

**KESAN TUGASAN PEMBELAJARAN DAN
UJIAN MATEMATIK BERASASKAN
KEMAHIRAN BERFIKIR ARAS TINGGI KE
ATAS TINDAK BALAS KOGNITIF, TINDAK
BALAS GELOMBANG OTAK, DAN TINDAK
BALAS SISTEM SARAF AUTONOMIK BAGI
MURID TINGKATAN DUA**

NORLIZA BINTI MOHAMED

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2025

**KESAN TUGASAN PEMBELAJARAN DAN
UJIAN MATEMATIK BERASASKAN
KEMAHIRAN BERFIKIR ARAS TINGGI KE
ATAS TINDAK BALAS KOGNITIF, TINDAK
BALAS GELOMBANG OTAK, DAN TINDAK
BALAS SISTEM SARAF AUTONOMIK BAGI
MURID TINGKATAN DUA**

oleh

NORLIZA BINTI MOHAMED

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

September 2025

PENGHARGAAN

Pertama sekali setinggi-tinggi kesyukuran saya lafazkan kepada Allah s.w.t kerana dengan izin dariNya penyelidikan dan tesis ini dapat disempurnakan. Saya ingin merakamkan penghargaan kepada Profesor Madya Dr. Salmiza Salleh, selaku penyelia utama yang telah memberi dorongan, tunjuk ajar serta bimbingan dalam menyediakan dan menyempurnakan tesis ini. Saya juga mengucapkan jutaan terima kasih kepada Profesor Madya Dr. Nor Azila Noh dari Universiti Sains Islam Malaysia (USIM) yang turut serta membantu, menasihat dan membimbing saya melalui kajian lapangan bagi tesis ini.

Ucapan penghargaan yang tidak terhingga saya ucapkan kepada ibu saya Merak Mas Zakaria, suami saya Mohd Khir bin Ahmad dan anak-anak saya Muhammad Nasrullah, Nur Karmila, Nur Dalila, Nur Qistina, Ahmad Zubair dan Nur Alyaa yang telah begitu sabar serta turut sama melalui liku-liku hidup dan turut berjuang bersama bagi menyempurnakan tesis ini.

Di samping itu, tidak dilupakan ribuan terima kasih saya panjangkan kepada rakan seperjuangan saya yang sama-sama melaksanakan kajian lapangan iaitu Fazreen dan An Nur serta semua sahabat di Institut Pendidikan Guru Kampus Pulau Pinang yang merupakan tempat saya berkhidmat pada ketika ini dan mereka banyak membantu saya dalam penyelidikan ini. Ucapan ini juga saya rakamkan buat semua yang turut terlibat dalam penyelidikan ini sama ada secara langsung mahupun secara tidak langsung, saya berdoa semoga Allah s.w.t memberkati kehidupan anda. Hanya Dia sahaja yang mampu membalas budi yang anda telah hulurkan.

ISI KANDUNGAN

PENGHARGAAN.....	ii
ISI KANDUNGAN.....	iii
SENARAI JADUAL.....	xi
SENARAI RAJAH.....	xvi
SENARAI SINGKATAN.....	xix
SENARAI LAMPIRAN.....	xxi
ABSTRAK.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiv
BAB 1 PENGENALAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Latar Belakang Kajian.....	3
1.2.1 Tugas Pembelajaran Matematik dan Ujian Matematik berasaskan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT).....	5
1.2.2 Tindak balas Kognitif, Tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG dan Tindak balas Sistem Saraf Autonomik.....	10
1.2.3 Murid Murid Tahap Pencapaian Cemerlang, Sederhana dan Lemah.....	16
1.3 Penyataan Masalah.....	18
1.4 Tujuan Kajian.....	21
1.5 Objektif Kajian.....	22
1.6 Persoalan Kajian.....	23
1.7 Hipotesis Kajian.....	24
1.8 Kepentingan Kajian.....	27
1.9 Skop Kajian.....	32

1.10	Batasan Kajian.....	33
1.11	Definisi Istilah dan Operasional.....	34
1.11.1	Murid tahap pencapaian cemerlang, sederhana dan lemah.....	34
1.11.2	Kumpulan Kawaln dan Eksperimen.....	37
1.11.3	Tugasan Pembelajaran Matematik berasaskan KBAT.....	38
1.11.4	Ujian Matematik berasaskan KBAT.....	39
1.11.5	Tindak balas kognitif.....	40
1.11.6	Tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG.....	43
1.11.7	Tindak balas sistem saraf autonomik.....	44
1.11.6	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi.....	44
1.12	Rumusan.....	47
BAB 2 SOROTAN LITERATUR.....		48
2.1	Pendahuluan.....	48
2.2	Pentaksiran Matematik.....	49
2.2.1	Matematik Tingkatan 2.....	51
2.2.2	Kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) dalam Matematik	53
2.2.3	Tugasan Pembelajaran Matematik dan Ujian Matematik berasaskan KBAT.....	59
2.2.4	Kajian Lepas.....	62
2.3	Neurosains dan <i>Neuroeducation</i>	69
2.3.1	Konsep dalam Tindak balas kognitif.....	71
2.3.2	Konsep dalam Tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG.....	75
2.3.3	Konsep dalam Tindak balas sistem saraf autonomik	80
2.3.4	Tahap Pencapaian Kognitif dalam Matematik.....	83

2.3.5	Kajian Lepas.....	85
2.3.6	Kerangka Konseptual.....	119
2.4	Teori-teori dan Model berkaitan kajian.....	121
2.4.1	Teori Kognitif dan Tindak Balas Kognitif Greenwald	121
2.4.2	Teori Berkaitan Otak dan Tindak Balas gelombang otak melalui rakaman EEG	123
2.4.3	Teori berkaitan Tindak Balas Sistem Saraf Autonomik.....	131
2.4.4	Model Taksanomi Bloom dalam Pentaksiran Matematik.....	132
2.4.5	Teori berkaitan Pencapaian Akademik.....	135
2.4.6	Perkaitan teori-teori dan Model dalam Kajian	137
2.4.7	Kerangka Teori Kajian	141
2.5	Rumusan	145
BAB 3 METODOLOGI		146
3.1	Pendahuluan.....	146
3.2	Pendekatan Kajian.....	147
3.2.1	Kajian Kuantitatif	147
3.2.2	Rekabentuk Kajian: Kajian Eksperimental Benar.....	149
3.3	Penetapan Kajian.....	154
3.3.1	Populasi	154
3.3.2	Saiz Sampel	157
3.3.3	Kaedah Pensampelan dan Kriteria	161
3.3.4	Lokasi Kajian.....	163
3.4	Akses dan Kebenaran.....	164
3.5	Prosedur Penyelidikan Kajian.....	165
3.5.1	Peralatan Penyelidikan.....	165

3.5.2	Instrumen Penyelidikan.....	170
3.5.2(a)	Data Keputusan Peperiksaan bagi Tingkatan 1.....	171
3.5.2(b)	Tugasan Pembelajaran Matematik berasaskan KBAT... ..	172
3.5.2(c)	Ujian Matematik berasaskan KBAT.....	174
3.5.3	Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen Kajian.....	176
3.5.4	Prosedur Eksperimen.....	179
3.6	Analisis Data	184
3.6.1	Analisis Data tindak balas kognitif	188
3.6.2	Analisis Data tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG.....	189
3.6.2	Analisis tindak balas sistem saraf autonomik.....	190
3.7	Kajian Rintis.....	191
3.7.1	Analisis Data Tindak Balas Kognitif.....	192
3.7.1(a)	Analisis data bagi tugasan pembelajaran matematik dan ujian matematik.....	193
3.7.1(b)	Analisis data bagi tugasan pembelajaran matematik bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	196
3.7.1(c)	Analisis data bagi ujian matematik bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	197
3.7.1(d)	Analisis <i>Neufeedback</i> dan Pencapaian Kognitif.....	198
3.7.2	Analisis Data Tindak Balas Gelombang Otak melalui rakaman EEG.....	201
3.7.2(a)	Analisis bagi Purata markah yang lalu dan Purata <i>Alpha Peak</i>	201
3.7.2(b)	Analisis bagi <i>Eyes Close</i> dan <i>Eyes Open</i>	202

3.7.2(c)	Analisis tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG bagi tugas pembelajaran matematik....	204
3.7.2(d)	Analisis tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG bagi ujian matematik.....	207
3.7.3	Analisis Data Tindak Balas Sistem Saraf Autonomik.....	210
3.7.3(a)	Analisis data tindak balas sistem saraf autonomik semasa pelaksanaan tugas pembelajaran matematik yang berasaskan KBAT.....	211
3.7.3(b)	Analisis data tindak balas sistem saraf autonomik semasa pelaksanaan ujian matematik yang berasaskan KBAT.....	213
3.8	Rumusan.....	215
BAB 4 ANALISIS DAN DAPATAN KAJIAN.....		216
4.1	Pendahuluan.....	216
4.2	Data Demografi.....	217
4.3	Analisis Data.....	218
4.3.1	Analisis tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.....	218
4.3.2	Analisis tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.....	225

