

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN
KEBERKESANAN MANUAL ELEKTROKIMIA
BAGI MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP
ELEKTROKIMIA, KEMAHIRAN PENAAKULAN
SAINTIFIK SERTA MOTIVASI PELAJAR**

MUNARATUL AINI BINTI YAHAYA

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2020

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN
KEBERKESANAN MANUAL ELEKTROKIMIA
BAGI MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP
ELEKTROKIMIA, KEMAHIRAN PENAAKULAN
SAINTIFIK SERTA MOTIVASI PELAJAR**

oleh

MUNARATUL AINI BINTI YAHAYA

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

November 2020

PENGHARGAAN

Alhamdulillah dengan izin Allah swt. dapat juga saya siapkan tesis ini yang bertajuk “Pembangunan dan Penilaian Keberkesanan Manual Elektrokimia Bagi Meningkatkan Pemahaman Konsep Elektrokimia, Kemahiran Penaakulan Saintifik Serta Motivasi Pelajar” Saya juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Nooraida Binti Yakob kerana bimbingan dan tunjuk ajar sepanjang saya menjalankan kajian ini. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga juga kepada ibu (Pn. Anisah Binti Abdul Mutalib), bapa (En. Yahaya Bin Ibrahim) dan anak-anak saya (Muhammad Thaqif Wafiy Bin Muhammad Shukri Al Hafiz & Nur Hannan Wania Binti Muhammad Shukri Al Hafiz) yang dikasihi. Juga, kepada semua yang terlibat dalam menjayakan kajian ini, jasa kalian tidak akan saya lupakan. Terima kasih juga yang tidak terhingga atas kerjasama pihak USM, MARA, KPM, JPN Perak dan Kedah kerana membenarkan saya masuk ke MRSM untuk menjalankan kajian ini. Sekian, terima kasih.

SENARAI KANDUNGAN

PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SINGKATAN	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latar Belakang Kajian	3
1.3 Penyataan Masalah	16
1.4 Tujuan Kajian	21
1.4.1 Objektif Kajian	21
1.4.2 Soalan Kajian	22
1.4.3 Hipotesis Kajian	22
1.5 Kepentingan Kajian	23
1.6 Batasan Kajian	24
1.7 Definisi Operasional	25
1.7.1 Elektrokimia	25
1.7.2 Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia	26
1.7.3 Motivasi Belajar (MB)	26
1.7.4 Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS)	26
1.7.5 Struktur perdebatan Toulmin (1958)	27
1.7.6 Penerapan Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS) dalam Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia	27

1.7.7	Manual Elektrokimia.....	28
1.8	Kesimpulan	28
BAB 2 TINJAUAN LITERATUR		29
2.1	Pengenalan	29
2.2	Elektrokimia.....	29
2.3	Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia	32
2.4	Motivasi Belajar	41
2.5	Kemahiran Penaakulan Sainifik.....	43
2.6	Penerapan Kemahiran Penaakulan Sainifik dalam Proses Pembelajaran Kimia	50
2.7	Teori-teori PDP Yang Berkaitan.....	55
2.7.1	Teori Kognitif Jerome Bruner (1915) Berkaitan Pemahaman Konsep	56
2.7.2	Teori Paul R. Pintrich Berkaitan Motivasi (1990).....	59
2.7.3	Teori Anton (Tony) Lawson (2000) Berkaitan Kemahiran Penaakulan Sainifik.....	63
2.7.4	Kerangka Teori Kajian.....	67
2.7.5	Kerangka Konsep Kajian	68
2.8	Penilaian Keberkesanan Manual Sebagai Media Pengajaran	72
2.9	Kesimpulan	76
BAB 3 METODOLOGI DAN PEMBANGUNAN MANUAL ELEKTROKIMIA		77
3.1	Pengenalan	77
3.2	Reka bentuk Kajian	77
3.3	Populasi dan Sampel Kajian.....	80
3.3.1	Teknik Pensampelan	81
3.4	Kesahan eksperimental.....	82
3.4.1	Ancaman Kesahan Dalaman	82
3.4.2	Ancaman Kesahan Luaran	84

3.5	Variabel Kajian	86
3.5.1	Variabel Tidak Bersandar	86
3.5.2	Variabel Bersandar (VBs).....	86
3.6	Bahan Pengajaran.....	86
3.6.1	Manual Elektrokimia Tingkatan 4	87
3.6.2	Buku Teks Terbitan KPM.....	87
3.7	Instrumen Kajian.....	88
3.7.1	Ujian Pemahaman Konsep Elektrokimia	88
3.7.2	Ujian Kemahiran Penaakulan Saintifik.....	93
3.7.3	Ujian Tahap Motivasi Belajar	94
3.8	Kesahan Instrumen Kajian	95
3.8.1	Ujian Pemahaman Konsep Elektrokimia	95
3.8.2	Ujian Kemahiran Penaakulan Saintifik.....	96
3.8.3	Motivasi Belajar	97
3.9	Reka bentuk Pengajaran (<i>Instructional Design</i>)	98
3.9.1	Model Reka bentuk Pengajaran Dick dan Carey (1996).....	99
3.9.2	Model Reka bentuk Pengajaran ADDIE.....	101
3.9.3	Model Reka bentuk Pengajaran ASSURE	104
3.9.4	Perbandingan antara Model Reka bentuk Pengajaran Dick dan Carey, ASSURE dan ADDIE.....	107
3.9.5	Pembangunan Manual Elektrokimia Tingkatan 4 - Langkah-Langkah Pembangunan Manual Elektrokimia Berasaskan Model Reka bentuk Pengajaran Dick & Carey (Dick dan Carey, 1996).....	109
3.10	Kajian Rintis	152
3.11	Prosedur Kajian Lapangan	152
3.12	Kebolehpercayaan Instrumen Kajian	154
3.13	Teknik Analisis Data.....	156
3.13.1	Ujian-t Sampel Bebas.....	156

3.13.2	Ujian Analisis Multivariat Kovarians, MANCOVA (<i>Multivariate Analysis of Covariance</i>).....	157
3.14	Kesimpulan	158
BAB 4	DAPATAN KAJIAN.....	160
4.1	Pengenalan	160
4.2	Analisis Statistik Deskriptif	161
4.2.1	Analisis Statistik Deskriptif bagi Ujian Pra Kumpulan Kawalan dan Eksperimen.....	161
4.2.2.	Analisis Statistik Deskriptif bagi Ujian Pasca bagi Kumpulan Kawalan dan Eksperimen.....	162
4.3	Taburan Frekuensi dan Normaliti	163
4.3.1	Taburan Frekuensi dan Normaliti bagi Ujian Pra dan Pasca bagi Kumpulan Kawalan.....	163
4.2.2	Taburan Frekuensi dan Normaliti bagi Ujian Pra dan Pasca bagi Kumpulan Eksperimen.....	166
4.4	Analisis Statistik Inferensi	169
4.4.1	Andaian MANCOVA	169
4.4.1(a)	Kesetaraan Kumpulan (Ujian t).....	171
4.4.1(b)	Variabel Bersandar yang diukur dalam skala selang atau nisbah mestilah lebih daripada satu.	172
4.4.1(c)	Variabel Bebas mengandungi sekurang-kurangnya dua kumpulan (kategori).....	173
4.4.1(d)	Ketidakbergantungan Pemerhatian (<i>independent observation</i>).....	173
4.4.1(e)	Ujian Normaliti.....	173
4.4.1(f)	Ujian Kehomogenan Matrik Kovarians.....	174
4.4.1(g)	Kesamaan Varians	174
4.4.1(h)	Lineariti Data.....	175
4.4.1(i)	Normaliti bagi Multivariat.....	177
4.4.1(j)	Kehomogenan Keluk Regresi (<i>Homogeneity of Regression Slopes</i>).....	178

4.4.2	Ujian MANCOVA	180
4.4.2(a)	Soalan kajian utama:.....	181
4.4.2(b)	Sub soalan kajian:.....	182
4.4.2(c)	Sub soalan kajian:.....	186
4.4.2(d)	Sub soalan kajian:.....	189
4.5	Kesimpulan	192
BAB 5 PERBINCANGAN		193
5.1	Pengenalan	193
5.2	Ringkasan Dapatan Kajian.....	193
5.3	Perbincangan.....	197
5.3.1	Kesan ME Ting. 4 Terhadap PK Elektrokimia Pelajar	197
5.3.2	Kesan ME Ting. 4 Terhadap KPS Pelajar.....	204
5.3.3	Kesan Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 Terhadap Motivasi Belajar (MB) Pelajar	211
5.4	Implikasi Kajian	214
5.4.1	Implikasi Kajian Kepada Teori	214
5.4.2	Implikasi Kajian Kepada Amalan	218
5.5	Cadangan Kajian Lanjutan.....	220
5.6	Penutup.....	222
SENARAI RUJUKAN		224
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

Muka Surat

Jadual 1.1	Miskonsepsi dalam kalangan pelajar sekolah menengah melibatkan tiga aras kefahaman konsep Elektrokimia.....	19
Jadual 2.1	Analisis Soalan Berkaitan Elektrokimia Mengikut Tahun 2006 – 2014	31
Jadual 2.2	Dua Pendekatan Utama Bagi Penaakulan Sainifik	54
Jadual 2.3	Definisi konsep bagi dimensi kognitif dalam penaakulan Kimia.....	55
Jadual 2.4	Skema Penskoran Tahap Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS).....	66
Jadual 2.5	Enam komponen Toulmin.....	70
Jadual 3.1	Reka bentuk Kajian Kuasi Eksperimental.....	78
Jadual 3.2	Perbandingan Kumpulan Kawalan dan Eksperimen Bagi Kajian Ini	79
Jadual 3.3	Ancaman Kesahan Dalaman, Penerangan serta Kaedah Pengawalannya Dalam Kajian Ini.....	82
Jadual 3.4	Ancaman Kesahan Luaran yang Mungkin Wujud Dalam Kajian Ini, Penerangan serta Kaedah Pengawalannya.....	84
Jadual 3.5	Taburan Soalan Mengikut Taksonomi Bloom Asal (1956) Bagi Ujian Elektrokimia Tingkatan 4 Kertas 1	89
Jadual 3.6	Taburan Soalan Mengikut Taksonomi Bloom Asal (1956) Bagi Ujian Elektrokimia Tingkatan 4 Kertas 2	90
Jadual 3.7	Hirarki Kognitif Taksonomi Bloom Dengan Kata Kunci.....	92
Jadual 3.8	Taburan Soalan Mengikut Aspek Bagi Ujian Kemahiran Penaakulan Sainifik yang Diutarakan oleh Lawson (2000)	93
Jadual 3.9	Taburan Soalan Mengikut Aspek Bagi Ujian Strategi Pembelajaran Bermotivasi	94

