.145	Tugasan Projek Pelan Pembelajaran STEM Teradun secara Berkumpulan.....	231
Rajah 4.146	Contoh Rancangan Pengajaran yang menunjukkan Penyepaduan STEM pada Tahap Pendefinisian Semula (<i>Redefinition</i>).....	232
Rajah 4.147	<i>Tab Files</i> di LMS.....	232
Rajah 5.1	Carta Palang Min Skor Soal Selidik Pra, Min Skor Soal Selidik Pos dan Min Skor Soal Selidik Pos Lanjutan Subskala Kesediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	257
Rajah 5.2	Carta Palang Min Skor Soal Selidik Pra, Min Skor Soal Selidik Pos dan Min Skor Soal Selidik Pos Lanjutan Subskala Kesediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	259
Rajah 5.3	Carta Palang Min Skor Soal Selidik Pra, Min Skor Soal Selidik Pos dan Min Skor Soal Selidik Pos Lanjutan Subskala Kesediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun.....	260
Rajah 5.4	Carta Palang Min Skor Soal Selidik Pra, Min Skor Soal Selidik Pos dan Min Skor Soal Selidik Pos Lanjutan Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian.....	262

Rajah 6.1	Ringkasan Pembangunan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun berdasarkan Model ADDIE oleh Bates, (2015).....	335
-----------	---	-----

SENARAI SINGKATAN

ANOVA	Analysis of Variance
BPK	Bahagian Pembangunan Kurikulum
CK	Pengetahuan Kandungan
CVI	Content Validation Index
I-CVI	Content Validity for Item
ID	Kata Nama
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPG	Institut Pendidikan Guru
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
LMS	Sistem Pengurusan Pembelajaran
MANOVA	Multivariate Analysis of Variance with Repeated Measures
NCF	National Science Foundation
PdP	Pengajaran dan Pembelajaran
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
STEM	Science, Technology, Engineering dan Mathematics
S-CVI	Content Validity for Scale
TAM	Technology Acceptance Model
TK	Pengetahuan Teknologi
TMK	Teknologi Maklumat dan Komunikasi
TPACK	Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan
TPK	Pengetahuan Pedagogi Kandungan

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Soal Selidik Kesianaan Terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun
LAMPIRAN B	Soal Selidik Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian
LAMPIRAN C	Akuan Menyemak Kesahan Instrumen Soal Selidik Kesianaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun
LAMPIRAN D	Akuan Menyemak Kesahan Instrumen Soal Selidik Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian
LAMPIRAN E	Akuan (Pakar Bahasa) Menyemak Kesahan Instrumen Soal Selidik Kesianaan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun
LAMPIRAN F	Akuan Menyemak (Pakar Bahasa) Kesahan Instrumen Soal Selidik Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian
LAMPIRAN G	Kesahan Kandungan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun
LAMPIRAN H	Protokol Temu Bual Guru
LAMPIRAN I	Sijil
LAMPIRAN J	Borang Penilaian Kesahan Kandungan Modul: Pakar
LAMPIRAN K	Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

**KEBERKESANAN MODUL LATIHAN UNTUK KESEDIAAN
PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEM TERADUN DAN
KEMAHIRAN PEMBELAJARAN REGULASI KENDIRI GURU DALAM
TOPIK PERUBAHAN IKLIM**

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membina modul latihan guru dan mengkaji kesan penggunaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun ke atas Kesian terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dan Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian dalam topik Perubahan Iklim. Kajian ini juga turut mengkaji sama ada terdapat perbezaan antara konstruk-konstruk Kesian terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun, iaitu konstruk amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun, konstruk keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dan konstruk pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun. Reka bentuk pra-eksperimen berbentuk ujian pra, ujian pos dan ujian pos lanjutan digunakan dalam kajian ini. Sampel kajian adalah seramai 50 orang guru Sains sekolah menengah dari negeri Kedah. Soal Selidik Kesian terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dan Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian digunakan untuk mengukur kesediaan guru terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi kendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim. Hipotesis kajian diuji secara statistik inferensi menggunakan ujian MANOVA dengan pengukuran berulang dan ujian ANOVA dengan pengukuran berulang. Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun dalam

kalangan guru Sains memberi kesan positif yang signifikan ke atas peningkatan dan pengekalan dalam melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim. Implikasi dapatan kajian ini mencadangkan bahawa penggunaan Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun wajar digunakan sebagai suatu bahan pembelajaran dan rujukan dalam pengajaran dan pembelajaran STEM bagi meningkat dan mengekalkan kesediaan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian. Pengumpulan data kualitatif juga dibuat menerusi temu bual bersama guru bagi mendapatkan penjelasan lebih terperinci tentang keberkesanan modul latihan terhadap variabel kajian. Selain itu, implikasi, saranan dan cadangan serta kesimpulan boleh dilakukan dengan menggunakan analisis *Partial Least Squares (PLS)* dan *Structural Equation Modeling (SEM)* untuk menentukan sama ada terdapat hubungan antara variabel dalam kumpulan rawatan.