4.3.3	Analisis tindak balas gelombang otak melalui pengukuran elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.....	228
4.3.4	Analisis tindak balas gelombang otak melalui pengukuran elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.....	240
4.3.5	Analisis tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.....	248
4.3.6	Analisis tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT...	252
4.4	Rumusan.....	255
BAB 5 PERBINCANGAN, CADANGAN DAN KESIMPULAN.....		257
5.1	Pendahuluan.....	257
5.2	Perbincangan dapatan Kajian.....	257

5.2.1	Dapatan data tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, sederhana dan lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.....	258
5.2.2	Dapatan data tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.....	262
5.2.3	Dapatan data tindak balas gelombang otak melalui pengukuran elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.....	265
5.2.4	Dapatan data tindak balas gelombang otak melalui pengukuran elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, sederhana dan lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.....	270
5.2.5	Dapatan data tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.....	274
5.2.6	Dapatan data tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian	

	sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan	
	eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik	
	berasaskan KBAT.....	277
5.3	Implikasi Kajian.....	281
	5.3.1 Implikasi Kajian Teori.....	282
	5.3.2 Implikasi Kajian Amalan.....	284
5.4	Limitasi Kajian.....	287
	5.4.1 Sampel Kajian.....	287
	5.4.2 Kesukarelawan Peserta.....	287
	5.4.3 Tempoh Pelaksanaan Eksperimen.....	288
5.5	Cadangan Kajian Lanjutan.....	289
	5.5.1 Metodologi Kajian.....	289
	5.5.2 Skop Kajian.....	290
	5.5.3 Tempoh Masa Eksperimen.....	290
5.6	Rumusan.....	291
	RUJUKAN.....	293
	LAMPIRAN	
	SENARAI PENERBITAN	

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 1.1 Penerangan berkaitan aras pemikiran bagi empat tangga teratas dalam Edisi Semakan Taksonomi Bloom	46
Jadual 2.1 Bandingan Sukatan Pelajaran KBSM dengan KSSM bagi Matematik Tingkatan 2	52
Jadual 2.2 Gred UASA (Tingkatan 1 – Tingkatan 3) Oleh Kementerian Pendidikan Malaysia	84
Jadual 3.1 Alatan Elektroensefalogram dan spesifikasi tugas	167
Jadual 3.2 Gred UASA (Tingkatan 1 – Tingkatan 3) oleh Kementerian Pendidikan Malaysia	171
Jadual 3.3 Dapatan nilai tahap persetujuan <i>Cohen's Kappa</i>	178
Jadual 3.4 Teknik Analisis Data bagi setiap persoalan kajian	187
Jadual 3.5 Peratusan Markah bagi Tugas Pembelajaran Matematik yang berasaskan KBAT	193
Jadual 3.6 Peratusan Markah bagi Ujian Matematik yang berasaskan KBAT..	193
Jadual 3.7 Peratusan Markah bagi Tugas Pembelajaran Matematik kumpulan kawalan	194
Jadual 3.8 Peratusan Markah bagi Ujian Matematik kumpulan kawalan.....	195
Jadual 3.9 Perbandingan Peratusan Markah bagi Tugas Pembelajaran Matematik bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	196
Jadual 3.10 Perbandingan Peratusan Markah bagi Ujian Matematik bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan	197

Jadual 3.11	Perbandingan Peratusan Markah bagi Neurofeedback dengan Pencapaian Kognitif bagi peserta eksperimen.....	198
Jadual 3.12	Perbandingan Peratusan Markah bagi <i>Neurofeedback</i> dengan Pencapaian Kognitif bagi peserta kawalan.....	199
Jadual 3.13	Perbandingan Peratusan Markah bagi <i>Neurofeedback</i> dengan Pencapaian Kognitif bagi peserta eksperimen dan kawalan.....	200
Jadual 3.14	Data <i>alpha peak</i> dan markah yang lalu bagi kumpulan eksperimen.....	201
Jadual 3.15	Data purata markah yang lalu dan purata <i>alpha peak</i> bagi kumpulan kawalan.....	201
Jadual 3.16	Data bandingan purata <i>alpha peak</i> dan purata markah yang lalu bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	202
Jadual 3.17	Data <i>Eye Close</i> bagi Alpha <i>band</i>	203
Jadual 3.18	Data <i>Eye Open</i> bagi Theta <i>band</i>	203
Jadual 3.19	Data <i>Eye Open</i> bagi Beta <i>band</i>	203
Jadual 3.20	Purata data gelombang otak setiap elektrod bagi tugas pembelajaran matematik (kumpulan eksperimen)	204
Jadual 3.21	Purata data gelombang otak bagi Alpha <i>band</i> bagi tugas pembelajaran matematik (kumpulan eksperimen)	205
Jadual 3.22	Purata data gelombang otak bagi Theta <i>band</i> bagi tugas pembelajaran matematik (kumpulan eksperimen)	205
Jadual 3.23	Purata data gelombang otak bagi Beta <i>band</i> bagi tugas pembelajaran matematik (kumpulan eksperimen)	206
Jadual 3.24	Purata Data Frekuensi yang dominan (Gelombang otak) bagi tugas pembelajaran matematik (kumpulan eksperimen)	206

Jadual 3.25	Purata data BLF (14-20Hz; Gelombang otak) bagi tugas pembelajaran matematik (kumpulan eksperimen)	207
Jadual 3.26	Analisis Data Elektrod bagi ujian matematik (kumpulan eksperimen)	207
Jadual 3.27	Purata data gelombang otak bagi Alpha <i>band</i> bagi ujian matematik (kumpulan eksperimen)	208
Jadual 3.28	Purata data gelombang otak bagi Theta <i>band</i> bagi ujian matematik (kumpulan eksperimen)	208
Jadual 3.29	Purata data gelombang otak bagi Beta <i>band</i> bagi ujian matematik (kumpulan eksperimen)	209
Jadual 3.30	Purata data frekuensi yang dominan (Gelombang otak) bagi ujian matematik (kumpulan eksperimen)	209
Jadual 3.31	Purata data BLF (14-20Hz; Gelombang otak) bagi ujian matematik (kumpulan eksperimen)	210
Jadual 3.32	Analisis Data tahap oksigen dan kadar denyutan jantung bagi peserta eksperimen semasa tugas pembelajaran matematik.....	211
Jadual 3.33	Analisis Data tahap oksigen dan kadar denyutan jantung bagi peserta kawalan semasa tugas pembelajaran matematik.....	212
Jadual 3.34	Analisis Data tahap oksigen dan kadar denyutan jantung bagi peserta eksperimen semasa ujian matematik.....	213
Jadual 3.35	Data tahap oksigen dan kadar denyutan jantung bagi peserta kawalan semasa ujian matematik.....	214
Jadual 4.1	Taburan bilangan peserta mengikut jantina	217
Jadual 4.2	Taburan bilangan peserta mengikut tahap pencapaian	217

Jadual 4.3	Perbandingan Peratusan Markah bagi <i>Neurofeedback</i> dengan Pencapaian Kognitif bagi peserta kumpulan eksperimen dan peserta kumpulan kawalan.....	219
Jadual 4.4	Purata Peratusan Markah kumpulan Eksperimen dan Kawalan bagi Tugas Pembelajaran Matematik yang berasaskan KBAT...	222
Jadual 4.5	Purata Peratusan Markah kumpulan Eksperimen dan Kawalan bagi Ujian Matematik yang berasaskan KBAT.....	225
Jadual 4.6	Perbandingan Data <i>alpha peak</i> dan markah yang lalu bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan Kawalan.....	228
Jadual 4.7	Analisis Data <i>Eye Close</i> bagi Alpha <i>band</i>	230
Jadual 4.8	Analisis Data <i>Eye Open</i> bagi Theta <i>band</i>	231
Jadual 4.9	Analisis Data <i>Eye Open</i> bagi Beta <i>band</i>	231
Jadual 4.10	Purata data gelombang otak setiap elektrod bagi tugas pembelajaran matematik	232
Jadual 4.11	Purata data gelombang otak bagi Alpha <i>band</i> bagi tugas pembelajaran matematik	233
Jadual 4.12	Purata data gelombang otak bagi Theta <i>band</i> bagi tugas pembelajaran matematik	235
Jadual 4.13	Purata data gelombang otak bagi Beta <i>band</i> bagi tugas pembelajaran matematik.....	237
Jadual 4.14	Purata data BLF (14-20Hz; Gelombang otak) bagi tugas pembelajaran matematik	239
Jadual 4.15	Analisis Purata data gelombang otak setiap elektrod bagi ujian matematik	240
Jadual 4.16	Analisis Purata data gelombang otak bagi Alpha <i>band</i> bagi ujian matematik	242

Jadual 4.17	Analisis Purata data gelombang otak bagi Theta <i>band</i> bagi ujian matematik	243
Jadual 4.18	Analisis Purata data gelombang otak bagi Beta <i>band</i> bagi ujian matematik	245
Jadual 4.19	Analisis Purata data BLF (14-20Hz; Gelombang otak) bagi ujian matematik	246
Jadual 4.20	Data purata tahap oksigen dan purata kadar denyutan jantung bagi tugas pembelajaran Matematik	249
Jadual 4.21	Data purata tahap oksigen dan purata kadar denyutan jantung bagi ujian matematik	253

