

**PEMBANGUNAN MODEL AMALAN
PENGUNAAN TEKNOLOGI
MIKROPENGAWAL DALAM KALANGAN GURU
REKA BENTUK DAN TEKNOLOGI (RBT) DI
PULAU PINANG**

AZLINA BINTI MUHAMMAD NOOR

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

2024

**PEMBANGUNAN MODEL AMALAN
PENGUNAAN TEKNOLOGI
MIKROPENGAWAL DALAM KALANGAN GURU
REKA BENTUK DAN TEKNOLOGI (RBT) DI
PULAU PINANG**

oleh

AZLINA BINTI MUHAMMAD NOOR

**Tesis yang diserahkan untuk
Memenuhi keperluan bagi
Ijazah Sarjana Sastera**

Februari 2024

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan sekalian alam, Selawat dan salam junjungan Nabi Muhammad s.a.w, keluarga dan para sahabat baginda. Alhamdulillah, syukur dan terima kasih kepada Allah SWT kerana dengan limpah rahmatnya, memberi saya kesihatan yang baik di saat akhir menyiapkan penyelidikan sarjana pendidikan ini walaupun diuji dengan pelbagai ujian silih berganti. Pertama, saya ingin mengucapkan terima kasih dan syukur kerana diberikan peluang untuk menyambung pengajian di peringkat master di bawah tajaan Kementerian Pendidikan Malaysia dan Universiti Sains Malaysia.

Jutaan terima kasih yang tidak mampu saya balas kepada penyelia saya, Professor Madya Dr. Jamalsafri Saibon atas bantuan, didikan, sokongan, keperihatinan, tunjuk ajar, motivasi yang berterusan sepanjang penyelidikan ini dilaksanakan. Tidak ketinggalan rakan-rakan seperjuangan di Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan USM, khususnya rakan rapat Pn. Aishah, Pn. Diyana dan Dr. Khairul Rijal Saad banyak membantu dan memberi sokongan meneruskan pengajian, meskipun saya hampir berputus asa untuk meneruskan kerana kekangan dan dugaan yang dihadapi.

Saya juga ingin berterima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat membantu menyiapkan penyelidikan ini yang bertindak sebagai sampel kajian saya yang terdiri daripada guru-guru RBT dari sekolah menengah negeri Pulau Pinang yang banyak memberikan kerjasama melicinkan proses kutipan data. Seterusnya, barisan pakar-pakar kajian telah membantu memperkemaskan hasil kajian saya seperti Dr. Asniza Ishak, pensyarah Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan USM, Dr. Ahmad Nazri Ali, pensyarah Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik & Elektronik, Professor Ramayah

a/l Thurasamy pensyarah sekolah pengurusan USM, Dr. Ramlan bin Mustapha, pensyarah kanan ACIS, UiTM cawangan Pahang Kampus Raub, Dr. Syamsiah binti Mokhtar, pensyarah Institusi Pendidikan Guru Kampus, Pendidikan Teknik, Negeri Sembilan, Pn. Rohani Ismail, Guru kanan pentadbiran SMKBT dan Guru Kanan Bahasa, Pn. Vanita a/p Paramasiven.

Akhir sekali, ucapan terima kasih tiada nilai bagi saya kepada insan-insan yang sentiasa bersama-sama dengan saya mengharungi kesusahan, suka duka ketika senang dan susah yang sentiasa memberi perangsang, kekuatan semangat dan inspirasi memujuk untuk tidak berputus asa apa jua berlaku bagi menamatkan pengajian ini. Mereka terdiri daripada ibu yang sakit kritikal paling dicintai. Arwah bapa dirindui berjuang mengharungi penyakit kririkal. Anak solehah yang menjadi penyejuk hati, sumber kekuatan mama, pengubat luka lara yang menghiburkan hati mama ketika resah, Nurr Awlea Saifiya. Titipan doa dan sokongan dari suami tercinta meskipun berhubung jarak jauh (PJJ), berkorban demi mencari rezeki untuk keluarga tercinta. Tidak lupa kepada semua ahli keluarga yang lain, sama-sama memahami keadaan kesukaran saya sepanjang melakukan penyelidikan, Jasa kalian amat saya hargai dan hanya Allah SWT yang mampu membalas kebaikan, *Amin Ya Rab al- 'alamin*

SENARAI KANDUNGAN

PENGHARGAAN	ii
SENARAI KANDUNGAN	iv
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SINGKATAN	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latar Belakang	4
1.3 Pernyataan Masalah	12
1.4 Tujuan dan Objektif Kajian	15
1.5 Persoalan Kajian	17
1.6 Kepentingan Kajian	18
1.6.1 Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM)	18
1.6.2 Pihak Sekolah	19
1.6.3 Guru	19
1.6.4 Sumbangan kepada teori kajian	20
1.7 Batasan Kajian	22
1.8 Skop Kajian	23
1.9 Signifikan Kajian	24
1.10 Definisi Operasional	24
1.10.1 Amalan Penggunaan Teknologi Mikropengawal	25

1.10.2	Niat berterusan	25
1.10.3	Sikap	26
1.10.4	Norma Subjektif	26
1.10.5	Tanggapan Kawalan Tingkah Laku	27
1.10.6	Kepuasan	28
1.11	Kesimpulan	28
BAB 2	SOROTAN LITERATUR	29
2.1	Pengenalan	29
2.2	Definisi Mikropengawal	29
2.3	Kepentingan Mikropengawal dalam Pengajaran dan Pembelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT)	31
2.4	Mikropengawal dalam Sistem Pengajaran dan Pembelajaran Negara	37
2.5	Kajian Lepas Penggunaan Teknologi	39
2.6	Dasar Teori Kajian	44
2.6.1	Pengenalan	44
2.6.2	Teori Pemecahan Tingkah Laku Terancang (DTPB)	44
2.6.3	Model Jangkaan Pengesahan (ECM)	47
2.6.4	Kerangka Konsep Kajian	49
2.6.5	Justifikasi Penggunaan Teori DTPB	51
2.6.6	Kajian Lepas Penerimaan Teknologi Berlandaskan Niat	55
2.6.7	Justifikasi Penggunaan Model Pengesahan Jangkaan (ECM)	58
2.6.8	Konteks Penerimaan Teknologi Berlandaskan Niat Meneruskan	60
2.7	Pembinaan Model Hipotesis Kajian	74
2.7.1	Hubungan Niat Meneruskan Terhadap Amalan Penggunaan Teknologi	74
2.7.2	Hubungan Kepuasan terhadap Niat Meneruskan	76
2.7.3	Hubungan Sikap terhadap Niat Meneruskan	78

2.7.4	Hubungan Norma Subjektif terhadap Niat Meneruskan	79
2.7.5	Hubungan Tanggapan Kawalan Tingkah laku terhadap Niat Meneruskan	81
2.7.6	Hubungan Pengesahan terhadap Kepuasan	83
2.7.7	Hubungan Tanggapan Kebergunaan terhadap Kepuasan	84
2.7.8	Hubungan Tanggapan kebergunaan terhadap Sikap	86
2.7.9	Hubungan Tanggapan Mudah digunakan terhadap Sikap	88
2.7.10	Hubungan Keserasian terhadap Sikap	89
2.7.11	Hubungan Pelajar terhadap Norma Subjektif	91
2.7.12	Hubungan Efikasi Kendiri terhadap tanggapan kawalan tingkah laku	94
2.7.13	Hubungan keadaan kemudahan teknologi terhadap tanggapan kawalan tingkah laku	96
2.7.14	Hubungan konstruk Keadaan Kemudahan Sumber terhadap Tanggapan Kawalan Tingkah Laku	99
2.8	Ramalan Hubungan	100
2.9	Kesimpulan	102
BAB 3	METODOLOGI KAJIAN	104
3.1	Pengenalan	104
3.2	Reka Bentuk Kajian	104
3.3	Prosedur Kajian	107
3.4	Populasi dan Sampel Kajian	112
3.5	Penentuan Saiz Sampel	114
3.6	Teknik Persampelan	116
3.7	Instrumen Kajian	117
3.7.1	Penterjemahan Instrumen	125
3.7.2	Kesahan dan Kebolehpercayaan	126
3.7.3	Kesahan Muka daripada Panel Pakar	128
3.7.4	Pra-Ujian	129