**THE EFFECTIVENESS OF THE TRAINING MODULE FOR THE
READINESS OF BLENDED STEM LEARNING APPROACH AND
TEACHER’S SELF-REGULATING LEARNING SKILLS IN THE
TOPIC OF CLIMATE CHANGE**

ABSTRACT

This study aims to develop a teacher training module and examine the effects of using the Teacher Training Module on the Blended STEM Learning Approach on Readiness for the Blended STEM Learning Approach and Online Self-Regulated Learning Skills in the topic of Climate Change. The study also examines whether there are differences between the constructs of Readiness for the Blended STEM Learning Approach, namely the construct of practices towards the blended STEM learning approach, the construct of concerns towards the blended STEM learning approach, and the construct of technological pedagogical content knowledge towards the blended STEM learning approach. A pre-experimental design in the form of pre-test, post-test, and delayed post-test was used in this study. The study sample consisted of 50 secondary school Science teachers from Kedah. The Readiness for Blended STEM Learning Approach and Online Self-Regulated Learning Skills Questionnaire was used to measure teachers' readiness for the Blended STEM Learning Approach and online self-regulated learning skills on Climate Change. The research hypotheses were tested statistically using inferential tests, namely MANOVA with repeated measures and ANOVA with repeated measures. The findings show that the use of the Teacher Training Module on the Blended STEM Learning Approach among Science teachers has a significant positive effect on the improvement and retention in implementing the blended

STEM learning approach in the topic of Climate Change. The implications of these findings suggest that the use of the Teacher Training Module on the Blended STEM Learning Approach should be used as a learning material and reference in STEM teaching and learning to improve and maintain readiness for the blended STEM learning approach and online self-regulated learning skills. Qualitative data collection was also carried out through interviews with teachers to obtain more detailed explanations about the effectiveness of the training module on the study variables. In addition, implications, suggestions, recommendations, and conclusions can be made using Partial Least Squares (PLS) and Structural Equation Modeling (SEM) analysis to determine whether there are relationships between variables in the treatment group.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Malaysia adalah sebuah negara yang sedang berkembang dan membangun menuju era negara maju. Matlamat ke arah merealisasi impian sebagai sebuah negara maju perlu menangani pelbagai cabaran terutamanya dalam bidang pendidikan. Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah melaksanakan pelbagai usaha bagi meningkatkan sumber tenaga mahir dan juga pakar dalam penyelidikan dan industri melalui pengukuhan pendidikan *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics* (STEM). Ia merupakan agenda yang diberikan penekanan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 (KPM, 2013).

PPPM 2013 -2025 yang mengandungi tiga fasa yang menekankan Pendidikan STEM dengan cara mengukuhkan peningkatan kualiti, pengujian dan latihan guru dengan melibatkan kerjasama antara badan-badan berkaitan ke arah kecemerlangan (KPM, 2013). Kini, pendidikan Sains di Malaysia telah mengalami transformasi yang memberi tumpuan kepada pendidikan STEM untuk menyediakan generasi baharu yang mampu mengharungi dan berdepan dengan cabaran pembelajaran abad-21 dari aspek globalisasi dan perkembangan dalam teknologi komunikasi (Abdullah & Ibrahim, 2022).

Kaedah pembelajaran secara bersemuka digabungkan dengan menerapkan penggunaan aplikasi digital secara dalam talian merupakan peralihan proses pengajaran dan pembelajaran dalam pendekatan pembelajaran STEM. Pendekatan pembelajaran ini dikenali sebagai pendekatan pembelajaran teradun, iaitu satu strategi pembelajaran terkini yang telah diperkenalkan dalam sistem pendidikan di Malaysia

(KPM, 2022). Pendekatan ini menggabungkan pembelajaran bersemuka dan dalam talian secara sistematik, dan terbukti dapat menjadikan pengalaman pembelajaran lebih bermakna serta berkesan kepada pelajar (Gecer & Dag, 2012).

Sejajar dengan perkembangan ini, transformasi dalam bidang pendidikan STEM juga memerlukan guru yang kompeten untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran teradun agar dapat menyediakan generasi akan datang dengan ilmu pengetahuan dan kemahiran selari dengan arus permodenan untuk mendepani norma baharu (Mamat et al., 2021). Walaubagaimanapun, kesediaan guru dalam melaksanakan pembelajaran STEM teradun di sekolah menjadi isu dan cabaran apabila guru tidak menguasai konsep sebenar pendidikan STEM dan juga pendekatan pembelajaran STEM teradun (James, 2017).

Pendidikan STEM yang sepatutnya boleh menarik minat pelajar melalui kepelbagaian aktiviti yang mencabar dan menyeronokkan. Namun, guru perlu secara aktiviti inkuiri dan penyelesaian masalah tidak tercapai apabila guru tidak mahir dalam menyatupadukan konsep STEM dengan persekitaran sebenar (Rudolf, 2016). Adalah menjadi satu cabaran bagi guru apabila mereka menyatakan bersedia untuk mengajar secara dalam talian, namun guru sebenarnya kurang mahir dalam menggunakan aplikasi digital dan platform pengajaran secara dalam talian (Che Azizan & Mohd Nasri, 2020).

Masalah yang wujud dalam kalangan guru menjadi petunjuk bahawa guru memerlukan panduan untuk melaksanakan pengajaran dan pembelajaran secara teradun. Justeru panduan seperti modul latihan guru perlu dihasilkan untuk digunakan oleh guru sebagai panduan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim.

1.2 Latar Belakang Kajian

Pendidikan di abad ke-21 melibatkan kemahiran sains dalam pendekatan pengajaran yang menyepadukan empat mata pelajaran STEM dan diajar secara bersepadu (Ceylan & Ozdilek, 2015). Kefahaman konsep pendidikan STEM dan pembelajaran STEM teradun dalam kalangan guru boleh memotivasikan pelajar dan menarik minat untuk belajar sehingga ke peringkat yang lebih tinggi dan akhirnya membina kerjaya dalam bidang sains dan teknologi (Abd Wahab & Yasin, 2022; Buckley & Doyle, 2016).