Jadual 3.10	Perbandingan antara ketiga-tiga model iaitu ADDIE, ASSURE dan Reka bentuk Pengajaran Dick & Carey (1996).....	107
Jadual 3.11	Petikan Beberapa Istilah yang Terkandung Dalam Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 yang Disusun Daripada Mudah ke Sukar.....	115
Jadual 3.12	Petikan Enam Struktur Perdebatan Toulmin (1958) Dalam Pengaplikasian Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) Pada Halaman 30 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	116
Jadual 3.13	Petikan Aspek-aspek Teori Pembentukan Konsep Bruner (1973) Khusus Bagi Mengenalpasti Jenis-jenis Ion yang Akan Dinyahcaskan di Katod dan Anod Pada Halaman 50 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	118
Jadual 3.14	Petikan Aspek-aspek yang Digunakan Dalam Pembelajaran Teori Pembentukan Konsep Bruner (1973) Secara Umum Pada Halaman 29 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	124
Jadual 3.15	Petikan Aspek-aspek Kemahiran Penaakulan Saintifik Lawson (2000) Pada Halaman 28 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	125
Jadual 3.16	Petikan Beberapa Aspek Struktur Perdebatan Toulmin (1958) Secara Umum Pada Halaman 29 & 30 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	125
Jadual 3.17	Petikan Beberapa Aspek Menggunakan Struktur Perdebatan Toulmin (1958) Bagi Mendapatkan Hasil di Anod Pada Halaman 43 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	129
Jadual 3.18	Petikan Beberapa Aspek Struktur Perdebatan Toulmin (1958) Bagi Mendapatkan Hasil di Anod Pada Halaman 41 Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 (Panduan Guru).....	133
Jadual 3.19	Aspek yang Digunakan Untuk Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Berdasarkan Teori Pembentukan Konsep Bruner (1973).....	136
Jadual 3.20	Ringkasan Komen Panel Penilai Terhadap Instrumen Kajian.....	138
Jadual 3.21	Penambahbaikan Yang Dibuat Berdasarkan Komen Panel Penilai.....	142

Jadual 3.22	Tentatif Pelaksanaan Program Elektrokimia Tingkatan 4 Bagi Kedua-dua Kumpulan Kawalan dan Eksperimen Pada Setiap Minggu Yang Terlibat.....	153
Jadual 3.23	Jadual Matrik Penyelidikan.....	158
Jadual 4.1	Data Deskriptif Ujian Pra - Motivasi Belajar (MB), Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS) dan Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Bagi Kumpulan Kawalan dan Eksperimen.....	161
Jadual 4.2	Data Deskriptif Ujian Pasca - Motivasi Belajar (MB), Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS) dan Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Bagi Kumpulan Kawalan dan Eksperimen.....	162
Jadual 4.3	Nilai Skewness dan Kurtosis Ujian Pra - dan Pasca - Motivasi Belajar (MB), Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS) dan Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Bagi Kumpulan Kawalan	165
Jadual 4.4	Taburan Frekuensi Ujian Pra - dan Pasca - Motivasi Belajar (MB), Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS) dan Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Bagi Kumpulan Eksperimen.....	168
Jadual 4.5	Keputusan Ujian t Sampel Bebas Yang Menunjukkan Kesetaraan Kumpulan	171
Jadual 4.6	Keputusan Kesetaraan Varians dan Kovarians	174
Jadual 4.7	Keputusan Ujian Levene Bagi Kesamaan Varians	175
Jadual 4.8	Ujian Kesan Antara-Subjek Bagi Kehomogenan Keluk Regresi (Homogeneity of Regression Slopes) dengan Variabel Bersandar Pasca MB	178
Jadual 4.9	Ujian Kesan Antara-Subjek Bagi Kehomogenan Keluk Regresi (Homogeneity of Regression Slopes) dengan Variabel Bersandar Pasca KPS	179
Jadual 4.10	Ujian Kesan Antara-Subjek Bagi Kehomogenan Keluk Regresi (Homogeneity of Regression Slopes) dengan Variabel Bersandar Pasca PK Elektrokimia.....	180
Jadual 4.11	Keputusan Ujian MANCOVA - Ujian Multivariat (Multivariate Tests) Bagi Ujian Pra Motivasi Belajar (MB), Ujian Pra Kemahiran Penaakulan Sainifik (KPS) dan Ujian Pra Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Ting. 4	182

Jadual 4.12	Keputusan Kesan Antara-Subjek Bagi Ujian Pasca Motivasi Belajar (MB) dalam kumpulan Eksperimen dan kawalan.....	184
Jadual 4.13	Keputusan Ujian MANCOVA - Anggaran Min Marginal (Estimated Marginal Means) Bagi Ujian Pasca Motivasi Belajar (MB).....	185
Jadual 4.14	Keputusan Ujian MANCOVA - Perbandingan Berpasangan (Pairwise Comparison) Bagi Ujian Pasca Motivasi Belajar (MB).....	185
Jadual 4.15	Keputusan Kesan Antara-Subjek Bagi Ujian Pasca Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) dalam kumpulan Eksperimen dan kawalan.....	187
Jadual 4.16	Keputusan Ujian MANCOVA - Anggaran Min Marginal (Estimated Marginal Means) Bagi Ujian Pasca Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS).....	188
Jadual 4.17	Keputusan Ujian MANCOVA - Perbandingan Berpasangan (Pairwise Comparison) Bagi Ujian Pasca Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS).....	188
Jadual 4.18	Keputusan Kesan Antara-Subjek Bagi Ujian Pasca PK Elektrokimia dalam kumpulan Eksperimen dan Kawalan.....	190
Jadual 4.19	Keputusan Ujian MANCOVA - Anggaran Min Marginal (Estimated Marginal Means) Bagi Ujian Pasca PK Elektrokimia.....	191
Jadual 4.20	Keputusan Ujian MANCOVA - Perbandingan Berpasangan (Pairwise Comparison) Bagi Ujian Pasca Motivasi Belajar (MB), Ujian Pasca Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) dan Ujian Pasca Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Ting. 4.....	191
Jadual 4.21	Rumusan Dapatan Kajian.....	192
Jadual 5.1	Aspek-aspek Pembentukan Konsep Bruner Bagi Mengenalpasti Jenis Ion Yang Dinyahcaskan di Katod dan Anod.....	198

SENARAI RAJAH

Muka Surat

Rajah 1.1	Tiga Aras Perwakilan dalam Kimia (Johnstone, 1991)	5
Rajah 1.2	Tiga aras kefahaman Kimia (Bradley, 2014)	6
Rajah 1.3	Hubungkait ketiga-tiga peringkat perwakilan dalam Kimia iaitu makroskopik, mikroskopik dan simbolik (Hong, 2018)	7
Rajah 1.4	Model Kemahiran Berfikir dan Strategi Berfikir (KBSB) dalam Sains (KPM, 2012)	9
Rajah 2.1	Struktur perdebatan Toulmin dan komponen soalan yang perlu dijawab (Lee & Lin, 2005)	49
Rajah 2.2	Aspek-aspek keperluan yang mesti dipertimbangkan dalam mengelaskan sesuatu objek atau peristiwa ke dalam sesuatu kategori atau konsep (Bruner, 1973)	56
Rajah 2.3	Kemahiran Penaakulan Saintifik dalam Ujian Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) (Lawson, 1978)	65
Rajah 2.4	Kerangka Teori Kajian	68
Rajah 2.5	Kerangka Konsep Kajian	72
Rajah 3.1	Perbezaan Taksonomi Bloom dan Taksonomi Anderson (KPM, 2014)	91
Rajah 3.2	Model Reka bentuk Pengajaran Dick dan Carey (1996) (Tyler et al., 2018)	99
Rajah 3.3	Model ADDIE (Ganesan, 2015)	103
Rajah 3.4	Model ASSURE (Heinrich et al., 1993)	106
Rajah 3.5	Petikan rajah Sel Elektrolisis larutan Kuprum(II) sulfat, CuSO_4 pada halaman 48 ME Ting. 4 (Panduan Guru)	118
Rajah 3.6	Petikan rajah pemerhatian bagi proses elektrolisis larutan Kuprum(II) sulfat, CuSO_4 pada halaman 55 ME Ting. 4 (Panduan Pelajar)	120