3.7.5	Kesahan Kandungan oleh Pakar	132
3.8	Kajian Rintis	139
3.8.1	Pemeriksaan Data Tidak Lengkap	141
3.8.2	Pemeriksaan Data Skor Pada Satu Nilai Spesifik (<i>Straight Lining</i>)	142
3.8.3	Data Terpencil	142
3.8.4	Pemeriksaan Penyerakan Data	143
3.8.5	Kebolehpercayaan Instrumen Soal Selidik	145
3.9	Prosedur Pengumpulan Data Kajian Sebenar	148
3.10	Prosedur Analisis Data Kajian Sebenar	150
3.10.1	Analisis Inferensi: Permodelan Persamaan Struktur (SEM)	151
3.10.2	Model Pengukuran dan Model Struktural	153
3.10.2(a)	Kebolehpercayaan Ketekalan Dalaman	155
3.10.2(b)	Kesahan Menumpu	156
3.10.2(c)	Kesahan Diskriminan	157
3.11	Kesimpulan	162
BAB 4 DAPATAN KAJIAN		163
4.1	Pengenalan	163
4.2	Demografi responden	164
4.3	Penapisan data	166
4.3.1	Analisis Kehilangan Data	167
4.3.2	Kenormalan data	167
4.3.2(a)	<i>Common Method Bias (Harman Single Factor Test)</i>	168
4.3.2(b)	<i>Common Method Bias</i> (Ujian Kolineariti Penuh)	169
4.4	Penilaian Model oleh PLS-SEM	170
4.4.1	Spesifikasi Model Hipotesis	171
4.4.2	Dapatan Hasil Analisis Model Pengukuran	175

4.4.2(a)	Analisis model Pengukuran: Kebolehpercayaan Ketekalan Dalam	175
4.4.2(b)	Analisis Model Pengukuran: Kesahan Konvergen	176
4.4.2(c)	Analisis Model Pengukuran: Kesahan Diskriminan	182
4.4.3	Dapatan Hasil Analisis Model Struktural	185
4.4.3(a)	Penilaian Model Struktural: Kenormalan Data, <i>Mardhias Multivariate</i>	185
4.4.3(b)	Penilaian Model Struktural: <i>Common Method Variance (CMV)</i>	186
4.4.3(c)	Penilaian Model Struktural: Kekuatan dan Kesignifikan Pekali Lintasan	186
4.4.3(d)	Penilaian Model Struktural: Penilaian Ketepatan Peramalan (R^2)	192
4.4.3(e)	Penilaian Model Struktural: Keputusan Analisis Kesan Saiz (f^2)	194
4.4.3(f)	Penilaian Model Struktural: Ramalan Relevan (Ramalan-PLS)	195
4.5	Kesimpulan	198
BAB 5 PERBINCANGAN, RUMUSAN DAN CADANGAN		199
5.1	Pengenalan	199
5.2	Perbincangan Dapatan Kajian	199
5.2.1	Kebolehpercayaan dan Kesahan bagi Model Pengukuran Amalan Penggunaan Teknologi Mikropengawal	199
5.2.2	Pengujian Hubungan antara Konstruk Amalan Penggunaan Mikropengawal	202
5.2.2(a)	Hubungan Antara Niat Meneruskan dengan Amalan Penggunaan Mikropengawal	205
5.2.2(b)	Hubungan Antara Kepuasan Dengan Niat Meneruskan	206
5.2.2(c)	Hubungan Antara Sikap Dengan Niat Meneruskan	208
5.2.2(d)	Hubungan Antara Norma Subjektif Dengan Niat Meneruskan	210

5.2.2(e)	Hubungan Antara Tanggapan Tingkah Laku Dengan Niat Meneruskan	210
5.2.2(f)	Hubungan Antara Pengesahan, Tanggapan Kebergunaan terhadap Kepuasan	211
5.2.2(g)	Hubungan Antara Tanggapan Kebergunaan, Tanggapan Mudah Digunakan, Keserasian Dengan Sikap	214
5.2.2(h)	Hubungan Antara Pengaruh Pelajar Dengan Norma Subjektif	217
5.2.2(i)	Hubungan Antara Efikasi Kendiri, Keadaan Kemudahan Teknologi, Keadaan Kemudahan Sumber Dengan Tanggapan Kawalan Tingkah Laku	217
5.2.3	Ketepatan Peramal Model Struktur	221
5.2.4	Peramal Model Struktur	225
5.3	Implikasi Kajian	226
5.3.1	Implikasi Kajian dari Sudut Teori	226
5.3.2	Implikasi Praktikal	229
5.4	Cadangan Kajian Lanjutan	231
5.5	Kesimpulan	233
RUJUKAN		234
LAMPIRAN		

SENARAI JADUAL

	Halaman
Jadual 2.1 Artikel-artikel kajian lalu berasaskan teori DTPB	65
Jadual 2.2 Kajian-kajian hubungan dalam amalan dan niat berterusan menggunakan teknologi	68
Jadual 3.1 Senarai konstruk dan pecahan konstruk dalam kajian	106
Jadual 3.2 Prosedur kajian	108
Jadual 3.3 Taburan guru RBT tingkatan 1, 2 dan 3 mengikut daerah	113
Jadual 3.4 Keterangan skala kajian	118
Jadual 3.5 Ringkasan bahagian soal selidik kajian	120
Jadual 3.6 Ringkasan bahagian konstruk sikap dan pecahan konstruksya	122
Jadual 3.7 Ringkasan bahagian konstruk norma subjektif dan pecahan konstruksya	123
Jadual 3.8 Ringkasan konstruk tanggapan kawalan tingkah laku & pecahan konstruksya	124
Jadual 3.9 Ringkasan konstruk tanggapan kawalan tingkah laku & pecahan konstruksya	125
Jadual 3.10 Maklumat senarai pilihan panel pakar bahasa	126
Jadual 3.11 Maklumat senarai pilihan panel pakar kajian	127
Jadual 3.12 Maklumat dapatan pra-uji soal selidik daripada enam responden	130
Jadual 3.13 Skor menilai CVI	132
Jadual 3.14 Nilai skor I-CVI semasa dinilai oleh pakar	135
Jadual 3.15 Nilai skor I-CVI selepas dinilai oleh pakar	136
Jadual 3.16 Ringkasan pembangunan soal selidik keseluruhan	139
Jadual 3.17 Ujian kenormalan skewness dan kurtosis	145
Jadual 3.18 Kebolehpercayaan konstruk dan sub-konstruk kajian	147
Jadual 3.19 Empat langkah pengujian model pengukuran	156

Jadual 3.20	Ringkasan analisis data mengikut kajian	160
Jadual 3.21	Ringkasan analisis data berdasarkan persoalan kajian	161
Jadual 4.1	Profile demografi bagi responden	165
Jadual 4.2	Dapatan harman's single-factor test melalui EFA	169
Jadual 4.3	Dapatan nilai VIF melalui pengujian full collinearity	170
Jadual 4.4	Bentuk pengukuran konstruk dalam model kajian	174
Jadual 4.5	Model pengukuran untuk konstruk	181
Jadual 4.6	Pengesahan Diskriminan (HTMT)	184
Jadual 4.7	Dapatan analisis model struktur bagi pengujian hipotesis kajian	190
Jadual 4.8	Ramal-PLS	197

SENARAI RAJAH

	Halaman
Rajah 1.1 Peratusan tahap pengetahuan 30 guru RBT tingkatan dua dan tiga menggunakan mikropengawal	10
Rajah 1.2 Peratusan tahap kemahiran 30 guru RBT tingkatan dua dan tiga menggunakan mikropengawal.	11
Rajah 2.1 Struktur binaan mikropengawal.	29
Rajah 2.2 Teori pemecahan tingkah laku terancang (DTPB).	47
Rajah 2.3 Model jangkaan pengesanan.	49
Rajah 2.4 Kerangka konsep kajian.	51
Rajah 2.5 Konstruk niat meneruskan terhadap amalan penggunaan teknologi.	74
Rajah 2.6 Konstruk niat dan pemecahan konstruk.	76
Rajah 2.7 Konstruk kepuasan dan pemecahan konstruknya.	82
Rajah 2.8 Konstruk sikap dan pemecahan konstruk.	85
Rajah 2.9 Konstruk norma subjektif dan pecahan konstruknya.	91
Rajah 2.10 Konstruk tanggapan kawalan tingkah laku dan pemecahan konstruk	93
Rajah 3.1 Prosedur kajian, diadaptasi daripada Hair et al. (2014).	111
Rajah 3.2 Penentuan saiz sampel minimum melalui program G*Power 3.1.9.2. Merujuk Panduan sampel saiz oleh Green (1991)	115
Rajah 3.3 Carta alir penghasilan instrumen kajian.	132
Rajah 3.4 Prosedur penggunaan PLS-SEM.	159
Rajah 4.1 Model hipotesis kajian.	172
Rajah 4.2 Model pengukuran akhir bagi nilai kebolehpercayaan komposit (CR) dalam bulatan melebihi 0.7.	178
Rajah 4.3 Model pengukuran akhir bagi nilai muatan melebihi 0.5 dan nilai AVE dalam bulatan melebihi 0.5.	179
Rajah 4.4 Penilaian Model Struktural	189

