

**PEMBINAAN MODUL PEMBELAJARAN STEM  
BERASASKAN CABARAN REKA BENTUK  
KEJURUTERAAN DAN KESANNYA KEPADA  
SIKAP DAN PENCAPAIAN PELAJAR**

**MOHD SHUKRI BIN MOHD ALI**

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**2020**

**PEMBINAAN MODUL PEMBELAJARAN STEM  
BERASASKAN CABARAN REKA BENTUK  
KEJURUTERAAN DAN KESANNYA KEPADA  
SIKAP DAN PENCAPAIAN PELAJAR**

oleh

**MOHD SHUKRI BIN MOHD ALI**

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

**November 2020**

## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Mengasihani...

Segala puji bagi Allah S.W.T. Kesyukuran tidak terhingga kepadaNya atas rahmat dan hidayahNya memberi petunjuk dan ilham serta kesihatan dan ruang waktu untuk menyelesaikan kajian dan penulisan tesis ini. Selawat dan salam juga ditujukan kepada Junjungan Besar Nabi Muhammad S.A.W. Semoga tesis ini dapat memberi sumbangan yang berguna kepada bidang penyelidikan khususnya dalam pendidikan STEM.

Setinggi-tinggi penghargaan dirakam buat Penyelia Utama, Profesor Madya Dr Mohd Ali bin Samsudin dan Penyelia Bersama Dr Nur Jahan binti Ahmad atas tunjuk ajar, kritikan dan kesabaran serta pengertian dalam membimbing saya sepanjang penyelesaian tesis ini. Penghargaan tidak terhingga juga ditujukan kepada Dr Asniza binti Ishak yang banyak membantu dan membimbing sehingga tesis ini dapat disiapkan. Begitu juga pihak pentadbiran, pensyarah dan seluruh kakitangan Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan dan juga Institut Pengajian Siswazah, Universiti Sains Malaysia yang telah memberikan peluang dan kemudahan dalam melaksanakan pengajian di institusi ini.

Terima kasih kepada pihak pengurusan dan rakan-rakan Kolej Matrikulasi Labuan dan Kolej Matrikulasi Pulau Pinang atas keizinan, kepercayaan dan sokongan padu yang diberi sepanjang melaksanakan pengajian ini. Kepada Bahagian Tajaan, Kementerian Pendidikan Malaysia, jutaan terima kasih atas bantuan kewangan sepanjang pengajian ini. Tidak dilupakan, rakan seperjuangan yang sentiasa menyokong di saat diperlukan terutama Aizul Fared, Adri, Rozaini, Kak Rohaya,

Kak Fadzilah, Kak Yus, Karwan, Akmam, Mazlan, Chin Huan, Shamimah dan Sathisha. Hanya Allah yang dapat membalas jasa yang telah kalian berikan.

Untuk ayah, Mohd Ali bin Yusof, Ibu yang amat dikasihi Nik Jah binti Abdullah, Isteri tersayang, Anida binti Abd Rashid serta putera puteri, Muhammad Danish Hakim, Faris Hakim, Faiz Hakim, Ahmad Farhan Hakim, Ahmad Fikri Hakim, Fahmy Hakim dan Fateen Falisha, jutaan terima kasih atas segala pengorbanan dan dorongan tidak berbelah bahagi serta pengertian dan kesabaran dalam memberi ruang dan peluang untuk terus bertahan dalam melalui liku-liku perjalanan PhD ini. Semoga Allah memberi balasan yang terbaik atas segala yang dicurahkan.

Akhirnya kepada semua yang membantu dan mendoakan, jasa kalian amat dihargai. Semoga kita semua dirahmati Allah dan mendapat kedudukan yang baik disisiNya.

Aaamiin... Aaamiin... Aaamiin... Ya Rabbal Aalamiin...

## SENARAI KANDUNGAN

<b>PENGHARGAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>SENARAI KANDUNGAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SENARAI JADUAL .....</b>	<b>x</b>
<b>SENARAI RAJAH.....</b>	<b>xvi</b>
<b>SENARAI SINGKATAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN.....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xxi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>BAB 1 PENGENALAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Latar Belakang Kajian.....	3
1.3 Pernyataan Masalah .....	10
1.4 Tujuan Kajian .....	14
1.5 Objektif Kajian.....	14
1.6 Soalan Kajian.....	16
1.7 Hipotesis Kajian.....	17
1.8 Signifikan Kajian .....	19
1.8.1 Signifikan kepada pelajar.....	19
1.8.2 Signifikan kepada penyelidik pembelajaran STEM.....	19
1.8.3 Signifikan kepada penyelidik Pendekatan Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB- CRBK) .....	20
1.8.4 Signifikan kepada guru .....	21
1.8.5 Signifikan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM).....	21
1.8.6 Signifikan kepada Teori.....	21
1.9 Definisi Operasi .....	22

1.9.1	Pembelajaran STEM.....	22
1.9.2	Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK).....	23
1.9.3	Sikap terhadap STEM.....	24
1.9.4	Pencapaian dalam topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	25
1.10	Batasan Kajian .....	25
1.11	Rumusan.....	27
<b>BAB 2</b>	<b>TINJAUAN LITERATUR .....</b>	<b>28</b>
2.1	Pendahuluan.....	28
2.2	Definisi STEM.....	28
2.3	Pembelajaran STEM .....	31
2.3.1	Tujuan Pembelajaran STEM .....	35
2.3.2	Cabaran Pembelajaran STEM.....	36
2.4	Reka Bentuk Kejuruteraan.....	41
2.4.1	Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan .....	43
2.4.2	Rasional kajian modul PSB-CRBK memberi fokus kepada Pembelajaran STEM berasaskan Konteks .....	45
2.5	Pembelajaran STEM berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK) .....	46
2.5.1	Ciri-ciri PSB-CRBK.....	47
2.5.2	Kajian Lepas mengenai PSB-CRBK .....	49
2.6	Perbandingan Pembelajaran Berasaskan Masalah (PBM), Pembelajaran Berasaskan Projek (PBP) dan Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK).....	52
2.7	Sikap Terhadap STEM.....	55
2.8	Kajian Lepas berkaitan Pencapaian Pelajar dalam Pembelajaran STEM.....	59
2.9	Kajian Lepas berkaitan Pencapaian dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	62
2.10	Kerangka Teori .....	65

2.10.1	Teori Ekspektasi-Nilai .....	65
2.10.1(a)	Nilai Faedah-Keseronokan.....	66
2.10.1(b)	Nilai Pencapaian.....	67
2.10.1(c)	Nilai Utiliti .....	68
2.10.1(d)	Kos Relatif .....	68
2.10.2	Teori Konstruktivis Sosial .....	72
2.11	Kerangka Konseptual PSB-CRBK.....	76
2.12	Rumusan .....	79
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>80</b>
3.1	Pendahuluan.....	80
3.2	Reka bentuk Kajian .....	80
3.3	Variabel Kajian .....	83
3.4	Ancaman Kesahan Reka Bentuk Kajian .....	83
3.5	Populasi dan Sampel Kajian .....	87
3.6	Pengumpulan Data .....	89
3.6.1	Soal Selidik Sikap Terhadap STEM (SSTS).....	91
3.6.2	Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	95
3.7	Analisis Data.....	97
3.8	Prosedur Kajian.....	98
3.8.1	Fasa I : Pembinaan Modul .....	98
3.8.2	Fasa II : Kajian Keberkesanan Modul .....	98
3.8.2(a)	Perbincangan dan Penyelarasan Intervensi.....	99
3.8.2(b)	Taklimat dan Latihan Bengkel bagi Guru.....	99
3.8.2(c)	Pentadbiran Ujian Pra .....	100
3.8.2(d)	Pelaksanaan intervensi.....	100
3.8.2(e)	Pentadbiran Ujian Pos .....	101
3.8.2(f)	Pentadbiran Ujian Pos Lanjutan.....	101

3.9	Matriks Kajian .....	104
3.10	Rumusan .....	105
<b>BAB 4 PEMBANGUNAN MODUL .....</b>		<b>106</b>
4.1	Pendahuluan.....	106
4.2	Model Reka Bentuk Pengajaran.....	106
4.3	Modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK) .....	110
4.4	Fasa-Fasa Pembinaan Modul PSB-CRBK .....	113
4.4.1	Fasa 1: Menganalisis Keperluan Pelajar .....	114
4.4.2	Fasa 2: Menyatakan objektif / kandungan / unit pembelajaran.....	123
4.4.3	Fasa 3: Pemilihan Kaedah, Bahan dan Media.....	144
4.4.4	Fasa 4: Menggunakan Bahan dan Media .....	151
4.4.5	Fasa 5: Melibatkan Pelajar .....	167
4.4.6	Fasa 6: Menilai dan Semak semula .....	175
	4.4.6(a) Kajian Rintis .....	175
	4.4.6(b) Menentukan Kesahan .....	181
	4.4.6(c) Penilaian Keberkesanan Modul Bersepadu PSB- CRBK .....	198
4.5	Rumusan .....	199
<b>BAB 5 DAPATAN KAJIAN .....</b>		<b>200</b>
5.1	Pendahuluan.....	200
5.2	Analisis Statistik Deskriptif Min Skor Soal Selidik Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Sikap Pelajar Terhadap STEM .....	202
5.3	Analisis Statistik Deskriptif Min Skor Ujian Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	207
5.4	Analisis Statistik inferensi Min Skor Soal Selidik Pra, Pos dan Pos Lanjutan bagi Sikap Pelajar Terhadap STEM .....	211
5.4.1	Dapatan Ujian MANOVA bagi Sikap Terhadap STEM .....	214