Rajah 3.7	Petikan pengenalan dalam ME Ting. 4 (Panduan Guru) halaman 16 berkaitan objektif umum dan khusus.....	123
Rajah 3.8	Petikan rajah pada halaman 13 ME Ting. 4 (Panduan Pelajar) berkaitan ciri-ciri perbezaan Sel Elektrolisis dan Kimia serta konsep umum yang terbentuk	127
Rajah 3.9	Petikan rajah Sel Elektrolisis bagi larutan Kuprum(II) sulfat, CuSO_4 pada halaman 16 ME Ting. 4 (Panduan Pelajar)	128
Rajah 3.10	Petikan rajah proses-proses yang berlaku dalam Sel Elektrolisis/ Kimia pada halaman 28 ME Ting. 4 (Panduan Pelajar)	130
Rajah 3.11	Petikan rajah Sel Elektrolisis leburan Plumbum(II) bromida, PbBr_2 pada halaman 14 ME Ting. 4 (Panduan Pelajar)	132
Rajah 3.12	Petikan contoh jawapan bagi penerapan Teori Pembentukan Konsep Bruner (1973) dalam pembelajaran Elektrokimia Ting. 4 yang terdapat pada halaman 38 dalam ME Ting. 4 (Panduan Guru).....	134
Rajah 3.13	Model Reka bentuk Pengajaran Dick & Carey (1996)	151
Rajah 4.1	Taburan frekuensi bagi Ujian Pra dan Pasca MB bagi kumpulan kawalan	163
Rajah 4.2	Taburan frekuensi bagi Ujian Pra dan Pasca KPS bagi kumpulan kawalan	164
Rajah 4.3	Taburan frekuensi bagi Ujian Pra dan Pasca PK Elektrokimia bagi kumpulan kawalan.....	164
Rajah 4.4	Taburan frekuensi bagi Ujian Pra dan Pasca MB bagi kumpulan eksperimen	166
Rajah 4.5	Taburan frekuensi bagi Ujian Pra dan Pasca KPS bagi kumpulan eksperimen	167
Rajah 4.6	Taburan frekuensi bagi Ujian Pra dan Pasca PK Elektrokimia bagi kumpulan eksperimen.....	167
Rajah 4.7	Graf scatterplot skor Ujian Pra Motivasi Belajar (MB) melawan skor Ujian Pasca Motivasi Belajar (MB) bagi kumpulan kawalan dan eksperimen.	176

Rajah 4.8	Graf scatterplot skor Ujian Pra Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) melawan skor Ujian Pasca Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) bagi kumpulan kawalan dan eksperimen.	176
Rajah 4.9	Graf scatterplot skor Ujian Pra Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia melawan skor Ujian Pasca Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia bagi kumpulan kawalan dan eksperimen.	177
Rajah 5.1	Contoh soalan Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Ting. 4 yang dijawab berpandukan struktur perdebatan Toulmin (1958)	202
Rajah 5.2	Penerapan unsur Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) dalam Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 yang telah dibangunkan	207
Rajah 5.3	Petikan halaman 42 Manual Elektrokimia (ME) Tingkatan 4 (Pelajar) yang mengandungi penaakulan kombinasi dan korelasi berdasarkan aspek KPS Lawson	209
Rajah 5.4	Petikan halaman 42 Manual Elektrokimia (ME) Tingkatan 4 (Pelajar) yang mengandungi jawapan penaakulan kombinasi dan korelasi berdasarkan aspek KPS Lawson.....	210

SENARAI SINGKATAN

BBM	Bahan Bantu Mengajar
CI	Confidence Interval
expt	Eksperimen
HSP	Huraian Sukatan Pelajaran
KBSM	Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
KPS	Kemahiran Penaakulan Saintifik
MB	Motivasi Belajar
ME	Manual Elektrokimia
MRSM	Maktab Rendah Sains Mara
PDP	Pengajaran Dan Pembelajaran
PK	Pemahaman Konsep
postET	Ujian Pasca Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Ting. 4 (Kertas 1 & 2)
postMSLQ	Ujian Pasca Tahap Motivasi Belajar (MB)
postSRS	Ujian Pasca Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS)
PPK	Pendekatan Pengajaran Konvensional
preET	Ujian Pra Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Ting. 4 (Kertas 1 & 2)
preMSLQ	Ujian Pra Tahap Motivasi Belajar (MB)
preSRS	Ujian Pra Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS)
SPM	Sijil Pelajaran Malaysia
SRS	Scientific Reasoning Skills
STPM	Sijil Tinggi Persekolahan Malaysia
UEK1	Ujian Elektrokimia Kertas 1
UEK2	Ujian Elektrokimia Kertas 2

VBe	Variabel Bebas
VBs	Variabel Bersandar

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A1	Ujian Elektrokimia Tingkatan 4 Kertas 1
LAMPIRAN A2	Ujian Elektrokimia Tingkatan 4 Kertas 2
LAMPIRAN B	Ujian Kemahiran Penaakulan Saintifik Lawson (2000)
LAMPIRAN C	Ujian Tahap Motivasi Belajar (MB)
LAMPIRAN D	Aspek Pemahaman Konsep (PK) Bruner (1973)
LAMPIRAN E	Aspek KPS Lawson (2000)
LAMPIRAN F	Aspek Struktur Perdebatan Toulmin (1958)
LAMPIRAN G	Kerangka Kerja Menaakul Secara Saintifik
LAMPIRAN H	Rubrik Ujian Berhujah
LAMPIRAN I	Soalan Temubual Instrumen Pentaksiran Manual
LAMPIRAN J	Senarai Panel Penilai Instrumen Kajian
LAMPIRAN K1	Contoh Surat Kebenaran Memasuki MRSM Daripada Pihak MARA
LAMPIRAN K2	Tentatif Program Elektrokimia Tingkatan 4 DI MRSM A, Perak (2017)
LAMPIRAN L	Manual Elektrokimia Ting. 4 (Guru)
LAMPIRAN M	Manual Elektrokimia Ting. 4 (Pelajar)
LAMPIRAN N	Perakuan Hakcipta Bagi Manual Elektrokimia (ME) Tingkatan 4 (Guru) Dan Manual Elektrokimia (ME) Tingkatan 4 (Pelajar)
LAMPIRAN O	Slaid Pembelajaran Elektrokimia Kumpulan Kawalan
LAMPIRAN P	Penerbitan Hasil Kajian

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN KEBERKESANAN MANUAL
ELEKTROKIMIA BAGI MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP
ELEKTROKIMIA, KEMAHIRAN PENAAKULAN SAINTIFIK SERTA
MOTIVASI PELAJAR**

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangun dan menilai keberkesanan Manual Elektrokimia Tingkatan 4 dalam meningkatkan Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia Tingkatan 4 berdasarkan spesifikasi Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM) yang ditetapkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). Asimilasi Kemahiran Penaakulan Saintifik (KPS) ke dalam isi kandungan topik Elektrokimia Tingkatan 4 diharapkan dapat membantu Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia pelajar. Struktur perdebatan Toulmin (1958) dalam mencari jawapan digunakan. Teori Pembentukan Konsep Bruner (1973) turut diasimilasikan dalam Pemahaman Konsep (PK) Elektrokimia pelajar Tingkatan 4. Tahap Motivasi Belajar (MB) semasa kajian ini dijalankan juga turut dikaji. Kesahan kandungan Manual Elektrokimia (ME) Tingkatan 4 dinilai oleh beberapa orang pensyarah dan guru berpengalaman dalam bidang Kimia. Data kajian ini seterusnya dianalisis dengan IBM SPSS Statistics Software 24.0 menggunakan Ujian Kebolehpercayaan (Cronbach Alpha & Kuder-Richardson 20), Ujian t, dan Ujian Kebolehpercayaan *inter-rater* UE. Bagi data kajian lapangan, terdapat dua ujian tambahan yang dijalankan iaitu (1) Ujian t-Sampel Bebas, dan (2) Ujian Analisis Multivariat Kovarians, MANCOVA (*Multivariate Analysis of Covariance*)

**DEVELOPMENT AND EVALUATION OF EFFECTIVENESS
ELECTROCHEMISTRY MANUAL IN ENHANCING UNDERSTANDING
ON ELECTROCHEMISTRY CONCEPTS, SCIENTIFIC REASONING
SKILLS AND LEARNER MOTIVATION**

ABSTRACT

This study aims to build and evaluate the effectiveness of Electrochemistry Form 4 Manual in improving the understanding of Electrochemistry Form 4 Concepts (EC) based on specifications Integrated Secondary School Curriculum (ICSS) established by the Ministry of Education (MOE). Assimilation of the Scientific Reasoning Skills (SRS) into the content of the topic Electrochemical Form 4 is expected to help students' understanding of Electrochemistry Concepts (EC). Toulmin's debate structure (1958) in finding answers is used. Bruner's Theory about Concepts Formation is also assimilated in students' Electrochemistry Conceptual Understanding. Students' Motivational Level (ML) during the study also assessed. The validity of Electrochemistry Manual (EM) is assessed by several experienced lecturers and teachers in Chemistry. Data were further analyzed with IBM SPSS Statistics 24.0 Software using the reliability test (Cronbach Alpha & Kuder-Richardson 20), t-Test, and inter-rater reliability test. For field study data, there are two additional tests conducted, (1) Independent Sample t-Test, and (2) Multivariate Analysis of Covariances (MANCOVA) test.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Kimia merupakan salah satu daripada cabang Sains yang mengkaji tentang komposisi, struktur, dan ciri-ciri bahan yang menurut Sim dan Daniel (2014), Kimia merupakan “*Queen of Science*”. Selain itu, Kimia dan kehidupan juga tidak dapat dipisahkan lantaran kepentingannya mencakupi hampir keseluruhan aspek-aspek kehidupan termasuklah dalam bidang makanan, kesihatan, pemeliharaan dan pemuliharaan alam sekitar, industri, peperangan, pengangkutan dan domestik. Asas pengetahuan Kimia juga diperlukan untuk memahami pelbagai cabang Sains yang lain (Imam, 2017).

Penggunaan bahan kimia dalam kehidupan seharian adalah tidak boleh dinafikan. Hal ini dapat diperhatikan melalui penggunaan bahan kimia dalam industri pemakanan seperti seperti Monosodium glutamat (MSG). Walaupun penggunaan Monosodium glutamat (MSG) memberikan beberapa kesan buruk kepada kesihatan manusia seperti pengguna berasa lapar, dengan itu mereka makan dalam kuantiti yang banyak, lantas menyebabkan masalah kegemukan (Kazmi, 2017), namun penggunaannya masih tetap diteruskan. Justeru, penggunaan garam biasa dalam masakan adalah digalakkan berbanding penggunaan MSG (Kazmi, 2017).