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1 Taksonomi Bloom Disemak semula (Anderson dan Krathwohl, 2001; Lembaga Peperiksaan Malaysia, 2013).....	6
Rajah 2.1 Gelombang Gamma.....	77
Rajah 2.2 Gelombang Beta.....	78
Rajah 2.3 Gelombang Alpha.....	78
Rajah 2.4 Gelombang Theta.....	79
Rajah 2.5 Gelombang Delta.....	79
Rajah 2.6 Kerangka Konseptual.....	120
Rajah 2.7 Anatomi Otak Manusia.....	127
Rajah 2.8 Otak kiri dan kanan (<i>sumber: http://ucmas.us/what.aspx</i>).....	129
Rajah 2.9 Hieraki Taksonomi Bloom Edisi Semakan Anderson.....	133
Rajah 2.10 Kerangka Teori Kajian.....	144
Rajah 3.1 Oximeter	169
Rajah 3.2 Kedudukan 8 elektrod bagi saluran EEG.....	182
Rajah 3.3 Carta Alir Eksperimen.....	184
Rajah 4.1 Perbandingan Peratusan Markah Pencapaian Kognitif bagi peserta kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	219
Rajah 4.2 Perbandingan Peratusan <i>Neurofeedback</i> bagi peserta kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	220
Rajah 4.3 Perbandingan Peratusan Markah bagi <i>Neurofeedback</i> dengan Pencapaian Kognitif bagi peserta kumpulan eksperimen dan peserta kumpulan kawalan.....	221

Rajah 4.4	Perbandingan Purata Peratusan Markah bagi Tugas Pembelajaran Matematik bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	223
Rajah 4.5	Perbandingan Purata Peratusan Markah bagi Ujian Matematik bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	226
Rajah 4.6	Data bandingan purata <i>alpha peak</i> dan purata markah yang lalu bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	229
Rajah 4.7	Data Perbandingan bagi purata data gelombang otak setiap elektrod bagi tugas pembelajaran matematik kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	233
Rajah 4.8	Perbandingan purata data gelombang Alpha bagi tugas pembelajaran matematik antara kumpulan eksperimen dan kawalan	234
Rajah 4.9	Perbandingan purata data gelombang Theta bagi tugas pembelajaran matematik antara kumpulan eksperimen dan kawalan	236
Rajah 4.10	Perbandingan purata data gelombang Beta bagi tugas pembelajaran matematik antara kumpulan eksperimen dan kawalan	238
Rajah 4.11	Data Perbandingan bagi purata data gelombang otak setiap elektrod bagi ujian matematik kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan.....	241
Rajah 4.12	Perbandingan purata data gelombang Theta bagi ujian matematik antara kumpulan eksperimen dan kawalan	245

Rajah 4.13	Data perbandingan purata kadar denyutan jantung Kumpulan Eksperimen dan Kumpulan Kawalan bagi tugas pembelajaran Matematik	250
Rajah 4.14	Data perbandingan purata tahap oksigen Kumpulan Eksperimen dan Kumpulan Kawalan bagi tugas pembelajaran Matematik.....	250
Rajah 4.15	Perbandingan Data purata tahap oksigen Kumpulan Eksperimen dan Kumpulan Kawalan bagi ujian matematik	254
Rajah 4.16	Perbandingan Data kadar denyutan jantung Kumpulan Eksperimen dan Kumpulan Kawalan bagi ujian matematik.....	254

SENARAI SINGKATAN

ANS	<i>Autonomic Nervous System</i>
BLF	Betha Low Frequency
BPK	Bahagian Perkembangan Kurikulum
CDA	<i>Continuos Deconvolusi Analysis</i>
DBP	Dewan Bahasa dan Pustaka
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran
EC	Eye Close
EEG	Elektrosphalogram
EO	Eye Open
EPRD	Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan
EQ	<i>Emotional Quotient</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
GSR	<i>Galvanic Skin Response</i>
HF	<i>High Frequency</i>
HOKA	Hemisfera Otak Kanan
HOKI	Hemisfera Otak Kiri
HRV	<i>Heart Rate Variability</i>
IQ	<i>Intelligence Quotient</i>
JEPeM	Jawatankuasa Etika Penyelidikan (Manusia)
JPNPP	Jabatan Pendidikan Negeri Pulau Pinang
KBAT	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi
KBKK	Kemahiran Berfikir Kreatif dan Kritis
KBSM	Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
KSSM	Kurikulum Standard Sekolah Menengah
LF	<i>Low Frequency</i>
LPM	Lembaga Peperiksaan Malaysia
NCTM	<i>The National Council of Teachers of Mathematics</i>
PAJSK	Pendidikan Jasmani Sosial dan Kesihatan
PAK21	Pedagogi Abad Ke-21
PBS	Pentaksiran Berasaskan Sekolah

PISA	<i>Programme for International Students Assessment</i>
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
PPsi	Pentaksiran Psikotrik
PSD	<i>Power Spektrum Density</i>
PT3	Pentaksiran Tingkatan 3
SABK	Sekolah Agama Bantuan Kerajaan
SC	<i>Skin Conductor</i>
SMJK	Sekolah Menengah Jenis Kebangsaan
SMK	Sekolah Menengah Kebangsaan
SMKA	Sekolah Menengah Kebangsaan Agama
SPSS	<i>Statistics Package for Social Sciences</i>
TIMMS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
VLF	<i>Very Low Frequency</i>

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN A	TUGASAN PEMBELAJARAN MATEMATIK
LAMPIRAN B	UJIAN MATEMATIK
LAMPIRAN C	ANALISIS <i>COHEN'S KAPPA</i> (TUGASAN PEMBELAJARAN MATEMATIK)
LAMPIRAN D	ANALISIS <i>COHEN'S KAPPA</i> (UJIAN MATEMATIK)
LAMPIRAN E	UJIAN MANN-WHITNEY

**KESAN TUGASAN PEMBELAJARAN DAN UJIAN MATEMATIK
BERASASKAN KEMAHIRAN BERFIKIR ARAS TINGGI KE ATAS
TINDAK BALAS KOGNITIF, TINDAK BALAS GELOMBANG OTAK, DAN
TINDAK BALAS SISTEM SARAF AUTONOMIK BAGI MURID
TINGKATAN DUA**

ABSTRAK

Kajian ini mengaplikasikan pendekatan neurosains pendidikan untuk membina asas saintifik dalam menganalisis pelaksanaan aktiviti pembelajaran dan penilaian berasaskan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) dalam konteks pengajaran Matematik. Kajian ini bertujuan mengkaji kesan aktiviti KBAT terhadap proses kognitif murid melalui analisis menyeluruh terhadap tiga aspek utama iaitu tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak, dan tindak balas sistem saraf autonomik. Seramai 30 orang peserta Tingkatan 2 dari negeri Pulau Pinang dengan tiga tahap pencapaian dalam mata pelajaran matematik iaitu tahap pencapaian cemerlang, sederhana dan lemah, terlibat dalam kajian eksperimental ini. Kajian ini menggunakan reka bentuk kuantitatif dengan pemilihan peserta adalah secara rawak berstrata. Peserta dibahagikan kepada dua kumpulan iaitu kumpulan eksperimen yang menerima intervensi tugas pembelajaran dan ujian matematik berasaskan KBAT dengan proses penaakulan, dan kumpulan kawalan menerima intervensi tugas pembelajaran dan ujian matematik berasaskan KBAT tanpa proses penaakulan. Proses pengumpulan data melibatkan rakaman elektroensephalogram (EEG) 8-saluran dan oximeter untuk memantau aktiviti neurologi, yang dianalisis menggunakan perisian Neuron-Spectrum.NET dan ujian statistik Mann-Whitney. Secara praktikal, dapatan kajian ini

dapat membantu pendidik bagi mengenal pasti strategi pembelajaran optimum berdasarkan profil neurokognitif murid, di samping merancang aktiviti KBAT yang lebih efektif dengan mempertimbangkan beban kognitif, serta dapat membangunkan teknik pengurangan stres akademik yang berasaskan bukti fisiologi. Dari perspektif jangka panjang, penyelidikan ini menyumbang ke arah transformasi sistem pendidikan yang lebih inklusif dengan menyediakan kerangka objektif untuk memahami perbezaan tahap pencapaian individu dalam pembelajaran. Gabungan pendekatan neurosains dan pedagogi ini diharapkan dapat mencipta persekitaran pembelajaran yang lebih menyokong perkembangan potensi setiap murid secara optimum, sekaligus mengurangkan jurang pencapaian akademik. Kajian ini merupakan langkah penting dalam merapatkan jurang antara teori neurosains dengan amalan pendidikan, khususnya dalam konteks pelaksanaan KBAT dalam kurikulum Matematik. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan bukti empirikal tentang keberkesanan pendekatan berasaskan neurosains dalam pengajaran Matematik berasaskan KBAT, sekaligus mencadangkan kerangka pedagogi yang lebih holistik untuk meningkatkan kemahiran berfikir aras tinggi dalam kalangan murid pelbagai tahap pencapaian dengan menitikberatkan aspek sosio-kognitif murid. Penemuan kajian ini dijangka memberi implikasi signifikan terhadap amalan pengajaran di bilik darjah dan pembentukan dasar pendidikan yang lebih berasaskan bukti saintifik.