5.4.2	Analisis Kesan Utama Waktu Ujian ke atas Konstruk Sikap Terhadap Sains .....	218
5.4.3	Analisis Kesan Utama Waktu Ujian ke atas Konstruk Sikap Terhadap Matematik .....	223
5.4.4	Analisis Kesan Utama Waktu Ujian ke atas Konstruk Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi .....	227
5.5	Analisis Statistik Inferensi Min Skor Ujian Pra, Min Skor Ujian Pos dan Min Skor Ujian Pos Lanjutan Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	233
5.6	Analisis Statistik Peratusan Skor ‘Setuju’ dan ‘Sangat Setuju’ bagi Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Pelajar Terhadap STEM .....	239
5.6.1	Sikap Pelajar Terhadap Sains .....	239
5.6.2	Sikap Pelajar Terhadap Matematik .....	242
5.6.3	Sikap Pelajar Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi .....	245
5.7	Analisis Statistik Peratusan Skor ‘Betul’ dan ‘Salah’ bagi Ujian Pra, Ujian Pos dan Ujian Pos Lanjutan Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	248
5.8	Kesimpulan .....	251
5.9	Analisis Dapatan Temubual Pelajar dan Guru .....	253
5.10	Analisis Dokumen Pelajar .....	270
5.10.1	Analisis penyelesaian terbaik bagi Pembinaan Paku Elektromagnet .....	272
5.10.2	Analisis penyelesaian terbaik bagi Pemburu dan Monyet .....	277
5.10.3	Analisis penyelesaian terbaik bagi Pembinaan Keretapi Elektrik .....	280
5.10.4	Analisis penyelesaian terbaik bagi Penjana Elektrik Ubi Kentang .....	284
5.10.5	Analisis penyelesaian terbaik bagi Pembinaan Vakum Elektrik .....	288
5.10.6	Analisis penyelesaian terbaik bagi Pembinaan Penghawa Dingin Elektrik .....	292
5.10.7	Analisis garis aliran prestasi pelajar dalam memberikan penyelesaian terbaik .....	295

5.11	Kesimpulan.....	300
<b>BAB 6 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN .....</b>		<b>302</b>
6.1	Pendahuluan.....	302
6.2	Ringkasan Kajian .....	302
6.3	Ringkasan Dapatan Kajian .....	305
6.4	Perbincangan dapatan kajian .....	308
6.4.1	Pembinaan Modul PSB-CRBK .....	309
6.4.2	Kesan Modul PSB-CRBK pada Sikap Terhadap STEM.....	317
6.4.3	Kesan Modul PSB-CRBK terhadap Pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	324
6.5	Implikasi Kajian.....	330
6.5.1	Implikasi terhadap Teori.....	330
6.5.2	Implikasi terhadap Pelajar.....	332
6.5.3	Implikasi terhadap Guru .....	334
6.6	Sumbangan Kajian .....	337
6.7	Cadangan Kajian Lanjutan .....	338
6.8	Kesimpulan.....	340
<b>RUJUKAN .....</b>		<b>341</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## SENARAI JADUAL

	<b>Halaman</b>
Jadual 2.1	Konteks untuk Pendidikan STEM.....38
Jadual 2.2	Kecekapan STEM .....39
Jadual 2.3	Perbandingan PBM, PBP dan PSB-CRBK.....52
Jadual 3.1	Ancaman Luaran ke Atas Kesahan Dalam Reka Bentuk Kajian dan Cadangan atau Langkah Kawalan .....85
Jadual 3.2	Kandungan Soal Selidik Sikap Terhadap STEM Mengikut Konstruk (SSTS) .....92
Jadual 3.3	Kandungan Soal Selidik Sikap Terhadap STEM Mengikut Nilai Tugas Subjektif (SSTS) .....93
Jadual 3.4	Jadual spesifikasi item bagi Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....96
Jadual 3.5	Langkah-langkah Pelaksanaan Modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK) di Sekolah ..... 102
Jadual 3.6	Matriks Kajian..... 104
Jadual 4.1	Maklumat Responden Temu Bual Pembinaan Modul ..... 112
Jadual 4.2	Sikap Pelajar terhadap STEM..... 122
Jadual 4.3	Min skor ujian pra topik Keelektrikan dan Kemagnetan ..... 123
Jadual 4.4	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM 1 Modul PSB-CRBK dan Sukatan Fizik Tingkatan Enam MPM bagi Minggu 1..... 130
Jadual 4.5	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM 2 Modul PSB-CRBK dan Sukatan Fizik Tingkatan Enam MPM bagi Minggu 3..... 133
Jadual 4.6	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM 3 Modul PSB-CRBK dan Sukatan Fizik Tingkatan Enam MPM bagi Minggu 5..... 136
Jadual 4.7	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM 4 Modul PSB-CRBK dan Sukatan Fizik Tingkatan Enam MPM bagi Minggu 7..... 138

Jadual 4.8	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM 5 Modul PSB-CRBK dan Sukatan Fizik Tingkatan Enam MPM bagi Minggu 9 .....	140
Jadual 4.9	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM 6 Modul PSB-CRBK dan Sukatan Fizik Tingkatan Enam MPM bagi Minggu 11.....	142
Jadual 4.10	Unit Pembelajaran STEM, Bahan, Media dan Kaedah.....	150
Jadual 4.11	Pemetaan Unit Pembelajaran STEM, Bahan/Media dan Cara Penggunaan.....	152
Jadual 4.12	Penglibatan Pelajar Mengikut Minggu/Unit Pembelajaran STEM, Pengintegrasian STEM, Aktiviti Pelajar dan Penilaian .....	169
Jadual 4.13	Taburan Sampel Kajian Rintis Berdasarkan Jantina dan Bangsa .....	176
Jadual 4.14	Butiran Panel Penyemak dan Penilai Modul PSB-CRBK yang ditemubual.....	183
Jadual 4.15	Rumusan Ulasan dan Cadangan Panel serta Penambahbaikan dari Aspek Isi Kandungan Modul.....	189
Jadual 4.16	Rumusan Ulasan dan Cadangan Panel serta Penambahbaikan daripada Aspek Persembahan Modul.....	193
Jadual 4.17	Rumusan Ulasan dan Cadangan Panel serta Penambahbaikan dari Aspek Panduan Guru.....	196
Jadual 5.1	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum, Maksimum, Skewness dan Kurtosis Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Terhadap Sains .....	203
Jadual 5.2	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum dan Maksimum Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Terhadap Matematik .....	204
Jadual 5.3	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum dan Maksimum Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi.....	206
Jadual 5.4	Deskripsi Min, Sisihan Piawai, Minimum dan Maksimum Ujian Pra, Ujian Pos dan Ujian Pos Lanjutan Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	208
Jadual 5.5	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik Shapiro-Wilk Sikap Terhadap Sains .....	209

Jadual 5.6	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik Shapiro-Wilk Sikap Terhadap Matematik .....	210
Jadual 5.7	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik Shapiro-Wilk Sikap Terhadap Kejuruteraan dan teknologi .....	210
Jadual 5.8	Ujian Kenormalan Berasaskan Statistik Shapiro-Wilk Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	210
Jadual 5.9	Keputusan Ujian MANOVA untuk Min Skor Soal Selidik Sikap Terhadap STEM .....	215
Jadual 5.10	Keputusan Ujian Kesferaan Mauchly Sikap Terhadap STEM .....	216
Jadual 5.11	Keputusan Ujian Univariate Sikap Terhadap STEM .....	217
Jadual 5.12	Keputusan Ujian Multivariate untuk Min Skor Sikap Terhadap Sains .....	218
Jadual 5.13	Keputusan Ujian Kesferaan Mauchly Sikap Terhadap Sains .....	219
Jadual 5.14	Keputusan Ujian Univariate Sikap Terhadap Sains .....	220
Jadual 5.15	Keputusan Ujian Bonferroni Post Hoc Sikap Terhadap Sains .....	221
Jadual 5.16	Keputusan Ujian Estimated Marginal Means Sikap Terhadap Sains .....	222
Jadual 5.17	Keputusan Ujian Multivariate untuk Min Skor Sikap Terhadap Matematik.....	223
Jadual 5.18	Keputusan Ujian Kesferaan Mauchly Sikap Terhadap Matematik .....	224
Jadual 5.19	Keputusan Ujian Univariate Sikap Terhadap Matematik .....	224
Jadual 5.20	Keputusan Ujian Bonferroni Post Hoc Sikap Terhadap Matematik .....	225
Jadual 5.21	Keputusan Ujian Estimated Marginal Means Sikap Terhadap Matematik.....	226
Jadual 5.22	Keputusan Ujian Multivariate untuk Min Skor Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi.....	228
Jadual 5.23	Keputusan Ujian Kesferaan Mauchly Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi .....	229