SENARAI SINGKATAN

AVE	Average Variance Extracted
BPK	Bahagian Pembangunan Kurikulum
CMB	Common Method Bias
CR	Composite Reliability
HCM	Hierarchical Component Modelling
HTMT	Heterotrait-Monotrait Ratio
IPT	Institusi Pengajian Tinggi
KPM	Kementerian Pelajaran Malaysia
PLS-SEM	Partial Least Square-Structural Equation Modelling
VIF	Variance Inflation Factor

SENARAI SIMBOL

β	Beta
α	Alpha
%	Peratus
f^2	Kesan saiz
R^2	Pekali Penentu

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran A	Surat Pengesahan Pelajar
Lampiran B	Kebenaran Penggunaan Instrumen & Borang Keizinan Peserta (JaPem)
Lampiran C	Borang Soal Selidik Responden
Lampiran D	Borang Kesahan Pakar
Lampiran E	Surat Kebenaran, Lantikan Dan Kesahan Pakar Untuk Kajian Rintis & JaPem Bagi Kajian Sebenar
Lampiran F	Analisis Kesahan Kandungan Untuk Kajian Rintis
Lampiran G	Senarai Bilangan Guru RBT Tingkatan 1, 2 Dan 3
Lampiran H1	Penapisan Data SPSS Untuk Kajian Rintis - Multiple Imputation
Lampiran H2	Penapisan Data Spss Untuk Kajian Rintis & Output SPSS Case Outliers Yang Telah Dibersihkan
Lampiran H3	Penapisan Data Spss Untuk Kajian Rintis -Skewness & Kurtosis & Keluk Histogram Bell Curve
Lampiran I	Kebolehpercayaan Konstruk Untuk Kajian Rintis
Lampiran J	Laporan Deskriptif Kajian Sebenar
Lampiran K	Missing Value & Outliers Untuk Kajian Sebenar
Lampiran L	Normality Test Keputusan Analisis Mardhias Dari Webpower Skewness 26.55 & Kurtosis 228.34 Untuk Kajian Sebenar
Lampiran M	Normality Test Keputusan Herman <i>Single Factor Test</i> Untuk Kajian Sebenar
Lampiran O	<i>Normality Test Keputusan Full Collinearity Test</i> : Tidak Lebih Dari 3.3 Untuk Kajian Sebenar
Lampiran P	Model Hipotesis Untuk Kajian Sebenar
Lampiran Q1	Model Reflective Indicator Dan Konstruk Untuk Kajian Sebenar
Lampiran Q2	Model & Jadual Reflektif Faktor Muatan Melebihi 0.5 Untuk Kajian Sebenar

Lampiran R	Pengesahan & Kebolehpercayaan Kajian Sebenar, Cronbach Alpha, CR dan AVE & Model Pengukuran Akhir HTMT dengan Nilai Bacaan Bawah 0.9
Lampiran S	Model Pengukuran Akhir
Lampiran T	Keputusan Hubungan Hipotesis & Kesan Saiz f^2
Lampiran U	Keputusan Kuasa Ramalan R^2 & Nilai VIF
Lampiran V	Struktural Model -T-Value, P-Value
Lampiran W	Struktural Model -Pls-Predict
Lampiran X	Model Struktural T-Value, P-Value

**PEMBANGUNAN MODEL AMALAN PENGGUNAAN TEKNOLOGI
MIKROPENGAWAL DALAM KALANGAN GURU REKA BENTUK DAN
TEKNOLOGI (RBT) DI PULAU PINANG**

ABSTRAK

Penggunaan teknologi dalam kalangan guru sering menjadi isu dalam sistem pendidikan yang semakin mencabar dengan arus kemajuan teknologi digital. Justeru itu, kajian ini bertujuan membina model yang menghubungkan faktor-faktor tingkah laku guru seperti kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku terhadap niat meneruskan dan amalan penggunaan teknologi mikropengawal oleh guru-guru RBT tingkatan dua dan tiga. Untuk mencapai tujuan ini, pendekatan kuantitatif melalui analisis statistik, model persamaan berstruktur dengan kaedah Partial Least Square digunakan untuk menganalisis soal selidik diperolehi melalui kaedah persampelan mudah. Responden kajian melibatkan 205 guru RBT tingkatan dua dan tiga dari 102 buah sekolah menengah harian di Pulau Pinang. Instrumen kajian diadaptasi daripada Teori Pemecahan Tingkah Laku Terancang (DTPB) dan Model Jangkaan Pengesahan (ECM). Modifikasi model kajian ini, menemui model pengukuran adalah sah dan boleh dipercayai. Seterusnya, sembilan penemuan hubungan yang signifikan dan lima lagi sebaliknya. Kajian mendapati, niat meneruskan dan sikap merupakan peramal terbaik bagi model ini. Kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku merupakan konstruk peramal meramalkan 54% varians dalam niat meneruskan. Manakala, sikap merupakan konstruk peramal utama. Sekaligus model kajian ini dinilai mempunyai daya

kekuatan ramalan yang sederhana berupaya menggambarkan fenomena amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru-guru RBT.

**MODEL DEVELOPMENT OF THE USE OF MICROCONTROLLER
TECHNOLOGY PRACTICE AMONG DESIGN AND TECHNOLOGY
TEACHERS (RBT) IN PENANG**

ABSTRACT

The utilization of technology among teachers is often an issue in an education system that is increasingly challenging with the current of digital technology advancement. Therefore, this study aims to build a model that relates the factors of teachers' behaviour like satisfaction, attitude, subjective norms, perception of behavioral control towards the intention to continue and the practice of using microcontroller technology by form two and form three RBT teachers. To achieve this goal, a quantitative approach through statistical analysis, a structural equation model with Partial Least Square method is used to analyze the questionnaire obtained through a simple sampling method. The respondents of this study involved 205 second and third grade form two and form three RBT teachers from 102 daily secondary schools in Penang. The study instrument was adapted from the Decomposed of Theory of Planned Behavior (DTPB) and the Expectancy Confirmation Model (ECM). Modification of this research model found the measurement model to be valid and reliable. Next, nine significant relationships were found and five were the other way around. The study also findings, intention to continue and attitude were the best predictors of this model. Satisfaction, attitude, subjective norm, perceived of behavioral control were predictor constructs predicting 54% of the variance in intention to continue. Whereas attitude is the main predictor construct. This research model is evaluated to have a moderate predictive power

capable of describing the phenomenon of the practice of using microcontroller technology among RBT teachers.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kemunculan Revolusi Perindustrian keempat (IR 4.0), mensasarkan 50 bilion peranti elektronik akan menggantikan pekerjaan manusia bakal memberi impak secara langsung kepada perubahan sistem pendidikan Malaysia dari segi penyediaan tenaga kerja berkemahiran pada masa hadapan (Abdullah et al., 2016; Amer & Peralez, 2014). Petrillo dan Felice (2016) mengatakan teknologi baharu peranti elektronik ini adalah bersifat dinamik dikenali sebagai sistem Pengeluaran Pintar atau mikropengawal berasaskan pemprosesan digital sistem kawalan dan pengaturcaraan. Ia berfungsi untuk mengurus, mengarah dan mengawal perkakasan elektronik secara automatik (Petrillo & Felice, 2016). Pelbagai rekaan perkakasan elektronik pintar tercipta menerusi kepintaran mikropengawal, daripada perkakasan kecil seperti alat permainan, *Smartphone*, *iPad* sehinggalah kepada perkakasan lebih kompleks seperti mesin basuh, alat penyaman udara, kenderaan pintar dan rumah pintar (Lu, 2017). Prisecaru (2016) menjelaskan, kepintaran mikropengawal sebagai platform sumber terbuka yang mudah diakses oleh semua lapisan umur untuk merekacipta, bagi memastikan teras teknologi IR 4.0 berfungsi dengan lancar. Seperti, sistem kecerdasan buatan (AI), sistem fizikal siber, pemprosesan awan dalam penyimpanan dan pemprosesan data, IoT, sekuriti siber, cetakan 3D, realiti berperantara dan analisis data besar (Prisecaru, 2016).

Kewujudan teknologi baharu ini memberi penekanan agar sistem pendidikan negara perlu mengorak langkah ke arah pengajian yang dipandu oleh teknologi digital dalam kalangan warga pendidik terutamanya. Pihak kementerian pendidikan

berperanan penting melengkapkan diri tenaga pengajar dengan pengetahuan dan kefahaman yang jelas mengenai teknologi terkini dan mendapat pendedahan maklumat penggunaan teknologi mikropengawal yang *advance* dengan menawarkan kursus-kursus yang relevan bagi membolehkan mereka mendepani cabaran Revolusi perindustrian 4.0.