**THE EFFECTS OF LEARNING TASK AND MATHEMATICAL TEST
BASED ON HIGHER ORDER THINKING SKILLS ON COGNITIVE
RESPONSE, BRAIN WAVE RESPONSE, AND AUTONOMIC NERVOUS
SYSTEM RESPONSE FOR FORM TWO STUDENTS**

ABSTRACT

This study applies an educational neuroscience approach to establish a scientific foundation for analyzing the implementation of Higher-Order Thinking Skills (HOTS)-based learning activities and assessments in Mathematics. The research comprehensively examines the impact of HOTS activities on students' cognitive processes through three key dimensions: cognitive responses, brainwave patterns, and autonomic nervous system reactions. The experimental study involved 30 Form Two students from Penang, representing three distinct achievement levels in Mathematics (high achievers, moderate achievers, and low achievers). Using a quantitative research design with stratified random sampling, participants were divided into two groups: an experimental group receiving HOTS-based Mathematics instruction incorporating explicit reasoning processes, and a control group receiving HOTS instruction without such reasoning processes. The research methodology incorporated advanced neurophysiological monitoring techniques, including 8-channel electroencephalogram (EEG) recordings and oximeter measurements, with data analysis conducted using Neuron-Spectrum.NET software and Mann-Whitney statistical tests. Practically, the study's findings offer educators valuable insights for developing optimized learning strategies based on students' neurocognitive profiles, designing more effective HOTS activities that account for cognitive load and creating evidence-based physiological

interventions to reduce academic stress. From a long-term perspective, this research contributes significantly to educational transformation by establishing objective frameworks for understanding individual learning differences and promoting more inclusive education systems. This integration of neuroscience and pedagogical approaches is expected to create learning environments that better support each student's optimal potential development while simultaneously reducing academic achievement gaps. This study is a crucial step in bridging the gap between neuroscience theory and educational practice, particularly in the context of implementing HOTS in the Mathematics curriculum. The findings are expected to provide empirical evidence on the effectiveness of neuroscience-based approaches in HOTS-oriented Mathematics teaching, while also proposing a more holistic pedagogical framework to enhance higher-order thinking skills among students of varying achievement levels with focusing on the sosio-cognitive aspects of students. The results are anticipated to have significant implications for classroom teaching practices and the development of more scientifically grounded educational policies.

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Proses pentaksiran matematik di sekolah adalah memainkan peranan penting dalam sistem pendidikan bagi mengesan masalah pembelajaran yang dihadapi oleh murid ketika sesi pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah. Umum mengetahui bahawa matematik dilihat sebagai satu mata pelajaran yang sukar, justeru pelaksanaan pentaksiran matematik di bilik darjah seharusnya menjadi satu proses yang dapat mengembangkan intelektual murid secara maksima serta dapat menjadikannya sebagai satu proses pembelajaran bermakna dan menyeronokkan (Manibarathi & Muhammad Sofwan, 2022). Kegagalan murid untuk menguasai konsep serta kemahiran matematik di peringkat awal akan mengakibatkan kesukaran dalam meneruskan pembelajaran di peringkat selanjutnya. Dalam konteks pendidikan menengah rendah di Malaysia, murid-murid yang berada di tingkatan 1 hingga 3 merupakan golongan pertengahan dan perantaraan bagi sekolah rendah dan menengah atas. Murid-murid di peringkat ini perlu mengukuhkan konsep dan memperkayakan kemahiran yang dipelajari oleh mereka dalam pembelajaran matematik sebagai langkah persediaan sebelum mereka bergerak ke peringkat yang seterusnya (Garcia et al., 2024). Murid-murid perlu menguasai kemahiran matematik di bilik darjah bagi mengembangkan potensi serta kemahiran ke tahap yang lebih tinggi (OECD, 2022).

Oleh itu bagi memastikan hasrat dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) dicapai, Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) telah memberi fokus kepada kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) dalam pentaksiran di

bilik darjah. Maka, transformasi dalam pendidikan Matematik yang menuntut kepada kemahiran berfikir aras tinggi telah dijemakan dalam pentaksiran matematik agar ia bergerak seiring dengan sistem pendidikan di Malaysia. Pengaplikasian kemahiran berfikir aras tinggi yang efektif dalam pentaksiran Matematik dapat meningkatkan serta membudayakan kemahiran berfikir secara kritis bagi seseorang murid (Yahya, 2014; Boaler, J., 2016; Nor Asmahani, I., & Mohd Effendi, E., 2020; Lim, C.S., & Tan, K.E., 2022). Maka tugas pembelajaran Matematik yang dilaksanakan dalam pengajaran dan pembelajaran perlu diterapkan dengan KBAT agar kemahiran ini dapat dipupuk semasa proses pengajaran dan pembelajaran berlaku. Seterusnya di akhir sesuatu pengajaran atau semester, mereka perlu diuji dengan menggunakan item-item yang berunsurkan KBAT dalam Ujian Matematik bagi memastikan mereka menguasai kemahiran Matematik yang berasaskan KBAT.

Memandangkan KBAT adalah penting dan semakin hebat dikembangkan dalam pentaksiran di bilik darjah (KPM, 2013; Abdullah, N., & Zakaria, E., 2018; Mohd Najib, A.R., & Lim, H.E, 2020; Lee, T.T., et al., 2022), maka pengkaji mengambil inisiatif untuk menjalankan kajian eksperimental berkaitan penerokaan tindak balas gelombang otak, tindak balas kognitif dan tindak balas sistem saraf autonomik yang mampu untuk menterjemahkan aktiviti otak ketika proses pentaksiran berlaku. Kajian eksperimental ini dijalankan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana otak dan tubuh berfungsi semasa proses pembelajaran dan pentaksiran. Dengan menggabungkan data gelombang otak, tindak balas kognitif, dan sistem saraf autonomik, pengkaji berharap dapat meningkatkan kaedah pentaksiran, mengenal pasti faktor yang mempengaruhi prestasi, dan membangunkan intervensi yang lebih efektif untuk menyokong kejayaan murid.

Pengkaji mengambil inisiatif untuk menjalankan kajian eksperimental ini kerana ingin memahami dengan lebih mendalam bagaimana otak dan tubuh murid berfungsi semasa proses pembelajaran dan pentaksiran, terutamanya ketika melibatkan tugas yang memerlukan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT). Oleh itu, dengan meneroka tindak balas gelombang otak, tindak balas kognitif, dan tindak balas sistem saraf autonomik, pengkaji berharap dapat melihat bagaimana aktiviti otak dan tubuh berinteraksi semasa murid menyelesaikan masalah atau menjawab soalan. Ini penting kerana pentaksiran tradisional sering hanya mengukur hasil akhir, seperti markah ujian, tanpa memahami proses mental dan emosi yang dilalui murid. Selain itu, kajian ini bertujuan untuk meningkatkan kaedah pentaksiran supaya lebih holistik dan adil. Dengan menggabungkan data fisiologi seperti gelombang otak dan kadar denyutan jantung, pengkaji ingin mencipta alat pentaksiran yang bukan sahaja mengukur pengetahuan murid tetapi juga memahami keadaan mental dan emosi mereka semasa penilaian. Ini boleh membantu mengenal pasti murid yang mungkin cemerlang tetapi tertekan, atau murid yang menghadapi kesukaran kerana faktor seperti kurang tumpuan atau keletihan.

Justeru bagi mengenalpasti tindak balas yang berlaku di otak, maka rakaman elektroensephalogram (EEG) perlu dilakukan untuk pengukuran tersebut. Sementara itu, rakaman kadar denyutan jantung melalui oximeter pula dapat menunjukkan tindak balas sistem saraf autonomik yang berlaku kepada murid ketika mereka melaksanakan tugas pembelajaran dan Ujian Matematik yang berasaskan KBAT.

1.2 Latarbelakang Kajian

Pentaksiran memainkan peranan penting sebagai kompas dalam proses pendidikan yang membimbing kedua-dua guru dan murid ke arah kecemerlangan

holistic (Black & Wiliam, 2018). Dalam ekosistem pembelajaran moden, pentaksiran wujud dalam dua bentuk saling melengkapi - formatif yang berfungsi sebagai cermin pembelajaran harian, dan sumatif yang bertindak sebagai penanda aras pencapaian. Melalui mekanisme pentaksiran yang terancang, guru bukan sekadar mengukur kemajuan akademik tetapi turut membina jambatan keyakinan dalam diri murid, terutamanya dalam subjek yang sering dianggap mencabar seperti matematik. Proses ini juga memberikan ruang untuk guru mengadaptasi kaedah pengajaran berdasarkan profil pembelajaran unik setiap murid, sekaligus memperkaya pengetahuan psikologi pedagogi mereka.

Transformasi pentaksiran konvensional kepada pendekatan berasaskan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) membawa angin perubahan dalam landskap Pendidikan (Tan, C. 2017; Lim, C. S., & Tan, K. E. (2022). Pentaksiran KBAT yang berkualiti berperanan sebagai katalis yang merangsang minda murid untuk berfikir secara kreatif dan kritis, jauh melangkaui hafalan fakta semata-mata. Ciri utama pentaksiran KBAT terletak pada kemampuannya menyajikan situasi autentik yang mencabar murid mengaplikasi pengetahuan, menganalisis maklumat, mensintesis idea baharu, dan membuat penilaian bijak. Sebagai contoh, dalam konteks matematik, soalan KBAT yang dirangka dengan baik mampu menggalakkan murid menyelesaikan masalah berlapis yang mencerminkan realiti kehidupan sebenar.