Sebagai seorang pendidik, guru perlu sentiasa dipertingkatkan dan diperlengkapkan dengan ciri-ciri pendidik profesional abad ke-21. Guru perlu menggunakan aplikasi digital untuk memastikan mereka kekal relevan dan berkesan dalam ekosistem pendidikan yang sentiasa berubah. Ini menjadi cabaran dan menuntut pencapaian pelajar yang menyeluruh serta memenuhi standard kualiti global (KPM, 2014). Adalah menjadi satu kepentingan untuk guru mengikuti pembangunan profesionalisme pembelajaran STEM (Shuib et al., 2020) menepati keperluan pembangunan profesionalisme berterusan (PPB) yang merupakan agenda utama KPM untuk melahirkan guru yang berkualiti. Keperluan PBB sebelum ini untuk memperkasakan pendidikan STEM dalam kalangan guru dengan memberi tumpuan bagi meningkatkan pengetahuan dan pemahaman kandungan STEM serta kecekapan dan kemahiran pendekatan pengajaran (Burrows et al., 2021; Faikhamta et al., 2020; Gardner et al., 2019) dan masih kurang latihan guru tentang pendekatan pembelajaran teradun khususnya dalam pendidikan STEM yang dilaksanakan secara dalam talian.

Kajian ini melibatkan amalan guru terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dan terdapat kajian menunjukkan kesediaan guru dalam pembelajaran STEM belum mencapai tahap maksimum apabila pengetahuan kandungan mata pelajaran

masih terhad dan tidak dapat mengintegrasikan di antara kandungan dalam lebih daripada satu mata pelajaran STEM (Pearson & Pearson, 2017; Twaddle & Smith, 2023; Wu et al., 2024). Selain itu, kurangnya kreativiti dalam kaedah penyampaian kandungan Sains turut menjadikan pengajaran kurang menarik (Serafin, 2016). Keadaan ini semakin membimbangkan apabila masih ramai guru yang lebih cenderung menggunakan cara tradisional melalui pendekatan didaktik semasa pengajaran di mana guru masih menguasai situasi pengajaran dan mengehendkan aktiviti perbincangan di dalam kelas (Mohamed Hata & Mahmud, 2020; Gambari & Yusuf, 2014).

Kajian juga meliputi keprihatinan guru terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun. Didapati, guru juga masih risau dengan cabaran dan inisiatif dalam mendepani transformasi pendidikan dalam pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran teradun (Mamat et al., 2021) khususnya bagi pembelajaran STEM. Cabaran guru dalam penyampaian pembelajaran abad ke-21 yang lebih berpusatkan pelajar melibatkan pembelajaran berasaskan projek perlu ditangani agar relevan dengan perubahan sistem pendidikan (Abdul Kadir & Jamaludin, 2022).

Pendekatan pembelajaran STEM teradun membolehkan guru mengintegrasikan aplikasi digital semasa proses pembelajaran STEM. Hal ini berkaitan dengan kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan dalam kalangan guru. Pendekatan ini merupakan kaedah moden yang dapat meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran dan guru dilatih untuk menggunakan aplikasi digital sebagai pengupaya agar kandungan STEM dapat disampaikan dengan lebih interaktif secara dalam talian serta memberi kesan positif terhadap pembelajaran STEM (Anas, 2013; Graham et al., 2019; Poobalan et al., 2019).

Kajian oleh Yusoff et al. (2024) mendapati bahawa guru yang mengikuti latihan pembelajaran STEM teradun menunjukkan peningkatan dalam keupayaan membuat keputusan, keyakinan sendiri dan kebolehan memantau pelaksanaan PdP secara talian dengan lebih kreatif dan fleksibel. Tambahan pula, kajian oleh Abdul Kadir dan Jamaludin (2022) menekankan bahawa guru menghadapi cabaran dari segi kemahiran teknologi, pengetahuan pedagogi dan efikasi sendiri dalam melaksanakan pembelajaran berasaskan projek secara teradun. Ini menunjukkan keperluan latihan berstruktur dan sokongan berterusan kepada guru agar pendekatan ini dapat dilaksanakan secara berkesan.

Seiring dengan itu, Dasar Pendidikan STEM Negara yang digariskan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013–2025 menekankan pembelajaran bersepadu STEM yang mengaplikasikan konteks dunia sebenar serta penggunaan pendekatan *hands-on* dan penerokaan terbuka. Dokumen Kompetensi Guru Bidang STEM (KPM, 2023) turut menetapkan enam kompetensi utama termasuk integrasi STEM dan bukan STEM serta literasi data, digital dan teknologi sebagai asas kepada pembangunan profesionalisme guru. Oleh itu, pelaksanaan pembelajaran STEM teradun bukan sahaja menyokong dasar pendidikan negara, malah menjadi keperluan kritikal dalam usaha melahirkan generasi yang celik teknologi dan mampu bersaing dalam ekonomi digital masa hadapan.

Sebagai alternatif, pengintegrasian teknologi telah menjadikan model pembelajaran berasaskan bilik darjah tradisional kepada pembelajaran segerak yang melibatkan interaksi secara bersemuka. Oleh itu, pembelajaran teradun memerlukan gabungan kemahiran bagi kedua-dua persekitaran. Pembelajaran teradun yang berkesan memerlukan gabungan kemahiran dari kedua-dua persekitaran yang memerlukan guru untuk memiliki kemahiran pengajaran secara talian dan

tradisional, serta keupayaan untuk mengintegrasikan kedua-duanya dengan lancar dan strategik (Graham et al., 2019). Dalam konteks Pendidikan STEM, kajian ini cuba mengisi jurang penyelidikan dengan memberikan tumpuan terhadap latihan guru dalam melaksanakan pembelajaran teradun yang memerlukan guru menggabungkan pembelajaran secara dalam talian dan bersemuka.

Topik Perubahan Iklim menjadi salah satu topik yang dicadangkan untuk diajar menggunakan pendekatan Pembelajaran STEM teradun (Gomes & Panchoo, 2015). Perubahan iklim adalah salah satu isu global yang menjejaskan kelestarian alam sekitar di seluruh dunia (Masson-Delmotte et al., 2021). Isu ini menjadi masalah di seluruh dunia dan perlu diatasi oleh semua lapisan masyarakat terutamanya pelajar di sekolah. Kandungan berkaitan isu perubahan iklim juga termaktub di dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Sains sekolah menengah, Kementerian Pendidikan Malaysia. Perubahan iklim merupakan perubahan dalam keadaan iklim iaitu perubahan pola cuaca yang berlaku berterusan dalam jangka masa panjang pada skala global (Setiani, 2020).