Manakala, warga pendidik perlu memainkan peranan mengamal dan mengadaptasi teknologi mikropengawal ini di dalam proses pengajaran dan pembelajaran dengan kaedah dan nafas baharu selaras dengan teknologi Revolusi Industri 4.0 berbanding cara konvensional yang sudah tidak praktikal lagi. Sekali gus mampu merangsang minat pelajar sebagai perekacipta dan menyediakan generasi mempunyai daya kreativiti dan inovasi cekap menggunakan teknologi mikropengawal untuk mendepani cabaran Revolusi Industri 4.0.

Kejayaan lalu oleh pihak kerajaan telah mendedahkan pemeraksanaan guru-guru dalam bidang STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik) di bawah sistem pendidikan abad ke-21 (PAK-21) dilihat lebih mencabar dan berbeza berbanding sistem pendidikan dahulu, hanya menekankan kepada pengetahuan asas seperti membaca, menulis dan mengira (3M). Diikuti dengan pelaksanaan Dasar Sistem Sumber Terbuka (OSS) seperti penggunaan *Google, Gmail, Facebook, Youtube, Yahoo, Flickers, Scratch, Python* dan lain-lain aplikasi terkini berjaya memperkemaskan lagi kecekapan dalam sistem perkhidmatan awam dan sistem pendidikan di Malaysia (MAMPU, 2010). Terkini, ciri-ciri *Computational Thinking* (CT) seperti *algoritme* pada teknologi mikropengawal, dapat menyelesaikan masalah dalam bidang kejuruteraan dan saintifik, telah menjadi tumpuan dalam sektor pendidikan STEM di seluruh dunia untuk membentuk warga pendidik yang

berpengetahuan dan berkemahiran mengamalkan penggunaan teknologi mikropengawal (Zahrinan & Rasul, 2017).

Menurut laporan STEM pada gelombang pertama (2013-2014), kejayaan penglibatan STEM di Malaysia, hanya melibatkan golongan pelajar tertentu sahaja dan tidak menyeluruh. Seperti Program Pendidikan Robotik di negara Malaysia dan Antarabangsa melalui aktiviti kokurikulum, kelab Reka cipta dan Robotik di peringkat sekolah sehingga universiti (KPM, 2016a). Pelbagai pertandingan Robotik disertai oleh pelajar seperti Pertandingan Robotik Kebangsaan (NRC), *Robofair* dan *Malaysia Robot Contest* (ROBOCON) melalui pengaplikasian pelbagai jenis kit robot, antaranya Lego Mindstorm dan Arduino berasaskan mikropengawal. Kejayaan ini, adalah inisiatif kementerian melalui Program NRC anjuran bersama antara KPM, Pusat Sains Negara (PSN), Bahagian Kesenian dan Kokurikulum (BKK), dan Sasbadi Sdn. Bhd. (Hafzan et al., 2014). Kini, pelaksanaan STEM memasuki fasa gelombang kedua (2016-2020), apabila kerajaan, badan berkanun, persatuan, badan bukan kerajaan (NGO) dan agensi luar bekerjasama dalam mempromosikan STEM kepada pihak komuniti (Hafzan et al., 2014).

Pelbagai kajian dan penyelidikan penggunaan teknologi mikropengawal merentasi pelbagai cabang disiplin ilmu bidang pendidikan, kejuruteraan, pertanian dan ketenteraan dapat diteroka. Usaha, ini secara tidak langsung memberi impak positif dalam tranformasi sistem pendidikan negara, (Dimosthenis, 2019; Ibrahim et al., 2015; KPM & BPK, 2016). Kejayaan-kejayaan ini juga, menjadi penanda aras untuk guru-guru mempercayai bahawa menguasai dan mengamalkan penggunaan teknologi dalam bilik darjah merangsang penghasilan kandungan pengajaran yang lebih kondusif, progresif dan efisien (Cheok et al., 2016). Seterusnya, melahirkan

generasi yang mahir dan berdaya saing mencetuskan pelbagai ciptaan teknologi baharu yang lebih dinamik (MITI, 2018; Taimalu & Luik, 2019)

1.2 Latar Belakang

Pelbagai usaha kerajaan telah dilaksanakan bagi merangsang penggunaan teknologi dalam kalangan guru-guru dan murid-murid melalui pemerkasaan bidang STEM, dalam sistem pendidikan Negara Malaysia. Kejayaan ini disokong oleh pelaksanaan Dasar 60% Sains: 40% Sastera (Dasar 60:40) sejak 1970-an bertujuan menyediakan lebih ramai murid yang berkelayakan dapat meneruskan pengajian di peringkat tertiar dalam bidang Sains dan Teknologi (S&T) untuk memenuhi keperluan tenaga kerja berkemahiran tinggi dalam industri bagi memacu ekonomi Malaysia. Diikuti dengan Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara (DSTIN) dan Dasar Sains dan Teknologi Negara (NSTP) yang telah diperkenalkan pada 1986 bagi menyokong pencapaian aspirasi Malaysia untuk menjadi negara maju untuk memastikan pembangunan negara seiring dengan keperluan dan perubahan global yang dinamik. Justeru itu, dunia semakin mencabar dari segi penggunaan teknologi yang menjadi asas kepada pertumbuhan ekonomi (Raja & Nagasubramani, 2018). Negara maju dari segi teknologi perlu melahirkan mahir tenaga kerja yang bukan sahaja mempunyai kepekaan terhadap profesionalismenya tetapi sentiasa bersedia untuk menerima perubahan (Sidin et al., 2001).

Memperkasakan teknologi dalam bidang pendidikan bagi setiap lapisan masyarakat adalah salah satu usaha utama dalam pembentukan negara berteknologi. Sehubungan dengan itu, TVET, merupakan sebahagian daripada pembelajaran sepanjang hayat, telah dilaksanakan pada peringkat menengah, pascamenengah, dan peringkat pengajian tinggi termasuk pembelajaran berasaskan kerja, pendidikan

berterusan dan pembangunan profesional. TVET juga merupakan sebahagian daripada Perhimpunan Agung Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) mengisytiharkan Hari Kemahiran Belia Sedunia setiap tahun diraikan atas keperihatinan dunia terhadap pengembangan kemahiran teknikal dan vokasional. Sambutan ini, bertujuan meningkatkan bilangan belia dan dewasa mempunyai kemahiran teknikal dan vokasional tenaga kerja mahir, dan keusahawanan bagi memenuhi permintaan pasaran kerja yang terus berkembang (UN, 2000)

Justeru untuk merealisasikan keperluan kerja pada masa hadapan, institusi TVET telah melangkah menstruktur semula kesediaannya dari segi pendidikan dengan memperluaskan skop dan mekanisme penyediaan guru dan jurulatih bagi memindahkan pengetahuan dan kemahiran mereka dengan berkesan, dan membolehkan tenaga kerja menyesuaikan diri dengan anjakan teknologi bagi semua komponen yang diperlukan kemahiran untuk strategi pembangunan (Yusop et al., 2023).

Ketersediaan mata pelajaran TVET di peringkat sekolah menengah, termasuk pendidikan vokasional rendah (PAV), sekolah menengah teknik (TS), dan kolej vokasional (VC), menjelaskan lagi inisiatif KPM ini (KPM, 2017). Sebagai penerusan mata pelajaran TVET, mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi bagi tingkatan satu hingga tingkatan tiga diperkenalkan di peringkat sekolah menengah bagi mereka yang tidak mengambil PAV di bawah Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Mata pelajaran RBT ini bermula pada tahun 2017 mengikut peringkat bagi menggantikan mata pelajaran Kemahiran Hidup Bersepadu (KHB) yang telah lama diperkenalkan sejak tahun 1989 di bawah sistem Pendidikan Teknik dan Vokasional (TVET) (KPM & BPK, 2016). Peralihan ini adalah berkait rapat

dalam merealisasikan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013 – 2025 (PPPM 2013 – 2025), sebahagian daripada agenda penting transformasi pendidikan untuk menyediakan generasi muda menghadapi cabaran abad ke-21 (KPM & BPK, 2016).

