

**MODUL PEMBELAJARAN INTEGRASI STEM
FORENSIK DALAM MENINGKATKAN
PEMIKIRAN KRITIS DAN KREATIVITI
SAINTIFIK MURID SEKOLAH MENENGAH
MERENTAS JANTINA**

NOOR FADZILAH BINTI ARIS

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2020

**MODUL PEMBELAJARAN INTEGRASI STEM
FORENSIK DALAM MENINGKATKAN
PEMIKIRAN KRITIS DAN KREATIVITI
SAINTIFIK MURID SEKOLAH MENENGAH
MERENTAS JANTINA**

oleh

NOOR FADZILAH BINTI ARIS

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

Mac 2020

PENGHARGAAN

Alhamdulillah

Segala pujian bagi Allah Tuhan Semesta Alam.

Sekalung penghargaan dan ucapan ribuan terima kasih yang tidak berbelah bahagi ditujukan khas kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Mohd Ali bin Samsudin di atas segala tunjuk ajar, bantuan dan dorongan yang telah diberikannya sepanjang saya menelusuri perjalanan pengajian ini. Terlalu banyak ilmu yang amat berguna yang telah beliau kongsi dan ianya amat berharga buat saya. Tidak dilupakan, idea bernas, semangat, maklum balas beliau yang meyakinkan serta kesabaran dan ketabahan beliau dalam melayan kerenah diri ini amat membantu saya dalam menyempurnakan tesis ini. Sekalung penghargaan yang tiada terhingga dan ucapan terima kasih juga turut diberikan kepada penyelia kedua saya Dr. Nor Asniza binti Ishak yang telah memberikan sepenuh perhatian, masa, idea dan semangat untuk saya menyempurnakan penyelidikan ini.

Di kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih sekalung budi kepada Kementerian Pendidikan Malaysia khususnya Bahagian Tajaan Pendidikan kerana menganugerahkan Hadiah Latihan Persekutuan (HLP) bagi membolehkan saya mengikuti pengajian ini tanpa masalah. Terima kasih En. Wan Azizam Wan Salleh kerana membantu. Begitu juga, ribuan terima kasih diucapkan kepada panel pakar yang terlibat, barisan pengetua sekolah, guru-guru dan murid yang terlibat dalam kajian ini. Selanjutnya, ucapan terima kasih juga dirakamkan kepada DR. Aizul Fared, DR. Faridah, DR. Rahimawati, DR. Chin Chee Keong, DR. Lay Ah Nam, DR. Rozaini, DR. Vincent, DR. Punitha, DR. Simeon, DR. Kalaivani, DR. Chua Chong

Sair, DR. Noor Miza dan pihak PROSPEN IPGKTB yang telah banyak memberikan saya peluang menimba ilmu dan menerima pendedahan yang begitu berharga. Tidak dilupakan, rakan seperjuangan yang sentiasa menyokong di saat diperlukan terutama Sathiyabama, Sis Ang Ha Loon, Aziah, Kak Rohaya, Syukri, Akmam, Mazlan dan Marlina. Hanya Allah yang dapat membalas jasa yang telah kalian berikan.

Penghargaan istimewa khas kepada arwah ayah dan emak saya yang tidak pernah jemu memberikan kata-kata perangsang dan semangat untuk saya meneruskan perjalanan yang begitu mencabar ini. Kepada arwah ayahanda, Aris bin Darus yang telah pergi di saat saya berjuang mendapatkan PhD, doa anakmu semoga arwah ayahanda sentiasa beroleh rahmat dan ampunan daripada Allah SWT. Kepada bonda Zainab binti Mohd Yusof, terima kasih kerana sentiasa mendoakan yang terbaik untuk anakanda. Terima kasih juga atas doa dan dorongan yang diberikan oleh adik-adik yang dikasihi, Mohd Husni, Suhaili, Mohd Haikal dan Mohd Faizal. Sesungguhnya sokongan kalian semua amat bermakna bagi diri ini.

Akhir sekali, penghargaan teristimewa buat suami tercinta Shahril bin Wanteh serta putera dan puteri tersayang, Muhammad Irfan Darwisy dan Noor Batrisyia Qistina. Syukur Ya Allah, kerana dikurniakan dengan suami dan anak-anak yang begitu memahami perjuangan ini. Maafkan saya atas segala kekurangan dalam menjalankan tanggungjawab sebagai isteri dan mama dalam mengejar cita-cita. Kepada suami yang begitu sabar, terima kasih atas segala pengorbanan, perit jerih dan suka duka yang ditempuhi bersama sepanjang perjalanan PhD. Ke semua rintangan yang dilalui sepanjang perjalanan PhD ini menjadikan saya seorang yang lebih cekal dan kuat untuk terus melangkah sehingga berjaya.

SENARAI KANDUNGAN

PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH.....	xviii
SENARAI SINGKATAN.....	xix
SENARAI LAMPIRAN.....	xxi
ABSTRAK	xxii
ABSTRACT	xxiv

BAB 1 PENGENALAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Latar Belakang Kajian.....	2
1.3	Pernyataan Masalah.....	10
1.4	Tujuan Kajian	15
1.5	Objektif Kajian	16
1.6	Soalan Kajian	16
1.7	Hipotesis Kajian	18
1.8	Signifikan Kajian.....	20
1.9	Definisi Operasional.....	22
1.9.1	Pembelajaran Integrasi STEM	22
1.9.2	Sains Forensik	23
1.9.3	Tahap Pengintegrasian STEM Transdisiplin	23
1.9.4	Pemikiran Kritis (Ennis & Millman, 1985)	24
1.9.5	Kreativiti Sainifik (Hu & Adey, 2002)	24
1.9.6	Pembelajaran Sains Selepas Sekolah	25
1.10	Batasan Kajian.....	25

1.11	Kesimpulan.....	26
------	-----------------	----

BAB 2 TINJAUAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	27
2.2	Pembelajaran Integrasi STEM	27
2.2.1	Perkembangan PISTEM di Peringkat Global	30
2.2.2	Perkaitan antara <i>Next Generation Science Standard</i> dengan Pembelajaran Integrasi STEM.....	33
2.2.3	Perkembangan Pembelajaran Integrasi STEM di Malaysia	45
2.3	Pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM	50
2.3.1	Jenis-jenis Pendekatan PI STEM	53
2.3.2	Prinsip PISTEM	58
2.3.3	Kajian-kajian Lepas berkaitan PISTEM	59
2.4	Integrasi STEM di dalam Pendidikan Sains.....	63
2.5	Sains Forensik	67
2.5.1	Sejarah dan Evolusi Sains Forensik	69
2.5.2	Perkembangan Sains Forensik dalam Pendidikan Sains.....	72
2.5.3	Sains Forensik sebagai Konteks PISTEM	75
2.5.6	Sains Forensik sebagai Perkembangan Kurikulum dan Kokurikulum KBSM.....	77
2.6	Pemikiran Kritis dan STEM.....	82
2.7	Kreativiti Saintifik dalam Proses Pembelajaran STEM	86
2.7.1	Kreativiti Umum Kepada Kreativiti Saintifik	87
2.7.2	Takrifan Kreativiti Saintifik.....	90
2.7.3	Model Kreativiti Saintifik	91
2.7.3(a)	Model Kreativiti Struktur Saintifik Hu dan Adey (2002)	91
2.8	Perbezaan Jantina Murid	92

2.8.1	Perbezaan Gaya Pembelajaran Murid Lelaki dan Perempuan.....	92
2.8.2	Permasalahan Definisi Konseptual Pendekatan STEM untuk Murid Lelaki dan Perempuan.....	97
2.8.3	Pengubahsuaian Modul PISTEM Forensik dengan Mengambil kira Gaya Pembelajaran dan Pendefinisian Konseptual Pendekatan STEM Murid Lelaki dan Perempuan.....	100
2.8.4	Hubungan Jantina dengan Kemahiran Pemikiran Kritis STEM	103
2.8.5	Hubungan Jantina dengan Kemahiran Kreativiti Saintifik STEM	105
2.8.6	Kesimpulan	106
2.9	Pembelajaran sains selepas sekolah (<i>After School Science</i>).....	107
2.9.1	Konsep Pembelajaran Sains Formal dan Pembelajaran Sains bukan Formal.....	108
2.9.2	Pembelajaran Sains Informal	110
2.9.3	Pelaksanaan PISTEM dalam Pembelajaran Sains Informal.....	112
2.10	Kerangka Teori Kajian	114
2.10.1	Teori Konstruktivisme	116
2.10.2	Teori Kognisi Bersituasi	120
	2.10.2(a) Situasi Pembelajaran STEM	125
	2.10.2(b) Takal 1: Reka bentuk Kejuruteraan.....	126
	2.10.2(c) Takal 2: Inkuiri Sains	127
	2.10.2(d) Takal 3: Literasi Teknologi.....	128
	2.10.2(e) Takal 4: Pemikiran Matematik.....	129
	2.10.2(f) Tali: Amalan Komuniti	130
2.10.3	Teori Skema Jantina.....	132
2.11	Kerangka Konseptual Kajian	136
2.12	Rumusan.....	142

BAB 3 PEMBANGUNAN MODUL PISTEM FORENSIK

3.1	Pengenalan	143
3.2	Rasional penggunaan model ASSURE	144
3.3	Tujuan Pembangunan Modul PISTEM Forensik	148
3.4	Pembangunan Modul PISTEM Forensik	148
3.4.1	Tiga Peringkat Pembangunan Modul.....	150
3.4.1(a)	Peringkat Pembinaan Modul PISTEM Forensik.....	150
3.4.1(b)	Peringkat Pelaksanaan Modul PISTEM Forensik.....	150
3.4.1(c)	Peringkat Penilaian Modul PISTEM Forensik.....	151
3.5	Penjelasan Langkah Membina Modul Menggunakan Model Pengajaran ASSURE.....	152
3.5.1	Langkah 1: Analisis Murid	152
3.5.2	Langkah 2: Nyatakan Objektif.....	168
3.5.3	Langkah 3: Pilih Kaedah, Media dan Material	190
3.5.4	Langkah 4: Penggunaan Media dan Material Modul PISTEM Forensik	207
3.5.4(a)	Menentukan dan Membina Material dan Media Pengajaran.....	209
3.5.5	Langkah 5: Perlukan Penglibatan Murid.....	212
3.5.5(a)	Penglibatan Murid dalam Menghasilkan Produk	216
3.5.6	Langkah 6: Menilai dan Menyemak Semula Pengajaran.....	218
3.5.6(a)	Penilaian Pakar.....	219
3.5.6(b)	Pandangan tentang Modul melalui Temu bual.....	220
3.5.6(c)	Kesahan Modul	226
3.5.6(d)	Kajian Rintis	236
3.5.6(e)	Kebolehpercayaan Modul	242