Selain itu, kepentingan kimia juga dapat diperhatikan dalam memastikan persekitaran tidak tercemar. Sebagai contoh, dalam pengurusan air sisa termasuklah seperti penggunaan media penjerap komposit karbon teraktif dalam menyingkirkan ammonia dan permintaan oksigen kimia (COD) daripada air sisa kumbahan. Hasil

kajian mendapati bahawa sebanyak 90 % ammonia dan 88 % COD dapat disingkirkan daripada sisa air kumbahan menggunakan media penjerap komposit karbon teraktif (Manikam, 2019). Selain bahan kimia karbon teraktif, kitosan juga boleh digunakan sebagai agen penjerap yang baik untuk merawat sisa air kumbahan. Menurut Ngah (2011), penggunaan bahan kimia tersebut berupaya menyingkirkan bahan pewarna daripada sisa air kumbahan yang akan menghalang tumbuh-tumbuhan di dalam air daripada menerima kuantiti tenaga cahaya matahari yang cukup untuk menjalankan proses fotosintesis. Tambah belia, logam-logam berat yang terdapat dalam air kumbahan seperti merkuri dan plumbum boleh mendatangkan penyakit merbahaya kepada manusia (Ngah, 2011).

Namun pada peringkat sekolah pula, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) turut memuatkan subjek Kimia dalam pembelajaran di Sekolah Menengah yang melibatkan pelajar-pelajar Tingkatan 4 dan 5 sebagai asas persediaan mereka melanjutkan pelajaran dalam kursus-kursus yang bersangkutan dalam bidang Kimia. Kurikulum Kimia Tingkatan 4 di Malaysia terbahagi kepada empat tema, iaitu (1) Kepentingan Kimia, (2) Asas Kimia, (3) Interaksi Antara Jirim, dan (4) Kimia Industri. Manakala Kurikulum Kimia Tingkatan 5 pula terdiri daripada (1) Proses Kimia, (2) Kimia organik, (3) Haba, dan (4) Teknologi Bidang Kimia (KPM, 2018).

Namun tajuk Elektrokimia seringkali menjadi perhatian kerana konsep-konsep tersebut sangat abstrak. Hal ini kerana banyak penyelidikan berkaitan bidang Elektrokimia telah dilaporkan seperti penggunaan kaedah analisis potensiometri menggunakan elektrod dengan membran *polyvinyl chloride* (PVC) dan bahan aktif kitosan dalam mengkaji kepilihan elektrod terhadap ion klorida dalam beberapa sampel air telah dijalankan (Yahaya dan Ab Ghani, 2008). Kaedah voltametri yang dikategorikan sebagai suatu teknik elektroanalisis telah diguna pakai dalam kajian

melibatkan bukti analisis dengan mengubah keupayaan dan menentukan arus yang terhasil. Kaedah voltametri digunakan untuk menentukan kandungan logam-logam berat yang bersifat toksik dalam beberapa sampel air minuman, air laut, air kumbahan dan air dalam tanah, kandungan racun perosak organofosforus dan terbitannya dalam tanah, serta kandungan logam Plumbum, Kadmium, Zink dan Kuprum serta ion-ionnya yang terbebas ke udara (Metrohm, 2020). Maka dapat dirumuskan, topik Elektrokimia ini adalah penting.

1.2 Latar Belakang Kajian

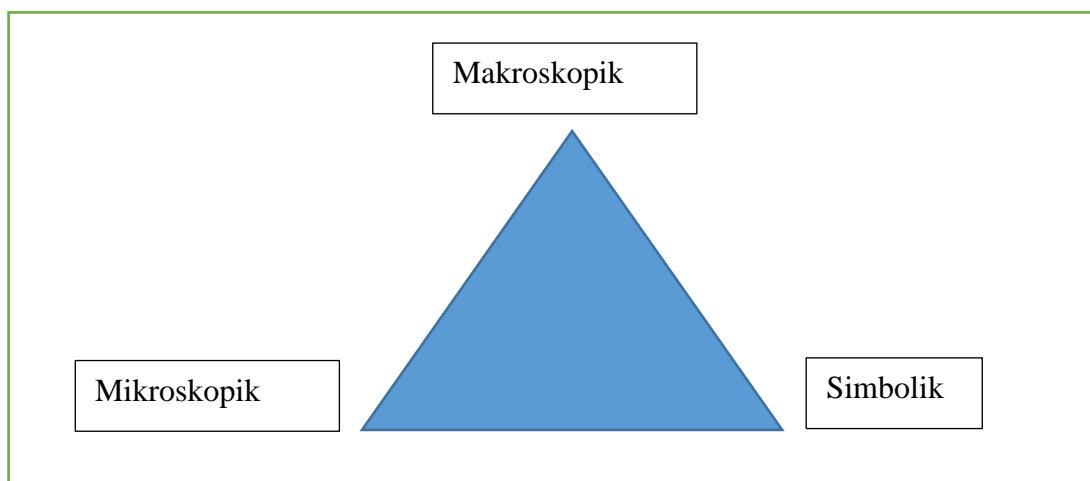
Elektrokimia merupakan topik keenam daripada sembilan topik yang terkandung dalam Huraian Sukatan Pelajaran (HSP) Kimia Tingkatan 4 (KPM, 2012). Berdasarkan HSP Kimia yang ditetapkan oleh KPM, topik Elektrokimia yang dipelajari oleh pelajar Tingkatan 4 di sekolah merangkumi subtopik iaitu (1) sifat elektrolit dan bukan elektrolit, (2) menganalisis proses elektrolisis sebatian lebur, (3) menganalisis proses elektrolisis larutan akueus, (4) menilai proses elektrolisis dalam industri, (5) menganalisis Sel Kimia, (6) mensintesis Siri Elektrokimia, dan (7) menerapkan kesedaran serta mengamalkan sikap bertanggungjawab dalam mengendalikan bahan kimia yang digunakan dalam Siri Elektrokimia (KPM, 2012).

Pelbagai kaedah pengajaran dan pembelajaran Elektrokimia di peringkat sekolah berdasarkan HSP Kimia Tingkatan 4 iaitu seperti eksperimen, perbincangan, simulasi, projek dan lawatan boleh diadakan. Kepelbagaian kaedah pengajaran ini mengelakkan pelajar daripada cepat bosan terhadap pelajarannya. Berdasarkan HSP Kimia Ting. 4 yang digariskan oleh KPM, kaedah pengajaran Elektrokimia termasuklah perbincangan, simulasi komputer, membuat eksperimen, mengumpul dan mentafsirkan data, mengadakan tayangan video, forum berkaitan pelupusan sisa

industri elektrokimia, dan mengamalkan kitar semula bateri terpakai (KPM, 2012). Namun begitu, topik Elektrokimia dan Pengoksidaan dan Penurunan bagi Tingkatan 4 dan 5 masing-masing mengikut Spesifikasi Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM) 2012 ini telah digabungkan kepada bidang pembelajaran “Keseimbangan Redoks” dalam tema Proses Kimia khusus untuk dipelajari pelajar-pelajar Tingkatan 5. Pelajar-pelajar akan memulai sesi pengajaran dan pembelajaran (PdP) mereka bagi subjek Kimia Tingkatan 5 dengan topik Keseimbangan Redoks, yang mengandungi enam subtopik, iaitu (1) Pengoksidaan dan Penurunan, (2) Keupayaan Elektrod Piawai, (3) Sel Kimia, (4) Sel Elektrolisis, (5) Pengekstrakan Logam daripada Bijihnya, dan (6) Pengaratan (KPM, 2018).

Maka berdasarkan silibus tersebut, maka dapat dirumuskan bahawa kefahaman tentang Elektrokimia sangat dititikberatkan. Bagi menguasai konsep Elektrokimia, pelajar perlu memahami tiga aras perwakilan Kimia. Menurut Johnstone (1991) dan Gilbert & Treagust (2009), tiga aras perwakilan tersebut adalah makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Johnstone (1991) menjelaskan bahawa makroskopik merujuk kepada sesuatu yang boleh dilihat dengan mata kasar, boleh dihidu dan disentuh. Bagi mikroskopik pula merujuk kepada atom, molekul, ion atau struktur bahan kimia tersebut. Manakala bagi aras simbolik pula merujuk kepada simbol, formula, persamaan dan juga graf (Johnstone, 2000) atau melibatkan perwakilan dan simbol untuk menjelaskan proses-proses yang berlaku di dalam larutan elektrolit (Lajium, 2011).

Oleh itu, bagi memahami konsep-konsep Elektrokimia, pelajar perlu melalui kefahaman makroskopik, diikuti dengan mikroskopik dan akhirnya kepada simbol. Perkaitan ini dapat digambarkan dalam Rajah 1.1.

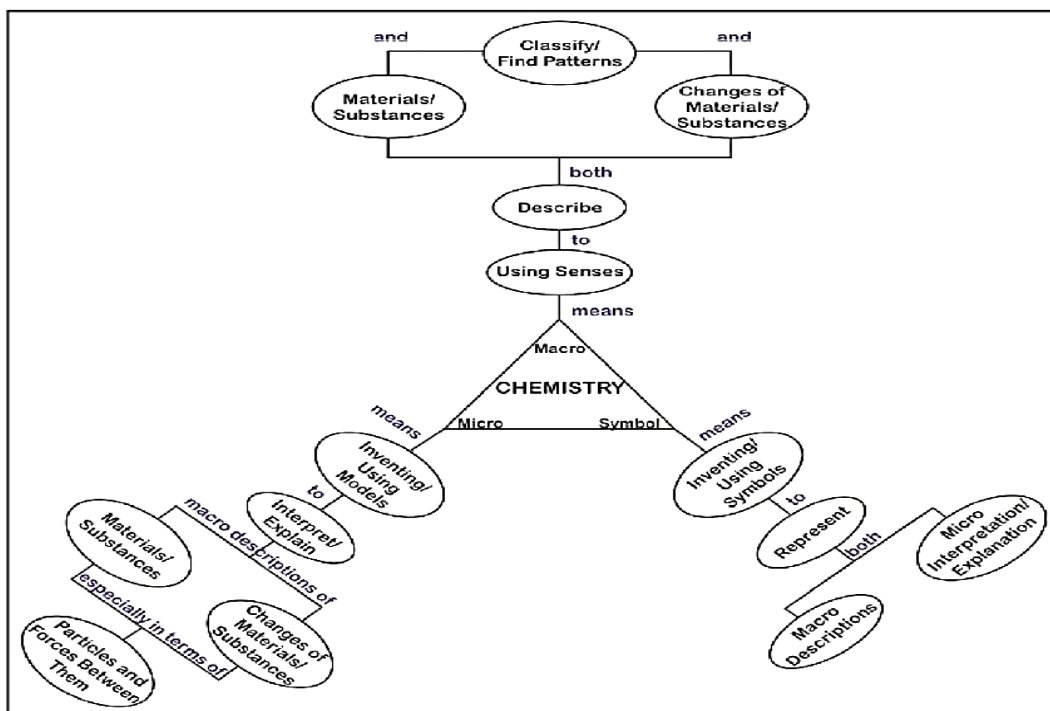


Rajah 1.1. Tiga Aras Perwakilan dalam Kimia (Johnstone, 1991)