Justeru itu, mata pelajaran RBT daripada komponen Sains dan Teknologi yang terdiri daripada enam tunjang matlamat KSSM, mementingkan penguasaan ilmu Sains, Matematik dan Teknologi bagi memenuhi domain Aplikasi Teknologi di bawah sistem pendidikan STEM ditawarkan di sekolah peringkat rendah dan menengah bertujuan untuk menyediakan pelajar dengan kesedaran dan pendedahan kepada teknologi (Kelly & Todd, 2019; KPM, 2016c). Di bawah domain aplikasi teknologi dalam sukatan pelajaran RBT, pembelajaran penggunaan teknologi elektronik mikropengawal (cip mikro) atau dikenali sebagai peranti pintar telah diperkenalkan dibawah topik Reka bentuk elektronik kepada para murid RBT tingkatan dua dan tingkatan tiga sebagai persediaan kerja kursus PT3 untuk memupuk pelajar berfikir, memberi idea penyelesaian masalah dan seterusnya menghasilkan projek berasaskan teknologi produk berinovasi (KPM & BPK, 2016).

Sehubungan dengan itu, penerapan elemen STEM yang terdapat pada peranti elektronik pintar mikropengawal ini memerlukan guru-guru RBT mempunyai kepakaran dalam kemahiran pemikiran Matematik dan pemikiran pengkomputeran yang tinggi untuk berfikir secara logik, menyusun data, mencipta algoritma, membentuk simulasi dan mereka bentuk sistem (Bruce et al., 2013; KPM, 2016a). Hal ini menyebabkan, topik reka bentuk elektronik ini lebih sukar untuk difahami berbanding topik lain kerana ia melibatkan pengaturcaraan dan pemasangan litar elektronik (KPM & BPK, 2016)

Topik ini juga melibatkan praktikal yang memerlukan guru mengamalkan kemahiran dan pengetahuan mengenai perkakasan dan perisian yang membolehkan pelajar untuk mereka bentuk projek elektronik bermula daripada mereka bentuk litar, simulasi, penyambungan litar input, output, dan mikropengawal, menulis pengaturcaraan dan litar ujian kefungsian (KPM & BPK, 2016)

Secara khususnya, bagi pengajaran topik reka bentuk elektronik tingkatan dua, guru-guru RBT perlu menguasai amalan pengetahuan teori dan kemahiran teknikal secara praktikal terlebih dahulu sebelum mengajar kepada murid dengan menyatakan maksud mikropengawal dan mikropemproses, menerangkan bahagian-bahagian yang terdapat dalam mikropengawal, menghasilkan lakaran reka bentuk litar elektronik menggunakan, membina litar simulasi yang berfungsi dengan perisian khas. Menyambungkan litar input dan litar keluaran kepada mikropengawal, menulis pengaturcaraan mudah berdasarkan penyambungan litar input dan litar keluaran dengan bantuan alat teknologi seperti komputer atau mobile, menguji dan menilai kefungsian litar elektronik dan yang terakhir mencadangkan penambahbaikan kepada reka bentuk litar elektronik (KPM & BPK, 2016).

Manakala, pengajaran penggunaan mikropengawal di tingkatan tiga, guru RBT perlu menguasai amalan pengetahuan dan kemahiran teknikal melibatkan topik mekatronik yang menggabungkan semua elemen kejuruteraan seperti aplikasi mekanikal, elektrik, elektronik dan kawalan dan pengaturcaraan mikropengawal untuk murid menghasilkan reka bentuk produk terbaharu dengan idea terkini untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan seharian melalui Teori Penyelesaian Masalah Inventif (TRIZ) (KPM & BPK, 2016)

Justeru, Nethravathi dan Geetha (2016), mengulas, cabaran guru untuk pakar mengamalkan penggunaan mikropengawal, mudah diperolehi melalui pembelajaran secara praktikal, aktiviti penerokaan dan eksperimentasi pembelajaran berasaskan-masalah serta pembelajaran berasaskan-projek. Namun, kajian terkini mendakwa, kebanyakan guru RBT Malaysia tidak kreatif, kurang memberi peluang kepada murid untuk berfikir aras tinggi (KBAT) meneroka kewujudan pelbagai “masalah” bagi bereksperimentasi untuk menghasilkan pembinaan projek yang berinovasi untuk menyelesaikannya (Saïen et al., 2017). Hal ini berlaku, disebabkan para guru RBT banyak bergantung kepada amalan penggunaan kit projek dengan pemilihan perkakasan dan perisian penyelesaian masalah dengan rujukan langkah pemasangan komponen tersedia ada, yang dibekalkan oleh pembekal dipasaran bagi memudahkan pengajaran setiap topik RBT (Acedillo & Saro, 2023).

Kemudahan penggunaan kit projek ini, sudah tentu menjadi pilihan guru kerana dapat membantu guru segera dalam mencapai objektif penghasilan semua projek murid yang ramai di dalam kelas menggunakan mikropengawal (Stanciu et al., 2020). Kesannya, kekangan masa mengajar yang terhad untuk mengejar topik sukatan pelajaran yang lain dapat diatasi (Che Ghani et al., 2019). Namun, disebalik amalan penggunaan kit Projek yang bersifat buat sendiri (DIY) ini, wujud permasalahan, dimana topik reka bentuk elektronik tidak dapat diajar dengan tepat mengikut kehendak objektif sukatan pengajaran supaya mengenal pasti awal permasalahan terlebih dahulu sebelum projek dihasilkan. Kesannya, murid-murid lebih rasa teruja bersaing dan fokus kepada proses langkah pemasangan kit projek agar tidak berlaku kesilapan supaya ia dapat berfungsi dengan baik seperti rujukan dan panduan yang diberi, sehingga mengabaikan kewujudan permasalahan sebenar projek untuk diselesaikan (Abd Nasir et al., 2023).

Justeru, objektif penggunaan teknologi mikropengawal untuk mencambahkan minda murid untuk lebih kreatif dan inovatif adalah terbatas dan terhad. Murid juga tidak dapat mengetahui prosedur tepat kelancaran fungsi pengoperasian pengaplikasian mikropengawal dan bereksplorasi bersama-sama kemudahan alat bantuan kelengkapan teknologi lain seperti komputer, mobil mudah alih dan internet untuk mencipta pelbagai projek yang inovasi untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian (Dimosthenis, 2019; Galeriu et al., 2014; Naresh Kumar et al., 2008).

Seiring dengan perubahan pembentukan kurikulum baharu KSSM ini, guru-guru RBT khususnya di sekolah menengah perlu komited menguasai pengetahuan dan kemahiran penggunaan perkakasan dan perisian teknologi peranti pintar ini, dan menjadi *role model* dan pemudahcara melahirkan pelajar yang kreatif, kritis dan berdaya saing dalam era teknologi digital (KPM & BPK, 2016; Norashid, 2014; Pao-Nan, 2018; Zahriman & Rasul, 2017). Sesungguhnya, keberkesanan, kualiti dan prestasi tenaga pengajar TVET yang berpengetahuan, berkemahiran dan selari dengan kehendak pasaran, merupakan tunjang utama transformasi melahirkan tenaga kerja yang mahir (Lam et al., 2018; Nizamuddin, 2017). Menurut Mishra dan Koehler (2006), niat dan penerimaan penggunaan teknologi antara faktor-faktor kejayaan tingkah laku guru-guru mengamalkan pengintegrasian teknologi dalam bilik darjah (Fred et al., 1989; Viswanath, 2007). Juga dipengaruhi oleh sikap, kepercayaan, pengetahuan dan kemahiran mereka terhadap teknologi (Ertmer et al., 2012).

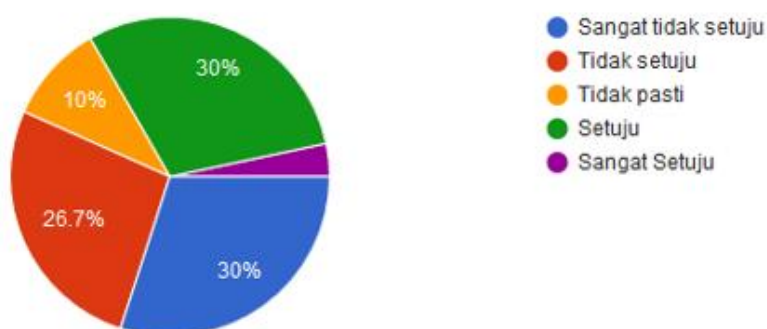
Oleh sebab tiada sumber kukuh dalam penggunaan teknologi mikropengawal ditemui pada peringkat menengah. Maka, pengkaji meneroka permasalahan awal

kajian dengan menjalankan satu tinjauan awal atau *Pre-survey* secara atas talian menggunakan aplikasi *Goolge Form* untuk mengetahui tahap pengetahuan dan kemahiran guru RBT sekolah menengah di Malaysia sebelum kutipan kajian sebenar dilaksanakan melalui aplikasi telegram di dalam kumpulan guru-guru RBT sekolah menengah pada awal tahun Januari 2019 selama sebulan.