3.6	Penutup.....	244
-----	--------------	-----

BAB 4 METODOLOGI KAJIAN

4.1	Pengenalan	245
4.2	Reka bentuk Kajian	245
4.3	Variabel Kajian	248
4.3.1	Variabel Tidak Bersandar	249
4.3.2	Variabel Moderator sebagai Variabel Tidak Bersandar Kedua	249
4.3.3	Variabel Bersandar.....	250
4.4	Kesahan dalaman dan luaran kajian	250
4.4.1	Kesahan Dalaman Kajian.....	251
4.4.2	Kesahan Luaran Kajian	252
4.5	Teknik Pensampelan Kajian.....	253
4.6	Instrumen kajian	255
4.6.1	Ujian Pemikiran Kritis Cornell Tahap X (CCTT-X)(Ennis & Millman, 1985).....	255
4.6.2	Ujian Kreativiti Saintifik oleh Hu dan Adey (2002).....	259
4.6.3	Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen	262
4.6.3(a)	Kesahan Instrumen.....	262
4.6.3(b)	Kebolehpercayaan Instrumen.....	264
4.7	Prosedur Kajian	266
4.7.1	Fasa Pertama: Pembinaan Modul.....	267
4.7.2	Fasa Kedua: Kajian Keberkesanan Modul.....	268
4.7.2(a)	Bengkel Latihan Guru	269
4.7.2(b)	Perbincangan dan Penyelarasan Aktiviti Intervensi.....	271
4.7.2(c)	Pentadbiran Ujian Pra	272

4.7.2(d)	Pelaksanaan Intervensi PISTEM Forensik.....	272
4.7.2(e)	Pentadbiran Ujian Pos	272
4.7.2(f)	Pentadbiran Ujian Pos Lanjutan.....	273
4.7.2(g)	Penganalisan dan Interpretasi Data	273
4.8	Analisis Data	275
4.9	Matriks Kajian.....	279
4.10	Rumusan.....	280
BAB 5 TAHAP PEMIKIRAN KRITIS DAN KREATIVITI SAINTIFIK MELALUI MODUL PISTEM FORENSIK		
5.1	Pengenalan	281
5.2	Maklumat Demografi	282
5.3	Taburan Jantina Sampel Kajian.....	283
5.4	Ujian Terhadap Andaian-andaian Analisis Statistik ANCOVA dan ANCOVA Pengukuran Berulang	284
5.4.1	Kenormalan Data	285
5.4.2	Ujian Kovariat.....	287
5.4.3	Ujian Kesamaan Varians.....	289
5.4.4	Kelinearan	290
5.4.5	Analisis Ujian-t Sampel Bebas Terhadap Ujian Pra	292
	5.4.5(a) Analisis Ujian-t Sampel Bebas Terhadap Ujian Pra Pencapaian PK	292
	5.4.5(b) Analisis Ujian-t Sampel Bebas Terhadap Ujian Pra Pencapaian KS	293
5.5	Dapatan Kajian	294
5.5.1	Pemikiran Kritis	294
	5.5.1(a) Analisis Statistik Deskriptif Min Skor Pemikiran Kritis Sampel Kajian	295
	5.5.1(b) Analisis Statistik Inferensi Min Skor Pemikiran Kritis Sampel Kajian	297

5.5.2	Kreativiti Saintifik.....	308
5.5.2(a)	Analisis Statistik Deskriptif Min Skor Kreativiti Saintifik Sampel Kajian	308
5.5.2(b)	Analisis Statistik Inferensi Min Skor Kreativiti Saintifik Sampel Kajian	310
5.6	Rumusan.....	320

BAB 6 PERBINCANGAN, RUMUSAN DAN CADANGAN

6.1	Pengenalan	323
6.2	Penyataan Sumatif Dapatan Kajian	324
6.2.1	Pembangunan Modul PISTEM Forensik bagi Meningkatkan Pemikiran Kritis dan Kreativiti Saintifik Murid.....	325
6.2.2	Kesan PISTEM Forensik Terhadap Tahap Pemikiran Kritis Murid.....	325
6.2.3	Kesan PISTEM Forensik Terhadap Pengekalan Tahap Pemikiran Kritis Murid	326
6.2.4	Kesan PISTEM Forensik Terhadap Tahap Kreativiti Saintifik Murid	327
6.2.5	Kesan PISTEM Forensik Terhadap Pengekalan Tahap Kreativiti Saintifik Murid.....	328
6.3	Perbincangan dan Dapatan Kajian	329
6.3.1	Kemahiran Pemikiran Kritis	330
6.3.1(a)	Keberkesanan Modul PISTEM Forensik Terhadap Pemikiran Kritis	330
6.3.1(b)	Perbezaan Tahap Pemikiran Kritis Mengikut Jantina.....	340
6.3.2	Kemahiran Kreativiti Saintifik.....	348
6.3.2(a)	Keberkesanan Modul PISTEM Forensik Terhadap Kreativiti Saintifik	349
6.3.2(b)	Perbezaan Tahap Kreativiti Saintifik Mengikut Jantina.....	356
6.4	Implikasi Dapatan Kajian.....	366

6.4.1	Implikasi Penggunaan Pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM menerusi Konteks Sains Forensik dalam Modul PISTEM Forensik	366
6.4.2	Implikasi Terhadap Program Latihan Inovatif Guru Sains untuk Pedagogi Seimbang-Jantina STEM.....	368
6.4.3	Implikasi Terhadap Kurikulum dan Sistem Sokongan	376
6.4.3(a)	Menggubal Kurikulum PISTEM Forensik sebagai Kurikulum Lepas-Sekolah	376
6.4.4	Implikasi Terhadap Peranan Guru dan Murid.....	379
6.5	Limitasi Dapatan Kajian dan Cadangan Lanjutan.....	382
6.5.1	Meneliti Data Melalui Kajian Kualitatif	382
6.5.2	Melibatkan Sampel yang Lebih Ramai	383
6.5.3	Membangunkan Modul PISTEM Forensik untuk Topik Sains Forensik Lain.....	384
6.6	Kesimpulan.....	385
RUJUKAN		389
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 Amalan Sains dan Amalan Kejuruteraan Mengikut NGSS	37
Jadual 2.2 Kriteria Pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM (Sumber: Vasquez, Sneider, dan Comer (2013)).....	56
Jadual 2.3 Kriteria Pendekatan Integrasi Tahap Transdisiplin (Sumber: Yarker & Park, 2012).....	57
Jadual 3.1 Analisis Kelemahan Model Reka bentuk Pengajaran	145
Jadual 3.2 Analisis Kekuatan Model Reka bentuk Pengajaran ASSURE	146
Jadual 3.3 Akronim bagi Model ASSURE (Sumber: Sezer, Yilmaz, & Yilmaz, 2013).....	149
Jadual 3.4 Julat Penilaian Ujian Pemikiran Kritis Cornell.....	155
Jadual 3.5 Rumusan Keputusan Keseluruhan Ujian Pemikiran Kritis Cornell.....	155
Jadual 3.6 Interpretasi Min Skor Ujian Pemikiran Kritis Cornell.....	156
Jadual 3.7 Rumusan Keputusan Keseluruhan Ujian Kreativiti Saintifik.....	157
Jadual 3.8 Latar belakang Responden Temu bual Analisis Keperluan	159
Jadual 3.9 Rumusan Aspek-aspek Yang Dinyatakan Oleh Kedua-dua Guru Sains Berhubung Keperluan Modul PISTEM Forensik.....	167
Jadual 3.10 Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 1	177
Jadual 3.11 Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 2	178
Jadual 3.12 Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 3	179
Jadual 3.13 Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 4	180
Jadual 3.14 Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 5	181

Jadual 3.15	Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 6	182
Jadual 3.16	Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 7	183
Jadual 3.17	Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 8	185
Jadual 3.18	Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 9	187
Jadual 3.19	Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 10	189
Jadual 3.20	Keselarian antara fasa Kitaran Model Inkuiri 5E dan Amalan Sainifik & Kejuruteraan (Sumber: Dass (2015) dan Capraro, Capraro & Morgan (2013)).	192
Jadual 3.21	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 1	197
Jadual 3.22	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 2	198
Jadual 3.23	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 3	199
Jadual 3.24	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 4	200
Jadual 3.25	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 5	201
Jadual 3.26	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 6	202
Jadual 3.27	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 7	203
Jadual 3.28	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 8	204
Jadual 3.29	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 9	205
Jadual 3.30	Pemetaan Strategi, Aktiviti, Material dan Penilaian Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik Minggu 10	206
Jadual 3.31	Pemetaan Unit Pembelajaran Modul PISTEM Forensik dengan Media dan Material.....	210