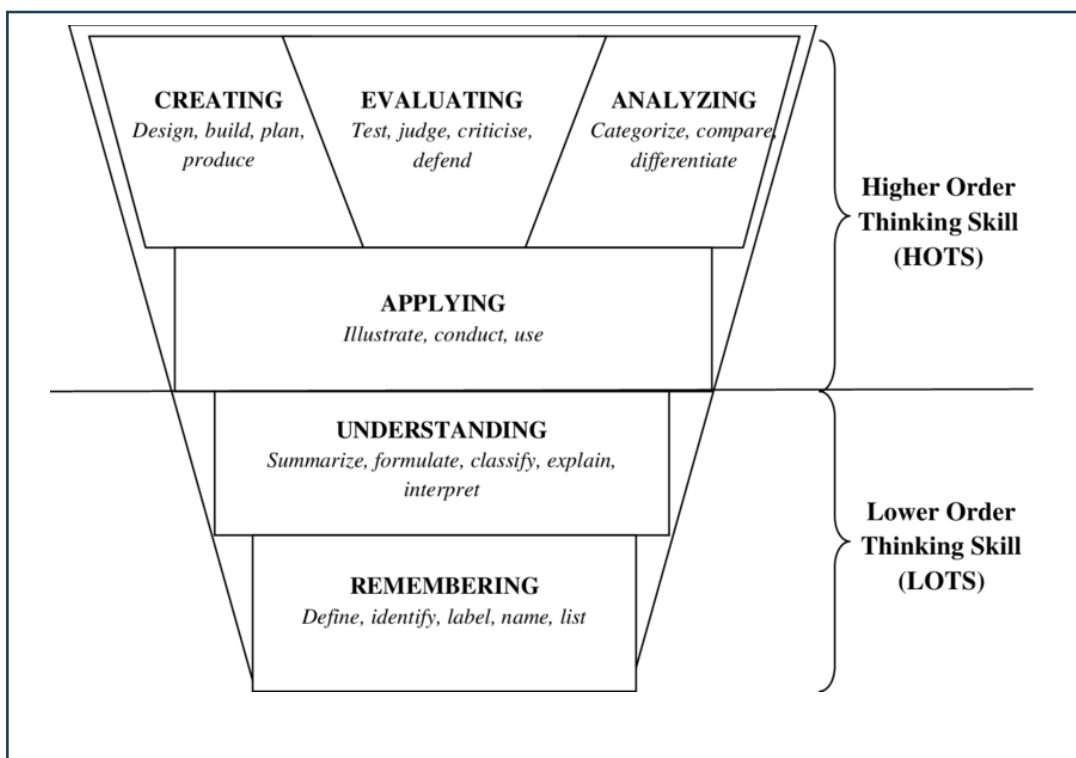
Evolusi sistem pentaksiran ke arah KBAT memerlukan komitmen berterusan semua pihak. Guru perlu diberi latihan menyeluruh untuk membina instrumen pentaksiran yang benar-benar menguji kemahiran berfikir aras tinggi. Murid pula perlu

dibimbing secara progresif untuk membiasakan diri dengan paradigma pembelajaran yang lebih dinamik ini. Pentaksiran KBAT yang dilaksanakan dengan efektif bukan sekadar alat pengukuran, tetapi merupakan medium pembentukan minda kritis yang melahirkan generasi mampu menyelesaikan masalah kompleks dalam dunia yang semakin mencabar.

1.2.1 Tugas Pembelajaran Matematik dan Ujian Matematik berasaskan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT)

Dalam konteks pendidikan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM), pentaksiran dalam matematik adalah berdasarkan kepada Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) dengan melibatkan elemen kemahiran berfikir aras tinggi serta kemahiran matematik dalam soalan serta tugas pembelajarannya. Penerapan KBAT dalam pentaksiran dapat mencetuskan kesan yang positif dalam proses pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2017). Justeru KPM telah melaksanakan pembudayaan KBAT dalam pembinaan item pentaksiran sejak dari tahun 2013 (KPM, 2018). Kemahiran KBAT adalah merupakan kemahiran abad 21 yang dituntut dalam usaha melahirkan generasi yang mampu untuk mengaplikasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam situasi yang baharu (Boaler, J. 2016; Rahim, N. A., & Jamaludin, R., 2021). Ia merupakan proses intelektual yang melibatkan pembentukan konsep, analisis, aplikasi dan menilai maklumat yang diadaptasikan melalui proses pemerhatian, refleksi, pengalaman, penaakulan atau komunikasi (Lee, T. T., et al., 2023). KBAT merupakan salah satu komponen utama dalam Kemahiran Berfikir Secara Kreatif dan Kritis (KBKK) kerana KBAT melibatkan pengaplikasian pemikiran kritikal, kreatif, logikal, reflektif dan

metakognitif. KBAT adalah aras paling tinggi dalam hierraki proses kognitif iaitu mengaplikasi, menganalisis, menilai dan mencipta. Ini dijelaskan dalam Taksonomi Bloom semakan semula seperti dalam Rajah 1.1.



Rajah 1.1 Taksonomi Bloom Disemak semula (Anderson dan Krathwohl, 2001; Lembaga Peperiksaan Malaysia, 2013)

Menjelang tahun 2022, KPM telah mengumumkan pemansuhan Pentaksiran Tingkatan 3 (PT3) yang telah dilaksanakan sejak 2014 dan digantikan dengan pengukuhan Pentaksiran Berasaskan Sekolah (PBS). PBS merangkumi 3 komponen utama iaitu Pentaksiran Bilik Darjah (PBD), Pentaksiran Aktiviti Jasmani, Sukan dan Kokurikulum (PAJSK) dan Pentaksiran Psikometrik (PPsi). Melalui PBS, pelaksanaan KBAT ditekankan dalam pentaksiran di sekolah yang mana menuntut kepada pembinaan item KBAT dalam setiap pentaksiran yang dilaksanakan. Peningkatan peratusan soalan yang berasaskan KBAT dalam pentaksiran dilakukan dari semasa ke

semasa bagi menjamin kualiti soalan tersebut. Justeru pentaksiran dilaksanakan bagi mendapatkan maklumat dengan menggunakan pelbagai kaedah dan pendekatan sama ada secara formatif atau sumatif dan secara formal atau tidak formal. Terdapat kajian yang menyatakan bahawa tahap berfikir aras tinggi murid masih di tahap sederhana (Abdullah, N., & Zakaria, E. 2020) dan tahap pencapaian murid berdasarkan domain kognitif juga menunjukkan KBAT murid di tahap sederhana (Yuzie, E., 2015; Tan, C. 2022).

Kemahiran berfikir bukan merupakan kemahiran semulajadi namun ia adalah kemampuan untuk menerima dan memproses maklumat yang dijana dan diperhebatkan agar individu berkenaan dapat mengingat fakta dan berfikir secara kritis, membuat analisa serta penilaian terhadap fakta tersebut (Faizah & Saemah, 2011; Bakry & Firdaus, 2013; Mohd Majid, K., & Ali, M. M., 2022). Penerapan KBAT dalam pentaksiran matematik dapat merangsang kemahiran berfikir serta penggunaan otak kiri murid. Kajian neurosains membuktikan bahawa otak kiri lebih cenderung untuk logik matematik (Bee Lean C. & Saw Lan O., 2006; Dehaene, S. 2011; Lim, C. S., & Tan, K. E., 2022) dan penggunaan hemisfera kiri juga memperlihatkan kecenderungan murid untuk memperolehi pencapaian yang lebih baik dalam Matematik berbanding dengan murid yang cenderung untuk menggunakan hemisfera kanan (Salmiza & Anis, 2016). Semakin tinggi pencapaian murid dalam Matematik, semakin cenderung mereka terhadap fungsi di hemisfera kiri berbanding dengan fungsi di hemisfera kanan (Salmiza & Anis, 2016).

Dalam konteks kajian ini terdapat dua set tugas dalam pembelajaran Matematik iaitu tugas pembelajaran KBAT tanpa penaakulan dan tugas pembelajaran KBAT dengan proses penaakulan. Tugas pembelajaran KBAT tanpa penaakulan merupakan tugas pembelajaran yang memerlukan kreativiti murid dalam melaksanakan tugas tersebut. Manakala tugas pembelajaran KBAT dengan proses penaakulan pula memerlukan kreativiti, menganalisis dan penaakulan matematik untuk menyelesaikannya. Oleh itu, tugas pembelajaran KBAT dengan penaakulan mempunyai lebih daripada satu penyelesaian bagi mencungkil pemikiran kritis dan kreativiti murid semasa mereka melaksanakan tugas tersebut. Dalam konteks kajian ini, pengkaji menggunakan tugas pembelajaran matematik yang berasaskan KBAT yang dipetik daripada buku teks matematik tingkatan 2 yang bertajuk Poligon. Pengkaji memilih topik Poligon kerana tugas pembelajaran ini memerlukan peserta untuk berfikir secara kritis dan kreatif, seperti menganalisis, mensintesis, dan menilai, yang selaras dengan objektif kajian untuk memahami proses kognitif pelajar. Topik Poligon dipilih kerana ia melibatkan konsep geometri yang kompleks, seperti mengklasifikasikan poligon, melukis bentuk-bentuk poligon dan menyelesaikan masalah yang memerlukan pemikiran mendalam. Selain itu, tugas ini selari dengan kurikulum pendidikan semasa, memastikan relevansinya dengan tahap pembelajaran murid dan memudahkan mereka untuk terlibat secara aktif. Tugas ini juga mencabar kemampuan murid, menggalakkan pembelajaran aktif dan kreatif tanpa menyebabkan tekanan yang berlebihan. Dengan menggunakan tugas ini, pengkaji dapat mengumpul data yang kaya dan bermakna untuk dianalisis, seperti strategi penyelesaian masalah dan tahap kesukaran yang dihadapi oleh mereka. Justeru pemilihan topik Poligon ini membantu pengkaji memahami dengan lebih mendalam

bagaimana murid memproses dan menyelesaikan masalah matematik yang kompleks, serta menilai keberkesanan intervensi yang dikaji.