Tambah beliau lagi, ketiga-tiga aras ini adalah saling berkaitan antara satu sama lain. Justeru setiap pelajar yang belajar konsep Elektrokimia perlulah menguasai ketiga-tiga aras tersebut. Maka dalam Elektrokimia, pada aras makroskopik, pelajar mampu melihat keadaan fizikal bahan kimia. Dalam erti kata lain, pelajar menggunakan lima organ deria untuk mengenal bahan-bahan kimia tersebut. Bagi aras mikroskopik dan simbolik, pelajar perlu menggunakan imej minda (*mental image*) untuk menggambarkan komponen yang terkandung dalam bahan kimia tersebut. Sebagai contoh, dalam aras mikroskopik, pelajar perlu menggambarkan molekul atau unsur yang membentuk bahan kimia tersebut. Bagi aras simbolik pula, pelajar perlu menggambarkan komponen tersebut dalam bentuk formula kimia.

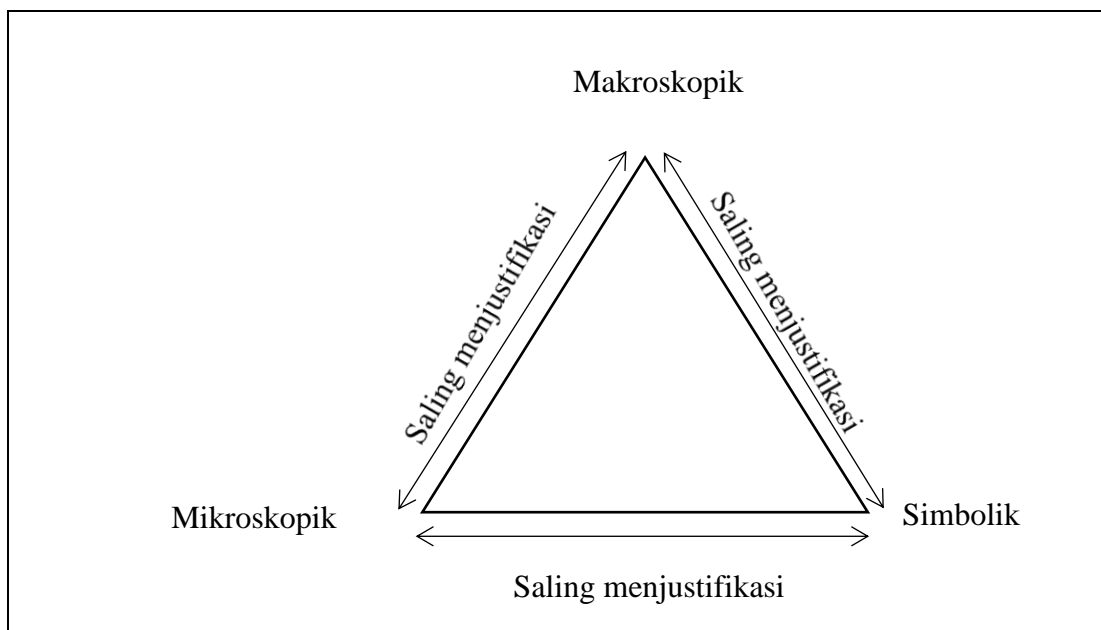
Bagi Bradley (2014) pula, beliau juga menekankan aspek yang sama sebagaimana yang dicadangkan oleh Johnstone (1991) dengan penambahan beberapa elemen. Menurut Bradley (2014), kefahaman konsep yang abstrak perlulah bermula dengan pemerhatian dan juga penerangan yang merujuk kepada konsep makroskopik. Peranan ahli sains pula akan menjelaskan rupa bentuk makroskopik yang merujuk kepada mikroskopik dan akhirnya dapat dijelaskan dengan penggunaan simbol-simbol

yang menyokong kefahaman makroskopik dan mikroskopik. Dengan itu bagi seorang pelajar, mereka perlu membuat pemerhatian dengan menggunakan organ deria dan minda untuk menggambarkan sesuatu bahan kimia tersebut yang merujuk kepada imej minda (*mental image*). Rujuk Rajah 1.2.



Rajah 1.2. Tiga aras kefahaman Kimia (Bradley, 2014)

Perkara ini juga ditekankan oleh Hong (2018). Hong (2018) pula menjelaskan bahawa aras kefahaman tersebut dikenali sebagai “Kimia Triplet” yang merangkumi ketiga-tiga tahap perwakilan Kimia iaitu peringkat makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Ketiga-tiga perwakilan tersebut perlu dihubungkan apabila pelajar belajar mengenai elektrolisis. Rujuk Rajah 1.3.



Rajah 1.3. Hubungkait ketiga-tiga peringkat perwakilan dalam Kimia iaitu makroskopik, mikroskopik dan simbolik (Hong, 2018)

Namun menurut Kozma (2000), pelajar selalunya akan menghadapi masalah apabila mereka tidak dapat mengaitkan ketiga-tiga aras perwakilan tersebut. Justeru, pelajar perlu mempunyai kemahiran dalam melakukan proses penaakulan dalam memahami sesuatu konsep yang abstrak khususnya dalam topik Elektrokimia.

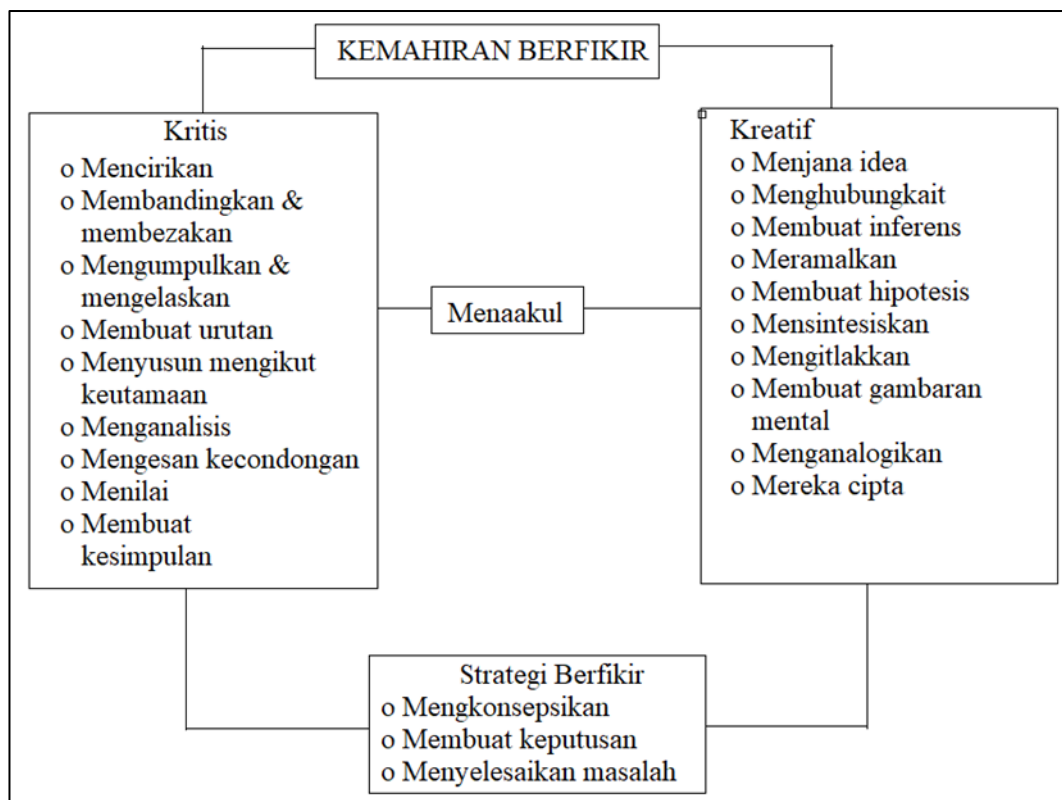
Menurut Morris et al. (2012), penaakulan saintifik adalah terdiri daripada kemahiran menaakul dan kemahiran penyelesaian masalah melalui aktiviti yang dijalankan. Maka dalam hal ini, pelajar perlu mempunyai kemahiran berfikir aras tinggi iaitu kemahiran berfikir secara kritis dan secara kreatif. Perkara ini telah dititikberatkan dalam silibus mata pelajaran Kimia.

Berdasarkan KPM (2012), Kemahiran Berfikir yang dibahagikan kepada dua kategori pula ialah (a) Pemikiran Kritis dan (b) Pemikiran Kreatif, yang bertujuan supaya pelajar dapat mengintegrasikan pengetahuan, kemahiran dan sikap diri untuk memahami dan mencorak alam sekelilingnya. Kebolehan untuk membentuk strategi

berfikir merupakan tahap tertinggi, iaitu matlamat akhir dalam proses berfikir. Pemikiran kritis membolehkan pelajar menilai sesuatu idea dengan sistematik sebelum menerimanya. Pemikiran kreatif pula memerlukan daya imaginasi yang tinggi, dapat menjana idea yang inovatif dan asli, serta boleh mengubahsuai idea atau produk yang sedia ada.