Jadual 3.32	Pemetaan Fokus Penglibatan Aktif Murid bagi Setiap Minggu Aktiviti Dijalankan.	214
Jadual 3.33	Senarai Produk Output Berelemen STEM yang Perlu Disediakan oleh Murid Mengikut Unit Pembelajaran	217
Jadual 3.34	Latar belakang Pakar Penilaian dan Kesahan Modul PISTEM Forensik	219
Jadual 3.35	Aspek Kesahan Penilaian Pakar.....	230
Jadual 3.36	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Persembahan Modul-Penggunaan Teks	231
Jadual 3.37	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Persembahan Modul-Penggunaan Grafik	232
Jadual 3.38	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Persembahan Modul-Penggunaan Bahasa	233
Jadual 3.39	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Pendekatan Integrasi STEM.....	233
Jadual 3.40	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Peruntukan Masa.....	234
Jadual 3.41	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Kesesuaian Populasi.....	234
Jadual 3.42	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Kebolehan Membina Pemikiran Kritis Pelajar	235
Jadual 3.43	Nilai I-CVI dan S-CVI oleh Panel Pakar bagi Konstruksi Kemampuan Merangsang Kreativiti Sainifik Pelajar.	235
Jadual 3.44	Latar belakang Responden Temu bual Kajian Rintis.....	237
Jadual 3.45	Nilai Kebolehpercayaan PISTEM Forensik Keseluruhan.....	243
Jadual 3.46	Nilai Kebolehpercayaan Sesi dan Aktiviti Modul PISTEM Forensik	243
Jadual 4.1	Bilangan Item dalam Empat Sub ujian yang Terkandung dalam Ujian Pemikiran Kritis Cornell Tahap X (CCTT-X)	258
Jadual 4.2	Senarai Panel Kesahan Kandungan Instrumen	263
Jadual 4.3	Butiran Pengisian Bengkel.....	270
Jadual 4.4	Rasional Ujian Statistik.....	277

Jadual 4.5	Matriks Kajian.....	279
Jadual 5.1	Maklumat Demografi Sampel Kajian	282
Jadual 5.2	Taburan Jantina Sampel Kajian	283
Jadual 5.3	Ujian Kenormalan Data pada Tahap Keseluruhan.....	285
Jadual 5.4	Ujian Kenormalan Data bagi Kumpulan Jantina	286
Jadual 5.5	Ujian Korelasi bagi Keupayaan Pemikiran Kritis (cap_PK)	288
Jadual 5.6	Ujian Korelasi bagi Keupayaan Kreativiti Sainifik (cap_KS)	288
Jadual 5.7	Ujian Levene Variabel bagi Jantina	290
Jadual 5.8	Keputusan Ujian Levene Ujian PraPK.....	293
Jadual 5.9	Keputusan Analisis Ujian-t Sampel Bebas bagi Ujian PraPK	293
Jadual 5.10	Keputusan Ujian Levene Ujian PraKS.....	294
Jadual 5.11	Keputusan Analisis Ujian-t Sampel Bebas bagi Ujian PraKS	294
Jadual 5.12	Statistik Deskriptif Pemikiran Kritis Mengikut Jantina	296
Jadual 5.13	Keputusan Ujian ANCOVA Satu Hala untuk Ujian Pos Pemikiran Kritis Murid Lelaki dan Murid Perempuan	298
Jadual 5.14	Keputusan Anggaran Purata Marginal Min Skor Ujian Pos Pemikiran Kritis untuk Murid Lelaki dan Murid Perempuan yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik.....	299
Jadual 5.15	Perbezaan Min Skor Ujian Pra dan Pos bagi Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	300
Jadual 5.16	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	300
Jadual 5.17	Perbezaan Min Skor Ujian Pra dan Pos bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.....	301
Jadual 5.18	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.....	301
Jadual 5.19	Keputusan Kesferaan Mauchly	303

Jadual 5.20	Ujian Kesan Variabel Dalam Subjek	305
Jadual 5.21	Keputusan Ujian ANCOVA Satu Hala untuk Ujian Pos Lanjutan Pemikiran Kritis Murid Lelaki dan Murid Perempuan.....	305
Jadual 5.22	Perbezaan Min Skor Ujian Pos dan Pos Lanjutan Pemikiran Kritis bagi Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	306
Jadual 5.23	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Pemikiran Kritis Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.	306
Jadual 5.24	Perbezaan Min Skor Ujian Pos dan Pos lanjutan Pemikiran Kritis bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	307
Jadual 5.25	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Pemikiran Kritis Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.	307
Jadual 5.26	Statistik Deskriptif Skor Kreativiti Sainifik Mengikut Jantina	309
Jadual 5.27	Keputusan Ujian ANCOVA Satu Hala untuk Ujian Pos Kreativiti Sainifik Murid Lelaki dan Murid Perempuan	311
Jadual 5.28	Keputusan Anggaran Purata Marginal Min Skor Ujian Pos Kreativiti Sainifik untuk Murid Lelaki dan Murid Perempuan yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik.....	312
Jadual 5.29	Perbezaan Min Skor Ujian Pra dan Pos Kreativiti Sainifik bagi Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	313
Jadual 5.30	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.	313
Jadual 5.31	Perbezaan Min Skor Ujian Pra dan Pos Kreativiti Sainifik bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	314
Jadual 5.32	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.....	314
Jadual 5.33	Keputusan Kesferaan Mauchly	316
Jadual 5.34	Ujian Kesan Variabel Dalam Subjek	317

Jadual 5.35	Keputusan Ujian ANCOVA Satu Hala untuk Ujian Pos Lanjutan Kreativiti Saintifik Murid Lelaki dan Murid Perempuan.....	318
Jadual 5.36	Perbezaan Min Skor Ujian Pos dan Pos Lanjutan Kreativiti Saintifik bagi Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	319
Jadual 5.37	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Kreativiti Saintifik Murid Lelaki yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	319
Jadual 5.38	Perbezaan Min Skor Ujian Pos dan Pos Lanjutan Kreativiti Saintifik bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik	319
Jadual 5.39	Keputusan Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Perempuan yang Mengikuti Pendekatan PISTEM Forensik.....	320
Jadual 5.40	Jadual bagi Pernyataan Hipotesis yang Diuji dan Keputusannya untuk Kajian Ini.....	321

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 2.1	A Framework for K-12 Science Education (Sumber: National Research Council, 2012)34
Rajah 2.2	Model kreativiti struktur saintifik Hu dan Adey (2002).92
Rajah 2.3	Kerangka teori kajian. 114
Rajah 2.4	Kerangka konseptual pembelajaran integrasi STEM (Sumber: Kelly dan Knowles, 2016)..... 124
Rajah 2.5	Kerangka konseptual kajian. 136
Rajah 3.1	Model pembangunan modul ASSURE (Sumber: Heinich, Molenda, Russel & Smaldino, 1999). 151
Rajah 3.2	Graf taburan normal keputusan ujian pemikiran kritis Cornell..... 156
Rajah 3.3	Graf taburan normal keputusan ujian kreativiti saintifik. 158
Rajah 4.1	Reka bentuk eksperimen kuasi satu kumpulan ujian pra - ujian pos247
Rajah 4.2	Hubungan antara variabel kajian..... 249
Rajah 4.3	Carta aliran prosedur kajian eksperimen.....274
Rajah 5.1	Taburan jantina sampel kajian.284
Rajah 5.2	Scatterplots min skor ujian pra PK dan pos PK.291
Rajah 5.3	Scatterplots min skor ujian pra KS dan pos KS.292
Rajah 5.4	Tahap pemikiran kritis sampel kajian.295
Rajah 5.5	Tahap pencapaian kreativiti saintifik sampel kajian.308

SENARAI SINGKATAN

STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
CSI	Crime Scene Investigation
PISA	Programme International Student Assessment
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
PISTEM	Pembelajaran Integrasi STEM
PdP	Pengajaran dan Pembelajaran
CCTT-X	Cornell Critical Thinking Test – Tahap X
MOSTI	Ministry Of Science, Technology, and Innovation
NRC	National Research Council
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
NGSS	Next Generation Science Standards
NRC	National Research Council
PPK	Pusat Perkembangan Kurikulum
KSSR	Kurikulum Standard Sekolah Rendah
KSSM	Kurikulum Standard Sekolah Menengah
ASM	Akademi Sains Malaysia
MIGHT	Malaysian Industry-Government group for High Technology
BERNAMA	Berita Nasional Malaysia
MSN	Majlis Sains Negara
R, D, C & I	Research, Development, Creativity and Innovation
ITEEA	International Technology and Engineering Educators Association

NCIS	Naval Criminal Investigative Service
TV	Televisyen
ADDIE	Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate
ASSURE	Analyze Learners, State Objective, Select Methods, Media and Materials, Utilize media and materials, Require Learner Participation and Evaluate and revise
ANCOVA	Analysis of Covariance
SMK	Sekolah Menengah Kebangsaan
UNESCO	The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Ujian Kemahiran Pemikiran Kritis Cornell
LAMPIRAN B	Ujian Kreativiti Sainifik
LAMPIRAN C	Modul PISTEM Forensik (Panduan Pelajar)
LAMPIRAN D	Rancangan Mengajar Unit 1 PISTEM Forensik
LAMPIRAN E	Borang Penilaian Individu/ Kumpulan/ Kendiri
LAMPIRAN F	Rubrik Penilaian untuk Produk Output
LAMPIRAN G	Akuan Pakar Kesahan Modul
LAMPIRAN H	Akuan Pakar Kesahan Instrumen
LAMPIRAN I	Sijil Kursus STEM dan Pembelajaran Inkuiri
LAMPIRAN J	Surat Kebenaran Menjalankan Kajian
LAMPIRAN K	Cara Penskoran Ujian Kreativiti Sainifik

**MODUL PEMBELAJARAN INTEGRASI STEM FORENSIK DALAM
MENINGKATKAN PEMIKIRAN KRITIS DAN KREATIVITI SAINTIFIK
MURID SEKOLAH MENENGAH MERENTAS JANTINA**