Kerjasama semua pihak dari pelbagai negara terlibat dalam menangani isu tersebut untuk mengurangkan impak perubahan iklim terhadap manusia dan alam sekitar di seluruh dunia. IPCC (2014) (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) melapor dan mengesahkan perubahan iklim telah mengalami peningkatan kesan antropogenik pada skala yang besar. Isu gelombang haba yang semakin meningkat, lautan yang semakin panas dan pencairan glasier dalam laporan IPCC pada tahun 2020 menunjukkan punca utama fenomena tersebut berlaku adalah disebabkan perbuatan manusia (Masson-Delmotte et al., 2021).

Oleh yang demikian, untuk menangani isu perubahan iklim dan bagaimana memahami perubahan iklim, maka guru perlu boleh menyampaikan pengajaran dan

pembelajaran secara teradun agar topik berkaitan perubahan iklim lebih inovatif dan menarik.

Dalam konteks pembelajaran teradun, kajian ini memilih untuk menggunakan Model Flex sebagai asas kepada reka bentuk pendekatan pembelajaran STEM teradun kerana model ini menekankan fleksibiliti, regulasi sendiri dan penggunaan teknologi secara optimum dalam proses pembelajaran. Model Flex membolehkan pelajar atau guru mengakses kandungan pembelajaran secara dalam talian mengikut masa dan keperluan masing-masing, sambil menerima sokongan bersemuka secara adaptif daripada fasilitator apabila diperlukan. Ciri ini menjadikan Model Flex sangat sesuai untuk latihan guru, khususnya dalam membina kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dan penggunaan aplikasi digital dalam pengajaran (Maxwell, 2016; ViewSonic, 2021).

Berbanding model-model pembelajaran teradun lain seperti *Rotation Model*, *A La Carte Model* dan *Enriched Virtual Model*, Model Flex melibatkan tahap autonomi yang lebih tinggi kepada peserta latihan. Dalam *Rotation Model*, pelajar berpindah antara aktiviti bersemuka dan dalam talian mengikut jadual tetap, manakala dalam *A La Carte Model*, pelajar mengambil kursus dalam talian secara bebas tetapi masih mengikuti kelas bersemuka untuk subjek lain. *Enriched Virtual Model* pula membolehkan pelajar memulakan pembelajaran secara bersemuka tetapi sebahagian besar aktiviti berlaku dalam talian. Sebaliknya, Model Flex membolehkan peserta bergerak secara bebas dan secara sendiri antara mod pembelajaran, dengan pembelajaran dalam talian sebagai tulang belakang utama dan sokongan guru berlaku secara bersemuka mengikut keperluan individu (Maxwell, 2016; Michael & Heather, 2015; Hatkar, 2025).

Pemilihan Model Flex dalam kajian ini adalah selaras dengan keperluan latihan guru masa kini yang menuntut akses sendiri, fleksibiliti masa dan sokongan aplikasi digital dalam pembangunan profesional. Ia juga menyokong pelaksanaan pendekatan pembelajaran STEM teradun yang memerlukan guru untuk meneroka, membina dan mengaplikasikan pengetahuan STEM secara berperingkat dan berpusatkan pelajar (Michael & Heather, 2015).

Kekangan yang dihadapi oleh guru untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun diatasi dengan peningkatan proses pembangunan profesionalisme guru harus memberangsangkan seiring dengan isu semasa. Guru harus bersedia dengan normal baharu dalam pengintegrasian pendidikan STEM dan perlu berusaha untuk meningkatkan regulasi sendiri agar dapat melaksanakan pengajaran yang efektif, berkualiti dan relevan. Menurut Zimmerman (2002), kemahiran regulasi sendiri merupakan proses guru menguruskan aspek kognitif, motivasi dan pemantauan sendiri untuk mencapai tujuan dan matlamat semasa pembelajaran.

Kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian merupakan elemen penting dalam pembangunan profesionalisme guru, khususnya dalam konteks pembelajaran STEM teradun. Menurut Krismanto dan Tahmidaten (2022), pembelajaran regulasi sendiri menjadi aspek strategik dalam kejayaan program latihan guru berasaskan dalam talian kerana ia membolehkan guru mengawal, memantau dan menilai pembelajaran mereka secara aktif. Guru yang mempunyai kemahiran ini lebih bersedia untuk menyesuaikan diri dengan perubahan teknologi dan pedagogi semasa (Brenner, 2022; Costa et al., 2022).

Dalam konteks latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun, kemahiran regulasi sendiri membolehkan guru merancang, melaksanakan dan membuat refleksi terhadap pengajaran mereka secara lebih berkesan (Zimmerman,

2000; Capa-Aydin et al., 2009). Justeru, jika wujud modul pendekatan pembelajaran STEM teradun, maka ia memudahkan guru dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran sesuai dengan hasrat KPM.

1.3 Pernyataan Masalah

Walaupun penekanan diberikan tentang pendidikan STEM dalam PPPM 2013-2025, didapati masih terdapat guru yang kurang bersedia untuk melaksanakan pendidikan STEM dalam pengajaran (Jekri & Han, 2021; Muhammad & Noor Ibrahim, 2021; Ramli & Talib, 2017). Dapatan kajian oleh Abdullah dan Abdul Rahim (2017) menunjukkan kesediaan guru dan tingkah laku adalah pada tahap yang sederhana dalam pelaksanaan pendidikan STEM. Guru STEM di Malaysia juga belum dapat melaksanakan pengajaran yang berkesan dengan mendorong pembelajaran inkuiri aktif dan pembelajaran yang bermakna (Mahmud et al., 2018; Siew et al., 2015) serta tidak yakin untuk menyampaikan kandungan STEM dengan baik semasa pengajaran di bilik darjah (Nadelson et al., 2013).