Jadual 5.24	Keputusan Ujian Univariate Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi .....	229
Jadual 5.25	Keputusan Ujian Bonferroni Post Hoc Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi .....	230
Jadual 5.26	Keputusan Ujian Estimated Marginal Means Sikap Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi.....	231
Jadual 5.27	Keputusan Ujian Multivariate untuk Min Skor Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	234
Jadual 5.28	Keputusan Ujian Kesferaan Mauchly Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	235
Jadual 5.29	Keputusan Ujian Univariate Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	235
Jadual 5.30	Keputusan Ujian Bonferroni Post Hoc Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	236
Jadual 5.31	Keputusan Ujian Estimated Marginal Means Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan .....	237
Jadual 5.32	Keputusan Analisis Statistik Peratusan Skor ‘Setuju’ dan ‘Sangat Setuju’ bagi Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Pelajar Terhadap Sains.....	239
Jadual 5.33	Keputusan Analisis Statistik Peratusan Skor ‘Setuju’ dan ‘Sangat Setuju’ bagi Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Pelajar Terhadap Matematik.....	242
Jadual 5.34	Keputusan Analisis Statistik Peratusan Skor ‘Setuju’ dan ‘Sangat Setuju’ bagi Soal Selidik Pra, Soal Selidik Pos dan Soal Selidik Pos Lanjutan Sikap Pelajar Terhadap Kejuruteraan dan Teknologi.....	245
Jadual 5.35	Keputusan Analisis Statistik Peratusan Skor ‘Betul’ dan ‘Salah’ bagi Ujian Pra, Ujian Pos dan Ujian Pos Lanjutan Pencapaian Pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan.....	248
Jadual 5.36	Panduan penginterpretasian Kappa (Landis & Koch, 1977) .....	253
Jadual 5.37	Jumlah dokumen pelajar yang dianalisis .....	270

Jadual 5.38	Panduan Penginterpretasian Kappa (Landis & Koch, 1977) .....	271
Jadual 5.39	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran pertama .....	273
Jadual 5.40	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran kedua .....	274
Jadual 5.41	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran ketiga .....	275
Jadual 5.42	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran keempat .....	276
Jadual 5.43	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran pertama .....	278
Jadual 5.44	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran kedua .....	279
Jadual 5.45	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran ketiga .....	280
Jadual 5.46	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran pertama .....	281
Jadual 5.47	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran kedua .....	282
Jadual 5.48	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran ketiga .....	283
Jadual 5.49	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran pertama .....	284
Jadual 5.50	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran kedua .....	286
Jadual 5.51	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran ketiga .....	287
Jadual 5.52	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran keempat .....	288
Jadual 5.53	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran pertama .....	289
Jadual 5.54	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran kedua .....	290
Jadual 5.55	Peraturan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran ketiga .....	291

Jadual 5.56	Peratusan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran keempat .....	292
Jadual 5.57	Peratusan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran pertama .....	293
Jadual 5.58	Peratusan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran kedua .....	293
Jadual 5.59	Peratusan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran ketiga .....	294
Jadual 5.60	Peratusan penyelesaian terbaik pelajar PSB-CRBK untuk soalan cabaran keempat .....	295
Jadual 6.1	Rumusan Keputusan Ujian Hipotesis Kajian.....	306



## SENARAI RAJAH

	<b>Halaman</b>
Rajah 2.1	Hubungan antara Teori Ekspektasi-Nilai dengan sikap pelajar terhadap STEM..... 65
Rajah 2.2	Hubungan antara Teori Konstruktivis Sosial dengan pencapaian pelajar dalam Topik Keelektrikan dan Kemagnetan ..... 72
Rajah 2.3	Kerangka konseptual pembelajaran STEM berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK)..... 78
Rajah 3.1	Reka bentuk kajian Pra-eksperimen: Ujian Pra-Ujian Pos satu kumpulan..... 81
Rajah 3.2	Kaedah pensampelan bertujuan yang digunakan dalam kajian ..... 89
Rajah 4.1	Model cabaran reka bentuk kejuruteraan oleh NCETE (Sumber: Hynes et al., 2011) ..... 145
Rajah 5.1	Carta palang min skor soal selidik pra, min skor soal selidik pos dan min skor soal selidik pos lanjutan sikap terhadap sains..... 203
Rajah 5.2	Carta palang min skor soal selidik pra, min skor soal selidik pos dan min skor soal selidik pos lanjutan sikap terhadap matematik ..... 205
Rajah 5.3	Carta palang min skor soal selidik pra, min skor soal selidik pos dan min skor soal selidik pos lanjutan sikap terhadap kejuruteraan dan teknologi ..... 206
Rajah 5.4	Carta palang min skor ujian pra, min skor ujian pos dan min skor ujian pos lanjutan pencapaian pelajar dalam topik keelektrikan dan kemagnetan..... 208
Rajah 5.5	Prestasi setiap pelajar PSB-CRBK dalam memberikan penyelesaian..... 298
Rajah 5.6	Keputusan analisis garis aliran prestasi setiap pelajar PSB-CRBK dalam memberikan penyelesaian terbaik merentasi 22 soalan cabaran ..... 299
Rajah 6.1	Model ASSURE (Sumber : Smaldino et al., 2008)..... 309

## SENARAI SINGKATAN

ASSURE	<i>Analysis, State, Select, Utilize, Require and Evaluate</i>
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
BPK	Bahagian Pembangunan Kurikulum
BPK KPM	Bahagian Pembangunan Kurikulum Kementerian Pendidikan Malaysia
BPPDP	Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan
CVI	<i>Content Validation Index</i>
CRBK	Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan
FPK	Falsafah Pendidikan Kebangsaan
I-CVI	Kesahan kandungan item individu
JPN	Jabatan Pelajaran Negeri
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
KPT	Kementerian Pengajian Tinggi
KSSR	Kurikulum Standard Sekolah Rendah
MANOVA	<i>Multivariate analysis</i>
NGSS	<i>Next Generation Science Standard</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i>
NAEP	<i>National Assessment of Educational Progress</i>
NRC	<i>The National Research Council</i>
OECD	Pertubuhan bagi Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan
PAK-21	Pembelajaran Abad ke-21
PdP	Pengajaran dan Pembelajaran
PdPc	Pembelajaran dan Pemudahcaraan
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>

PIPP	Pelan Induk Pembangunan Pendidikan
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
PSB-CRBK	Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan
RBT	Reka Bentuk dan Teknologi
RBK	Reka Bentuk Kejuruteraan
RPH	Rancangan Pengajaran Harian
S-CVI	Kesahan kandungan skala keseluruhan
SSTS	Soal Selidik Sikap Terhadap STEM
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
TIMSS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
UTKK	Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan
ZPD	<i>Zon Proximal Development</i>

## SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK) [PANDUAN PELAJAR]
LAMPIRAN B	Modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK) [PANDUAN GURU]
LAMPIRAN Ci	Soal Selidik Sikap Terhadap STEM (SSTS)
LAMPIRAN Cii	Borang Kesahan Pakar bagi Kandungan Soal Selidik Sikap Terhadap STEM (SSTS)
LAMPIRAN Ciii	Ringkasan Komen Pakar bagi Soal Selidik Sikap Terhadap STEM (SSTS)
LAMPIRAN Civ	I-CVI & S-CVI bagi Soal Selidik Sikap Terhadap STEM (SSTS)
LAMPIRAN Cv	Nilai Cronbach Alpha bagi Soal Selidik Sikap Terhadap STEM (SSTS)
LAMPIRAN Di	Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan (UTKK)
LAMPIRAN Dii	Jawapan Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan (UTKK)
LAMPIRAN Diii	Borang Kesahan Pakar bagi Kandungan Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan (UTKK)
LAMPIRAN Div	Ringkasan Komen Pakar bagi Kandungan Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan (UTKK)
LAMPIRAN Dv	I-CVI & S-CVI bagi Kandungan Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan (UTKK)
LAMPIRAN Dvi	KR-20 Internal Consistency Reliability bagi Kandungan Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan (UTKK)
LAMPIRAN E	Borang Kesahan Pakar bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN Ei	Komen Pakar 1 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN Eii	Komen Pakar 2 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN Eiii	Komen Pakar 3 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK

LAMPIRAN Eiv	Komen Pakar 4 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN Ev	Komen Pakar 5 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN Evi	Komen Pakar 6 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN Evii	Komen Pakar 7 bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN F	Protokol Temubual Dibina untuk Mendapatkan Ulasan dan Cadangan Pakar, Guru dan Pelajar bagi Kandungan Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN G	Gambar-Gambar Aktiviti Modul PSB-CRBK
LAMPIRAN H	Plot Normal Q-Q Sikap terhadap STEM
LAMPIRAN I	Plot Normal Q-Q Pencapaian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan
LAMPIRAN J	Sijil-Sijil Penglibatan dalam Pendidikan STEM
LAMPIRAN K	Surat Kebenaran Menjalankan Kajian oleh Bahagian Perancangan Dasar dan Penyelidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia
LAMPIRAN L	Surat Kebenaran Menjalankan Kajian oleh Jabatan Pendidikan Negeri Kedah
LAMPIRAN M	Geran Penyelidikan Pendidikan STEM Program Pemindahan Ilmu Pelajar USM

**PEMBINAAN MODUL PEMBELAJARAN STEM BERASASKAN CABARAN  
REKA BENTUK KEJURUTERAAN DAN KESANNYA KEPADA SIKAP  
DAN PENCAPAIAN PELAJAR**