Berdasarkan Rajah 1.1, daripada 30 guru RBT tingkatan dua dan tiga, hasil dapatan soal selidik menunjukkan hanya 33.3% guru bersetuju mempunyai tahap pengetahuan menggunakan mikropengawal di dalam kelas berbanding guru yang tidak bersetuju sebanyak 56.7%. Sementara 10% lagi tidak pasti mempunyai pengetahuan. Manakala Rajah 1.2 berikut menunjukkan 36.7% guru bersetuju mempunyai tahap kemahiran penggunaan mikropengawal. Peratusan ini lebih rendah berbanding guru yang tidak bersetuju iaitu sebanyak 50%. Manakala peratusan guru yang tidak pasti adalah sebanyak 13.3%. Rumusan kajian awal ini menunjukkan guru-guru RBT tingkatan dua dan tiga mempunyai tahap pengetahuan dan kemahiran yang rendah dalam penggunaan mikropengawal.

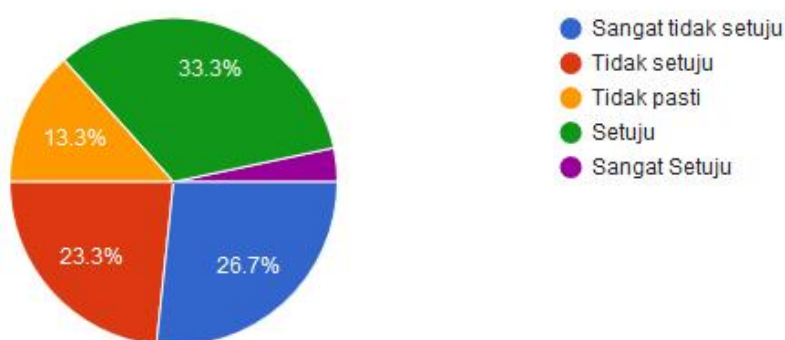
Rajah 1.1

Peratusan tahap pengetahuan 30 guru RBT tingkatan dua dan tiga menggunakan mikropengawal



Rajah 1.2

Peratusan tahap kemahiran 30 guru RBT tingkatan dua dan tiga menggunakan mikropengawal.



Rumusan daripada kajian awal ini jelas menunjukkan guru-guru RBT mempunyai pengetahuan dan kemahiran penggunaan teknologi mikropengawal yang rendah. Pemahaman tingkah laku individu seperti guru RBT merupakan kunci utama mengukur kejayaan pelaksanaan penggunaan sesuatu teknologi seperti mikropengawal sebagai alat bantu mengajar pedagogi dalam bilik darjah (Huang et al., 2012). Perkembangan penggunaan teknologi baharu seperti mikropengawal akan memberi impak dalam sistem pendidikan menengah. Justeru, pelbagai isu dan persoalan timbul termasuklah apakah faktor-faktor memberi kesan kepada niat berterusan mengamalkan penggunaan teknologi dalam kalangan pendidik dan bagaimana institusi mempengaruhi pendidik untuk menggunakan teknologi (Bøe et al., 2020).

1.3 Pernyataan Masalah

TVET adalah asas atau ruang persediaan untuk graduan yang bakal memenuhi pasaran kerja nanti. Namun, isu yang timbul sekarang ialah kebolehpasaran graduan selepas tamat pengajian (Bikar et al., 2023). Nadarajah (2021), Mohd et al. (2020) dan Jamaludin et al. (2021) membuktikan dalam kajian mereka bahawa kelemahan graduan dalam kemahiran menyelesaikan masalah antara punca utama graduan tidak diambil bekerja (Fajaryati & Akhyar, 2020; Haron et al., 2021; Açıkgöz et al., 2022; Salahuddin et al., 2023).

Permasalahan ini turut berkait rapat dengan kemahiran penyelesaian masalah menghasilkan projek berasaskan mikropengawal. Hal ini telah terbukti, bahawa pengajaran reka bentuk elektronik mikropengawal menjadi topik yang agak sukar untuk difahami oleh para pelajar (Ibrahim et al., 2019) dan kekurangan capaian akses seperti buku rujukan yang terhad dan kemudahan peralatan bahan bantuan mengajar (Zamri & Nurfaradhilla, 2020). Tambahan pula, ia merupakan silibus baharu yang menyebabkan kebanyakan guru mengalami kesukaran untuk menguasainya dan memberi kesan terhadap amalan penyampaian pengajaran mikropengawal dengan baik di dalam kelas (Aidei & Mohd Haniff, 2023).

Akibat daripada permasalahan ini, kajian-kajian lalu telah mendedahkan wujud niat guru yang rendah dan mempengaruhi sikap guru-guru untuk tidak meneruskan penggunaan mikropengawal seperti Arduino disamping kekurangan alat bantuan sokongan penggunaan teknologi mikropengawal (Ling et al., 2019). Malah keadaan kemudahan teknologi mikropengawal yang tidak bersifat “*ready to use*” mudah seperti penggunaan e-pembelajaran, maka, penggunaan mikropengawal

secara berterusan dalam kalangan guru-guru tidak dapat dipastikan secara automatik (Bøe et al., 2020).

Tambahan lagi, kajian terkini membuktikan, sikap guru-guru RBT lebih suka mengambil jalan mudah dengan mengamalkan penggunaan kit projek berasaskan DIY mudah dipasang, dapat membantu guru mencapai objektif pengajaran dan pembelajaran dengan pantas, walaupun mengakibatkan peluang guru untuk menjadi lebih kreatif tertutup (Saïen et al., 2017; Che Ghani et al., 2019; Acedillo & Saro, 2023; Abd Nasir et al., 2023). Meskipun, guru RBT tersebut mempunyai corak dan gaya pengajaran yang baik dan menarik menggunakan kit projek ini, sikap guru RBT yang tidak kreatif akan mempengaruhi kebosanan murid dalam pengajaran kelas (Zahrinan & Rasul, 2017).

Sikap guru-guru RBT yang rendah ini dalam mengajar reka bentuk elektronik ini berlaku adalah kerana dipengaruhi oleh persepsi guru-guru RBT itu sendiri, bahawa pengajaran mikropengawal sukar diajar kerana tahap pengetahuan penggunaan mereka yang sederhana (Zamri & Nurfaradhilla, 2020). Justeru itu, perbandingan dapatan terkini, seperti dibahaskan dia atas dengan dapatan awal kajian pengkaji yang dikutip pada tahun 2019 seperti dibincangkan pada bahagian latar belakang, jelas terbukti menunjukkan guru-guru masih mempunyai masalah dari segi amalan pengetahuan dan kemahiran menggunakan mikropengawal dalam pengajaran di dalam kelas.

Niat dan sikap yang rendah ini, seterusnya mempengaruhi kewujudan permasalahan keyakinan yang rendah dalam kalangan guru-guru RBT, seperti mana ditunjukkan dalam kajian lalu. Bahawa, guru-guru sering menghadapi permasalahan dari segi faktor dalaman seperti kurang berkeyakinan untuk mahir menggunakan

teknologi kerana sukar mengintegrasikannya dalam pengajaran dan pembelajaran seperti dibincangkan dalam perenggan di atas (Noraini et al., 2013; Sailin, 2014; Muraina et al., 2015). Hal ini juga, disebabkan dipengaruhi oleh permasalahan tiada sokongan faktor luaran dari segi pengaksesan keadaan kemudahan teknologi yang lemah (Choy et al., 2009). Hal ini terbukti, di Malaysia, faktor kekangan kemudahan teknologi pernah dilaporkan melalui Suruhanjaya Komunikasi dan Multimedia Malaysia (2019), dengan menyatakan permasalahan teknikal seperti capaian hubungan internet yang lemah mengakibatkan, 17.8% penggunaan internet dalam kalangan penduduk luar bandar lebih rendah berbanding penduduk bandar sebanyak 82.2%. Perbezaan yang besar ini, telah menjejaskan pelaksanaan pengajaran pendidikan pengintegrasian STEM di sekolah (Khairani, 2020). Malah keyakinan guru rendah juga disebabkan guru tidak mempunyai niat yang tinggi untuk berani memfokuskan kepada pengajaran penghasilan projek mikropengawal yang dapat meningkat Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) melalui Kemahiran Penyelesaian Masalah. Hal ini terbukti melalui keputusan TIMMS (*Trend in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Programme for International Student Assessment*) menunjukkan bahawa tahap pencapaian pelajar Malaysia berada pada tahap yang rendah terutamanya dalam aplikasi (Egan et al., 2022).