Begitu juga dengan pentaksiran ujian matematik, di mana terdapat 2 set soalan yang melibatkan item-item KBAT tanpa penaakulan dan item-item KBAT dengan proses penaakulan. Soalan ujian matematik KBAT tanpa penaakulan adalah soalan yang melibatkan satu operasi sahaja dalam proses penyelesaiannya, di mana ketika menyelesaikan masalah dalam matematik, murid hanya perlu untuk memahami masalah dan memilih operasi yang bersesuaian seterusnya mengaplikasikan algoritma-algoritma yang telah mereka pelajari. Manakala soalan ujian matematik KBAT dengan proses penaakulan pula memerlukan proses-proses penyelesaian yang lebih tinggi di mana ia bergantung kepada kebolehan murid untuk memberikan justifikasi ke atas penyelesaian yang telah diberikan. Dalam konteks kajian ini pentaksiran ujian Matematik yang digunakan adalah berasaskan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) di mana soalan bagi ujian ini dipilih daripada buku teks Matematik Tingkatan 1 dan Matematik Tingkatan 2. Ujian Matematik ini merangkumi topik Perimeter, Statistik dan Pola. Pemilihan topik-topik ini dalam Ujian Matematik adalah berdasarkan kepentingan konsep-konsep ini dalam kurikulum matematik dan keupayaannya untuk menguji pelbagai kemahiran murid. Topik-topik ini bukan sahaja meliputi kemahiran asas matematik tetapi juga melibatkan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) yang penting untuk kejayaan dalam pembelajaran matematik dan aplikasi dalam kehidupan sebenar. Dengan memasukkan topik-topik ini, ujian dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang keupayaan dan pemahaman murid dalam pelbagai aspek matematik.

Kajian eksperimental ini menggunakan dua set tugas pembelajaran matematik dan ujian matematik di mana ia membandingkan prestasi peserta dalam kumpulan eksperimen (yang menerima tugas dan ujian melibatkan proses penaakulan) dengan kumpulan kawalan (yang menerima tugas pembelajaran dan ujian tanpa proses penaakulan). Kedua-dua set tugas dan ujian ini merupakan intervensi dalam kajian eksperimental ini dan ia membantu menentukan sama ada intervensi ini benar-benar memberi kesan positif terhadap pembelajaran. Justeru, penggunaan dua set tugas pembelajaran dan ujian matematik dalam kajian eksperimenta ini adalah penting untuk memastikan hasil kajian adalah sahih, boleh dipercayai, dan komprehensif. Ia membolehkan pengkaji membandingkan keberkesanan intervensi, mengurangkan bias, menguji ketahanan dan konsistensi, serta menyediakan data yang lebih pelbagai dan relevan.

1.2.2 Tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG, dan tindak balas sistem saraf autonomik

Memandangkan KBAT adalah penting dalam pelaksanaan pentaksiran dalam matematik (KPM, 2018) dan masih ramai yang kurang mengetahui tentang pemprosesan minda berkaitan KBAT (Abdullah, N., & Zakaria, E., 2020), maka kajian berkaitan penerokaan tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG, dan tindak balas sistem saraf autonomik adalah penting untuk diterokai (Anderson, J.R., 2015). Pemilihan tindak balas kognitif, gelombang otak, dan sistem saraf autonomik sebagai pemboleh ubah kajian adalah berasaskan justifikasi saintifik yang kukuh untuk memahami kesan intervensi pembelajaran secara holistik. Tindak

balas kognitif (seperti ingatan, perhatian, dan kelajuan pemrosesan maklumat) dipilih kerana ia mengukur secara langsung prestasi mental murid semasa aktiviti pembelajaran, memberikan indikator objektif tentang keberkesanan kaedah pengajaran. Gelombang otak (direkod melalui EEG) memberikan data neurofisiologi tentang aktiviti otak, seperti peningkatan gelombang alpha yang dikaitkan dengan relaksasi fokus atau gelombang beta untuk pemikiran analitik, yang boleh mengesahkan perubahan kognitif pada peringkat neurologi (Mohamed, R., et al., 2023). Sementara itu, tindak balas sistem saraf autonomik (seperti kadar denyutan jantung, tahap oksigen) mencerminkan tahap keterujaan, stres, atau keterlibatan emosi murid, yang mempengaruhi proses pembelajaran tetapi sukar diukur melalui pemerhatian luaran sahaja (Beauchaine, T. P., & Thayer, J. F., 2015).

Gabungan ketiga-tiga pemboleh ubah ini membolehkan analisis menyeluruh merentasi tahap psikologi (kognitif), neurologi (gelombang otak), dan fisiologi (sistem saraf autonomik), memberikan bukti yang lebih kukuh dan multidimensi tentang mekanisme pembelajaran. Pendekatan ini juga mengatasi kelemahan pengukuran tunggal dengan memastikan hasil kajian lebih sahih (valid) dan boleh dipercayai (reliable). Selain itu, ia selari dengan trend terkini dalam neurosains pendidikan yang mengintegrasikan data pelbagai modaliti untuk memahami proses pembelajaran secara lebih komprehensif. Pemilihan pemboleh ubah ini juga dibuktikan melalui kajian lepas yang menunjukkan korelasi signifikan antara ketiga-tiga indikator tersebut dengan prestasi akademik dan penglibatan murid.

Tindak balas kognitif merupakan tindak balas yang berkaitan dengan proses pemikiran seseorang manusia (Anderson, J. R., 2015; Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., &

Mangun, G. R., 2019). Terdapat dua jenis tindakbalas kognitif iaitu tindak balas langsung dan tindak balas tidak langsung. Tindak balas langsung adalah berkaitan dengan maklumat yang disampaikan dan ianya dapat meningkatkan pujukan, yang mana ia dipengaruhi oleh jumlah perbincangan diri yang berlaku sebagai tindak balas kepada mesej yang disampaikan. Sementara tindak balas tidak langsung adalah tanggapan tidak langsung dan tidak ada kaitan dengan maklumat yang ada dan tidak meningkatkan kesan persuasif. Tindak balas kognitif dapat diukur dengan menggunakan pentaksiran tertentu dalam sesuatu bidang yang ingin diuji (Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R., 2019).

Pengetahuan tentang kognitif murid amatlah penting dalam membantu guru meramal pencapaian murid dan seterusnya berkeupayaan untuk menyediakan pengajaran dan pembelajaran dengan mengadaptasikan strategi yang bersesuaian mengikut tahap kognitif murid (Hasnah, 2014; Mohd Majid, K., & Ali, M. M., 2022). Matematik merupakan mata pelajaran yang memerlukan penggunaan otak yang maksimum berbanding dengan mata pelajaran yang lain di mana murid memerlukan tindak balas otak yang terperinci, tepat dan pantas (Sousa, D. A., 2015). Sekiranya murid tidak mempunyai kemahiran matematik maka mereka akan mengalami kesukaran dalam menyelesaikan masalah matematik.

Tahap kesukaran adalah berbeza bagi setiap murid dan ianya bergantung kepada tahap kebolehan mereka. Kebolehan untuk menguasai matematik disebabkan oleh faktor kepintaran yang dapat memberikan kesan positif kepada pencapaian murid. Prestasi memori seseorang murid berkait rapat dengan kebolehan kognitif dan

pencapaian akademik mereka (Yuan, Steedle, Shavelson, Alonzo & Oppezzo, 2006; Swanson, H. L., 2011; OECD, 2019). Sekiranya murid lemah untuk menggunakan kemahiran kognitif ketika menyelesaikan masalah matematik maka mereka tidak dapat menyelesaikannya dengan sistematik malah lebih bergantung kepada penggunaan rumus dalam penyelesaian Matematik. Oleh itu kajian ini menjadi satu keperluan bagi kita untuk mengetahui tindak balas kognitif seseorang murid terhadap pembelajaran Matematik selaras dengan matlamat KSSM Matematik yang memberi penekanan terhadap aspek kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif yang berteraskan penyelesaian masalah.