**ABSTRAK**

Kajian ini bertujuan untuk membina Modul Pembelajaran STEM dan mengkaji kesan penggunaan Modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan ke atas Sikap Pelajar terhadap STEM dan Pencapaian Pelajar bagi Topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam. Dalam kajian ini, modul PSB-CRBK dibina secara sistematik menggunakan model ASSURE. Kajian ini juga turut mengkaji sama ada terdapat perbezaan antara konstruk-construct sikap terhadap STEM, iaitu konstruk sikap terhadap sains, konstruk sikap terhadap matematik serta konstruk sikap terhadap kejuruteraan dan teknologi. Reka bentuk pra-eksperimen berbentuk ujian pra, ujian pos dan ujian pos lanjutan digunakan dalam kajian ini. Sampel kajian adalah seramai 36 orang pelajar Tingkatan Enam dan kajian dijalankan di salah sebuah sekolah di Daerah Kuala Muda/Yan, Kedah. Soal Selidik Sikap terhadap STEM dan Ujian Topik Keelektrikan dan Kemagnetan diguna untuk mengukur sikap pelajar terhadap STEM dan pencapaian pelajar dalam topik keelektrikan dan kemagnetan. Hipotesis kajian diuji secara statistik inferensi menggunakan ujian MANOVA dengan pengukuran berulang pada aras signifikan  $p=0.05$ . Keputusan ujian *multivariate* menunjukkan kesan utama waktu ujian yang signifikan bagi sikap terhadap STEM (Wilks' Lambda = 0.245,  $F(2, 34) = 52.365$ ,  $p=0.000$ ,  $\eta^2 = 0.755$ ) begitu juga kesan utama waktu ujian ke atas pencapaian pelajar dalam topik keelektrikan dan kemagnetan adalah signifikan (Wilks' Lambda = 0.357,  $F(2, 34) = 30.667$ ,  $p < 0.05$ , eta separa kuasa dua,  $\eta^2 = 0.643$ ). Dapatan kajian

menunjukkan bahawa penggunaan Modul PSB-CRBK mampu meningkat dan mengekalkan sikap positif pelajar terhadap STEM dan pencapaian pelajar dalam topik keelektrikan dan kemagnetan. Pengumpulan data kualitatif turut dibuat menerusi analisis dokumen pelajar dan temubual bagi mendapatkan penjelasan lebih terperinci tentang keberkesanan modul terhadap variabel kajian. Implikasi dapatan kajian ini mencadangkan bahawa penggunaan Modul PSB-CRBK wajar digunakan sebagai suatu bahan pembelajaran dalam STEM bagi meningkat dan mengekalkan sikap positif dan pencapaian pelajar. Saranan dan cadangan seperti mengenal pasti dan mengkaji hubungan yang wujud antara variabel-variabel juga boleh dilakukan dengan menggunakan analisis berbentuk *Partial Least Squares (PLS)* dan *Structural Equation Modeling (SEM)* bagi melihat sama ada terdapat hubungan antara variabel-variabel dalam kumpulan rawatan.

**DEVELOPING STEM LEARNING MODULE BASED ON ENGINEERING  
DESIGN CHALLENGE AND ITS EFFECT ON STUDENT'S ATTITUDE  
AND ACHIEVEMENT**

**ABSTRACT**

This research aims to develop STEM Learning Module and investigate the effect of STEM Learning Module based on Engineering Design Challenge on the attitude towards STEM and achievement in the topic of electricity and magnetism among Form Six student. In this study, PSB-CRBK modul has been developed systematically using ASSURE model. This research also investigates whether there are any significant difference in attitude construct towards STEM, such as, attitude construct towards science, attitude construct towards mathematics as well as attitude construct towards technology and engineering. Pre-experimental design with pre-test, post-test and delayed post-test were used in this research. Research sample consisted of 36 Form Six students and was conducted in one of school in Kuala Muda/Yan District, Kedah. The STEM Attitude Questionnaire and the Electricity and Magnetism Topics Test were used to measure students' attitude toward STEM and student achievement in the topics of electricity and magnetism. Research hypothesis was tested based on inferential statistic which used MANOVA test with repeated measurement at the level of significance  $p = 0.05$ . The results of the multivariate test showed a significant effect on the attitude towards STEM (Wilks' Lambda = 0.245,  $F(2, 34) = 52.365$ ,  $p = 0.000$ ,  $\eta^2 = 0.755$ ) as well as the main effect of test time on student achievement in the topic of electricity and magnetism was significant (Wilks' Lambda = 0.357,  $F(2, 34) = 30.667$ ,  $p = 0.000$ ,  $\eta^2 = 0.643$ ). Research findings showed there was an increase and positive retention towards Attitude and Achievement with the use of STEM Learning



Module Based on Engineering Design Challenge. Qualitative data collection was also conducted through the analysis of student documents and interviews to obtain a more detailed explanation of the effectiveness of the module on the study variables. The implication of this research suggests the use of STEM Learning Module Based on Engineering Design Challenge as a learning resource in STEM to enhance and retains the students'attitude and achievement. Recommendations and suggestions such as identifying and studying the relationships that exist between variables can also be done using Partial Least Squares (PLS) and Structural Equation Modeling (SEM) analysis to see if there are any relationships between variables in the treatment group.

# BAB 1

## PENGENALAN

### 1.1 Pendahuluan

STEM adalah singkatan yang digunakan dalam tahun 1990-an oleh *National Science Foundation* (NSF) dan menjadi label generik untuk program, amalan, acara atau dasar yang melibatkan satu atau lebih disiplin iaitu sains, matematik, kejuruteraan dan teknologi (Bybee, 2010). Pembelajaran STEM merujuk kepada pengintegrasian Teknologi dan Kejuruteraan dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) Matematik dan Sains dalam kurikulum sekolah (Sanders, 2012). Menurut Sanders (2009) pendekatan pembelajaran STEM adalah sebagai satu usaha untuk mengintegrasikan pengajaran dan pembelajaran antara dua subjek atau lebih tertakluk kepada komponen STEM di sekolah. Pengintegrasian STEM boleh berlaku sama ada Pengintegrasian Sains dengan Teknologi atau pengintegrasian Sains dengan Matematik atau pengintegrasian Sains dengan Kejuruteraan atau pengintegrasian Sains dengan Teknologi, Matematik dan Kejuruteraan (Bekker & Park, 2011).

Stohlmann, Moore, dan Roehrig (2012) mendapati bahawa pembelajaran STEM adalah gabungan sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik ke dalam pembelajaran yang berasaskan hubungan antara mata pelajaran dan masalah dunia sebenar. Menurut mereka, pembelajaran STEM boleh melibatkan pelbagai kelas tanpa perlu membabitkan semua empat disiplin STEM secara serentak. Sebagai contoh, semasa PdP sains, guru boleh menyediakan peluang kepada pelajar untuk mempelajari matematik, kejuruteraan dan teknologi semasa melalui proses sains di dalam kelas. Ini adalah selaras dengan pemerhatian Breiner (2012), sains tidak lagi dibezakan oleh garis-garis disiplin berbeza seperti biologi, kimia dan fizik supaya sains sebenar dan

kehidupan seharian tidak dipisahkan antara satu sama lain. Begitu juga untuk disiplin STEM yang lain seperti kejuruteraan, matematik dan teknologi. Kejuruteraan misalnya juga boleh memberikan peluang kepada pelajar untuk mempelajari matematik, sains dan teknologi semasa melalui beberapa proses reka bentuk kejuruteraan seperti program robotik yang diadakan selepas waktu sekolah (after school programme).

Di Malaysia, cadangan pengintegrasian STEM didorong oleh pencapaian sains dan matematik yang rendah dalam kalangan pelajar sekolah menengah (Kamisah Osman, et al., 2016; Kamaleswaran Jayarajah, Rohaida Mohd Saat, & Rose Amnah Abdul Rauf 2014). Pentaksiran antarabangsa terhadap tahap pencapaian sains dan matematik pelajar di Malaysia menunjukkan pencapaian pelajar adalah lemah. Pencapaian Malaysia dalam TIMSS antara tahun 1999 dan 2011 menunjukkan bahawa pencapaian pelajar adalah menurun. Keputusan tahun 2009 dalam PISA juga mencatatkan penurunan kepada takat satu pertiga bawah antara 75 negara yang terlibat, iaitu di bawah purata OECD (Sattar et al., 2015). Walau bagaimanapun dalam tahun 2015, pencapaian Malaysia dalam TIMSS menunjukkan peningkatan berbanding tahun sebelumnya tetapi masih dalam kategori penanda aras tahap rendah iaitu mencatat skor sebanyak 465 bagi matematik dan skor sebanyak 471 bagi sains. Begitu juga PISA menunjukkan peningkatan berbanding tahun sebelumnya tetapi min skor masih di bawah purata OECD. Menurut Laporan Awal Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2012) telah meletakkan pembelajaran STEM sebagai satu agenda yang penting dalam transformasi pendidikan bagi menyediakan generasi muda untuk menghadapi cabaran abad ke-21. Selari dengan perkembangan ini, maka, dalam konteks kajian ini, suatu modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dibangunkan dan dikaji keberkesananannya dari aspek pencapaian dan sikap terhadap STEM.