Ini jelas menunjukkan guru RBT mempunyai kelemahan keyakinan mengajar mikropengawal kepada murid untuk menyelesaikan masalah, berfikir secara kritis, mengaplikasikan pengetahuan, dan mengintegrasikan pengetahuan baharu dengan pengetahuan sedia ada (Alyahya & Alotaibi, 2019). Sehingga kebanyakan kajian menunjukkan kelemahan graduan graduan tidak diambil bekerja disebabkan

kelemahan kemahiran dalam menyelesaikan masalah (Fajaryati & Akhyar, 2020; Haron et al., 2021; Açıkgoz et al., 2022; Salahuddin et al., 2023).

Amalan dan niat guru yang rendah turut mewujudkan permasalahan baru iaitu rasa kepuasan yang rendah dalam kalangan guru untuk menggunakan teknologi mikropengawal secara berterusan. Kajian lalu telah membuktikan 50% guru mempunyai tahap kepuasan yang rendah menggunakan teknologi Frog VLE kerana kurang mesra dari segi keseronokan penggunaannya (Awang et al., 2018).

Signifikannya, wujud keperluan untuk pengkaji mengenalpasti mengkaji kewujudan hubungan dan pengaruh amalan penggunaan teknologi mikropengawal yang berterusan dalam kalangan guru RBT melalui pembinaan permodelan dari sudut perspektif tingkahlaku (*behavioural perspectives*). Kajian ini juga dapat meramal faktor terpenting menyumbang kepada penerusan amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru-guru RBT dengan dan menampung kekurangan maklumat dan kajian berkaitan tingkah laku guru-guru RBT yang berpengalaman untuk meneruskan niat sebagai pengguna sebenar (*actual user*) menggunakan teknologi mikropengawal dengan kaedah yang betul di sekolah menengah di Malaysia (Muhammad Abd Hadi, 2016; Sadaf et al., 2016).

1.4 Tujuan dan Objektif Kajian

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji faktor-faktor tingkah laku guru-guru RBT menggunakan teknologi mikropengawal melalui pembentukan model hubungan secara langsung antara konstruk kepuasan, sikap, norma subjektif dan tanggapan kawalan tingkah laku terhadap niat meneruskan dan amalan penggunaan teknologi

mikropengawal dalam kalangan guru RBT tingkatan dua dan tiga. Berdasarkan kepada tujuan utama penyelidikan, objektif kajian telah dinyatakan seperti berikut:

1. Mengenal pasti faktor-faktor menentukan amalan penggunaan mikropengawal melalui penilaian pembinaan model pengukuran dari segi kesahan dan kebolehpercayaan bagi konstruk niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku dan amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru RBT tingkatan dua dan tiga.
2. Membina model pengukuran amalan dengan mengkaji hubungan antara konstruk model dibina seperti niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku terhadap penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru RBT tingkatan dua dan tiga.
3. Menguji keupayaan model sintesis dibina yang terdiri daripada konstruk kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku dalam menjelaskan niat meneruskan dan amalan penggunaan teknologi.
4. Menilai peramalan PLS bagi pembinaan model struktur yang menghubungkan konstruk niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku dengan amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru RBT tingkatan dua dan tiga.

1.5 Persoalan Kajian

Bagi memastikan objektif-objektif kajian yang telah dinyatakan ini tercapai, maka soalan-soalan kajian seperti berikut:

1. Sejauh manakah pembinaan model pengukuran bagi konstruk niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku, dengan amalan penggunaan teknologi mikropengawal menunjukkan bukti kesahan dan kebolehpercayaan?
 - a. Adakah konstruk-konstruk pembentukan model pengukuran amalan penggunaan teknologi menunjukkan bukti kebolehpercayaan?
 - b. Adakah konsrtuk-konstruk model pengukuran amalan penggunaan teknologi mikropengawal memenuhi syarat kesahan?
2. Adakah terdapat hubungan yang signifikan antara konstruk-konstruk niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku terhadap amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru RBT tingkatan dua dan tiga?
3. Adakah model sintesis dibina, yang terdiri daripada hubungan antara konstruk-konstruk kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku berupaya menunjukkan bukti ketepatan dalam menjelaskan niat meneruskan dan amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru RBT tingkatan dua dan tiga?
4. Apakah peramal terbaik bagi amalan penggunaan mikropengawal?

1.6 Kepentingan Kajian

1.6.1 Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM)

Pihak KPM dapat mengukur sama ada pelaksanaan penggunaan teknologi mikropengawal di sekolah menengah benar-benar berjaya dilaksanakan dengan merujuk model amalan guru-guru RBT. Pihak KPM juga, dapat mengatasi permasalahan pengetahuan dan kemahiran guru-guru RBT yang rendah dalam mengamalkan penggunaan teknologi mikropengawal dengan melihat hubungan faktor-faktor yang mempengaruhi di dalam model. Pihak KPM dapat merujuk model sebagai penganalisaan kajian dan penyelidikan bagi merangka strategi, memeta perancangan pelaksanaan program-program intervensi dan pemulihan penggunaan teknologi digital dalam kalangan guru-guru RBT. Konstruk-konstruk dalam kajian ini ini juga telah terbukti secara empirikal dan berkesan mempunyai hubungan dengan amalan penggunaan teknologi bagi meramal faktor-faktor yang mempengaruhi tingkah laku guru untuk menerima dan menggunakan teknologi. Maka, pelaksana latihan boleh memanfaatkan model kajian ini untuk mempertimbangkan keperluan penting, membantu dalam urusan perkembangan profesional guru. Juga, mengolah latihan guru-guru pra-perkhidmatan, supaya dapat diintegrasikan dengan kemahiran pembangunan teknologi dengan memperkasakan elemen niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif dan tanggapan kawalan tingkah laku. Sekali gus dapat menjimatkan masa dan kos pengoperasian sesuatu program.

1.6.2 Pihak Sekolah

Model ini diharapkan dapat memberi garis panduan kepada pihak sekolah untuk merancang dan mengatur langkah merangsang guru-guru RBT meningkatkan kepakaran dan minat terhadap penggunaan teknologi digital dalam pengajaran dan pembelajaran. Model ini dapat digunakan oleh barisan pentadbir untuk memantapkan konstruk-onstruk yang penting untuk guru demi meningkatkan kualiti pengajaran guru dalam penggunaan teknologi. Sekali gus, dapat meningkatkan potensi dan hasil pembelajaran pelajar sekaligus dapat meningkatkan prestasi sekolah.

1.6.3 Guru

Guru-guru RBT dapat mengenal pasti faktor-faktor tingkah laku yang lemah dan mengambil inisiatif untuk mengatasinya dan memantapkan faktor-faktor tingkah laku yang menyumbang kepada kejayaan pengamalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam pengajaran. Seterusnya, menggalakkan para pelajar untuk menggunakannya dalam kerja kursus PT3 bagi memperolehi pencapaian yang terbaik dalam keputusan PT3 RBT. Selain itu, guru-guru RBT juga dapat mempelbagaikan teknik pengajaran dengan lebih berkesan agar pelajar-pelajar tidak merasa sulit untuk menggunakan teknologi mikropengawal. Juga, membantu memacu meningkatkan kemahiran teknikal dan pedagogi guru RBT dalam membentuk generasi tenaga mahir berdaya intelek dalam teknologi pintar. Guru-guru juga boleh menggunakan model ini untuk mengenalpasti tingkah laku pelajar dalam menggunakan mikropengawal seterusnya mengambil tindakan ke atas faktor-faktor yang mempengaruhi amalan pelajar menggunakan teknologi mikropengawal. Para guru juga dapat memantau tingkah laku para pelajar menggunakan teknologi dengan lebih berkesan. Sekaligus, dapat melahirkan pelajar-pelajar yang pakar dalam

menyelesaikan permasalahan yang berlaku dalam kehidupan seharian dengan menghasilkan pelbagai rekacipta produk elektronik pintar.

1.6.4 Sumbangan kepada teori kajian

Secara khusus, kajian ini memberikan sumbangan dari sudut pengembangan teori melalui penggabungan dua teori, iaitu Teori Pemecahan Tingkah Laku Terancang (DTPB) dan Model Jangkaan Pengesahan (ECM) yang relevan dengan skop kajian mengenai amalan berterusan penggunaan teknologi mikropengawal berbanding kajian-kajian lalu yang terhenti sehingga niat yang tidak berterusan untuk dijadikan amalan penggunaan teknologi tanpa mengetahui dengan terperinci kejayaan pelaksanaan yang berterusan.