Sementara itu, tindak balas gelombang otak melalui rakaman elektroensefalogram (EEG) adalah tindak balas yang dirakamkan melalui aktiviti otak di mana elektrod diletakkan di sepanjang kulit kepala untuk proses perekodan tersebut. Gelombang otak melalui rakaman EEG berfungsi untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh arus ion di dalam neuron serta untuk mengesan tindak balas gelombang otak yang terjana. Tindak balas gelombang otak direkodkan bagi mengklasifikasikan kategori gelombang otak yang terhasil. Terdapat 5 gelombang yang menjadi paparan fungsi bagi bahagian otak iaitu gelombang gamma, gelombang beta, gelombang alpha, gelombang theta dan gelombang delta. Gelombang gamma (30 – 100 Hz) merupakan gelombang yang terendah dalam amplitud dan mempunyai frekuensi yang tinggi, diikuti dengan gelombang beta (12 – 40 Hz), gelombang alpha (8 – 13 Hz), gelombang theta (4 – 7 Hz) serta seterusnya gelombang otak delta, yang mempunyai amplitud yang besar dan frekuensi yang rendah, iaitu dibawah 4 Hz.

Kajian membuktikan bahawa murid yang berkecenderungan otak kiri memperoleh pencapaian matematik yang lebih cemerlang berbanding dengan murid yang cenderung untuk menggunakan otak kanan mereka (Salmiza & Anis Diyana, 2016). Melalui tindak balas gelombang otak, kita dapat mengetahui kawasan otak yang aktif semasa murid melaksanakan tugas pembelajaran matematik dan ujian matematik berasaskan KBAT. Otak murid bertindak balas terhadap aktiviti minda yang dilakukan pada ketika itu dan ia menunjukkan interaksi yang terhasil melalui rakaman gelombang otak. Perkembangan teknologi terkini dalam neurosains mampu menyumbangkan kepada peningkatan pemahaman terhadap tindak balas yang dihasilkan mengenai mekanisma neurosains dalam dunia pendidikan, di mana persekitaran yang menyeronokkan dapat mengurangkan emosi negatif seterusnya meningkatkan daya ingatan seseorang murid (Muhammad Syawal Amran & Abu Yazid Abu Bakar, 2020). Kajian neurosains yang menggunakan mesin EEG berpotensi untuk memberi gambaran mengenai proses kognitif yang berkaitan dengan pembelajaran pada tahap yang lebih terperinci dan dinamik. Namun kajian yang menggunakan mesin EEG untuk mengukur tindak balas gelombang otak semasa murid melakukan tugas pembelajaran dan ujian Matematik yang berelemen KBAT masih menjadi sesuatu yang baharu. Justeru pendekatan penggunaan alatan mesin EEG dapat memberikan satu input yang berguna dalam meneroka tindak balas yang terhasil semasa sesi pelaksanaan tugas pembelajaran Matematik dan ujian Matematik berasaskan KBAT.

Tindak balas sistem saraf autonomik adalah tindak balas yang terhasil akibat rangsangan terhadap sesuatu aktiviti yang dilakukan oleh seseorang. Menurut tafsiran psikofisiologi, tindak balas sistem saraf autonomik biasanya digunakan dalam

pemprosesan kognitif dan juga emosi. Sistem saraf autonomik adalah komponen sistem saraf yang menghubungkan tindakan tidak disengajakan termasuk degupan jantung, tekanan darah, dan pernafasan. Perkembangan teknologi yang pesat membuatkan tindak balas sistem saraf autonomik ini dapat dirakam dan diukur dengan pelbagai cara termasuk merakam kadar oksigen dan merakam kadar denyutan jantung. Apabila seseorang murid berada dalam keadaan yang cemas ketika melakukan aktiviti tugas pembelajaran atau ujian, maka kadar denyutan jantung mereka menjadi pantas. *Oximeter* dapat memberikan input bagi mengukur kadar denyutan jantung peserta di mana ia menunjukkan kadar yang berubah ketika mereka melakukan sesuatu aktiviti dalam situasi yang mendebarkan dan mencemaskan. Kajian menunjukkan bahawa murid yang mempunyai tahap pencapaian yang cemerlang berupaya untuk mengawal kadar denyutan jantung mereka jika dibandingkan dengan murid tahap pencapaian yang rendah (Muhammad Nubli et. al. 2021).

Kajian berkaitan tindak balas sistem saraf automonik adalah kajian yang sangat menarik untuk diperhalusi. Oleh itu, pengkaji mengambil inisiatif dalam mengenengahkan kajian tindak balas sistem saraf autonomik ini dalam dunia pendidikan selari dengan kajian neurosains pendidikan yang kini semakin diperhebatkan. Kajian sebegini adalah penting dalam dunia pendidikan kerana ia mampu untuk menterjemahan serta mentafsir tindak balas sistem saraf autonomik murid melalui keupayaan teknologi yang terkini. Justeru kajian yang menggunakan instrumen *oximeter* terhadap murid semasa eksperimen dilaksanakan dapat membantu bagi mengesan tindak balas sistem saraf autonomik yang terhasil semasa murid melaksanakan tugas pembelajaran serta ujian Matematik yang berasaskan KBAT.

1.2.3 Murid Tahap Pencapaian Cemerlang, Sederhana dan Lemah

Dalam konteks pendidikan menengah rendah di Malaysia, murid-murid yang berada di tingkatan 1 hingga tingkatan 3 merupakan golongan pertengahan antara sekolah rendah dan menengah atas. Sementara itu, bagi murid tingkatan 2 pula merupakan golongan pertengahan bagi murid menengah rendah. Pada peringkat ini adalah masa yang sesuai bagi seseorang pendidik untuk mengesan kekuatan serta kelemahan murid melalui pentaksiran agar mereka dapat merancang sesuatu yang lebih bermakna semasa proses pengajaran dan pembelajaran (Kuhn, 2022; Aziz, A. A., et al., 2024).

Lazimnya keputusan peperiksaan matematik semasa murid di tahun 6 mempengaruhi corak pembelajaran setiap murid ketika mereka berada di menengah rendah. Bagi murid yang mempunyai tahap pencapaian yang cemerlang dalam peperiksaan di tahun 6, maka agak mudah bagi mereka untuk menerima pemahaman konsep matematik ketika di menengah rendah namun sebaliknya akan berlaku kepada murid yang mempunyai tahap pencapaian yang lemah dalam mata pelajaran matematik. Mereka perlu berusaha dengan lebih gigih untuk memahami kemahiran matematik yang dipelajari agar mereka dapat meningkatkan prestasi mereka. Justeru, setiap murid menengah rendah perlu menguasai kemahiran matematik yang kukuh bagi membolehkan mereka meneroka dengan lebih baik di peringkat menengah atas kelak (OECD, 2019). Ini adalah kerana ramai murid gagal dalam menguasai matematik dengan baik kerana mereka menghadapi masalah untuk menguasai konsep asas dalam matematik (Azizi & Hu Lacy Nee, 2010; Boaler, J., 2016).

Secara dasarnya, tahap pencapaian murid di tingkatan 2 dapat dikategorikan kepada 3 tahap pencapaian iaitu murid yang mempunyai tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian yang lemah. Tahap pencapaian yang cemerlang dalam mata pelajaran matematik di tingkatan 2 adalah terdiri daripada skor di antara 82 hingga 100, manakala bagi pencapaian sederhana adalah di antara 50 hingga 81 dan bagi skor pencapaian lemah adalah di antara 0 hingga 34. Setiap murid mempunyai tahap pencapaian yang berbeza dalam setiap mata pelajaran termasuklah bagi matapelajaran matematik. Hal ini adalah kerana matematik merupakan satu matapelajaran yang mencabar bagi kebanyakan murid (Wan Hanim & Muhd Azuanafzah, 2017). Adalah menjadi satu kepentingan untuk kita mengetahui tahap pencapaian murid dalam matapelajaran matematik kerana pencapaian dalam akademik ini merupakan satu aspek yang penting dalam menilai keberhasilan proses pendidikan matematik (Haznita & Norzaini, 2018).

Setiap murid mempunyai potensi otak yang berbeza dari segi keupayaan berfikir, belajar, mengingat, menaakul, menganalisis serta bakatnya (Siegler, R. S., 2016). Selain itu, murid yang mempunyai tahap pencapaian yang cemerlang dalam matematik turut disumbangkan oleh dominasi otak mereka. Murid yang berkecenderungan otak kiri memperoleh pencapaian matematik yang lebih cemerlang berbanding dengan murid yang cenderung untuk menggunakan otak kanan mereka (Salmiza & Anis Diyana, 2016). Dalam konteks kajian ini, pengkaji ingin mengkaji tindak balas kognitif murid yang mempunyai tahap pencapaian yang berbeza dalam matematik. Justeru, kajian ini mengkaji tindak balas kognitif murid yang mempunyai tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian

rendah terhadap tugas pembelajaran matematik dan ujian matematik yang berasaskan KBAT bagi menjawab beberapa persoalan kajian.