## 1.2 Latar Belakang Kajian

Pusat Perkembangan Kurikulum (2001) mengesan antara kelemahan dalam proses pengajaran dan pembelajaran tradisional di sekolah ialah kegagalan untuk membantu pelajar mencari perkaitan antara maklumat baru dengan pengalaman sedia ada di antara dunia sekolah dengan kehidupan seharian. Pelajar tidak dapat melihat kesinambungan apa yang mereka belajar di dalam kelas sains dengan situasi dunia sebenar menyebabkan mereka menjadi tidak berminat untuk belajar sains (Havice, 2015). Sebagai contoh, topik Keelektrikan dan Kemagnetan adalah penting dalam fizik. Topik ini memainkan peranan penting dalam memahami dunia di sekeliling kita (Maloney, O’Kuma, Hieggelke, & Heuvelen, 2001). Ia juga penting untuk teknologi terkini. Elektronik, penjana kuasa, dan sensor semua melibatkan Keelektrikan dan Kemagnetan. Walau bagaimanapun mata pelajaran fizik diajar secara terpisah dengan matematik dan teknologi (Cavlazoglu & Stuessy, 2017; Ceylan & Ozdilek, 2015). Sedangkan, kewujudan elemen kejuruteraan dan teknologi menerusi aspek cabaran reka bentuk kejuruteraan perlu bagi mendorong pembelajaran lebih konkrit yang bersifat *hands on* menerusi penghasilan reka bentuk produk berorientasi pengaplikasian konsep sains. Melalui pendekatan pengajaran sebegini menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan seterusnya pembelajaran itu lebih kekal dan diingati oleh pelajar kerana ia mempunyai kaitan dengan dunia sebenar. Hal ini dapat direalisasikan melalui penggunaan modul pembelajaran STEM yang dibina secara sistematik berdasarkan teori pembelajaran dan model reka bentuk pengajaran yang sesuai. Namun begitu, kebanyakan modul pembelajaran sedia ada yang dibina adalah tidak berasaskan kepada teori-teori pembelajaran yang sesuai dan juga tidak berpandukan model reka bentuk pengajaran yang sepatutnya.

Dapatan kajian lepas mendapati pelajar beranggapan bahawa sains adalah satu mata pelajaran yang susah dan abstrak (Kamisah, Zanaton & Lilia, 2007). Sikap negatif pelajar terhadap sains adalah disebabkan pendekatan pengajaran secara konvensional manakala sikap yang positif adalah terhasil daripada pendekatan pengajaran secara konstruktivis (Oh & Yager, 2004; Hacıeminoglu, 2016). Pelajar yang diberikan input saintifik yang terlalu banyak dalam suatu tempoh masa akan mempunyai sikap yang negatif terhadap sains dengan lebih tinggi (Hacıeminoglu, 2016). Oleh demikian, teknik dan gaya penyampaian ilmu sains tidak boleh dilakukan secara konvensional terutamanya melibatkan penyampaian satu hala sahaja. Pembelajaran satu hala menyebabkan pelajar tidak dapat mengembangkan kemahiran berfikir mereka malah menimbulkan rasa bosan yang akhirnya menyebabkan sikap pelajar terhadap sains menjadi negatif.

Dalam pembelajaran STEM, oleh sebab wujudnya pengintegrasian antara sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik, maka kajian tidak seharusnya tertumpu kepada sikap terhadap sains semata-mata, malah ia harus diperluaskan kepada sikap terhadap teknologi, kejuruteraan dan matematik. Mengikut kajian oleh Kuo Hung Tseng (2011), hal ini merujuk kepada sikap terhadap STEM. Ini bermakna apabila sebarang intervensi berkaitan pembelajaran STEM dilaksanakan, maka matlamat intervensi berkenaan bukan sahaja tertumpu kepada pemupukan sikap yang positif terhadap sains, malah merangkumi kejuruteraan, matematik dan teknologi (Abeera, 2015).

Banyak kajian telah dilakukan berkaitan sikap terhadap matematik (Di Martino & Zan, 2001; Ruffell, Mason & Allen, 2008; Nik Aziz Nik Pa, 2007; Yennah Juakim,

2013). Kajian menunjukkan bahawa sikap terhadap matematik cenderung menjadi lebih negatif apabila pelajar berganjak dari sekolah rendah ke sekolah menengah (McLeod, 2014). Secara umum, sikap terhadap matematik di dalam kelas adalah berkaitan dengan kualiti pengajaran dan iklim sosial-psikologi kelas tersebut (Nik Aziz Nik Pa, 2007). Yenna Juakim (2013) mendapati terdapat hubungan antara sikap terhadap matematik dengan pencapaian dalam matematik. Matematik adalah subjek penting bagi pelajar kejuruteraan kerana matematik sering digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam fizik dan kejuruteraan serta menyelesaikan masalah di luar suasana pembelajaran yang asal (Mehmet, 2012).

Kebimbangan terhadap sikap pelajar yang kurang mengambil subjek kejuruteraan dan teknologi di sekolah telah membawa kepada pelbagai inisiatif untuk menggalakkan sains, kejuruteraan dan teknologi di sekolah-sekolah (Sneider, 2012). Justeru itu, banyak kurikulum sekolah memberi penekanan dan pendedahan kepada pelajar berkaitan kejuruteraan dan integrasi sains dengan kejuruteraan (Cunningham & Hester, 2007). Namun begitu, program-program sekolah antaranya seperti bidang nanoteknologi, robotik, avionik dan elektro-optik menunjukkan pengurangan penglibatan pelajar dan minat terhadap kejuruteraan dan teknologi (Massachusetts Department of Education, 2006). Di United Kingdom khususnya, pengenalan subjek kejuruteraan dan teknologi ke dalam kurikulum kebangsaan di peringkat sekolah telah mendorong kepada keperluan untuk meningkatkan kajian ke atas sikap pelajar terhadap kejuruteraan dan teknologi (Asunda & Mativo, 2015). Bybee (2013) mendapati bahawa ramai pelajar menyatakan kebimbangan tentang kerjaya masa depan sebelum meninggalkan sekolah. Penemuan ini mengukuhkan lagi kepentingan bagi menggalakkan sebarang inisiatif yang boleh meningkatkan sikap pelajar sekolah terhadap kejuruteraan dan teknologi. Carlson dan Sullivan (2004) menyatakan

pengambilan yang rendah bagi mata pelajaran kejuruteraan dan teknologi sebagai salah satu kebimbangan kerana ia menunjukkan bahawa pelajar kurang berminat terhadap mata pelajaran tersebut. Walau bagaimanapun, kajian mereka tidaklah menunjukkan bahawa pelajar mempunyai sikap yang sangat negatif terhadap kejuruteraan dan teknologi. Kajian oleh Keefe (2010) menunjukkan penurunan dalam kecenderungan terhadap subjek kejuruteraan dan teknologi semasa sekolah menengah dan penurunan ini turut juga berlaku di peringkat prauniversiti (Apedoe, Reynolds, Ellefson, & Schunn, 2008; Moore, Glancy, Tank, Kersten, Smith, Karl, & Stohlmann, 2014a).

Pengajaran sains konvensional masih mengekalkan pemindahan fakta tanpa berusaha untuk menggalakkan pelajar supaya aktif dalam pembelajaran (Chiappetta, Koballa & Collette, 1998; Kamisah, Zanaton & Lilia, 2007). Penglibatan pelajar secara aktif di dalam pembelajaran telah dibuktikan dapat memupuk minat pelajar untuk mempelajari sains, menanam sikap saintifik yang positif dalam diri mereka dan seterusnya membawa kepada peningkatan pencapaian pelajar (Kamisah, Zanaton & Lilia, 2007). Oleh demikian, tanggapan bahawa mata pelajaran sains ialah suatu yang membosankan dan terlalu abstrak (Bell, Lewenstein, Shouse, & Feder, 2009) perlu dikikis dari diri pelajar melalui pengalaman pembelajaran yang lebih realistik dengan dunia sebenar dan melalui penglibatan secara aktif pelajar semasa proses pembelajaran itu berlaku.

Sebaliknya, pendekatan pengajaran tradisional sering dikaitkan dengan pencapaian yang rendah dan pelajar berisiko iaitu secara langsung mereka ini tidak dapat mencapai matlamat program pendidikan (Aschbacher, 2010). Menurut sumber Pembangunan Pendidikan 2001-2010, salah satu punca masalah ini adalah kerana majoriti guru masih menggunakan kaedah pengajaran tradisional yang kurang menarik

minat dan tidak mampu merangsang proses pembelajaran pelajar di dalam mata pelajaran tersebut (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2001). Malah strategi pengajaran ini juga dikenal pasti menjadi punca para pelajar lemah akademik atau berisiko menjadi kurang bermotivasi terhadap pelajaran yang dikendalikan secara tradisional (Zaidatol Akmaliah, 2005).

Havice (2009) mengklasifikasikan bahawa pengajaran secara tradisional melibatkan penggunaan buku teks dan kaedah pengkuliahan sahaja. Morrison, Ross dan Kemp (2007) menyatakan bahawa peralatan dalam kelas tradisional dilengkapi dengan barisan kerusi dan meja berserta dengan papan tulis di hadapannya. Menurut Hussain, Azeem dan Shakoor (2011) pula, pengajaran dan pembelajaran secara tradisional merupakan kaedah 'kapur dan cakap' atau kaedah menggunakan transperansi (OHP), manakala media yang digunakan adalah buku bercetak. Dalam kajian mereka, pengajaran tradisional merupakan kaedah penyampaian guru bagi mata pelajaran fizik, menggunakan peralatan yang lazim terdapat di semua sekolah seperti papan hitam, kapur tulis dan buku teks fizik.

Barcelona (2014) dalam kajian beliau mendapati bahawa terdapat keperluan segera untuk memberi tumpuan kepada pembelajaran STEM yang harus cenderung untuk 'merangsang', memupuk sikap, pencapaian dan kemajuan dalam pembelajaran STEM. Ini adalah perlu kerana dalam dunia serba mencabar, dikelilingi oleh teknologi canggih yang dinamik dalam jangka masa yang singkat. Lagipun, ia penting supaya melahirkan generasi inovatif yang hebat, berkeyakinan terhadap kemampuan untuk mereka cipta, dan dengan itu dapat membuat sumbangan yang signifikan dalam dunia sekeliling mereka (Capraro & Han, 2014; Carr, Bennett, & Strobel, 2012; Chae, Purzer, & Cardella, 2010).