Kemahiran Berfikir Kritis termasuklah (a) mencirikan, (b) membanding dan membezakan, (c) mengumpulkan dan mengelaskan, (d) membuat urutan, (e) menyusun mengikut keutamaan, (f) menganalisis, (g) mengesan kecondongan, (h) menilai, dan (i) membuat kesimpulan. Manakala, Kemahiran Berfikir Kreatif pula merangkumi (a) menjanakan idea, (b) menghubungkan, (c) membuat inferens, (d) meramalkan, (e) mengitlakkan, (f) membuat gambaran mental, (g) mensintesis, (h) membuat hipotesis, (i) menganalogikan, dan (j) mereka cipta. Gabungan kedua-dua kemahiran ini membolehkan kemahiran penaakulan dilakukan. Maka, kemahiran menaakul adalah keupayaan individu membuat pertimbangan dan penilaian secara logik dan rasional.

Justeru, sebagai pelajar, kemahiran menaakul adalah diperlukan. Maka dalam mempelajari Elektrokimia, pelajar perlu mempunyai penaakulan saintifik bagi membolehkan mereka membuat gambaran mental yang menjurus kepada kefahaman mikroskopik dan simbolik. Rajah 1.4 menunjukkan Model Kemahiran Berfikir dan Strategi Berfikir (KBSB) dalam Sains (KPM, 2012 & KPM, 2018).



Rajah 1.4. Model Kemahiran Berfikir dan Strategi Berfikir (KBSB) dalam Sains (KPM, 2012)

Menurut Zimmerman (2007), KPS merupakan kemahiran berfikir yang melibatkan inkuiri, eksperimen, penilaian bukti, inferens, dan perdebatan untuk membolehkan perubahan konsep atau pemahaman saintifik berkaitan dunia semulajadi (Zimmerman, 2007; Ibrahim, 2012). KPS dapat mendorong pelajar menggunakan pemikiran aras tinggi, penyelesaian masalah, semangat ingin tahu, bermaklumat, berkomunikasi, dan bekerja secara berpasukan (Mat Ail, 2015). Maka KPS dapat didefinisikan sebagai kemahiran kognitif yang diperlukan untuk memahami dan menilai maklumat saintifik seperti teori, statistik dan hipotesis penyebab. Berdasarkan perspektif kajian, KPS dapat didefinisikan sebagai kemahiran pemikiran dan penaakulan yang melibatkan inkuiri, eksperimen, penilaian bukti, inferens dan perdebatan yang menyokong pembentukan dan modifikasi konsep dan

teori berkaitan alam semulajadi dan sosial (Jaleel, 2017). Selain itu, beliau juga membuktikan terdapat perkaitan antara KPS dan pencapaian dalam subjek Kimia.

Bagi membolehkan pelajar memahami konsep elektrolisis dengan baik, mereka memerlukan kefahaman konsep dan KPS. Justeru, tanpa Pemahaman Konsep (PK) Kimia yang baik, para pelajar tidak dapat menaakul dengan baik. Gabungan unsur KPS semasa proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) membolehkan pelajar memberi sebab yang logik secara saintifik dan berdasarkan bukti kukuh yang diperoleh daripada eksperimen yang dijalankan atau pun dengan merujuk hasil penyelidikan orang lain.

KPS ini perlu diterapkan semasa proses pengajaran dan pembelajaran bagi membantu pelajar memahami konsep-konsep yang terdapat dalam subjek-subjek bidang Sains dengan lebih mendalam. Pelajar menggunakan KPS dengan menginterpretasi maklumat dalam bentuk angka. Interpretasi maklumat dalam bentuk angka yang terdapat dalam jadual dibuat dengan meneliti turun, naik atau tetap bagi suatu pembolehubah bersandar yang diukur apabila sesuatu pembolehubah dimanipulasikan diuji. Interpretasi maklumat ini memerlukan KPS daripada pelajar (She, 2010).

KPS yang berkesan memerlukan seseorang menilai sesuatu yang sedang berlaku atau dipercayai, membangunkan soalan yang boleh diuji, menguji hipotesis, dan membuat kesimpulan yang bersesuaian dengan mengkoordinasikan bukti empirik dan teori. Penaakulan ini memerlukan keupayaan seseorang untuk mendapatkan maklumat secara sistematik, dan merangka inferens yang bersesuaian daripada corak yang diperhatikan bagi setiap peringkat dalam proses penaakulan (Morris, 2012).

Sodian dan Bullock (2008) berpendapat bahawa kematangan KPS melibatkan proses metastrategik yang melibatkan keupayaan berfikir secara jelas berkaitan hipotesis dan evidens, dan keupayaan ini tidak akan dicapai sehingga seseorang individu mencapai peringkat kematangan (Morris, 2012). Hal ini disebabkan mereka membuat kesimpulan dengan dipengaruhi oleh kepercayaan sendiri melebihi evidens yang diperhatikan (Morris, 2012).

Menurut Lawson (2000), corak penaakulan saintifik ditakrifkan sebagai strategi mental, pelan atau peraturan yang digunakan untuk memproses dan membuat kesimpulan yang menjangkau pengalaman langsung. KPS melibatkan keupayaan untuk membina hujah yang kuat untuk tindakan pelajar. Oleh itu, KPS berkaitan dengan kebolehan kognitif seperti pemikiran kritikal dan pemikiran yang membantu pelajar dalam menghasilkan pengetahuan semasa menyelesaikan masalah melalui penaakulan berasaskan bukti. Memandangkan adanya perkaitan antara penjanaan pengetahuan melalui debat dengan hujah-hujah dan alasan yang menyokong atau membantah hujah-hujah ini, maka pelajar dengan tahap KPS yang tinggi dijangka akan dapat menjadi penyelesaian masalah yang unggul (Tajudin, 2015).

Faktor peningkatan KPS yang penting melibatkan penggunaan pengekodan dan strategi serta kemahiran metakognitif dan kognitif dalam konteks sosial dan fizikal yang bersesuaian. Peningkatan KPS ini memerlukan tempoh yang lama dengan pelbagai alat sokongan pembelajaran. Faktor bukan kognitif yang turut menyumbang kepada peningkatan KPS ialah seperti motivasi, personaliti, kemahiran perdebatan, dan kepercayaan sendiri (Morris, 2012).

Dua mekanisme yang memainkan peranan penting dalam semua proses kognitif ialah pengekodan dan pemerolehan strategi. Pengekodan melibatkan fokus kepada maklumat-maklumat yang tepat dan bersesuaian. Pemerolehan strategi pula

ialah memilih pendekatan yang sesuai bagi mengumpul pengetahuan baru dan mensintesis pengetahuan sedia ada. Perkembangan kesedaran metakognitif terhadap proses pengekodan dan kemahiran metastrategik bagi memilih dan menggunakan strategi inferens dan hipotesis. Faktor kontekstual seperti alat bantu mengajar atau panduan arahan yang sesuai juga turut menyokong perkembangan kemahiran kognitif dan metakognitif yang diperlukan dalam mewujudkan pemikiran saintifik (Morris, 2012).

Sifat ingin tahu mendorong seseorang untuk mendapatkan maklumat. Pencarian maklumat mengaktifkan mekanisme asas kognitif yang digunakan untuk mengekod maklumat daripada persekitaran bagi mencapai matlamat yang diimpikan. Mekanisme asas kognitif yang termasuk dalam KPS dan aras kognitif tinggi ialah seperti analogi, pembelajaran statistik, pengkategorian, peniruan, dan perencatan (Morris, 2012).

Pengekodan ialah proses untuk mempersembahkan maklumat ke dalam memori hasil tumpuan kepada rangsangan. Pengekodan merupakan mekanisme asas dalam penaakulan saintifik kerana maklumat hendaklah dipersembahkan sebelum ia dapat diberi penaakulan. Kualiti dan proses maklumat yang dipersembahkan itu mempengaruhi kualiti penaakulan yang dibuat. Keupayaan pengekodan meningkat dengan pemerolehan strategi pengekodan dan pengetahuan domain pelajar. Pelajar yang mempunyai pengetahuan domain yang tinggi mampu untuk menilai sama ada maklumat itu penting atau tidak untuk proses pengekodan (Morris, 2012).

Berdasarkan Morris (2012), strategi pula ialah turutan prosedur tindakan yang digunakan untuk mencapai matlamat. Tambah beliau, dalam konteks penaakulan saintifik, strategi pula ialah langkah yang membimbing pelajar daripada keadaan asal

ke arah mencapai matlamat yang diinginkan. Pemerolehan strategi yang optimum dalam pengujian hipotesis, inferens, dan penilaian evidens menyumbang kepada KPS yang lebih berkesan dalam membina pengetahuan yang betul dalam kalangan pelajar. Maka dalam hal ini, pelajar juga mendapatkan strategi baru melalui interaksi sosial dengan cara mengajar strategi, meniru sesuatu strategi, atau berkolaborasi dalam menyelesaikan sesuatu masalah.

Oleh itu, perdebatan merupakan satu strategi yang boleh digunakan untuk menjana pemikiran kritikal pelajar. Hujah saintifik membantu pelajar mengembangkan dan menyempurnakan pengetahuan Sains. Toulmin (2003) menyatakan bahawa pandangan hujah bergantung kepada bidang, iaitu penerimaan kandungan dalam hujah bergantung kepada kandungan pengetahuan domain.

Aspek perdebatan Toulmin telah banyak diguna pakai oleh penyelidik-penyelidik terdahulu sebagai alat metodologi bagi menganalisis episod-episod perdebatan. Terdapat enam aspek dalam struktur perdebatan Toulmin iaitu:

- a) Pernyataan (*Claim*): “Apakah yang sedang kamu persoalkan?”
- b) Bukti berdasarkan data (*Evidence*): “Apakah data yang kamu ada sekarang?”
- c) Waran (*Warrants*): “Apakah yang menyebabkan kamu berfikir sedemikian?”
- d) Penerangan (*Qualifier*): “Sejauh mana kamu tahu bahawa apa yang kamu fikir adalah betul?”
- e) Bangkangan (*Rebuttal*): “Dalam situasi manakah perkara yang kamu perdebatkan itu adalah salah?”
- f) Sokongan (*Support*): “Apakah kesan perkara yang kamu perdebatkan itu?”