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai satu modul yang dikenali sebagai Modul Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik (PISTEM Forensik) serta mengkaji keberkesanan penggunaan modul ini terhadap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid tingkatan empat. Kajian ini turut mengkaji sama ada penggunaan PISTEM Forensik memberi kesan yang berbeza terhadap tahap pemikiran kritis, tahap kreativiti saintifik dan pengekalannya berdasarkan jantina murid. Kajian ini juga cuba menentukan mungkinkah kesan PISTEM Forensik ke atas tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik adalah lebih tinggi pada murid lelaki atau murid perempuan atau mungkin kesannya sama untuk kedua-dua kumpulan. Kajian pembangunan modul ini mengaplikasikan reka bentuk sistem instruksi menggunakan Model ASSURE sebagai landasan utama. Ia terdiri daripada tiga peringkat berdasarkan langkah-langkah dalam Model ASSURE iaitu peringkat pembangunan PISTEM Forensik, peringkat pelaksanaan PISTEM Forensik dan peringkat penilaian pakar PISTEM Forensik. Reka bentuk eksperimen kuasi satu kumpulan telah dijalankan dalam program selepas waktu sekolah di dua buah sekolah menengah berbeza mengikut jantina yang dipilih dalam satu daerah yang sama. Peserta terdiri daripada 31 pelajar lelaki dan 36 pelajar perempuan. Kajian ini dijalankan di luar waktu sekolah; justeru itu ia tidak memerlukan kumpulan kawalan. Eksperimen kuasi telah dilakukan untuk menilai kesan penggunaan modul PISTEM Forensik yang dibangunkan terhadap tahap pemikiran kritis, ketekalan pemikiran

kritis, tahap kreativiti saintifik dan ketekalan kreativiti saintifik. Variabel moderator dalam kajian ini ialah jantina murid. Data-data kuantitatif dikumpulkan melalui instrumen ujian bertulis iaitu Ujian Pemikiran Kritis Cornell Tahap X (CCTT-X) yang telah disahkan oleh pakar dalam bidang STEM dengan bacaan koefisien kebolehpercayaan oleh Kuder-Richardson(KR-20) = 0.96 dan Ujian Kreativiti Saintifik oleh Hu & Adey dengan kebolehpercayaan inter-rater; nilai Kappa = 0.767. Dapatan daripada ujian statistik hipotesis nol dengan menggunakan ujian t-sampel berpasangan dan ANCOVA satu-hala mendapati tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik bagi murid lelaki dan perempuan meningkat daripada ujian pra ke ujian pos. Murid lelaki mempunyai skor pemikiran kritis dan kreativiti saintifik yang lebih tinggi daripada murid perempuan. Di samping itu, dapatan daripada ujian statistik hipotesis nol dengan menggunakan ujian ANCOVA dengan pengukuran berulang mendapati kedua-dua murid lelaki dan perempuan mengekalkan skor pemikiran kritis dan kreativiti saintifik kerana dapatan menunjukkan tidak terdapat perbezaan signifikan antara skor dalam ujian pos dan ujian pos lanjutan. Keseluruhannya, kajian ini menunjukkan bahawa modul PISTEM Forensik memberi kesan positif terhadap tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik dan pengekalan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid lelaki dan murid perempuan. Ini membuktikan bahawa intervensi kajian ini berkesan dalam meningkatkan kemahiran pemikiran kritis dan kreativiti saintifik bagi kedua-dua kumpulan jantina murid namun murid lelaki lebih mendapat manfaat daripada intervensi modul yang diberikan. Implikasi, kesimpulan, saranan dan cadangan seperti program latihan inovatif guru sains untuk pedagogi seimbang-jantina STEM dalam persekitaran pembelajaran konstruktivisme melalui pendekatan PISTEM Forensik selepas waktu sekolah bagi pembelajaran sains telahpun dibuat.

**FORENSIC STEM INTEGRATION LEARNING MODULE IN ENHANCING
CRITICAL THINKING AND SCIENTIFIC CREATIVITY AMONG
SECONDARY SCHOOL STUDENTS ACROSS GENDER**

ABSTRACT

This research aims to develop and evaluate a module known as STEM Integration Learning Module via Forensic Science context (PISTEM Forensik) and study the effectiveness of using this module on form four students' critical thinking and scientific creativity. This research also studies whether the use of PISTEM Forensik gives different effects on the tahap of critical thinking, scientific creativity and retention of both thinking skills based on students' gender. This research also tries to determine if the effect of PISTEM Forensik on male students' tahap of critical thinking and scientific creativity is higher than on female students, or if the effect is the same for both groups. The study on the development of this module applies the ASSURE Model of instruction system design as the main foundation. It comprises three stages based on the steps in the ASSURE Model, that are development of the PISTEM Forensik stage, the implementation of the PISTEM Forensik stage and the expert's evaluation of the PISTEM Forensik stage. Single group quasi experiment design was used in an after-school programme in two different secondary schools in the same district, according to gender. Participants are 31 boys and 36 girls. It was carried out after school and therefore did not require a control group. Quasi experiment is used to evaluate the effect of the PISTEM Forensik module on the tahap of critical thinking, retention of critical thinking, tahap of scientific creativity and retention of scientific creativity. The moderator variable in this research is the student's gender. Quantitative data is collected through written test instruments: Critical Thinking Cornell Tahap X

(CCTT-X) validated by experts in STEM fields with reliability coefficient by Kuder-Richardson (KR-20) established at .96 and the Scientific Creativity Test by Hu & Adey with inter-rater reliability; Kappa value = 0.767. Findings from the null hypothesis statistics pre- and post-tests with paired sample t-test and one-way ANCOVA test show an increase in the tahap of critical thinking and scientific creativity in both boys and girls. Boys' score in critical thinking and scientific creativity is higher than girls. Besides that, findings from the null hypothesis statistics test using ANCOVA with repeated measures test show both boys and girls retained their critical thinking and scientific creativity scores as there were no significant difference between their self-efficacy scores at posttest and delayed posttest. As a whole, this research shows that the PISTEM Forensik module has a positive effect on the boys and girls' tahap of critical thinking and scientific creativity and retention of critical thinking and scientific creativity. This proves that this research intervention works in enhancing critical thinking and scientific creativity skills in both boys and girls, with the boys getting more benefits from the module intervention. Implications, conclusion, advice and suggestions such as innovative training programmes for science teachers in an after-school pedagogically balanced-gender STEM within a constructive learning environment via PISTEM Forensik approach in learning of Science, has been done.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Cabaran semasa dalam sistem pendidikan Malaysia adalah untuk menyediakan modal insan berkemahiran tinggi bagi sektor pekerjaan abad ke-21. Ini akan memberikan impak kepada sistem pendidikan di Malaysia kerana sistem pendidikan harus berubah dari sedia ada kepada sesuatu yang lebih dinamik (Peng & Shashipriya, 2014). Menjelang 2020, pekerjaan bidang STEM dijangka berkembang dua kali ganda lebih cepat berbanding pekerjaan yang lain (Sublette, 2013). Untuk bersaing dengan negara termaju dunia adalah penting bagi Malaysia menyediakan pendidikan berkualiti yang mampu menghasilkan modal insan bertaraf dunia dan mempunyai kemahiran-kemahiran kritikal alaf ke-21. PPPM 2013-2025 turut menggalakkan rakyat Malaysia agar terlibat dengan bidang STEM kerana sesungguhnya kemajuan teknologi dan pembangunan ekonomi masyarakat hari ini didorong oleh Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik. Keperluan untuk mendidik dan melahirkan lebih ramai graduan STEM sangat mendesak dan perlu diberi perhatian (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012; Faszly Rahim, 2017).

Jelas sekali model persekolahan lama yang melibatkan pembelajaran secara pasif adalah tidak relevan untuk diguna pakai pada hari ini (Thomas & Watters, 2015). Pembelajaran pasif khasnya dalam subjek Sains berlaku apabila murid hanya melibatkan diri dalam aktiviti mendengar dan menyalin nota kuliah, menghafal, menjawab soalan yang dikemukakan oleh guru, perbincangan bahan buku teks dan amali berpandu (Balfakih, 2003; Minter, 2011). Kaedah ini tidak membantu murid dalam meningkatkan kemahiran berfikir kritis, menyelesaikan masalah dan

menggunakan kreativiti (Cavallo, Rozman, & Potter, 2004) memandangkan murid hanya menerima pengetahuan yang diberikan guru secara terus tanpa mensintesis pengetahuan tersebut. Lantaran itu, kurikulum perlu diperbaharui untuk menyediakan modal insan yang mampu mengintegrasikan disiplin berbeza yang menggambarkan keupayaan berfikir secara kritis dan berupaya menggunakan kreativiti saintifik.

Mutakhir ini, Sains Forensik kian mendapat perhatian dalam usaha untuk menggalakkan minat dan kecenderungan terhadap bidang STEM umumnya dan Sains khususnya (Houck, 2009). Idea Sains Forensik yang tercetus daripada rancangan televisyen seperti CSI (*Crime Scene Investigation*) membuatkan terdapat keseronokan mengenai subjek tersebut (Kurowski & Reiss, 2007). Sains Forensik merupakan subjek multidisiplin menarik menggunakan pendekatan inkuiri dan konstruktivis yang sesuai diselitkan ke dalam kurikulum Sains di sekolah (Fenelon & Breslin, 2012). Dalam konteks kajian ini, suatu modul pelaksanaan Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik (PISTEM Forensik) disediakan secara berstruktur. Lantaran, penggunaan pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik merupakan satu langkah ke depan bagi menyediakan pendekatan pembelajaran yang membantu membentuk pembangunan intelek murid dalam STEM seterusnya mendorong murid dalam kerjaya bidang STEM.

1.2 Latar Belakang Kajian

Pencapaian murid Malaysia dalam pentaksiran antarabangsa Sains dan Matematik membayangkan usaha perlu dipergiat untuk menambah baik kurikulum, pengajaran dan pembelajaran serta pentaksiran kedua-dua subjek tersebut (Muhammad Abd Hadi, 2015). Gambaran fenomena bahawa jurang pencapaian Malaysia dengan negara lain kini semakin melebar dicerminkan melalui pentaksiran

antarabangsa PISA 2015 yang turut menaksir pelbagai kemahiran kognitif seperti pemikiran kritis dan kreatif (PPPM, 2015). Malaysia mencatatkan skor Matematik sebanyak 446 (purata OECD ialah 490), skor Sains sebanyak 443 (purata OECD ialah 493) dan skor Pembacaan sebanyak 431 (purata OECD ialah 493) (OECD, 2018). Maka ini menunjukkan bahawa semua skor yang dimiliki Malaysia adalah di bawah nilai purata OECD (OECD, 2018).