Pembelajaran STEM diwujudkan bertujuan menghasilkan suatu pembelajaran bermakna melalui integrasi pengetahuan, konsep dan kemahiran secara sistematik. Selain itu, pembelajaran STEM mampu meningkatkan kecekapan pelajar dalam bidang STEM apabila menceburi kerjaya dalam bidang itu kelak selain meningkatkan kefahaman pelajar terhadap kerja-kerja saintifik dan kejuruteraan (Ricks, 2006; Kilgore, Atman, Yasuhara, Barker, & Morozov, 2007). Antara rasional kajian berkaitan pembelajaran STEM dijalankan adalah meningkatkan pencapaian dalam pembelajaran, sikap terhadap pelajaran dan meningkatkan pembelajaran secara berterusan (Ravitz, 2010; Wang & Degol, 2013). Ini kerana pengajaran yang menggabungkan beberapa bidang pembelajaran mampu mempercepatkan proses kefahaman pelajar (Purzer, Goldstein, Adams, Xie, & Nourian, 2015; Kuo Hung Tseng, 2011). Melalui pembelajaran STEM, ia menyediakan peluang pembelajaran secara hands on supaya dapat menarik minat pelajar dan menyedari bahawa mempelajari STEM boleh memberikan keseronokan, relevan dan dapat memperkayakan pengetahuan pelajar (Jo Anne Vasquez, 2013).

Pembelajaran STEM memerlukan integrasi berlaku antara mata pelajaran sains, matematik, kejuruteraan dan teknologi (STEM). Integrasi ini memerlukan pelajar melakukan aktiviti yang boleh melibatkan mata pelajaran STEM misalnya melalui penghasilan sesuatu produk. Justeru, proses pembelajaran yang berlaku bukan secara hafalan sebaliknya melibatkan aktiviti yang menghubungkan kandungan pelbagai disiplin dalam satu tema (Drake, 2004). Manakala, menurut Carla (2012) pembelajaran STEM yang berfokuskan pelajar dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang mencabar dan menyeronokkan. Terdapat pelbagai cara untuk melaksanakan pembelajaran STEM. Salah satu daripadanya adalah menerusi Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan.

Pembelajaran Berasaskan Cabaran menyediakan rangka kerja yang efektif dan efisien untuk belajar sambil menyelesaikan cabaran dunia sebenar (Nichols, Cator & Torres, 2016). Rangka kerja ini adalah secara hands on dan kolaboratif yang menuntut pelajar untuk mengenal pasti idea utama, menyelesaikan cabaran, memperolehi pengetahuan secara mendalam, membangunkan kemahiran abad ke-21 dan berkongsi pendapat mereka dengan dunia luar.

Rangka kerja Pembelajaran Berasaskan Cabaran muncul dari projek Apple Classrooms of Tomorrow-Today (ACOT2) dimulakan pada tahun 2008 untuk mengenal pasti prinsip-prinsip reka bentuk yang penting dalam persekitaran pembelajaran abad ke-21 (Nichols Cator & Torres, 2016). Bermula dengan prinsip-prinsip reka bentuk ACOT2, Apple Inc. bekerjasama dengan tokoh-tokoh pengajar untuk membangunkan dan menguji Pembelajaran Berasaskan Cabaran. Pembelajaran Berasaskan cabaran dibina berdasarkan pembelajaran berasaskan pengalaman dan bersandar kepada sejarah pendidikan serta idea-idea yang progresif (Nichols et al., 2016). Rangka kerja ini dibina berdasarkan idea-idea inovatif daripada dunia pendidikan, media, teknologi, hiburan, rekreasi, tempat kerja dan masyarakat. Pembelajaran Berasaskan Cabaran mula diperkenalkan di kalangan staf syarikat gergasi komputer *Apple Inc.* yang diadaptasi daripada prinsip-prinsip pembelajaran berasaskan masalah (Nichols et al., 2016). Pembelajaran Berasaskan Cabaran menyediakan pengalaman pembelajaran berkumpulan untuk berhadapan dengan cabaran tugas, menganalisis cabaran, mencadangkan penyelesaian dan mengambil tindakan bagi memenuhi cabaran yang dikemukakan (Nichols et. al., 2016). Manakala pembelajaran STEM melalui kaedah cabaran reka bentuk kejuruteraan menurut Eisenkraft (2011), pelajar dapat menghargai bahawa terdapat banyak idea dan pendekatan untuk menyelesaikan masalah kompleks dengan lebih daripada satu

penyelesaian yang mungkin dan banyak alat serta perwakilan boleh digunakan dengan pelbagai cara untuk menghasilkan produk.

### **1.3 Pernyataan Masalah**

Berdasarkan kajian lepas, didapati pelajar sukar memahami konsep fizik bagi topik Keelektrikan dan Kemagnetan (Savelsbergh, de Jong, & Ferguson-Hessler, 2011; Pollock & Chasteen, 2009; Chabay & Sherwood, 2006; Maloney et al., 2001; McDermott & Shaffer, 1992). Topik ini terdapat dalam Huraian Sukatan Pelajaran Fizik Tingkatan Enam, penggal kedua sesi pembelajaran. Subtopik yang terdapat dalam topik ini adalah elektrostatik, kapasitor, arus elektrik, litar arus terus, medan magnet, aruhan elektromagnet dan litar arus ulang alik (HSP Fizik Tingkatan Enam, Majlis Peperiksaan Malaysia, 2012). Ia juga menjadi asas kepada teknologi terkini seperti dalam pembuatan keretapi elektrik, penggunaan kren mengangkut kontena di pelabuhan, loceng elektrik, suis geganti dan dan lain-lain yang sering digunakan dalam kehidupan seharian. Walau bagaimanapun, ramai pelajar mendapati pembelajaran topik ini adalah sangat sukar termasuk mereka yang pandai dalam pembelajaran mekanik (McDermott & Shaffer, 1992; Chabay & Sherwood, 2006).

Kajian oleh Sadaghiani (2011) mendapati penggunaan interaktiviti telah meningkatkan kadar kefahaman dan menarik perhatian sebanyak 75% berbanding dengan 40% apabila mereka melihat dan mendengar dan 20% sahaja dari apa yang mereka lihat. Pelajar menghadapi masalah iaitu mereka tidak dapat mengimajinasikan perkaitan di antara gerakan cas dalam medan elektrik seragam dengan Hukum Coulomb (Singh, 2006). Contohnya ialah mereka tidak dapat menggambarkan bagaimana daya bertindak ke atas satu cas elektron yang bergerak secara seranjang dalam medan elektrik seragam menyebabkan ia dipesongkan sama ada ke arah plat

logam positif atau negatif. Disebabkan keadaan ini menurut Thorpe (2010), pelajar akan mengambil jalan keluar seperti berputus asa atau tidak mencuba untuk memahami konsep tersebut.

Justeru, konsep abstrak yang terdapat di dalam topik seperti Keelektrikan dan Kemagnetan tidak dapat disampaikan dengan sempurna jika guru hanya menggunakan pendekatan pengajaran berpusatkan guru (Fullan & Langworthy, 2013). Konsep-konsep abstrak yang terdapat dalam topik tersebut memerlukan pendekatan pembelajaran yang sesuai seperti berpusatkan pelajar, melibatkan pelajar secara aktif dalam kumpulan, terdapat aktiviti hands on dan mencabar minda (Meneghetti, De Beni & Cornoldi, 2007).

Dari sudut pandangan kognitif, ia tidak sukar untuk memahami mengapa topik Keelektrikan dan Kemagnetan mencabar untuk pelajar. Sebagai perbandingan, dalam topik mekanik banyak konsep penting seperti daya, halaju dan pecutan berkait rapat dengan pengalaman seharian dan situasi yang melibatkan objek seperti kereta, bola dan bot boleh dilihat dalam kehidupan seharian. Walau bagaimanapun dalam topik ini, ia adalah kali pertama pelajar melalui pengalaman yang abstrak dan pengiraan matematik yang kompleks. Banyak konsep seperti elektron, medan elektrik dan kuasa elektrik adalah mikroskopik dan tidak kelihatan (Chabay & Sherwood, 2006).

Menurut Pollock (2009), topik Keelektrikan dan Kemagnetan diajar dengan terlalu cepat dan menghabiskan sebahagian besar topik melalui kaedah hafalan. Konsep fizik seperti cas, kuasa elektrik dan fluks magnet sering diajar dalam minggu pertama kursus. Pelajar biasanya belum mempunyai cukup pendedahan dan pengalaman dengan konsep-konsep ini ditambah pula dengan kerumitan pengiraan matematik yang semakin abstrak. Hukum Gauss adalah contoh subtopik yang

menunjukkan kesukaran pelajar dalam pembelajaran Keelektrikan dan Kemagnetan (Chabay & Sherwood, 2006; Pepper, Chasteen, Pollock, & Perkins, 2010; Singh, 2006).