1.3 Penyataan Masalah

Kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) telah menjadi fokus utama dalam sistem pendidikan Malaysia, terutamanya dalam mata pelajaran Matematik (KPM, 2017). Kemahiran ini penting untuk membantu murid membangunkan pemikiran kritis, penaakulan analitikal, dan keupayaan menyelesaikan masalah yang kompleks (Boaler, J. 2016; TIMSS & PISA National Center, 2020). Meskipun terdapat pelbagai inisiatif untuk mengintegrasikan KBAT ke dalam kurikulum, namun murid masih menghadapi cabaran besar dalam menguasai kemahiran ini (Rusdin & Ali, 2019). Prestasi mereka dalam penilaian antarabangsa seperti TIMSS (Trend in International Mathematics and Science Study) dan PISA (Programme for International Student Assessment) menunjukkan kelemahan yang berterusan dalam aspek penaakulan matematik, penyelesaian masalah, dan penglibatan kognitif aras tinggi (Mullis et al., 2020; OECD, 2018). Kajian juga menunjukkan bahawa ramai murid terlalu bergantung pada kaedah menghafal dan pembelajaran prosedur, yang menghadkan keupayaan mereka untuk mengaplikasi, menganalisis, dan menilai konsep matematik dalam situasi baharu (Zakaria dan Maat, 2021). Pengukuhan konsep dan kemahiran matematik yang tidak dikuasai oleh murid mengakibatkan kesukaran dalam menyelesaikan masalah Matematik (Baul & Mahmud, 2021). Ini menyebabkan murid sukar untuk menyelesaikan masalah Matematik yang melibatkan KBAT (Raflee & Halim, 2021) dan hampir 30% murid tidak menjawab soalan yang berunsurkan KBAT dalam ujian yang dihadapinya (Hazram & Nurulain, 2020).

Dalam konteks pendidikan Matematik, tugas pembelajaran dan ujian Matematik yang mengintegrasikan KBAT dapat memberikan kesan kepada perkembangan minda murid ke arah mengamalkan budaya kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif (Muzirah & Wan Nor Atiqah, 2021). Meskipun demikian, majoriti murid tidak dapat menyelesaikan soalan-soalan berbentuk KBAT yang dikemukakan kepada mereka kerana soalan tersebut berada di luar konteks soalan yang biasa dilakukan di dalam bilik darjah (Abdul Halim & Nur Liyana, 2015). Ini mendorong kepada tingkahlaku cemas yang mengganggu proses pelaksanaan pentaksiran murid pada ketika itu dan seterusnya memberi kesan ke atas pencapaian mereka (Edgar, 2016). Tugas pembelajaran serta ujian yang memberikan penekanan kepada elemen pemikiran kritis dan kreatif adalah penting untuk merangsang minda murid ketika menyelesaikan masalah Matematik. Kini penyelesaian masalah aras tinggi semakin diberi penekanan dalam tugas pembelajaran dan ujian Matematik (Mohamad Nizam, 2015) sebagai keperluan untuk melengkapkan diri dengan kemahiran yang diperlukan dalam dunia yang semakin kompleks dan kompetitif. Oleh itu, usaha untuk meningkatkan pencapaian murid dengan mengkaji tahap kognitif mereka adalah satu inisiatif agar guru berkeupayaan menyediakan pembelajaran dan pentaksiran dengan strategi yang bersesuaian mengikut tahap kognitif murid (Faridah dan Rosly, 2017).

Kemajuan terkini dalam neurosains pendidikan, terutamanya teknologi elektroensefalogram (EEG), menawarkan peluang untuk meneroka aktiviti gelombang otak murid sebagai ukuran objektif penglibatan kognitif, usaha mental dan kecekapan menyelesaikan masalah (Başar et al., 2021; Klimesch, 2023). Kajian neurosains ini mampu untuk menterjemahkan proses kognitif dengan lebih terperinci dan dinamik (Aronsson & Lenz Taguchi, 2017) di mana melalui rakaman EEG tindak

balas gelombang otak yang memberi tumpuan kepada memori seseorang murid dapat diukur (Grissman S. et al., 2017). Selain itu, tingkahlaku cemas atas kebimbangan murid (jantung berdegup kencang) ketika menyelesaikan masalah matematik yang berasaskan KBAT dapat diterjemahkan melalui tindak balas sistem saraf autonomik (Erma Fatima dan Saemah, 2017) dengan rakaman oximeter. Penyelidikan tindak balas EEG serta tindak balas sistem saraf autonomik telah menunjukkan keupayaannya untuk mengenal pasti beban kognitif, corak perhatian, dan tindak balas neuron terhadap pelbagai tugas pembelajaran (Zhang et al., 2023). Namun kajian neurosains terhadap pembelajaran KBAT adalah menjadi sesuatu yang masih di peringkat awal penerokaannya, begitu juga dengan kajian dalam pentaksiran matematik berasaskan KBAT di Malaysia, terutamanya yang menggunakan EEG untuk menganalisis tindak balas gelombang otak murid ketika melaksanakan tugas pembelajaran (Rahman et al., 2022). Ini dibuktikan dengan dapatan kajian sistematik oleh Howard-Jones et al. (2023) yang mendapati hanya 28% daripada 1,200 kajian neurosains pendidikan (2010-2023) yang secara khusus mengkaji aktiviti otak semasa tugas pembelajaran KBAT.

Maka kajian ini bertujuan untuk mengisi jurang ini dengan mengkaji kesan tugas pembelajaran dan ujian Matematik berasaskan KBAT terhadap tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak dan tindak balas sistem saraf autonomik bagi murid tingkatan dua dengan menggunakan rakaman EEG dan alatan oximeter. Secara khusus, kajian ini menyiasat bagaimana murid dengan tahap pencapaian Matematik yang berbeza (cemerlang, sederhana, dan lemah) melibatkan diri secara kognitif dalam tugas pembelajaran dan ujian Matematik berasaskan KBAT di mana setiap kumpulan ini mempunyai kelebihan dan cabaran tersendiri. Maka memahami cara otak

murid bertindak balas terhadap tahap pencapaian kognitif yang berbeza dalam matematik dapat memberikan bukti empirikal untuk menyokong strategi pengajaran dan pembelajaran yang meningkatkan keberkesanan pembelajaran KBAT.

Justeru, dengan menganalisis tindak balas neurofisiologi, kajian ini mampu memberikan pandangan berharga tentang beban kognitif, kesan aktiviti pembelajaran berasaskan KBAT ke atas minda serta emosi murid. Ini memberi peluang kepada pendidik membangunkan strategi pengajaran dan pembelajaran yang lebih berkesan serta selaras dengan proses kognitif murid. Penemuan kajian ini diharap dapat menyumbang kepada penambahbaikan pelaksanaan KBAT dalam pendidikan Matematik, seterusnya meningkatkan penglibatan murid, pemahaman konsep, dan hasil pembelajaran secara menyeluruh.

1.4 Tujuan Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak melalui rakaman EEG dan tindak balas sistem saraf autonomik yang diperolehi daripada murid tingkatan 2 semasa menjawab tugas pembelajaran Matematik serta ujian Matematik berasaskan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT). Justeru kajian ini adalah untuk menentukan kesan tugas pembelajaran Matematik dan ujian Matematik yang berasaskan KBAT terhadap tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak melalui rakaman mesin EEG dan tindak balas sistem saraf autonomik melalui oximeter terhadap dua kumpulan iaitu kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan. Di samping itu, kajian ini juga bertujuan untuk mengkaji tindak balas tersebut terhadap murid yang berbeza tahap pencapaian kognitif iaitu tahap

pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah dalam matapelajaran Matematik.

1.5 Objektif Kajian

Secara umumnya kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan tugas pembelajaran Matematik dan ujian Matematik yang berasaskan KBAT terhadap tindak balas kognitif, tindak balas gelombang otak dan tindak balas sistem saraf autonomik. Sementara itu, objektif khusus bagi kajian ini adalah seperti berikut:

- 1.5.1. Mengenalpasti perbezaan tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.
- 1.5.2. Mengenalpasti perbezaan tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah, antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.
- 1.5.3. Mengenalpasti perbezaan tindak balas gelombang otak melalui rakaman elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.
- 1.5.4. Mengenalpasti perbezaan tindak balas gelombang otak melalui rakaman elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara

kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.

1.5.5. Mengenalpasti perbezaan tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT.

1.5.6. Mengenalpasti perbezaan tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT.

1.6 Persoalan Kajian

Persoalan kajian bagi mencapai objektif adalah seperti berikut:

1.6.1 Adakah terdapat perbezaan tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT?

1.6.2. Adakah terdapat perbezaan tindak balas kognitif dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT?

1.6.3. Adakah terdapat perbezaan tindak balas gelombang otak melalui rakaman elektroensefalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara

kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT?

- 1.6.4. Adakah terdapat perbezaan tindak balas gelombang otak melalui rakaman elektroensephalogram (EEG) dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT?
- 1.6.5. Adakah terdapat perbezaan tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap tugas pembelajaran matematik berasaskan KBAT?
- 1.6.6. Adakah terdapat perbezaan tindak balas sistem saraf autonomik dalam kalangan murid tahap pencapaian cemerlang, tahap pencapaian sederhana dan tahap pencapaian lemah antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan terhadap ujian matematik berasaskan KBAT?

1.7 Hipotesis Kajian

Bagi pengujian variabel non-parametrik, hipotesis ini menggunakan pengujian Mann-Whitney, dengan aras signifikan yang dijadikan panduan untuk pengujian hipotesis adalah pada aras keertian $\alpha < 0.05$. Berdasarkan enam persoalan kajian yang diberikan, hipotesis boleh dibahagikan kepada hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1).