Penarafan terbaharu Pertubuhan Pembangunan dan Kerjasama Ekonomi (OECD) bagi Sains dan Matematik mendedahkan ranking lima terbaik PISA 2015 dikuasai oleh negara-negara Asia iaitu Singapura di tempat pertama diikuti, Hong Kong, Korea Selatan, Jepun dan Taiwan (OECD, 2018). Ranking Malaysia bukan sahaja berada jauh di belakang Singapura malah negara Asia Tenggara lain seperti Vietnam berada di tangga ke-12 dan Thailand di tangga ke-47 dan Malaysia juga turut berada di bawah Ukraine (tangga ke-38) dan Turki (41) (OECD, 2018). Didapati murid di Malaysia gagal menjawab soalan yang memerlukan kemahiran berfikir aras tinggi, contohnya soalan yang memerlukan mereka membuat penaaakulan dan memberi penjelasan kepada sesuatu jawapan secara kreatif dan kritis (Salihuddin, Baharuddin, Hasnah, Norasykin, & Zaleha, 2014). Jika tiada tindakan sewajarnya diambil maka kita akan berada lebih jauh di belakang jiran-jiran Asia dan terus berada dalam kedudukan yang tidak memiliki daya saing dalam ekonomi rantau ini.

Realitinya kaedah pengajaran di Malaysia tidak menggalakkan pemikiran kritis seperti kemahiran membuat analisis, inferens, interpretasi, dan penilaian. Begitu juga dengan kebolehan kreatif murid yang kurang dipupuk sebagaimana yang dinyatakan oleh Azieyana Aziz & Andin (2018) dan Rafiza (2013). Senario PdP di sekolah adalah berpusatkan guru dan kurang melibatkan perkembangan unsur kemahiran berfikir yang sepatutnya dikuasai murid. Guru masih mengekalkan prinsip

pemberian konsep dan nota secara kuliah, kaedah hafalan, latih tubi dan disudahi dengan guru menyimpulkan apa yang telah dipelajari (Rajendran, 2001; Rashimah, 2012). Pengajaran yang berorientasikan guru dalam bilik darjah ini hanya memberi penekanan kepada menghafal fakta untuk peperiksaan namun tiada yang baharu dihasilkan. Murid hanya menerima input yang diberikan guru secara terus tanpa mensintesis input tersebut. Kaedah pengajaran sehala ini jelas tidak memberikan kebebasan kepada murid untuk bersuara lantaran menghalang pemikiran kritis dan kreatif murid (Mohamad Mohsin & Nasruddin, 2008). Kesan daripada amalan pengajaran guru sains yang menggunakan strategi pembelajaran bersifat konvensional dan tidak aktif menjadikan murid pasif dan mempunyai pemikiran kritis dan kreativiti saintifik yang rendah (Adzliana, Jizah, Punia, & Kamisah, 2012; Peng & Zul Hazmi Hamad, 2018).

Sistem pendidikan merupakan landasan utama untuk memupuk kreativiti dalam masyarakat. Atas dasar itu, kreativiti ditekankan dalam pelbagai bidang ilmu terutama dalam bidang Sains (Chumo, 2014) . Namun begitu, kreativiti umum adalah berbeza daripada kreativiti bidang Sains atau lebih dikenali sebagai kreativiti saintifik (Siew, Chong, & Chin, 2014). Tidak seperti kreativiti umum merentasi domain, kreativiti dalam bidang Sains atau kreativiti saintifik boleh dikenal pasti melalui tiga dimensi utama iaitu pemikiran kreatif, pengetahuan saintifik dan kemahiran inkuiri saintifik (Park, 2011). Seseorang murid boleh dikategorikan dalam kreativiti saintifik apabila dia merangka satu eksperimen yang tidak terikat dengan prosedur di dalam buku teks (kemahiran inkuiri saintifik) bagi menguji sesuatu teori (pengetahuan saintifik) dan merangka eksperimen tersebut melalui pemikiran mencapah (pemikiran kreatif). Kriteria dan proses yang dialami oleh murid dalam menghasilkan sesuatu yang kreatif dalam Sains adalah berbeza berbanding kreativiti dalam seni yang hanya

memerlukan pengetahuan dan pemikiran kreatif tetapi tidak memerlukan kemahiran inkuiri saintifik (Glaveanu et al., 2013). Kreativiti saintifik ini penting dalam pembelajaran Sains khususnya dalam penyelesaian masalah dan penghasilan idea dan produk baharu (Lilia Ellany & Lilia.,2015).

Daripada senario yang dibincangkan, jelas bahawa pemikiran kritis dan kreativiti saintifik dalam pembelajaran Sains adalah elemen kemahiran utama yang diperlukan dalam usaha untuk memacu pembangunan sesebuah negara (James, 2015). Pemikiran kritis dan kreativiti saintifik merupakan komponen penting untuk pembangunan Sains dan Teknologi bagi pembangunan pesat sesebuah negara (Siti Salbiah Omar, 2014). Justeru itu, kebolehan untuk berfikir dan bertindak secara kritis dan kreatif menjadi semakin penting dan dipandang serius dewasa ini. Ott dan Pozzi (2010) menyatakan bahawa generasi akan datang sewajarnya dapat mengaplikasikan apa yang telah dipelajari secara lebih kritis dan kreatif untuk memastikan mereka dapat mengekalkan produktiviti dan menyesuaikan diri dalam dunia yang semakin mencabar seterusnya merealisasikan kenyataan misi PPPM 2013-2025. Sesungguhnya, pembentukan negara pada masa hadapan ditentukan oleh anak muda kita pada masa kini. Justeru, untuk kelangsungan tersebut, generasi muda perlu diberi pendedahan pendidikan yang terbuka dan efektif bagi menghadapi cabaran masa hadapan.

Mengambil kira kebimbangan terhadap pencapaian pendidikan yang lebih merosot, KPM telah mengumumkan pengenalan dokumen Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025. Dokumen ini mustahak kerana di dalamnya terdapat langkah meningkatkan pencapaian Sains dan Matematik semua murid sekolah di Malaysia (Muhammad Abd Hadi, 2015). Istilah Integrasi STEM sebagai pilihan terbaik telah digunakan untuk pertama kalinya secara rasmi oleh KPM dalam

dokumen ini. Pembelajaran Integrasi STEM (PISTEM) bermaksud pengajaran guru yang menggunakan pendekatan menggabungkan kesemua disiplin STEM ke dalam sesi pengajaran sama ada melibatkan keempat-empat disiplin STEM ataupun sebahagian daripadanya (Stohlmann et al., 2012). Dengan kata lain, PISTEM merupakan satu ‘amalan’ STEM dalam konteks autentik bertujuan untuk menghubungkan subjek-subjek STEM bagi meningkatkan pembelajaran (Kelley and Knowles, 2016). Menurut Kamaleswaran, Rohaida dan Rose Amnah (2014), PISTEM memainkan peranan yang penting untuk kemajuan masyarakat dan kualiti hidup pada masa kini. Maka pendekatan ini amat wajar dilakukan demi masa depan negara pada alaf ke-21. Kelebihan mengaplikasikan PISTEM ke dalam semua bidang isi kandungan pelajaran Sains di sekolah pada semua peringkat adalah ia menyediakan murid dengan amalan penyelesaian masalah secara kritis dan kreatif terlebih dahulu sebelum mereka tamat persekolahan (Morrison, Mcduffie, & French, 2014).

Konteks yang tepat dan memenuhi wawasan pendidikan STEM negara ini perlu dipertimbangkan dengan bijak agar pemilihan yang tepat dapat dibuat. Dalam hal ini, bidang Sains Forensik merupakan pilihan yang terbaik untuk dijadikan sebagai konteks pembelajaran integrasi STEM. Isi kandungan Sains Forensik secara semula jadi memberi ruang untuk memupuk murid menggunakan kemahiran pemikiran kritis dan kreativiti saintifik mereka (Fradella, Owen, & Burke, 2007; Noga, 2007). Ini kerana murid perlu bertanya soalan, menilai bukti, dan menggunakan pemikiran kritis dan kreatif untuk mempertimbangkan penjelasan alternatif (Colburn, 2000). Aktivitinya bersifat *hands-on* dan *minds-on* bermatlamat supaya murid dapat memahami masalah yang kompleks, memerlukan pemikiran logik dan melibatkan data berangka, bukti, dan ketidakpastian (Bhairam-Raza, 2012). Pembelajaran Integrasi STEM melalui konteks Sains Forensik dilihat sebagai pendekatan berpusatkan murid

yang berupaya menarik minat murid terhadap STEM selain boleh digunakan sebagai alat untuk menggalakkan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik (Fenelon & Breslin, 2012).

Sains Forensik adalah autentik, terbuka kepada penyepaduan disiplin-disiplin yang berbeza dan boleh digunakan untuk menghubungkan kelas Sains dengan persekitaran kerja dunia sebenar (Fradella, Owen, & Burke, 2007). Maday (2008) menyatakan amalan pengajaran sebegini memberi fokus kepada menggalakkan pemahaman lebih mendalam terhadap maklumat baharu dan menghubungkan kandungan pelajaran dengan isu semasa. Selain mampu menjadi jambatan untuk berlakunya penyepaduan pelbagai disiplin ilmu, penggunaan tugas-tugas autentik dalam Sains Forensik juga dapat melibatkan semua murid mensimulasikan kerja-kerja saintis sebenar dengan menjalankan penyelidikan saintifik dan terlibat aktif dalam proses saintifik (Windschitl, Thompson, & Braaten, 2007). Kesemua tugas berasaskan masalah menyerupai kes forensik sebenar dan bertujuan membantu murid mengaitkan idea saintifik dengan pengalaman dunia sebenar mereka untuk mengembangkan pengetahuan mendalam dan berfungsi (Funkhouser & Deslich, 2000). Berdasarkan sifatnya yang sesuai dijadikan medan integrasi pembelajaran STEM (Yanowitz, 2016), maka Sains Forensik dilihat amat wajar diajar jika ingin melaksanakan Pembelajaran Integrasi STEM di Malaysia.