Gerace dan Beatty (2005) menyatakan apa yang penting dalam penyelesaian masalah fizik ialah tumpuan hendaklah diberi kepada konsep asas dan strategi penyelesaian masalah. Sebelum membuat pengiraan yang sebenar, pelajar perlu meneliti konsep asas dan strategi yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah. Setelah penyelesaian dibuat, pelajar perlu menyemak dan meneliti cara bagaimana konsep asas dan strategi digunakan dalam menyelesaikan masalah (Gerace, 2001). Adalah diketahui umum bahawa pelajar menghadapi masalah dengan topik Keelektrikan dan Kemagnetan di peringkat pra universiti (Maloney et. al, 2001). Berbeza dengan mekanik newton, sangat sedikit kajian yang telah dilakukan mengenai kefahaman pelajar terhadap konsep kemagnetan. Dalam topik Keelektrikan dan Kemagnetan, kajian banyak tertumpu kepada yang konsep paling asas, seperti litar elektrik mudah (Engelhard & Beichner, 2004; McDermott, Shaffer, 2002).

Eisenkraft (2010) mengkonsepsikan pembelajaran fizik sebagai pembelajaran yang melibatkan ruang dan geometri. Pembelajaran STEM menurut Yarker dan Park (2012) yang melibatkan aktiviti berkumpulan, ruang dan geometri, dan penghasilan produk membolehkan pelajar menganalisa sesuatu konsep fizik secara lebih mendalam dan berkesan. Ini seterusnya menyediakan peluang kepada pelajar untuk menghayati konsep fizik berkenaan secara lebih nyata yang mempunyai persamaan dengan situasi kehidupan sebenar.

Walau bagaimanapun, dalam pengajaran tradisional pelajar tidak disediakan modul dan pendekatan pengajaran yang sesuai (Hussain, Azeem dan Shakoor, 2011) dan masa serta amalan yang mencukupi untuk memahami dan membezakan konsep-konsep ini dan menggunakannya dengan betul. Ramai pelajar tidak dapat hubungkan fizik dengan matematik dan memahami fizik yang terlibat apabila kalkulus yang terlibat adalah mencabar. Mereka sering menghafal koleksi ungkapan algebra dan menggunakannya dalam ujian tanpa memahami sama ada ia boleh digunakan dan mengapa ia boleh digunakan dalam keadaan tertentu dan tidak dalam keadaan lain lantas menyumbang kepada kesukaran untuk memahami konsep ini.

Justeru, selaras dengan objektif pembelajaran STEM untuk membangunkan pemikiran merentas disiplin (National Research Council, 2012), adalah dicadangkan pendekatan Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan sebagai salah satu pendekatan yang sesuai dalam pembelajaran STEM.

Apabila berhadapan dengan cabaran STEM, individu berpengalaman dan kumpulan yang berjaya; akan memanfaatkan sumber-sumber dalaman dan luaran, membangunkan pelan dan bergerak ke hadapan untuk mencari penyelesaian terbaik. Sepanjang jalan, terdapat percubaan, kegagalan, kejayaan dan kesan daripada tindakan. Dengan menambah cabaran persekitaran pembelajaran hasilnya adalah kesungguhan, semangat, dan pemilikan ilmu yang bermakna oleh pelajar. Oleh yang demikian, wujud keperluan untuk membina modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan.

#### **1.4 Tujuan Kajian**

Tujuan kajian ini adalah untuk membina modul dan mengkaji kesan penggunaan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan ke atas Sikap pelajar terhadap STEM dan pencapaian pelajar bagi topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

#### **1.5 Objektif Kajian**

Objektif khusus kajian ini ialah:

- 1) Membina modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dengan tujuan untuk meningkatkan Sikap terhadap STEM dan pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
- 2) Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan untuk pelajar Tingkatan Enam bagi meningkatkan Sikap terhadap STEM yang merangkumi:
  - a. Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dalam meningkatkan Sikap terhadap Sains dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
  - b. Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dalam meningkatkan Sikap terhadap Matematik dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
  - c. Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dalam meningkatkan Sikap

terhadap Kejuruteraan dan Teknologi dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

- 3) Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan untuk pelajar Tingkatan Enam dalam memberi kesan pengekalan ke atas Sikap terhadap STEM yang merangkumi:
  - a. Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dalam memberi kesan pengekalan ke atas Sikap terhadap Sains dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
  - b. Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dalam memberi kesan pengekalan ke atas Sikap terhadap Matematik dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
  - c. Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dalam memberi kesan pengekalan ke atas Sikap terhadap Kejuruteraan dan Teknologi dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
- 4) Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan untuk meningkatkan pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.
- 5) Menilai keberkesanan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan terhadap pengekalan pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.



## 1.6 Soalan Kajian

Berdasarkan objektif khusus kajian, berikut merupakan persoalan kajian yang ingin dikaji:

- (i) Bagaimana modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan dapat dibina dengan tujuan untuk meningkatkan Sikap terhadap STEM dan pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam?
- (ii) Adakah penggunaan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan untuk pelajar Tingkatan Enam memberi kesan dalam meningkatkan Sikap terhadap STEM yang merangkumi:
  - a. Sikap terhadap Sains?
  - b. Sikap terhadap Matematik?
  - c. Sikap terhadap Kejuruteraan dan Teknologi?
- (iii) Adakah penggunaan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan untuk pelajar Tingkatan Enam memberi kesan pengekalan ke atas Sikap terhadap STEM yang merangkumi:
  - a. Sikap terhadap Sains?
  - b. Sikap terhadap Matematik?
  - c. Sikap terhadap Kejuruteraan dan Teknologi?
- (iv) Adakah penggunaan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan memberi kesan dalam meningkatkan pencapaian topik

Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam?

- (v) Adakah penggunaan modul Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan memberi kesan pengekal terhadap pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam?

### 1.7 Hipotesis Kajian

Persoalan kajian (i) tidak mempunyai hipotesis yang diuji. Ini adalah kerana persoalan kajian (i) akan dijawab menerusi satu bab yang akan menghuraikan pembinaan modul kajian berdasarkan kepada reka bentuk model pengajaran. Justeru, hipotesis yang diuji hanya merujuk kepada persoalan kajian (ii), (iii), (iv) dan (v) sahaja kerana ia memerlukan pengutipan data kuantitatif yang akan dianalisis menggunakan ujian statistik inferensi.

Bagi persoalan kajian (ii), berikut adalah hipotesis utama,  $H_{02}$  yang diuji pada aras signifikan 0.05;

$H_{02}$ : Tidak terdapat kesan utama yang signifikan oleh waktu ujian (pra, pos, pos lanjutan) terhadap min skor soal selidik Sikap terhadap STEM dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

Secara spesifik, berikut adalah tiga subhipotesis bagi  $H_{02}$  yang diuji

$H_{02a}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos Sikap terhadap Sains dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

$H_{02b}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos Sikap terhadap Matematik

dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

$H_{02c}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pra dan soal selidik pos Sikap terhadap Kejuruteraan dan Teknologi dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

Bagi persoalan kajian (iii), berikut adalah hipotesis utama,  $H_{03}$  yang diuji pada aras signifikan 0.05;

$H_{03}$ : Tidak terdapat kesan utama yang signifikan oleh waktu ujian (pra, pos, pos lanjutan) terhadap min skor soal selidik Sikap terhadap STEM dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

Secara spesifik, berikut adalah tiga subhipotesis bagi  $H_{03}$  yang diuji

$H_{03a}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan Sikap terhadap Sains dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

$H_{03b}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan Sikap terhadap Matematik dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

$H_{03c}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor soal selidik pos dan soal selidik pos lanjutan Sikap terhadap Kejuruteraan dan Teknologi dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

Bagi persoalan kajian (iv), berikut adalah hipotesis utama,  $H_{04}$  yang diuji pada aras signifikan 0.05;

$H_{04}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pra dan ujian pos pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

Bagi persoalan kajian (v), berikut adalah hipotesis utama,  $H_{05}$  yang diuji pada aras signifikan 0.05;

$H_{05}$ : Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pos dan ujian pos lanjutan pencapaian topik Keelektrikan dan Kemagnetan dalam kalangan pelajar Tingkatan Enam.

## **1.8 Signifikan Kajian**

### **1.8.1 Signifikan kepada pelajar**

Kajian adalah signifikan kepada pelajar kerana melalui proses intervensi dan soal selidik yang dijawab, pelajar dapat menilai sama ada mereka mempunyai sikap yang positif atau tidak terhadap STEM dan seterusnya dapat mengambil tindakan yang sewajarnya untuk menambahkan minat dalam mata pelajaran tersebut. Pelajar mendapat pengalaman baru dalam mempelajari mata pelajaran sains menerusi Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan yang mana boleh juga diaplikasikan dalam mata pelajaran yang lain.

### **1.8.2 Signifikan kepada penyelidik pembelajaran STEM**

Hasil dapatan ini juga adalah signifikan kepada para penyelidik yang ingin mengkaji secara mendalam berkaitan pembelajaran STEM. Hasil dapatan yang diperoleh boleh dijadikan rujukan dan panduan untuk penyelidik seterusnya bagi meneruskan kajian dalam aspek lain berkaitan pembelajaran STEM. Mengajar fizik

dalam konteks STEM menjadikan pembelajaran lebih nyata dan autentik kerana menurut Jolly (2014) ia memberi tumpuan kepada isu-isu dan masalah dunia sebenar.

### **1.8.3 Signifikan kepada penyelidik Pendekatan Pembelajaran STEM**

#### **Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK)**

Penggunaan modul PSB-CRBK yang berpusatkan pelajar, dengan aktiviti berkumpulan dan mencabar minda, guru bertindak sebagai pemudah cara dalam membantu pelajar (Eisenkraft, 2011) bagi memahami konsep yang mereka perlukan dalam menyelesaikan masalah Fizik (Hussain, Azeem & Shakoor, 2011). PSB-CRBK menggabungkan pembangunan kemahiran peribadi pelajar dan juga menggalakkan kreativiti (Hynes, Portsmore, Dare, Milto, Rogers, & Hammer, 2011). Pengintegrasian subjek-subjek STEM adalah bertujuan meningkatkan kefahaman pelajar, meningkatkan pencapaian dan membantu pelajar melihat apa yang dipelajari itu adalah relevan (Hoachlander & Yanofsky, 2011; Jo, Cary & Michael, 2013).