(Taha, 2014)

Dalam proses pembelajaran, aspek motivasi adalah penting. Motivasi merupakan faktor luaran yang secara langsung boleh menyumbang kepada tindakan. Motivasi terhasil daripada interaksi seseorang terhadap aspek sosial luaran dengan aspek psikologi dalamannya. Dalam erti kata yang lain, motivasi dapat dipengaruhi oleh faktor luaran seperti persekitaran, sosial dan budaya atau faktor dalaman seperti keperluan psikologi (Lee, 2017). Russell (1997) melaporkan di antara kriteria penting bagi membina pemahaman konsep yang utuh bagi pelajar iaitu motivasi. Maka dalam hal ini, persekitaran belajar amat penting dalam membantu meningkatkan motivasi.

Motivasi adalah satu keinginan mental yang mendorong seseorang individu dalam mencapai apa yang dikehendaki (Goyel, 2015). Bagi Mohd Zaaba dan Zuraida (2004), motivasi merupakan satu keinginan yang ada dalam diri pelajar untuk mencapai kejayaan. Bagi Glynn, et al. (2009), jika pelajar belajar dengan bersungguh untuk mencapai kejayaan, maka pelajar tersebut mempunyai motivasi yang tinggi. Maka dapat dikatakan bahawa motivasi belajar ini memainkan peranan penting dalam menentukan kejayaan pelajar.

Motivasi boleh dianggap sebagai suatu semangat yang sentiasa memberikan tenaga, mengarah dan mengekalkan sesuatu sikap baik. Motivasi meningkatkan prestasi pelajar terhadap pembelajaran dengan cara mengarah kelakuan mereka untuk mencapai matlamat yang diimpikan. Hal ini dapat dicapai dengan menumpukan dan meningkatkan aktiviti dan proses kognitif secara lebih berkesan.

Justeru, dengan menerapkan elemen motivasi dalam pengajaran dan pembelajaran Kimia akan mewujudkan proses pembelajaran sepanjang hayat dalam kalangan pelajar (Imam, 2017). Melaluinya, pelajar mampu untuk terus belajar

walaupun terdapat kesukaran untuk memahami sesuatu konsep. Noordin et al. (2010) menjelaskan bahawa motivasi dalam pembelajaran kimia mempengaruhi prestasi pelajar dalam mata pelajaran Kimia (Imam, 2017). Berdasarkan kajian yang dijalankan oleh Bakar (2011) menyatakan bahawa pelajar memerlukan motivasi yang lebih apabila belajar berkaitan konsep Elektrokimia. Hal ini adalah disebabkan oleh topik ini sukar untuk difahami dan sangat abstrak. Maka, dapat dirumuskan bahawa pelajar memerlukan Motivasi Belajar (MB) yang tinggi untuk mempelajari topik Elektrokimia.

Dengan adanya MB yang tinggi, pelajar mampu untuk memberi perhatian kepada pengajaran guru dan dalam masa yang sama mampu meningkatkan kefahaman mereka terhadap apa yang dipelajari. Menurut Pintrich (1991) motivasi boleh dibahagikan kepada lima aspek iaitu (1) kepercayaan terhadap keupayaan diri (*self-efficacy*), (2) nilai intrinsik pembelajaran Sains (*intrinsic value of learning*), (3) kerisauan terhadap peperiksaan (*test anxiety*), (4) penggunaan strategi pembelajaran (*use of learning strategies*) dan (5) kekurangan penggunaan strategi pembelajaran (*lack of learning strategies*). Kelima-lima aspek ini sangat diperlukan dalam mempelajari konsep-konsep Elektrokimia yang abstrak. Hal ini kerana menurut Garcia dan Pintrich (1994), motivasi dan kognitif adalah dua elemen yang mempunyai kaitan. Dengan itu, apabila pelajar mempunyai MB yang tinggi, keupayaan kognitif mereka juga meningkat. Maka dalam hal ini, mudahlah bagi pelajar untuk memahami konsep Elektrokimia yang abstrak apabila keupayaan kognitif dapat ditingkat dengan melakukan imej minda (*mental image*).

1.3 **Penyataan Masalah**

Elektrokimia sememangnya susah pada tanggapan kebanyakan pelajar. Masalah pembelajaran Elektrokimia dalam kalangan pelajar sekolah menengah meliputi empat subtopik pengenalan iaitu (a) elektrolit, (b) pergerakan cas elektrik dalam larutan elektrolit, (c) katod dan anod, dan (d) kutub yang bercas positif dan negatif. Schmidt, Marohn dan Harrison (2007) telah menjalankan kajian terhadap 15,700 responden berkaitan topik Elektrokimia di sekolah menengah. Hasil kajian tersebut didapati terdapat empat konsep alternatif daripada pelajar iaitu (a) semasa proses elektrolisis, arus elektrik menghasilkan ion-ion, (b) pemindahan elektron-elektron berlaku melalui larutan daripada satu elektrod ke satu elektrod yang lain, (c) katod selalunya adalah bercas negatif manakala anod pula bercas positif, dan (d) kutub yang bercas positif dan negatif membawa cas masing-masing. Hal ini menunjukkan pelajar keliru dan sukar memahami konsep-konsep tersebut.

Selain itu, menurut Taha (2014), masalah pembelajaran Elektrokimia berlaku apabila pelajar tidak dapat menguasai konsep-konsep asas, tidak dapat menulis persamaan kimia yang seimbang, dan tidak dapat menerangkan proses elektrolisis. Tambah beliau, hal ini disebabkan mereka tidak dapat menguasai penyelesaian masalah yang melibatkan stoikiometri.

Bakar (2010) pula menjelaskan masalah pembelajaran Elektrokimia disebabkan oleh kelemahan penguasaan konsep dan aplikasi simbol serta penulisan yang melibatkan kemahiran Matematik. Tambah beliau, penguasaan penaakulan matematik yang kukuh diperlukan pelajar untuk mengimbangi persamaan ion dengan lengkap. Pelajar tidak akan dapat menguasai konsep-konsep Elektrokimia jika sekadar menghafal sahaja. Tambahan pula, konsep Elektrokimia mempunyai banyak

terminologi dalam bentuk perkataan dan simbol yang perlu difahami dan diingati pelajar. Bakar (2014) menjelaskan penguasaan konsep Elektrokimia tidak akan berlaku sekiranya pelajar hanya dapat menghafal, tetapi tidak mampu menghubungkan konsep-konsep asas dalam Elektrokimia bagi menyatakan inferens yang berlaku pada elektrod dan larutan elektrolit sepanjang proses elektrolisis berlaku.

Akram (2014) juga telah melaporkan bahawa terdapat kesukaran untuk memahami konsep-konsep Elektrokimia seperti tindak balas redoks, sel elektrolisis dan sel galvani dalam kalangan pelajar sekolah menengah di Bahawalpur, Pakistan. Sebanyak 67 % konsep-konsep Elektrokimia yang diutarakan dianggap susah oleh responden mereka, dengan konsep yang paling sukar ialah proses pengaliran ion-ion dalam elektrolisis, mekanisme elektrolisis dan aplikasi elektrolisis. Berdasarkan kajian beliau, konsep-konsep lain berkaitan Elektrokimia yang sukar ialah (a) hasil tindak balas elektrolisis di anod, (b) tindak balas redoks, (c) konsep pengoksidaan, (d) agen pengoksidaan, (e) agen penurunan, (f) cas pada elektrod, (g) konsep anod dan katod, (h) pengoksidaan, (i) keadaan pengoksidaan dan (j) bahan bukan konduktor.

Hal ini ditambah dengan kajian oleh Sri Rahayu (2011) yang menjelaskan bahawa masalah ketidakfahaman konsep Elektrokimia juga berlaku di negara Jepun dan Indonesia. Antara konsep yang sukar difahami mereka ialah tentang pengaliran ion-ion dalam Sel Volta. Selain itu, kelemahan pelajar dalam topik Elektrokimia ialah mereka gagal memahami konsep Matematik. Hal ini kerana persamaan kimia seimbang yang betul bagi sesuatu tindak balas dalam Sel Elektrolisis juga memerlukan pelajar menguasai konsep Matematik iaitu nisbah dan kadar (Akram, 2014).

Antara faktor penyumbang kepada masalah ketidakfahaman ini ialah kelemahan pelajar dalam menguasai KPS. Hal ini dapat dibuktikan apabila Osman (2013) menjelaskan pembelajaran Elektrokimia menjadi susah pada aras kefahaman mikroskopik dan simbolik kerana pada peringkat ini, konsep Elektrokimia adalah bersifat abstrak, iaitu tidak dapat dilihat dengan jelas melalui mata kasar proses yang berlaku sepanjang proses elektrolisis. Bakar (2010) juga menjelaskan kesukaran Elektrokimia disebabkan oleh tiada pemahaman dalam memahami perubahan yang berlaku dalam Sel Elektrokimia pada peringkat submikroskopik.

Sebagai contoh, peringkat aras kefahaman mikroskopik bagi penyaduran Kuprum pula ialah pergerakan ion-ion Cu^{2+} ke katod, dan berlaku proses penyahcasan di katod dengan setiap ion Cu^{2+} menerima 2 elektron untuk dinyahcasan menjadi atom Kuprum dan terenap sebagai pepejal perang pada permukaan katod. Pelajar tidak boleh nampak dengan jelas melalui mata kasar pergerakan ion-ion Cu^{2+} di dalam larutan ke katod, dan bagaimana proses penyahcasan ion-ion Cu^{2+} ini boleh terjadi? Jika pelajar tidak dapat membayangkan atau memberi gambaran imej minda adalah sukar untuk mereka faham. Maka, perkara ini menimbulkan kekeliruan kepada pelajar. Berikut ialah contoh-contoh topik yang menggunakan asas kefahaman mikroskopik dan submikroskopik. Rujuk Jadual 1.1.