Pengaplikasian bidang Sains Forensik ke dalam disiplin ilmu sains masih dianggap baharu dan hanya dipraktikkan di peringkat universiti negara ini. Walau pun negara luar seperti Amerika Syarikat dan Eropah telah menjadikan Sains Forensik sebagai salah satu subjek kurikulum sekolah, namun bidang Sains Forensik masih asing dalam sistem persekolahan Malaysia. Lantas, kajian ini adalah menjadi harapan dan usul agar Sains Forensik dijadikan sebagai salah satu komponen aktiviti

kokurikulum di peringkat sekolah negara ini. Pihak sekolah boleh menubuhkan Kelab Sains Forensik yang menyediakan acara, lawatan lapangan, maklumat, dan forum kepada semua murid yang berminat untuk menceburi bidang Sains Forensik. Tindakan ini memberi faedah yang besar kepada murid sebagai pendedahan awal untuk mereka mempersiapkan diri dalam bidang forensik sebelum memasuki dunia kerjaya sebenar kelak. Lantaran itu, kajian ini turut merupakan satu langkah ke hadapan untuk menonjolkan satu konteks baharu yang sesuai dijadikan sebagai salah satu kegiatan kokurikulum sekolah negara ini.

Dunia dan ekonomi global masa kini memerlukan modal insan yang mampu berfikir secara kritis, kreatif dan inovatif untuk melonjakkan budaya inovasi dan kreativiti dalam kalangan masyarakat negara berkenaan (Peng & Zul Hazmi Hamad, 2018). Pendidikan kini diakui sebagai penanda aras kejayaan seseorang individu yang secara langsung menyumbang kepada produktiviti negara. Lantaran itu, kemahiran pemikiran kritis dan kreativiti dalam subjek STEM perlu diberi perhatian dan ditekankan sewajarnya kepada semua murid tidak kira lelaki mahupun perempuan. Ini berikutan tuntutan kehidupan yang lebih kompleks dalam abad ke 21 memerlukan murid tanpa mengira jantina mempunyai pemikiran kritis, kreatif dan inovatif (Ainun Rahmah Iberahim, Zamri Mahamod, & Wan Muna Ruzanna Wan Mohamad, 2017).

Dalam mengupas pelbagai faktor yang mempengaruhi pemikiran kritis dan kreativiti STEM, faktor jantina sering dipertikaikan. Ini berikutan terdapat banyak kajian lepas mengkaji pengaruh jantina terhadap pemikiran kritis dan kreativiti subjek STEM namun masih wujud keraguan (Abraham, 2015; Mohamad Sattar Rasul, Norsalehan Zahrinan, Lilia Halim, & Roseannah Abd Rauf, 2018; Piaw, 2014; Shazaitul Azreen & Maisarah, 2015; Zetriuslita, Rezi Ariawan, & Hayatun Nufus, 2016). Walaupun kaum perempuan terus mengorak langkah dalam pencapaian

pendidikan dan jurusan akademik namun mereka dikatakan kurang mampu untuk menyelesaikan masalah secara kritis dan kreatif (Mohammad Rusdi Ab Majid & Zawawi Ismail, 2017; Soon Singh, 2011). Perkara ini tidak boleh dipandang remeh pada era globalisasi STEM kini. Oleh kerana teknik dan produk STEM menjadi kepentingan kepada masyarakat hari ini, latar belakang kemahiran untuk berfikir dan bertindak secara kreatif dan kritis adalah menjadi satu keperluan bagi kebanyakan kerjaya (Quick, 2012; Root-Bernstein, 2015).

Keperluan negara untuk melatih dan mendidik pekerja dalam sektor STEM dalam tempoh 10 tahun akan datang bagi memenuhi permintaan pasaran buruh adalah kritikal (Hira, 2018; Holdren & Suresh, 2013). Oleh kerana sektor pekerjaan STEM memerlukan individu yang hebat dalam berfikir maka pembelajaran integrasi STEM kini memberi tumpuan kepada kebolehan murid menyelesaikan masalah yang berlaku dalam kehidupan secara kritis dan kreatif. Maka, lebih ramai murid tidak kira perempuan atau lelaki perlu menyiapkan diri mereka dengan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik yang tinggi untuk melayakkan mereka menceburi kerjaya STEM (Pedone, 2016; Wang & Degol, 2016). Oleh demikian, faktor jantina mungkin mempengaruhi tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid dalam bidang STEM. Tinjauan kajian terdahulu turut mendapati faktor jantina mempunyai hubungan dengan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid dalam subjek STEM (Mohamad Sattar Rasul et al., 2018; Piaw, 2014; Shazaitul Azreen & Maisarah, 2015; Okere & Ndeke, 2012).Sehubungan dengan itu, kajian ini telah menyelitkan konteks Sains Forensik ke dalam Pembelajaran Integrasi STEM sebagai cubaan untuk mengenal pasti kesannya dalam meningkatkan pemikiran kritis dan kreativiti murid lelaki dan perempuan terhadap subjek STEM.

1.3 Pernyataan Masalah

Kajian menunjukkan kebanyakan murid sekolah menengah mempunyai tahap pemikiran kritis yang rendah (Syed Anwar Aly, 2003; Abd Aziz Abd Shukor, 2005; Marlina & Shaharom, 2010; Ili Atiqah Md Din & Ruslin Amir, 2016). Masalah ini dikesan melalui kegagalan murid berfikir secara kritis dalam satu-satu isu. Hal ini disokong oleh keputusan pentaksiran PISA dan TIMSS yang jelas menggambarkan kebenaran dakwaan ini (PPPM, 2015). Keputusan kedudukan Malaysia dalam kalangan negara peserta dan purata skor diperoleh bagi Sains dan Matematik amat membimbangkan (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2013). Kegagalan murid untuk menjawab soalan kemahiran berfikir aras tinggi di dalam kedua-dua pentaksiran membayangkan rendahnya tahap kemahiran berfikir kritis murid (Mohd Mokhzani, Mohammad Yusof, & Mohd Shafie, 2015). Menurut Nooriza dan Effandi (2015), kemahiran berfikir aras tinggi murid Malaysia yang merangkumi aspek pemikiran kritis adalah lemah dan tidak mencapai standard dunia.

Terdapat beberapa kajian lain mengenai kemahiran berfikir kritis yang menunjukkan tahap penguasaan yang sederhana dalam kalangan murid pelbagai peringkat. Kajian Siti Rahayah Ariffin & Nor Azaheen (2009) yang bertujuan untuk mengenal pasti tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis dalam kalangan murid sains di Malaysia yang berumur 16 hingga 17 tahun mendapati tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis murid secara keseluruhannya lemah pada sub-konstruk analitikal dan logikal. Justeru, penekanan yang lebih terhadap kedua-dua konstruk perlu diberi perhatian. Ini menyebabkan murid menghadapi masalah setelah keluar dari sekolah dan memasuki dunia pengajian peringkat tinggi. Ini kerana pada ketika itu, murid bukan sahaja setakat perlu menguasai ilmu pengetahuan yang disediakan

dalam kurikulum tetapi juga memerlukan kemahiran berfikir secara kritikal dan menyelesaikan masalah secara kritis (Siti Rahayah Ariffin & Nor Azaheen, 2009).

Rahimawati (2016) pula dalam kajian beliau menyatakan bahawa murid sekolah menengah mampu menguasai aspek kognitif aras rendah seperti hafalan, ingatan kembali dan kefahaman. Murid boleh menjawab soalan-soalan seperti mentakrif, melabel, menyenaraikan dan mengenal pasti dengan baik. Walau bagaimanapun, pencapaian mereka adalah kurang memuaskan apabila menjawab soalan-soalan yang mengandungi elemen-elemen kemahiran berfikir kritis yang melibatkan soalan kognitif tahap tinggi seperti tahap aplikasi, analisis, sintesis dan penilaian. Situasi ini membayangkan bahawa kemahiran pemikiran kritis perlu diajar secara eksplisit di sekolah supaya murid menguasainya. Walaupun kurikulum sains KBSM menegaskan penerapan kemahiran berfikir dalam pengajaran dan pembelajaran sains, namun ianya masih wujud secara implisit dalam buku teks murid (Rahimawati, 2016).

Kurikulum Sains negara ini menekankan dua aspek kemahiran berfikir iaitu kritis dan kreatif. Selain daripada pemikiran kritis, aspek kreativiti juga merupakan elemen penting yang ditekankan dalam pengajaran dan pembelajaran Sains. Sungguhpun demikian, jika dilihat secara spesifik dalam domain Sains maka kreativiti yang dimaksudkan dikenali sebagai kreativiti saintifik kerana melibatkan teori dan konsep Sains (Lilia Ellany & Lilia, 2015). Malangnya kajian mendapati tahap kreativiti saintifik di kalangan murid sains negara ini adalah rendah (Adzliana et al., 2012; Siti Salbiah Omar, Noordayana Abdul Halim, Nurhanisah Sarjit Abdullah, Johari Surif, & Jamalludin Harun, 2015). Kajian oleh Chuzairy (2013) terhadap pengalaman murid semasa PdP Kimia mendapati terlalu sedikit antara mereka yang menggunakan kreativiti saintifik semasa proses pembelajaran di dalam kelas.

Kajian lepas oleh Faridah (2015) pula mendapati bahawa murid pintar akademik negara ini tidak membudayakan amalan kreativiti dari aspek keaslian, kelancaran dan fleksibiliti sewaktu proses penyelesaian masalah pembelajaran mereka. Murid kurang menyumbang idea-idea bernas sepanjang sesi pembelajaran berlangsung dan dapatan menunjukkan tahap kreativiti mereka adalah sederhana. Ini menjelaskan bahawa kebanyakan mereka adalah bijak menghafal tetapi bukan pemikir yang baik (Shahlan, Natasha, Sadiyah & Shalinawati, 2017). Keupayaan murid adalah terbatas kepada mengingat dan menghafal menggunakan aspek kognitif semata-mata dalam jangka pendek (Faridah, 2015). Walaupun murid kelompok ini mampu menyelesaikan tugas-tugas rutin dengan baik tetapi tidak cukup kreatif dan inovatif. Mereka gagal menyerlahkan potensi individu sebagaimana dihasratkan dalam Falsafah Pendidikan.