Didapati guru juga menghadapi masalah semasa pelaksanaan pembelajaran berasaskan masalah apabila kurang pengetahuan berkaitan kaedah pengintegrasian disiplin STEM (Asghar et al., 2012) dan juga menghadapi masalah semasa pelaksanaan pembelajaran berasaskan projek apabila sukar menyesuaikan diri dengan kaedah pengajaran dan kurikulum baharu (Tamim & Grant, 2013).

Terdapat kajian yang menyokong bahawa guru menunjukkan tanda persepsi yang positif terhadap pendidikan STEM tetapi kurang pengetahuan dan kemahiran ke arah pelaksanaan STEM dalam pengajaran dan pembelajaran (Breiner et al., 2012; Brown et al., 2011). Penemuan ini membuktikan bahawa guru tidak dapat melaksanakan pendidikan STEM bersepadu dengan berkesan dalam pengajaran dan

pembelajaran kerana mereka belum menguasai tahap kecekapan yang boleh diterima atau memuaskan dalam STEM. Oleh itu, guru perlu membangunkan pemahaman yang mendalam tentang pendidikan STEM bersepadu untuk membantu mereka mengatasi beberapa isu yang berlaku semasa pelaksanaan dan meningkatkan kualiti amalan pengajaran untuk bersaing dengan lebih ramai pelajar celik teknologi (Cevik & Bakioglu, 2022).

Menurut Annus et al. (2023), bahan pembelajaran digital dan model virtual dalam pendidikan memberi peluang baharu kepada generasi Z dan generasi Alpha yang kini merupakan pelajar di sekolah menengah. Kajian oleh Annus et al. (2023) menunjukkan bahawa penggunaan bahan pembelajaran digital dan model virtual boleh membantu guru membuat kaedah pengajaran dan kandungan yang lebih baik. Pada masa hadapan, lebih banyak alat pengajaran digital dijangka muncul yang menawarkan peluang untuk pendidikan. Walau bagaimanapun, pendigitalan dan model virtual dalam pendidikan tidak akan dapat menggantikan peranan guru dalam proses pengajaran dan pembelajaran kerana interaksi manusia dan ikatan emosi merupakan elemen utama dalam proses pendidikan (Annus et al., 2023).

Pengintegrasian teknologi dalam bidang pendidikan merentas kurikulum telah terbukti sebagai keperluan penting dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Sedi & Mazlan, 2020). Walaupun pembelajaran digital dalam pengajaran telah lama wujud, pengenalan setiap aplikasi digital atau alat teknologi baru dalam pendidikan sering menimbulkan kebimbangan dan ketidakselesaan kepada segelintir guru (Awang et al., 2020). Menurut Kumar (2015), guru menghadapi masalah untuk menguasai konteks pembelajaran yang hendak disampaikan apabila persekitaran pembelajaran melibatkan peralihan daripada pengajaran secara bersemuka kepada pembelajaran dalam talian dan juga gabungan antara kedua-dua elemen tersebut, yang

mewujudkan pengalaman pembelajaran yang berbeza bagi mereka. Oleh yang demikian, guru berjuang untuk menyesuaikan dan menguasai konteks pembelajaran yang disampaikan dalam talian. Secara umumnya, guru memahami teknologi dan dapat mengurus komputer dengan baik, namun kekurangan literasi komputer menjadi masalah utama dalam kalangan guru, contohnya tidak dapat mengendalikan program atau aplikasi asas yang diperlukan semasa menyertai pembelajaran dalam talian (Kumar, 2015).

Guru-guru juga mengandaikan pembelajaran teradun adalah pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi sedangkan semasa pembelajaran teradun, guru perlu mengajar secara bersemuka di dalam kelas dan juga dalam waktu yang sama, guru perlu mengajar secara dalam talian. Mereka juga menganggap dengan menggunakan alat teknologi untuk mempertingkatkan proses PdP telah menunjukkan mereka melaksanakan pembelajaran teradun. Hal ini menunjukkan guru-guru kurang pengetahuan dalam menggabungkan pengajaran secara bersemuka dan pengajaran dalam talian berpusatkan pelajar menggunakan pelbagai teknologi dalam talian serentak (Cajucom et al., 2022).

Pandemik Covid-19 menyebabkan guru-guru mengalami kebimbangan dan kurang bersedia untuk melaksanakan PdP atas talian (Bahasoan et al., 2020; Putra et al., 2020). Selain itu, bukti bahawa guru kurang bersedia untuk melaksanakan pembelajaran teradun selepas pandemik Covid-19 (Anoba & Cahapay, 2020). Guru menghadapi kekangan dan kurang bersedia apabila mereka tidak mempunyai pengetahuan yang mencukupi tentang pembelajaran teradun (Abdul Kadir & Jamaludin, 2022). Oleh yang demikian, guru tidak memahami bagaimana untuk menggabungkan pembelajaran dalam talian dan bersemuka ke dalam PdP yang disampaikan. Guru juga tidak mahir menyesuaikan pembelajaran teradun dengan PdP

berkaitan perubahan iklim menyebabkan mereka tidak yakin untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran tersebut. Ada guru yang tidak dapat menyediakan pembelajaran teradun mengikut tahap kebolehan pelajar dan keadaan pelajar sama ada secara individu atau kerja berkumpulan (Balan, 2020). Dapatan kajian menunjukkan guru yang mengikuti kursus pembangunan profesionalisme tentang pembelajaran teradun lebih bersedia melaksanakan pembelajaran teradun berbanding guru yang tidak mengikuti kursus yang sama. Dapatan ini menunjukkan bahawa wujud keperluan untuk melaksanakan latihan guru berkaitan pembelajaran teradun, malahan kajian-kajian lepas hanya memberi fokus kepada latihan guru tentang pembelajaran teradun secara umum, bukan memberi fokus kepada kandungan STEM (Kennedy, 2021).