Jadual 1.1

Miskonsepsi dalam kalangan pelajar sekolah menengah melibatkan tiga aras kefahaman konsep Elektrokimia

Miskonsepsi	Aras kefahaman konsep Elektrokimia
Pengaliran elektron dalam konduktor dan bahan elektrolit	Makroskopik & mikroskopik
Pengenalpastian anod/ katod dan terminal negatif/ positif	Makroskopik
Proses yang berlaku di anod dan katod	Makroskopik, mikroskopik & simbolik
Proses pengoksidaan dan penurunan	Mikroskopik & simbolik
Konsep elektrolit	Mikroskopik & simbolik

Sumber: Osman (2013)

Bagi mengatasi masalah pelajar tidak faham, pelajar perlu mempunyai KPS. Dengan KPS, pelajar boleh membuat gambaran imej minda yang membolehkan mereka memahami konsep-konsep abstrak dalam topik Elektrokimia.

Apabila pelajar tidak menguasai KPS dengan baik, ianya memberi kesan kepada kefahaman aras simbolik. Osman (2013) menjelaskan perwakilan simbolik dengan menghasilkan persamaan ion setengah tindak balas di anod/ katod pula melibatkan penaakulan Matematik mudah dengan simbol menambah elektron ($+ e^-$) di kiri atau kanan persamaan setengah tindak balas ion supaya jumlah cas adalah sama di kiri dan kanan persamaan. Pembinaan persamaan setengah tindak balas ini memerlukan pemahaman prinsip Matematik dan latihan cuba jaya yang berterusan supaya pelajar dapat mengimbangi persamaan keseluruhan dengan cekap, mudah dan tepat. Namun, persoalannya kini ialah bagaimana cara pelajar menggambarkan dalam minda mereka berkenaan konsep abstrak ini supaya mereka mudah mengingatnya dan memahaminya? (Osman, 2013). Maka dapat dirumuskan bahawa KPS sangat diperlukan oleh setiap pelajar dalam membina kefahaman tentang konsep Elektrokimia yang abstrak ini. Setiap aktiviti pembelajaran dan tugas bertulis

mestilah ditekankan KPS untuk menarik minat pelajar, seterusnya membantu pelajar menguasai konsep Kimia yang diajar (Jaleel, 2017).

Apabila pelajar lemah dalam penguasaan KPS, maka penguasaan terhadap isi kandungan Elektrokimia juga akan lemah. Maka dalam hal ini, ianya memberi kesan kepada MB pelajar. Apabila pelajar tidak dapat memahami konsep Kimia, mereka menjadi cepat bosan. Mereka cepat mengalah dalam menyelesaikan masalah berkaitan konsep tersebut. Motivasi pelajar terhadap subjek Kimia didapati menurun apabila mereka belajar ke peringkat lebih tinggi kerana lebih banyak konsep Kimia yang bersifat abstrak yang sukar difahami pelajar dan memerlukan lebih banyak eksperimen dalam menjelaskan topik-topik Kimia yang lebih kompleks (Imam, 2017).

Maka dapat disimpulkan, kelemahan penguasaan pelajar dalam topik Elektrokimia adalah tertumpu kepada penguasaan KPS yang rendah yang mengakibatkan motivasi untuk belajar Kimia juga adalah rendah. Oleh itu, satu Manual Elektrokimia (ME) Ting. 4 telah dibangunkan bagi mengatasi masalah ini. Manual tersebut dibangunkan dengan berteraskan penyelesaian masalah kerana menurut Gabel (1984), penyelesaian masalah merupakan kaedah terbaik bagi mencungkil pemahaman pelajar berkaitan konsep yang dipelajari tersebut. Selain itu manual yang dibangunkan ini membantu pelajar dalam membentuk pengetahuan dengan pengubahsuaian model mental (skema) juga ditekankan. Dengan itu aspek perdebatan Toulmin dan penaakulan induktif Bruner diserapkan dalam manual ini. Dengan itu, guru berperanan untuk mengenal pasti kekeliruan pelajar dan seterusnya menyediakan situasi pengajaran dan pembelajaran yang sesuai untuk mengubahsui kerangka alternatif sedia ada pelajar kepada konsep yang seiras dengan konsep saintifik (Tan, 2010).

1.4 Tujuan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk membangun dan menilai keberkesanan Manual Elektrokimia dalam meningkatkan PK Elektrokimia, KPS serta MB dalam kalangan pelajar Ting. 4. ME yang telah dibangunkan dengan penerapan unsur-unsur KPS untuk memudahkan PK Elektrokimia yang berbentuk abstrak. Manual ini menggunakan struktur perdebatan Toulmin (1958) untuk mencari jawapan bagi beberapa konsep Elektrokimia yang dikaji. Selain itu, pendekatan induktif berdasarkan Teori Pembentukan Konsep Bruner (1973) juga digunakan untuk memudahkan PK Elektrokimia Tingkatan 4.

1.4.1 Objektif Kajian

Objektif am kajian ini ialah untuk menentukan keberkesanan ME (dengan penerapan KPS dalam meningkatkan PK Elektrokimia dan MB Kimia dalam kalangan pelajar Ting. 4. ME yang dibina akan digunakan sepanjang proses PDP. Objektif khusus kajian ini ialah untuk:

- 1) membangunkan ME dengan penerapan aspek-aspek KPS Lawson (2000), penguasaan konsep Elektrokimia Tingkatan 4 berdasarkan pendekatan Bruner (1973), serta struktur perdebatan Toulmin (1958).
- 2) mengenal pasti kesan ME Ting. 4 terhadap PK Elektrokimia pelajar.
- 3) mengenal pasti kesan ME Ting. 4 terhadap KPS pelajar.
- 4) mengenal pasti kesan ME Ting. 4 terhadap MB pelajar.

1.4.2 Soalan Kajian

Soalan kajian utama dalam kajian ini ialah seperti berikut:

Adakah terdapat perbezaan min skor PK Elektrokimia Ting. 4, KPS, dan MB yang signifikan antara kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal?

Berdasarkan soalan kajian utama tersebut, tiga soalan kajian khusus telah dibentuk iaitu:

- (1) Adakah terdapat perbezaan min skor PK Elektrokimia Ting. 4 yang signifikan antara kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal?
- (2) Adakah terdapat perbezaan min skor KPS yang signifikan antara kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal?
- (3) Adakah terdapat perbezaan min skor MB yang signifikan antara kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal?.

1.4.3 Hipotesis Kajian

Bagi menjawab soalan kajian, hipotesis kajian bagi soalan kajian utama ialah seperti berikut:

H_0 = Tidak terdapat perbezaan skor PK Elektrokimia Ting. 4, KPS dan MB yang signifikan antara responden dalam kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal.

Bagi menjawab soalan kajian yang seterusnya, tiga hipotesis telah dibina iaitu:

- (1) H_0 = Tidak terdapat perbezaan skor PK Elektrokimia Ting. 4 yang signifikan antara responden dalam kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal.
- (2) H_0 = Tidak terdapat perbezaan skor KPS yang signifikan antara responden dalam kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal.
- (3) H_0 = Tidak terdapat perbezaan skor MB yang signifikan antara responden dalam kumpulan kawalan dan eksperimen selepas ujian pra dikawal.

1.5 Kepentingan Kajian

Manual yang dibina ini diharap dapat membantu guru untuk mengajar topik Elektrokimia dengan lebih efisien. Hal ini kerana langkah-langkah yang terdapat dalam manual ini telah disusun dengan mengikut susunan yang teratur iaitu daripada konsep yang mudah kepada konsep yang sukar. Penggunaan manual ini mampu meningkatkan kecekapan guru dalam mengajar topik Elektrokimia yang abstrak.

Selain itu, penggunaan manual ini diharap dapat memudahkan PK dan meningkatkan penguasaan pelajar dalam KPS, khususnya bagi topik Elektrokimia Ting. 4. Hal ini kerana ME yang dibangunkan mengandungi unsur KPS berdasarkan Lawson (2000) dan struktur perdebatan Toulmin (1958) dalam mencari jawapan kepada persoalan yang sedang dikaji, serta PK Elektrokimia berdasarkan Bruner (1973).

Penggunaan manual ini juga mampu untuk merangsang MB pelajar dalam mempelajari topik Elektrokimia. Manual yang dibina boleh dijadikan sebagai Bahan Bantu Mengajar (BBM) yang diharap menjadi panduan alternatif yang dapat

membantu para guru dan pelajar dalam mempelajari konsep-konsep berkaitan topik Elektrokimia Ting. 4.

ME Ting. 4 yang dibentuk boleh dijadikan sebagai buku tambahan dalam mempelajari topik ini. Hal ini kerana menurut Bakar (2010), buku teks sedia ada dalam topik Elektrokimia kurang lengkap, iaitu hanya mengandungi panduan definisi asas dan contoh yang ringkas dan terhad sahaja berkaitan Elektrokimia serta tidak dijelaskan dengan terperinci menggunakan gambarajah. Maka manual ini mampu menjadi “*supplement*” kepada buku teks tersebut.

Hasil kajian ini juga membantu guru dalam mengenal pasti prestasi pelajar dalam PK Elektrokimia Ting. 4 , tahap KPS dan MB mereka. Hal ini kerana pelajar yang berjaya mengaplikasikan konsep Elektrokimia sememangnya mempunyai motivasi yang tinggi untuk mendapatkan maklumat lanjutan yang menyeluruh dalam topik Elektrokimia.

1.6 Batasan Kajian

Kajian ini dijalankan terhadap pelajar Tingkatan 4 di dua buah Maktab Rendah Sains Mara (MRSM) dalam negeri Perak dan sebuah MRSM di Kedah. Sampel pelajar dipilih tanpa mengira jantina. ME Tingkatan 4 dibangunkan dan diguna pakai dalam kajian ini. Seramai 30 orang responden berusia 16 tahun dipilih bagi satu kumpulan dalam maktab tersebut. Satu kumpulan responden menggunakan ME Tingkatan 4, manakala satu kumpulan responden lagi belajar tanpa menggunakan ME Tingkatan 4. Maka dapatan kajian ini tidak boleh digeneralisasikan kepada keseluruhan populasi MRSM.

Selain itu, Ujian KPS oleh Lawson dipilih dan digunakan dalam kajian ini. Hal ini kerana tiada Ujian KPS dengan konsep-konsep Elektrokimia Ting. 4 yang