Pendekatan pengajaran perlu berkembang selaras dengan transformasi pendidikan dalam usaha melahirkan modal insan kelas pertama yang kritis, kreatif dan inovatif. Sewajarnya Sains diajar dengan menggunakan kaedah menarik dan diintegrasikan antara disiplin ilmu untuk mengekalkan rasa ingin tahu semua murid (Yarker & Park, 2012). Bersandarkan kepada permasalahan pembelajaran sains yang dibincangkan di atas jelas menunjukkan bahawa sistem pendidikan masa kini memerlukan kepada penambahbaikan. Menurut Bhairam-Raza (2012), pendekatan STEM mampu menyediakan ruang pembelajaran yang bermakna dan memberikan impak positif ke atas kemahiran berfikir kritis dan kreativiti saintifik murid manakala Kamaleswaran, Rohaida dan Rose Amnah (2014) menegaskan bahawa kelebihan mengintegrasikan pendidikan STEM ke dalam semua bidang isi kandungan pelajaran di sekolah adalah ia menyediakan murid dengan amalan informal penyelesaian masalah secara kritis dan kreatif. Justeru itu, pendidikan yang menggunakan

pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik (PISTEM Forensik) dalam aktiviti pembelajaran sains selepas sekolah (*Science in Afterschool*) dikenal pasti mampu mengisi keperluan untuk meningkatkan kemahiran berfikir kritis dan kreativiti saintifik murid.

Untuk membolehkan pengajaran Integrasi STEM dilaksanakan maka dicadangkan konteks Sains Forensik digunakan. Subjek Sains Forensik menyelesaikan masalah jenayah dengan menerapkan prinsip-prinsip saintifik dengan cara mengaplikasikan pengetahuan dari bidang fizik, kimia, biologi, genetik, perubatan, psikologi dan undang-undang untuk mencari jawapan di sebalik misteri permasalahan yang timbul dalam sesuatu kes (Bhairam-Raza, 2012). Proses siasatan membuka ruang untuk murid menggunakan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik mereka. Ini kerana sepanjang penyiasatan murid perlu berfikir secara kritis, mengaplikasikan pengetahuan saintifik dan seterusnya menggunakan kreativiti saintifik mereka untuk menyelesaikan masalah dalam setiap kes. Sains Forensik amat sesuai digunakan sebagai konteks pengajaran Integrasi STEM ini kerana ia sendiri boleh menjadi modus operandi untuk berlakunya pengintegrasian antara disiplin. Oleh kerana Sains Forensik boleh disepadukan dengan pelbagai disiplin sains mengikut silibus KBSM maka ia menepati dan amat sesuai dijadikan konteks untuk pembelajaran Integrasi STEM. Tambahan pula, konteks Sains Forensik didapati boleh menggalakkan murid untuk mempelajari Sains secara bersepadu dengan subjek lain (Noga, 2007). Maka STEM Forensik yang mengadunkan pengintegrasian Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik bersama-sama disiplin sains KBSM yang lain seperti Biologi, Kimia dan Fizik dilihat mampu bertindak sebagai strategi PdP yang bersifat penaakulan dan penerokaan yang menarik lagi mencabar bagi membantu semua murid berfikir secara kritis dan menggunakan kreativiti saintifik mereka.

Modul PISTEM Forensik diharap dapat memanfaatkan semua murid dan jurang kemahiran berfikir antara murid dapat dirapatkan. Sesungguhnya, sistem pendidikan Malaysia berhasrat untuk meningkatkan ekuiti untuk semua murid tanpa mengira jantina (KPM, 2013b). Kajian-kajian lepas seperti Abraham, 2015; Mohamad Sattar Rasul, Norsalehan Zahriman, Lilia Halim, dan Roseannah Abd Rauf, 2018; Shazaitul Azreen dan Maisarah, 2015 (Bahagian 2.8) menunjukkan terdapat bukti bahawa tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik STEM murid berbeza mengikut jantina. Walau bagaimanapun, menurut Zetriuslita, Ariawan, & Nufus (2016), Piaw (2014), Ikhsan Othman (2013) dan Vierra (2014) pula, faktor jantina dalam menentukan tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik STEM masih lagi belum jelas. Faktor jantina merupakan ciri perbezaan individu yang mungkin akan mempengaruhi keberkesanan Modul PISTEM Forensik dan merupakan variabel penting yang harus dikaji. Selain itu, tiada kajian terkini dalam PISTEM yang mengkaji kesan penggunaan pendekatan ini dalam konteks jantina murid. Oleh demikian, adalah wajar kajian dilakukan bagi mengenal pasti unsur perbezaan jantina dalam PISTEM. Maka, kajian ini juga bertujuan untuk membandingkan keberkesanan Modul PISTEM Forensik terhadap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid dalam subjek STEM mengikut jantina.

Penggunaan modul telah diketahui sesuai digunakan sebagai salah satu kaedah penyampaian efektif untuk meningkatkan pembelajaran murid dalam masa singkat (Fatimah, 2012). Menurut Che Soh (2012), salah satu kaedah penilaian pembelajaran menggunakan modul adalah berdasarkan kepada ujian ketekalan ingatan. Tinjauan terhadap kajian-kajian yang melibatkan penilaian modul pembelajaran mendapati bahawa kebanyakan kajian hanya melibatkan ujian ketekalan dalam tempoh yang singkat. Ujian pos yang digunakan untuk mengukur keberkesanan pembelajaran

menggunakan modul lazimnya ditadbir sebaik sahaja eksperimen tamat. Ini menyebabkan timbul masalah keberkesanan penggunaan modul yang tidak kekal atau tidak bertahan lama. Pembelajaran akhirnya dilupakan dalam masa singkat sedangkan ketekalan ingatan merupakan aspek mustahak dalam pembelajaran sains. Justeru itu, , bagi memperkukuhkan kerangka penggunaan modul sebagai alat pembelajaran yang efektif, maka wajar kajian ketekalan ingatan dalam jangka masa lebih panjang dilaksanakan.

Kesimpulannya, kajian perlu dijalankan sebagai penambahbaikan amalan PdP dalam pembelajaran sains sedia ada dengan membangunkan Modul PISTEM Forensik yang mengintegrasikan pendekatan PISTEM untuk meningkatkan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid sekolah menengah.

1.4 Tujuan Kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk mereka bentuk modul dan mengkaji kesan penggunaan modul Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik (PISTEM Forensik) ke atas pemikiran kritis dan kreativiti saintifik dalam kalangan murid Tingkatan Empat. Kajian ini juga turut menyelidik sama ada penggunaan Modul PISTEM Forensik memberi kesan yang berbeza terhadap murid yang mempunyai jantina berbeza. Seterusnya kajian ini juga mengenal pasti kesan penggunaan modul PISTEM Forensik ke atas penguasaan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik mengikut jantina dalam kalangan murid Tingkatan Empat.

1.5 Objektif Kajian

Objektif khusus kajian ini ialah:

- 1.5.1 Membangunkan modul Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik (PISTEM Forensik) bagi murid Tingkatan 4.
- 1.5.2 Mengkaji kesan penggunaan modul PISTEM Forensik ke atas pemikiran kritis murid lelaki dan perempuan.
- 1.5.3 Mengkaji kesan penggunaan modul PISTEM Forensik ke atas pengekaln pemikiran kritis murid lelaki dan perempuan.
- 1.5.4 Mengkaji kesan penggunaan modul PISTEM Forensik ke atas kreativiti saintifik murid lelaki dan perempuan.
- 1.5.5 Mengkaji kesan penggunaan modul PISTEM Forensik ke atas pengekaln kreativiti saintifik murid lelaki dan perempuan.

1.6 Soalan Kajian

Terdapat lima persoalan utama dalam kajian ini iaitu:

- 1.6.1 Bagaimanakah Modul Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik dapat dibangunkan bagi meningkatkan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid?

Bagi memenuhi objektif 1.5.2, terdapat tiga persoalan utama di bawah 1.6.2 iaitu:

- 1.6.2 (i) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos pemikiran kritis antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?
- (ii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos pemikiran kritis murid lelaki?

(iii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos pemikiran kritis murid perempuan?

Bagi memenuhi objektif 1.5.3, terdapat tiga persoalan utama di bawah 1.6.3 iaitu:

- 1.6.3 (i) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos lanjutan pemikiran kritis antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?
- (ii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekaluan ujian pos dan ujian pos lanjutan pemikiran kritis dalam kalangan murid lelaki?
- (iii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekaluan ujian pos dan ujian pos lanjutan pemikiran kritis dalam kalangan murid perempuan?

Bagi memenuhi objektif 1.5.4, terdapat tiga persoalan utama di bawah 1.6.4 iaitu:

- 1.6.4 (i) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?
- (ii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos kreativiti saintifik murid lelaki?
- (iii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos kreativiti saintifik murid perempuan?

Bagi memenuhi objektif 1.5.5, terdapat tiga persoalan utama di bawah 1.6.5 iaitu:

- 1.6.5 (i) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos lanjutan kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?
- (ii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekatan ujian pos dan ujian pos lanjutan kreativiti saintifik dalam kalangan murid lelaki?
- (iii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekatan ujian pos dan ujian pos lanjutan kreativiti saintifik dalam kalangan murid perempuan.

1.7 Hipotesis Kajian

Persoalan kajian 1.6.1 tidak mempunyai hipotesis kerana ia melibatkan kaedah dan peringkat pembangunan modul. Perbincangan persoalan berkenaan akan dilakukan dalam bab 3 iaitu bab Pembinaan Modul. Maka hipotesis kajian yang diuji hanya merujuk kepada persoalan kajian 1.6.2 sehingga 1.6.5 sahaja yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Kesemua hipotesis ini diformulasikan pada aras signifikan 0.05.

Untuk menjawab persoalan kajian 1.6.2, tiga hipotesis kajian berikut telah diuji:

- Ho_{1a}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos pemikiran kritis antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra.
- Ho_{1b}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos pemikiran kritis murid lelaki.

Ho_{1c}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos pemikiran kritis murid perempuan.

Untuk menjawab persoalan kajian 1.6.3, tiga hipotesis kajian berikut telah diuji:

Ho_{2a}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos lanjutan pemikiran kritis antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra.

Ho_{2b}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekalan ujian pos pemikiran kritis dan ujian pos lanjutan dalam kalangan murid lelaki.

Ho_{2c}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekalan ujian pos pemikiran kritis dan ujian pos lanjutan dalam kalangan murid perempuan.