Kajian-kajian terdahulu menunjukkan adanya hubungan antara pengetahuan pedagogi dengan amalan pedagogi berkesan (Ergoro et al., 2023; Konig et al., 2020; Suh & Park, 2017). Hal ini menunjukkan bahawa aspek kesediaan guru tentang pembelajaran teradun perlu melibatkan aspek tentang pengetahuan dan juga amalan pembelajaran teradun.

Terdapat guru yang menunjukkan mereka tidak bersedia apabila mereka mempunyai jangkaan fikiran tentang risiko dari segi kesan dan pelaksanaan semasa pembelajaran teradun (Yilmaz & Malone, 2020). Guru tidak dapat menyesuaikan topik berkaitan perubahan iklim dengan gaya pembelajaran STEM teradun (Breslyn & Drewes, 2017; Kunkle & Monroe, 2018). Guru-guru berfikir tentang risiko pencapaian pelajar apabila melaksanakan pembelajaran teradun semasa PdP serta memikirkan tentang kesesuaian dan kesukaran melaksanakan pembelajaran teradun dalam PdP (Susiyawati et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahawa salah satu komponen kesediaan guru dalam melaksanakan pembelajaran teradun yang perlu

diberi perhatian adalah merujuk kepada aspek keprihatinan mereka tentang sama ada pembelajaran boleh dilaksanakan dalam konteks bilik darjah mereka atau sebaliknya.

Pembelajaran teradun melibatkan gabungan pembelajaran bersemuka dan dalam talian memerlukan guru mahir dalam pengetahuan teknologi pedagogi kandungan (TPACK) (Qasem & Viswanathappa, 2016). Namun demikian masih ada guru yang tidak menguasai cara menggabungkan TPACK untuk pengintegrasian teknologi secara berkesan dalam PdP. Mereka tidak mempunyai pemahaman dan pengetahuan yang mencukupi dan tidak mahir tentang pengintegrasian antara teknologi, pedagogi dan kandungan dalam konteks pembelajaran berkaitan perubahan iklim (Choo, 2021). Guru yang tidak menerima latihan yang mencukupi tentang penggunaan teknologi dalam konteks pembelajaran teradun berkemungkinan menyebabkan mereka tidak bersedia untuk melaksanakan pendekatan pembelajaran teradun dengan berkesan.

Guru yang kurang bersedia akan memberi kesan kepada kejayaan tahap pengintegrasian dalam pengajaran STEM (Shidiq & Nasrudin, 2021; Sujarwanto et al., 2019) yang dijalankan secara teradun. Guru perlu berhadapan dengan cabaran dan meningkatkan kecekapan digital agar penyampaian pengajaran secara dalam talian dapat disampaikan dengan baik dalam konteks situasi yang sukar (Langford & Damsa, 2020). Kurang motivasi sendiri juga menyebabkan guru tidak dapat menyesuaikan diri dan tidak yakin dalam penyampaian pengajaran yang menggunakan teknologi dengan baik (Kumar, 2015). Oleh yang demikian, menjadi cabaran untuk guru berusaha bagi meningkatkan kompetensi diri supaya menjadi guru yang lebih mantap dan berkualiti seterusnya menjadikan pembelajaran STEM yang dijalankan secara teradun dengan lebih berkesan (Moore et al., 2017). Justeru, masalah ini perlu ditangani agar persekitaran pembelajaran dalam talian seperti latihan guru STEM tentang

pembelajaran teradun yang dilaksanakan untuk pembangunan kompetensi guru dapat meningkatkan kesediaan guru terhadap pendekatan pengajaran STEM teradun.

Marfuah (2017) menjelaskan bahawa salah satu kelemahan dan cabaran dalam pelaksanaan latihan dan pembelajaran dalam talian ialah budaya pembelajaran secara regulasi sendiri. Cabaran guru adalah perlu menyampaikan kandungan STEM secara teradun yang melibatkan gabungan pembelajaran bersemuka dan dalam talian dengan menggunakan teknologi disertai pembelajaran regulasi sendiri (Maleesut et al., 2019). Dapatan kajian oleh Maleesut et al., (2019) menunjukkan guru belum cukup bersedia untuk melaksanakan pembelajaran tersebut dengan berkesan. Kajian oleh Hung (2016) pula mendapati bahawa guru yang baru berpengalaman mengajar mempunyai tahap pembelajaran sendiri dalam talian yang rendah. Tinjauan yang dilakukan oleh Huh and Reigeluth (2018) menunjukkan guru memahami kepentingan pembelajaran secara regulasi sendiri tetapi masih tidak menguasainya kerana masih mengamalkan pembelajaran secara konvensional.

Guru perlu sedar bahawa pembelajaran digital bukan sahaja dapat menguasai kandungan mata pelajaran tetapi juga untuk memperkukuhkan pembelajaran regulasi sendiri (Sulisworo et al., 2020). Walaupun telah banyak kajian telah dijalankan tentang pembelajaran regulasi sendiri dalam persekitaran bilik darjah tradisional, tetapi masih kurang dapatan yang menyokong pelaksanaan pembelajaran regulasi sendiri dalam talian (Wong et al., 2019). Kemahiran mengajar secara maya merangkumi pengurusan bilik darjah, kemahiran memberi arahan di dalam platform, mereka bentuk pengajaran dan memotivasikan pelajar semasa sesi pengajaran (Jackson & Jones, 2019) dan juga kemahiran memupuk perkembangan sosial dalam persekitaran maya (Anderson, 2017). Oleh yang demikian, adalah menjadi keperluan kepada guru STEM untuk meningkatkan kompetensi dengan mengikuti latihan guru

secara dalam talian seterusnya meningkatkan kualiti pendidikan STEM dan memastikan objektifnya tercapai (Nasri & Talib, 2020).