Kepentingan kajian ini dapat dilihat dari segi sumbangan signifikannya kepada penghasilan satu model baharu yang menunjukkan hubungan setiap konstruk sebagai indikator kepada pengamal penggunaan teknologi. Konstruk-konstruk di dalam model yang dibina seperti kepuasan, sikap, norma subjektif dan tanggapan tingkah laku dan niat meneruskan yang berhubung secara langsung dengan amalan penggunaan teknologi dapat memberi petunjuk atau ramalan kepada kemungkinan akan berlaku sebelum melaksanakan sesuatu penggunaan teknologi dalam kalangan pengamal atau pengguna agar tidak berlaku pembaziran dari segi tenaga, kos dan masa.

Selain itu, skop yang lebih spesifik, model yang dihasilkan juga memastikan pembuat dasar dan pelaksana latihan memperoleh manfaat darinya. Hal ini kerana, konstruk-konstruk dalam kajian ini telah dibuktikan secara empirikal mempunyai hubungan dengan penggunaan teknologi bagi meramal faktor-faktor yang mempengaruhi tingkah laku guru untuk menerima dan menggunakan teknologi. Oleh

itu, pelaksana latihan boleh memanfaatkan model yang dibangunkan melalui kajian ini dengan mempertimbangkan keperluan penting yang boleh membantu dalam urusan perkembangan profesional mereka. Konstruk dan indikator-indikator penting di dalam model kajian boleh dijadikan asas dalam mengolah latihan supaya dapat diintegrasikan dengan kemahiran pembangunan teknologi seperti memperkasakan konstruk sikap, norma subjektif dan tanggapan kawalan tingkah laku.

Oleh yang demikian, kajian ini penting sebagai rujukan Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM), Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK), Pendidikan Teknik & Vokasional (PTV), Bahagian Pendidikan Guru, pensyarah dan guru-guru RBT untuk membuat perancangan masa hadapan bagi memeta pelaksanaan sesuatu dasar penggunaan teknologi dan pembentukan intervensi yang sesuai. Seterusnya membantu memacu meningkatkan kemahiran teknikal dan pedagogi guru RBT dalam membentuk generasi tenaga mahir berdaya intelek dalam teknologi pintar.

Sehubungan dengan itu, melalui pembentukan model hubungan Amalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan para guru RBT. Kajian ini dapat memberi sentuhan nafas baharu dalam bidang ilmu pendidikan kejuruteraan peranti pintar dari sudut perspektif tingkah laku yang masih belum wujud dalam kajian-kajian lepas bidang pendidikan kejuruteraan alam kalangan guru sekolah menengah di Malaysia. Disebabkan konteks kajian ini lebih menjurus kepada niat berterusan oleh pengamal penggunaan teknologi yang sebenar, dijangka sumber dapatan kajian yang akan diperoleh adalah lebih jelas dalam pengamalan penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru RBT. Seterusnya dijadikan sebagai sumbangan baharu dalam dapatan kajian.

Disamping itu, hubungan secara langsung antara konstruk di dalam model yang dibina ini seterusnya memberi sumbangan kepada teori kajian jika dibandingkan dengan dapatan kajian-kajian lepas penggunaan teknologi dalam pendidikan banyak mengaplikasikan model perancangan dan tingkah laku (TPB) dan model penerimaan teknologi (TAM) yang mempunyai kuasa penjelasan yang lemah dan lebih umum jika dibandingkan dengan model DTPB yang lebih bersifat multidimensi pada setiap konstruk dapat memberi kuasa penjelasan yang kuat (IRMA, 2018; Taylor & Todd, 1995). Maka model yang dihasilkan melalui kajian ini diharapkan dapat mengisi kelompangan pengkaji lalu seterusnya menjadi rujukan terkini dengan nafas penggunaan teknologi digital terkini yang berasaskan teknologi pintar dengan menyumbang faktor-faktor penting yang mempengaruhi tingkah laku guru untuk dijadikan sebagai sumber rujukan guru membuat perancangan dalam pengajaran. Kesannya, Proses Pengajaran dan Pemudah Cara (PdPc) guru menjadi lebih interaktif dan lancar.

1.7 Batasan Kajian

Pertama, kajian ini hanya melibatkan responden guru-guru tingkatan 2 dan 3 yang mengajar Reka Bentuk & Teknologi mulai tahun 2018, terhad mengikut nisbah yang ditetapkan oleh pekeliling iaitu 1:25 ataupun seorang guru RBT bersamaan 25 pelajar (KPM, 2016b). Berdasarkan data yang diperolehi, terdapat sekolah hanya mempunyai satu kelas RBT bagi satu tingkatan sahaja, menyebabkan sekolah tersebut mempunyai seorang guru RBT tingkatan 2 atau 3 untuk menjawab soal selidik kajian. Justeru, 102 buah sekolah seluruh negeri Pulau Pinang cukup untuk mendapatkan bilangan responden kajian. Akibat kekangan pandemik Covid19, data kajian diperolehi secara atas talian menggunakan aplikasi *Google form* untuk

disebarkan ke dalam wattup dan telegram. Sehubungan dengan itu, penyelidik terdedah kepada dua kemungkinan iaitu, kadar maklum balas yang diterima adalah rendah dan terdedah kepada data yang tidak boleh dipercayai (Dunn & Huss, 2004). Kadar maklum balas yang diterima boleh jadi rendah jika tiada tindakan susulan dibuat seperti menghubungi kali kedua melalui telefon dan sebagainya. Ironinya, jika tindakan susulan dibuat, maklum balas yang diberikan mungkin tidak boleh dipercayai, kerana kebarangkalian responden menjawab dalam keadaan terpaksa di bawah tekanan dan sambil lewa tanpa mengetahui konteks soalan. Oleh itu, risiko ini dapat diminimumkan dengan kerjasama dengan barisan ketua panitia di sekolah menengah yang membantu pengurusan soalan selidik di jawab dengan baik dan teratur oleh responden. Batasan kedua adalah dari segi analisis kajian. Untuk menjawab objektif kajian inferensi, pengkaji hanya menggunakan analisis PLS-SEM. Manakala untuk deskriptif kajian, pengkaji mengguna analisis SPSS Versi 26.0.

1.8 Skop Kajian

Kajian ini memfokuskan faktor-faktor yang mempengaruhi amalan penggunaan mikropengawal berdasarkan variabel-variabel dari model teoritikal yang diadaptasi dalam kajian ini seperti niat meneruskan, kepuasan, sikap, norma subjektif, tanggapan kawalan tingkah laku, dan juga anteseden-anteseden yang bertindak sebagai variabel seperti pengesahan, tanggapan kebergunaan, tanggapan mudah digunakan, keserasian, pengaruh pelajar, efikasi sendiri, keadaan kemudahan teknologi dan keadaan kemudahan sumber sebagai sumbangan model tingkah laku guru-guru RBT menggunakan teknologi mikropengawal di sekolah menengah di Malaysia.

1.9 Signifikan Kajian

Penelitian Pembentukan modal insan guru penentu kepada peneraju aset negara dalam melahirkan guna tenaga terlatih dan berdaya saing untuk meningkatkan produktiviti negara (Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan, KPM, 2006). Justeru, tingkah laku guru-guru RBT dalam mengamalkan penggunaan teknologi pintar mikropengawal dalam pengajaran akan ditentukan oleh hubungan antara faktor-faktor niat meneruskan, sikap, pengaruh norma dan tanggapan kawalan dalaman dan luaran melalui perkembangan teori tingkah laku. Secara tidak langsung, pembentukan model ini akan menyumbang kepada kesignifikan kajian untuk menyuntik nilai tambah intelek, kebolehan, kemahiran bina upaya guru-guru RBT sebagai pengguna teknologi yang sebenar. Pengujian model dan instrumen kajian yang dibangunkan ini juga, akan menyumbang persoalan jawapan kajian seperti punca dan simptom yang perlu ditekankan oleh guru, jentera pentadbiran sekolah dan pihak KPM secara lebih menyeluruh, agar dapat mengatasi permasalahan penggunaan teknologi dalam kalangan guru sebelum ini. Seterusnya, dapat melincinkan dan memenuhi misi membangunkan sitem pendidikan yang berkualiti dan bertaraf dunia dalam penggunaan teknologi tinggi (Pusat Perkembangan Kurikulum, KPM, 2001). Ringkasnya, hasil kajian ini dijangka akan dapat mengembangkan potensi penggunaan teknologi mikropengawal dalam kalangan guru-guru RBT.

1.10 Definisi Operasional

Suatu kajian penyelidikan biasanya merangkumi istilah-istilah utama yang mesti ditentukan dengan teliti dan tepat untuk mengukur konstruk yang tepat dan untuk mengelakkan kekaburan memilih istilah kunci yang tepat. Terdapat dua jenis