Untuk menjawab persoalan kajian 1.6.4, tiga hipotesis kajian berikut telah diuji:

Ho_{3a}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?

Ho_{3b}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos kreativiti saintifik murid lelaki?

Ho_{3c}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik pada min skor ujian pra dan ujian pos kreativiti saintifik murid perempuan?

Untuk menjawab persoalan kajian 1.6.5, tiga hipotesis kajian berikut telah diuji:

Ho_{4a}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos lanjutan kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani penggunaan Modul PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?

Ho_{4b}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekaluan ujian pos kreativiti saintifik dan ujian pos lanjutan dalam kalangan murid lelaki?

Ho_{4c}: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan kesan penggunaan modul PISTEM Forensik terhadap pengekaluan ujian pos kreativiti saintifik dan ujian pos lanjutan dalam kalangan murid perempuan?

1.8 Signifikan Kajian

Di kebanyakan sekolah, Sains dan Matematik diajar secara berasingan antara satu sama lain. Kedua-dua disiplin ilmu ini biasanya tidak diintegrasikan bersama bagi menunjukkan kesinambungan atau hubung kaitnya. Situasi ini telah menyebabkan murid-murid tidak bersedia dan kurang mampu menceburi bidang Sains dan Matematik setelah tamat persekolahan. Kajian ini dapat membantu guru-guru, pentadbir dan pakar kurikulum mereka bentuk program PISTEM sekolah menengah yang lebih baik untuk meningkatkan pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid. Selain itu, kajian ini secara tidak langsung dapat meningkatkan pemahaman murid dalam mata pelajaran Sains dan Matematik. Penambahan disiplin ilmu Teknologi dan Kejuruteraan dalam kajian ini pula memberi keberkesanan dalam pembelajaran murid. Murid yang berupaya berfikir secara kritis dan mempunyai kreativiti saintifik yang tinggi akan dapat mengaplikasikan pemahaman Sains dan Matematik mereka dalam berdepan dengan cabaran dunia abad ke-21.

Kajian ini juga dapat memberi nilai tambah ilmu berkaitan PISTEM yang membawa kepada perubahan positif terhadap Sains agar dapat menguasai pengetahuan Sains dengan baik. Murid juga perlu memahirkan diri dengan kemahiran saintifik dan membudayakan diri dengan nilai-nilai Sains dalam setiap dimensi kehidupan untuk meningkatkan penguasaan kemahiran pemikiran kritis dan kreativiti saintifik.

Kajian ini turut boleh digunakan oleh guru-guru sekolah menengah sebagai panduan dalam mempelbagaikan pendekatan pengajaran Sains mereka. Ia juga sebagai sokongan empirikal tentang keberkesanan penggunaan PISTEM ke atas pemikiran kritis dan kreativiti saintifik murid sekolah menengah ke arah melahirkan generasi kreatif kritis abad ke-21. Kajian ini merupakan usaha untuk mentransformasikan reka bentuk pembelajaran biasa kepada reka bentuk pembelajaran berasaskan konstruktivisme.

Kajian ini berfaedah dalam menentukan kesesuaian pendekatan PISTEM terhadap murid berbeza jantina di sekolah. Selain itu, kajian ini juga merupakan satu inisiatif untuk membantu menentukan apakah faktor yang mungkin dapat mengubah trend semasa cara pemikiran kritis dan kreativiti murid lelaki dan perempuan dalam subjek STEM. Maka dengan itu, ia dapat dijadikan petunjuk dalam usaha menarik murid tanpa mengira jantina ke arah peningkatan pemikiran kritis dan kreativiti STEM di sekolah. Beberapa tindakan telah dilakukan bagi memastikan pendekatan kajian ini tidak 'bias jantina'. Justeru, pengubahsuaian terhadap pendekatan kajian ini telah dibuat untuk memastikan modul PISTEM Forensik mengaplikasikan arahan dan pedagogi seimbang-jantina bagi mengkaji kesannya terhadap tahap pemikiran kritis dan kreativiti saintifik STEM murid. Pengubahsuaian yang dibuat mengambil kira gaya pembelajaran dan definisi konseptual STEM lelaki dan perempuan sebagaimana yang dihuraikan dalam Bahagian 2.8.3. Selain itu, kandungan, konteks dan

penyampaian pembelajaran yang digunakan adalah relevan kepada murid lelaki dan juga murid perempuan. Dapatan kajian seterusnya boleh digunakan dalam peringkat perancangan program pendidikan yang baharu atau peningkatan program pendidikan sedia ada. Hasil daripada kajian ini boleh membantu murid lelaki dan perempuan untuk mempertimbangkan STEM sebagai pilihan subjek akademik atau kerjaya.

Kajian ini juga selain dari mengenal pasti kesan penggunaan PISTEM Forensik, ia turut menghasilkan satu modul yang dikenali sebagai Modul PISTEM Forensik. Modul ini bermanfaat kepada guru dan pendidik guru sebagai rujukan berguna dan alternatif kepada pendekatan pembelajaran Sains sedia ada. Ia juga dapat dijadikan sokongan kepada pembelajaran Sains formal dan informal di sekolah.

1.9 Definisi Operasional

Untuk mencapai objektif yang ditetapkan, penyelidik telah menggunakan definisi operasi berikut:

1.9.1 Pembelajaran Integrasi STEM

Kajian ini mengaplikasikan definisi pembelajaran integrasi STEM (PISTEM) sebagaimana yang diterangkan oleh Guzey, Moore dan Harwell (2016) iaitu PISTEM adalah usaha menggabungkan beberapa atau semua disiplin sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik ke dalam satu kelas, unit atau pelajaran yang berasaskan hubungan antara mata pelajaran tersebut dengan masalah dunia sebenar. PISTEM memerlukan murid mengambil bahagian dalam reka bentuk kejuruteraan sebagai cara untuk membangunkan teknologi melalui penerapan mata pelajaran sains dan/atau matematik (Guzey et.al, 2016). Dalam konteks kajian ini pendapat Guzey et al., (2016) dianggap paling ideal disebabkan unit-unit pembelajaran yang direka bentuk

merupakan kes-kes Sains Forensik dunia sebenar yang dapat diselesaikan melalui pengintegrasian konsep-konsep disiplin ilmu STEM yang berbeza.

1.9.2 Sains Forensik

Pyrek (2010) mendefinisikan Sains Forensik sebagai “aplikasi pengetahuan saintifik dalam sistem undang-undang”. Selain itu, Sains Forensik ditakrifkan sebagai satu bidang sains yang menjalankan kajian ke atas penyiasatan jenayah dengan menggunakan beberapa bidang ilmu seperti kimia, biologi, fizik, teknologi maklumat, dan sebagainya. Matlamat utama Sains Forensik adalah untuk mencari kenyataan di sebalik sesuatu kes. Sains Forensik dalam kajian ini merujuk kepada konteks bagi PISTEM iaitu pendekatan intervensi kajian ini. Kandungan kurikulumnya ialah aktiviti sains yang menggunakan pendekatan *hands-on* dalam meneroka isi pengetahuan ilmu kajian forensik seperti *fingerprinting*, *DNA evidence*, *drug testing*, *blood typing*, *chemical detection* dan lain-lain (Meeks, 2015) yang disesuaikan dengan isi kandungan Biologi, Fizik dan Kimia KBSM Tingkatan Empat dan Tingkatan Lima.

1.9.3 Tahap Pengintegrasian STEM Transdisiplin

Tahap pengintegrasian STEM terbahagi kepada tiga pendekatan iaitu multidisiplin, interdisiplin dan transdisiplin. Bagi tujuan kajian ini, pengintegrasian dilakukan melalui mekanisme pendekatan integrasi transdisiplin sebagaimana yang ditegaskan oleh Vasquez, Sneider, & Comer (2013) iaitu memfokuskan kepada kerelevanan pembelajaran murid dan kebolehan mereka untuk menggunakan pengetahuan dalam konteks dunia sebenar bagi mendapatkan pemahaman baharu. Ini bermaksud murid mensintesiskan pemahaman baharu melalui proses pembelajaran yang berasaskan kepada penyelesaian masalah dunia sebenar yang berlaku sekeliling

mereka. Ia menggerakkan murid untuk mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran daripada dua atau lebih disiplin STEM sepanjang proses penyelesaian masalah seterusnya membentuk pengalaman pembelajaran. Dalam kajian ini, kes jenayah forensik merupakan konteks masalah dunia sebenar yang digunakan.

1.9.4 Pemikiran Kritis (Ennis & Millman, 1985)

Ennis dan Millman, (1985) mendefinisikan konsep pemikiran kritis sebagai pemikiran reflektif dan munasabah yang memfokuskan proses untuk menentukan apa yang perlu dipercayai dan apa yang perlu dilakukan. Ennis dan Millman, (1985) berpendapat bahawa pemikiran kritis terhasil daripada interaksi di antara satu set disposisi dengan kemahiran kognitif seseorang individu. Proses membuat keputusan melibatkan penggunaan empat jenis kemahiran iaitu kemahiran asas, kemahiran inferens, kemahiran interpretasi dan kemahiran penyelesaian masalah. Definisi ini menyediakan asas teori dalam Ujian Pemikiran Kritis Cornell yang digunakan untuk mengukur kemahiran pemikiran kritis. Dalam kajian ini, pemikiran kritis diukur sebagai pencapaian dalam Ujian Pemikiran Kritis Cornell Tahap X (*Cornell Critical Thinking Test- Level X*) yang merangkumi empat konstruk a) membuat induksi b) membuat deduksi, c) mengenal pasti pemerhatian serta d) mengenal pasti andaian dan interpretasi.

1.9.5 Kreativiti Sainifik (Hu & Adey, 2002)

Kreativiti bidang Sains atau lebih dikenali sebagai kreativiti saintifik adalah berbeza dengan kreativiti umum. Kreativiti saintifik boleh dikenal pasti melalui tiga dimensi utama iaitu pemikiran kreatif, pengetahuan saintifik dan kemahiran inkuiri saintifik. Kreativiti saintifik bagi kajian ini ditakrifkan sebagai melakukan sains