Walaupun pendekatan pembelajaran STEM teradun semakin diberi perhatian, kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam kalangan guru masih belum mencapai tahap optimum. Kajian oleh Hung (2016) menunjukkan bahawa guru yang baru berpengalaman mengajar mempunyai tahap pembelajaran sendiri dalam talian yang rendah. Guru juga menghadapi cabaran dalam mengurus pembelajaran secara maya, termasuk pengurusan bilik darjah, memberi arahan dan memotivasikan pelajar (Jackson & Jones, 2019). Oleh itu, latihan guru yang menerapkan elemen regulasi sendiri adalah penting untuk memastikan keberkesanan pelaksanaan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik perubahan iklim.

Latihan guru tentang pendekatan pembelajaran STEM teradun adalah lebih baik berbanding dengan latihan guru sebelum ini kerana ia melibatkan latihan pendekatan pembelajaran STEM teradun. Banyak latihan guru berkaitan pembelajaran STEM yang telah diikuti guru tetapi berfokus kepada kandungan STEM dan juga pedagogi STEM (KPM, 2016). Dapatan kajian ini mengisi jurang penyelidikan lepas kerana kajian-kajian lepas memberi fokus kepada pembelajaran STEM tanpa diadunkan dengan pembelajaran secara dalam talian.

Walaupun KPM mengesyorkan pelaksanaan pembelajaran abad ke-21, namun kurang panduan pengajaran yang khusus menumpukan perhatian kepada pendidikan Sains. Istilah “modul” merujuk kepada isi kandungan pembelajaran yang berkaitan dengan pedagogi pendidikan, dengan penekanan kepada penyampaian konsep-konsep untuk subjek tertentu (Dark & Perrett, 2007). Melalui pembinaan modul latihan untuk pendekatan pengajaran, guru dapat menggunakannya sebagai rujukan untuk

meningkatkan kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian.

Sehingga kini, terdapat modul pengajaran melibatkan pembelajaran teradun telah dikeluarkan oleh Jabatan Pengajian Politeknik (2014). Namun, modul berkenaan berfokuskan kepada konteks pengajian tinggi dan KPM (2022) juga telah mengeluarkan Modul Pembelajaran Teradun seiring dengan pembelajaran abad ke-21. Modul Pembelajaran Teradun (KPM, 2022) disediakan untuk memberi kefahaman kepada guru secara umum bagaimana untuk melaksanakan pembelajaran teradun secara berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran, namun ia tidak berfokus kepada pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik berkaitan perubahan iklim.

Oleh yang demikian, untuk meningkatkan kesediaan guru melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian, maka Modul Latihan Guru tentang Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun perlu dibina menerusi kajian ini. Melalui pembinaan modul ini, kandungan dan aktiviti pembelajaran berkaitan Perubahan Iklim dirancang lebih sistematik untuk meningkatkan kesediaan guru melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran regulasi sendiri dalam talian.

1.4 Tujuan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk membina modul dan mengkaji kesan penggunaan modul latihan guru bagi meningkatkan kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim.

1.5 Objektif Kajian

Secara khusus, objektif kajian ditetapkan seperti berikut:

- 1.5.1 Menilai keberkesanan modul latihan guru bagi meningkatkan kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim yang merangkumi:
 - a. subskala kesediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun
 - b. subskala kesediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun
 - c. subskala kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun
- 1.5.2 Menilai keberkesanan modul latihan guru dalam memberi kesan pengekalan ke atas kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim yang merangkumi:
 - a. subskala kesediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun
 - b. subskala kesediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun
 - c. subskala kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun
- 1.5.3 Menilai keberkesanan modul latihan guru bagi meningkatkan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim

- 1.5.4 Menilai keberkesanan modul latihan guru dalam memberi kesan pengekaln terhadap kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim

1.6 Soalan Kajian

- 1.6.1 Adakah penggunaan modul latihan guru memberi kesan dalam meningkatkan kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim yang merangkumi:
- a. subskala kesediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun?
 - b. subskala kesediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun?
 - c. subskala kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun?
- 1.6.2 Adakah penggunaan modul latihan guru memberi kesan pengekaln dalam meningkatkan kesediaan melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim yang merangkumi:
- a. subskala kesediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun?
 - b. subskala kesediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun?
 - c. subskala kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun?

1.6.3 Adakah penggunaan modul latihan guru memberi kesan dalam meningkatkan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim?

1.6.4 Adakah penggunaan modul latihan guru memberi kesan pengekatan dalam meningkatkan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam topik Perubahan Iklim?

1.7 Hipotesis Kajian

Soalan kajian 1.6.1 akan dijawab oleh H_{01a} , H_{01b} , dan H_{01c} .

H_{01a} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos subskala kesediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

H_{01b} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos subskala kesediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

H_{01c} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos subskala kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

Soalan kajian 1.6.2 akan dijawab oleh H_{02a} , H_{02b} , dan H_{02c} .

H_{02a} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan subskala kesediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

H_{02b} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan subskala kesediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

H_{02c} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan subskala kesediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

Soalan kajian 1.6.3 akan dijawab oleh H_{03} .

H_{03} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos terhadap kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

Soalan kajian 1.6.4 akan dijawab oleh H_{04} .

H_{04} : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan terhadap kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian dalam topik Perubahan Iklim dalam kalangan guru Sains.

1.8 Kepentingan Kajian

Kajian yang dilaksanakan ini mempunyai kepentingan bagi tiga pihak iaitu guru STEM, pelajar bidang STEM dan pemegang taruh dalam Kementerian Pendidikan Malaysia.