PSB-CRBK adalah pedagogi induktif yang membolehkan pelajar untuk mengenal pasti masalah sebenar yang menarik minat mereka dan kemudian belajar apa yang mereka perlu tahu untuk menyelesaikan masalah ini (Becker, Mentzer & Park, 2012). Maklumat yang diperolehi hasil daripada PSB-CRBK ini ialah dapat memberikan ingatan jangka panjang dan membuatkan pelajar berasa seperti kerja sekolah mereka mempunyai tujuan dan lebih bermakna. Menurut Carr dan Strobel (2011), proses PSB-CRBK bermula dengan idea yang besar dan luas kepada yang berikut: satu persoalan yang penting, sumber-sumber, cabaran, membimbing soalan, aktiviti, pelaksanaan, penyelesaian, penilaian, refleksi dan penerbitan. Hynes et al. (2011) menyatakan bahawa PSB-CRBK adalah pengalaman pembelajaran kolaboratif iaitu guru dan pelajar bekerjasama untuk belajar tentang isu-isu menarik dan pelajar

membuat refleksi ke atas pembelajaran mereka. Semasa pembelajaran PSB-CRBK, pelajar mempunyai autonomi menghasilkan dan membentangkan projek kumpulan dengan memberi tumpuan lebih kepada kerjasama ahli kumpulan.

#### **1.8.4 Signifikan kepada guru**

Hasil dapatan kajian juga adalah signifikan kepada guru yang mengajar mata pelajaran sains atau mata pelajaran STEM yang lain. Hasil dapatan kajian dapat memberikan gambaran kepada guru-guru di Malaysia berkaitan sikap dan pencapaian pelajar apabila menggunakan pendekatan Pembelajaran Berasaskan Cabaran STEM. Oleh demikian, hasil dapatan dapat digunakan untuk tujuan penambahbaikan PdP dan membantu mengubah sikap pelajar terutamanya terhadap mata pelajaran STEM.

#### **1.8.5 Signifikan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM)**

Kajian ini adalah signifikan kepada Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) yang mana maklumat tentang sikap terhadap STEM dan pencapaian pelajar dalam topik keelektrikan dan kemagnetan dapat diketahui. Seterusnya, tindakan susulan dapat diambil oleh KPM bagi merancang kursus yang sesuai bagi menyediakan guru-guru yang berkemahiran untuk mengintegrasikan pembelajaran STEM.

#### **1.8.6 Signifikan kepada Teori**

Kajian ini memfokuskan Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan melalui pembelajaran di luar waktu sekolah adalah signifikan kerana kebanyakan kajian atau penulisan yang mengupas isu-isu berkaitan pembelajaran STEM merujuk kepada pelaksanaan dalam bilik darjah. Namun menurut Barcelona (2014), pembelajaran STEM tidak seharusnya menumpukan kepada

pembelajaran dalam bilik darjah sahaja, sebaliknya juga haruslah lebih fleksibel yang mana ia boleh disesuaikan dengan unit pembelajaran yang ingin dipelajari dan juga aktiviti yang boleh dilaksanakan. Pembelajaran STEM yang bersifat retorik untuk dilaksanakan di dalam bilik darjah didapati kurang berjaya. Dalam kebanyakan masa, penglibatan pelajar dalam aktiviti berkumpulan dan konteks kehidupan seharian amat kurang (Bartholomew, 2015). Becker, Mentzer dan Park (2012) mendapati tidak banyak bimbingan yang ada dari segi teori untuk menentukan jenis pedagogi yang bersesuaian untuk pembelajaran STEM.

Hynes et al. (2011) menghujahkan bahawa garis panduan untuk pembelajaran STEM perlu dibuat dengan pertimbangan yang wajar dengan memikirkan segala teori dan kerangka pembelajaran STEM itu sendiri, bukan dengan hanya memilih mana-mana aktiviti berkenaan STEM sebagai pengisian sahaja. Justeru kajian ini adalah signifikan kerana turut menyediakan garis panduan pelaksanaan pembelajaran STEM yang dapat melibatkan pelajar dalam kebolehan reka bentuk kejuruteraan sebagai pelengkap kepada kebolehan dan pemahaman piawaian siasatan saintifik.

## **1.9 Definisi Operasi**

Dalam kajian ini terdapat beberapa istilah yang memberikan pengertian yang lebih mendalam bagi menjelaskan lagi tentang kajian ini:

### **1.9.1 Pembelajaran STEM**

STEM merupakan akronim bagi pembelajaran atau praktis profesional bagi bidang sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (Kamaleswaran et al., 2014). Pembelajaran STEM merupakan suatu pendekatan bagi meneroka proses Pdp melibatkan dua atau lebih komponen STEM (Rahayu, Syafril, Othman, Halim, &

Erlina, 2018). Kajian ini mengaplikasikan definisi pembelajaran STEM sebagaimana yang diterangkan oleh Moore, Johnson, Peters-Burton, dan Guzey (2016) iaitu dalam kajian ini, pembelajaran STEM membawa maksud pemerolehan pengetahuan fizik yang diaplikasi dalam situasi dunia sebenar bagi menghasilkan produk. Oleh yang demikian, apabila pengetahuan fizik ini diaplikasikan dalam situasi dunia sebenar bagi menghasilkan produk, maka ia akan melibatkan proses pengukuran dan pengiraan (matematik) bagi mereka bentuk produk (kejuruteraan) dan membangunkan produk (teknologi). Justeru, penglibatan elemen matematik, kejuruteraan dan teknologi berlaku semasa proses pembelajaran fizik yang merupakan satu cabang ilmu sains.

### **1.9.2 Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan (PSB-CRBK)**

Pembelajaran STEM Berasaskan Cabaran Reka Bentuk Kejuruteraan menurut Carr dan Strobel (2011) adalah pembelajaran STEM yang diintegrasikan dengan kaedah cabaran reka bentuk kejuruteraan. Kaedah cabaran reka bentuk kejuruteraan ini terdiri daripada sembilan langkah iaitu mengenal pasti masalah, mengkaji masalah, membangunkan penyelesaian, memilih penyelesaian terbaik, membina prototaip, menguji dan menilai penyelesaian, memaparkan penyelesaian, mereka bentuk semula dan memuktamadkan reka bentuk. Justifikasi memilih definisi oleh Carr dan Strobel (2011) kerana pembelajaran STEM memerlukan pelajar mengambil bahagian dalam reka bentuk kejuruteraan sebagai cara untuk membangunkan teknologi melalui penerapan mata pelajaran sains dan matematik (Moore et al., 2016). Sebagai contoh, modul pembelajaran STEM dalam kajian ini menyediakan unit-unit pembelajaran yang direka bentuk melibatkan konsep fizik dipelajari di dalam kelas yang relevan dengan dunia sebenar dapat diselesaikan melalui pengintegrasian konsep-konsep



disiplin ilmu STEM yang berbeza. Justeru, kajian ini adalah melibatkan pembelajaran STEM berasaskan konten dan juga konteks secara bersama.

### **1.9.3 Sikap terhadap STEM**

Sikap merupakan penerimaan atau penolakan orang terhadap sesuatu perkara (Unfried, Faber, Stanhope, & Wiebe, 2015; Mahsa Kazemppour, 2014). Sikap ditakrifkan sebagai cara pelajar berfikir atau perasaan berkaitan dengan sains (Velloo, Rahimah, & Rozalina, 2015). Sikap merujuk kepada tahap kesediaan untuk bertingkah laku dengan ciri-ciri tertentu secara tekak (Mahsa Kazemppour, 2014). Mahsa Kazemppour (2014) mendefinisikan sikap sebagai tingkah laku seseorang sama ada positif atau negatif terhadap sesuatu objek. Justifikasi memilih definisi sikap terhadap STEM seperti yang dinyatakan oleh Mahsa Kazemppour (2014) adalah kerana ia selari dengan item-item yang terdapat dalam Soal Selidik Sikap terhadap STEM. Kesediaan untuk bertingkah laku dengan ciri-ciri tertentu secara tekak adalah berkaitan dengan Nilai Faedah-Keseronokan, Nilai Pencapaian, Nilai Utiliti dan Kos Relatif. Dalam kajian ini, sikap terhadap STEM merujuk kepada sikap terhadap Sains, sikap terhadap Matematik, sikap terhadap Kejuruteraan dan Teknologi.

Definisi sikap terhadap STEM dalam kajian ini adaptasi daripada kajian Topcu (2010), Zacharia dan Barton (2004), dan Osborne, Simon, dan Collins, (2003) iaitu kepercayaan dan nilai yang wujud terhadap STEM. Sikap terhadap STEM adalah sifat yang dipelajari oleh seorang individu baik secara aktif atau secara pengalaman dan boleh menerima perubahan (Zacharia & Barton, 2004). Sikap terhadap STEM diukur menggunakan instrument yang dibina oleh instrumen yang dibina oleh Unfried et al. (2015). Unfried et al. (2015) membahagikan sikap terhadap STEM di dalam instrumen beliau kepada tiga konstruk iaitu (i) sikap terhadap Sains, (ii) sikap terhadap