1.8.1 Guru Sains

Peningkatan kompetensi guru Sains dalam melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun dan kemahiran pembelajaran regulasi sendiri dalam talian merupakan aspek penting dalam memperkukuh profesionalisme keguruan. Melalui latihan guru yang dirancang secara sistematik, guru bukan sahaja dapat menguasai penggunaan teknologi moden dan aplikasi digital, tetapi juga dapat mempertingkatkan keberkesanan pengajaran dengan pendekatan yang lebih interaktif dan berpusatkan pelajar (Barana et al., 2020). Latihan ini membolehkan guru menyampaikan kandungan STEM secara lebih bermakna, relevan dan selari dengan keperluan pembelajaran abad ke-21 serta cabaran Revolusi Industri 4.0. Selain itu, guru yang mengikuti latihan ini berupaya membina kemahiran regulasi sendiri yang penting untuk pengajaran dan pembelajaran dalam persekitaran digital.

1.8.2 Pelajar

Pelajar yang mengikuti pengajaran dalam bidang STEM akan lebih berdaya saing di peringkat global dan kompeten untuk mendepani cabaran Revolusi 4.0. Pelajar akan lebih berminat untuk belajar apabila pemahaman konsep STEM teradun yang jelas disampaikan oleh guru semasa pengajaran. Menurut Radloff dan Guzey (2016), minat belajar akan berkurang apabila mata pelajaran Sains dan Matematik diajar berasingan tanpa pemahaman konsep STEM. Aspek praktikal dan realiti perlu diberi

penekanan dalam pembelajaran STEM agar pelajar dapat mempelajari Sains dan Matematik dengan lebih bermakna (Sneideman, 2013).

1.8.3 Pemegang Taruh dalam Kementerian Pendidikan Malaysia

Kajian ini dapat membantu pemegang taruh dalam KPM dengan memberi input dan melihat kepada sistem pelaksanaan pendekatan pembelajaran STEM teradun di sekolah. Bahagian Pembangunan Kurikulum, KPM boleh menambah baik kandungan kurikulum agar dasar yang menyokong STEM dipenuhi. Bahagian Profesionalisme Guru di KPM pula dapat menambah baik perancangan latihan dan pembangunan profesionalisme guru mengikut perkembangan dan keperluan semasa.

1.9 Definisi Operasi

Kajian ini terhad dan bergantung kepada definisi operasi yang diberikan seperti yang disenaraikan. Definisi untuk setiap konsep disesuaikan dengan keadaan dan tujuan kajian. Maka, dalam kajian ini, definisi operasi yang digunakan adalah bersesuaian dengan tujuan kajian.

1.9.1 Kesediaan Guru

Berasaskan kepada (Boitzova & Simonova, 2019) konsep kesediaan guru dalam konteks kajian ini adalah kesediaan dari aspek psikologi adalah kesediaan untuk melaksanakan sesuatu tindakan dengan menggabungkan sumber yang diperlukan untuk melaksanakan sesuatu aktiviti.

1.9.2 Kesiediaan Guru terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Berasaskan kepada Waugh dan Godfrey's (1993) dan Schmid et al., (2021), konsep kesiediaan guru dalam konteks kajian ini adalah kesiediaan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun.

1.9.3 Kesiediaan Amalan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Berasaskan kepada Waugh dan Godfrey's (1993) dan Schmid et al., (2021), konsep kesiediaan amalan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam konteks kajian ini adalah kesiediaan pengetahuan dan kemahiran guru dalam melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun.

1.9.4 Kesiediaan Keprihatinan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Berasaskan kepada Waugh dan Godfrey's (1993) dan Schmid et al., (2021), konsep kesiediaan keprihatinan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam konteks kajian ini adalah jangkaan fikiran tentang risiko dari segi kesan dan pelaksanaan dalam melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun.

1.9.5 Kesiediaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan terhadap Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Berasaskan kepada Waugh dan Godfrey's (1993) dan Schmid et al., (2021), konsep kesiediaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan terhadap pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam konteks kajian ini adalah kefahaman guru dalam menggabungkan tiga dimensi pengetahuan pedagogi, pengetahuan kandungan dan pengetahuan teknologi untuk mengintegrasikan aplikasi digital secara berkesan semasa melaksanakan pendekatan pembelajaran STEM teradun.

1.9.6 Pendekatan Pembelajaran STEM Teradun

Berasaskan kepada Kumar et al. (2023), Gomes dan Panchoo (2015) serta Martin et al. (2021), pendekatan pembelajaran STEM teradun dalam topik Perubahan Iklim dalam konteks kajian ini merupakan satu kaedah pengajaran yang menggabungkan pembelajaran bersemuka dan dalam talian secara serentak dengan pengintegrasian aplikasi digital untuk menyampaikan kandungan STEM secara interaktif, berpusatkan pelajar dan berasaskan projek.

1.9.7 Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri

Berasaskan kepada Zimmerman (2000, 2002) dan Zimmerman dan Schunk, (2001), konsep kemahiran pembelajaran regulasi kendiri dalam konteks kajian ini merupakan aktiviti pemikiran dalam pembelajaran yang merangkumi tumpuan dan perhatian, kesedaran diri, penilaian diri, bersedia untuk berubah, berdisiplin dan menerima tanggungjawab untuk pembelajaran.

1.9.8 Kemahiran Pembelajaran Regulasi Kendiri dalam Talian

Berasaskan kepada Barnard et al. (2009), konsep kemahiran pembelajaran regulasi kendiri dalam talian dalam konteks kajian ini diukur melibatkan kemahiran guru STEM dalam menyusun aktiviti pemikiran bagi merancang, memantau dan menilai pelaksanaan aktiviti pembelajaran STEM teradun.

1.10 Batasan Kajian

Batasan kajian adalah halangan dan kekangan yang dihadapi dalam suatu kajian. Sehubungan itu, kajian ini terikat kepada beberapa batasan seperti berikut;