

PEMBANGUNAN MODEL REGRESI ORDINAL
TEORI RESPONS ITEM TEGUH DALAM
MERAMAL PRESTASI GRED
PEPERIKSAAN AKHIR
PELAJAR

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2021

**PEMBANGUNAN MODEL REGRESI ORDINAL TEORI RESPONS ITEM TEGUH
DALAM MERAMAL PRESTASI GRED PEPERIKSAAN AKHIR PELAJAR**

FAIZ BIN ZULKIFLI

**TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEHI
IJAZAH DOKTOR FALSAFAH**

**FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

2021



UPSI/IPS-3/BO 32

Pind : 00 m/s: 1/1



Sila tanda (✓)

Kertas Projek

Sarjana Penyelidikan

Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus

Doktor Falsafah

✓

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada **7 September 2021**

i. Perakuan pelajar:

Saya, **FAIZ BIN ZULKIFI, P20162001698**, FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK dengan ini mengaku bahawa tesis yang bertajuk **PEMBANGUNAN MODEL REGRESI ORDINAL TEORI RESPONS ITEM TEGUH DALAM MERAMAL PRESTASI GRED PEPERIKSAAN AKHIR PELAJAR** adalah hasil kerja saya sendiri. Saya tidak memplagiat dan apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dinyatakan dengan sejasasnya dan secukupnya.

Tandatangan pelajar

ii. Perakuan Penyelia:

Saya, **PROF. DR. ZULKIFLEY BIN MOHAMED** dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk **PEMBANGUNAN MODEL REGRESI ORDINAL TEORI RESPONS ITEM TEGUH DALAM MERAMAL PRESTASI GRED PEPERIKSAAN AKHIR PELAJAR** dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sepenuhnya syarat untuk memperoleh **IJAZAH DOKTOR FALSAFAH (STATISTIK GUNAAN)**.

7 September 2021

Tarikh

Tandatangan Penyelia



**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES****BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: Pembangunan Model Regresi Ordinal Teori Respons Item Teguh
Dalam Meramal Prestasi Gred Peperiksaan Akhir Pelajar

No. Matrik / Matric's No.: P20162001698

Saya / I: Faiz bin Zulkifli

(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (Kedoktoran/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI.
The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan dan penyelidikan.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of reference and research.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. Sila tandakan (✓) bagi pilihan kategori di bawah / Please tick (✓) for category below:-

☐**SULIT/CONFIDENTIAL**

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / Contains confidential information under the Official Secret Act 1972

☐**TERHAD/RESTRICTED**

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan ini dijalankan. / Contains restricted information as specified by the organization where research was done.

☒**TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS**

(Tandatangan Pelajar / Signature)

Tarikh: 7 September 2021

(Tandatangan Penyelia / Signature of Supervisor)
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)

Prof. Dr. Zulkifley Mohamed
Jabatan Matematik
Fakulti Sains dan Matematik
Universiti Pendidikan Sultan Idris
35900 Tanjong Malim Perak

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.

Notes: If the thesis is **CONFIDENTIAL** or **RESTRICTED**, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.





PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi dengan limpah kurnia dan rahmat-Nya tesis ini berjaya disiapkan sebagai memenuhi persyaratan bagi penganugerahan Ijazah Doktor Falsafah (Statistik Gunaan).

Jutaan terima kasih diucapkan kepada Profesor Dr. Zulkifley bin Mohamed selaku penyelia utama saya dan Dr. Afzalina binti Azmee selaku penyelia kedua saya di atas bimbingan dan tunjuk ajar yang telah diberikan sepanjang tempoh pengajian saya, bagi menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada rakan-rakan penyelidik yang sudi berkongsi ilmu, pengalaman dan kemahiran bagi menghasilkan penyelidikan yang berkualiti. Tidak lupa juga kepada Profesor Frank Harrell dan Profesor Christophe Croux yang sudi memberikan nasihat dan tunjuk ajar berkaitan kaedah teguh dalam model regresi ordinal dan telah membuat pengesahan berkenaan bahasa pengkomputeran.

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih saya tujukan kepada pihak UiTM kerana memberikan kebenaran kepada saya untuk menjalankan penyelidikan ini dan sekaligus telah memberikan peluang kepada saya untuk menyambung pengajian dengan mod pengajian secara cuti belajar bergaji penuh. Penghargaan dan ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada pihak UPSI kerana memberi peluang kepada saya untuk mengikuti program ini dan telah memberikan bantuan dari segi penajaan sebahagian daripada yuran konferens serta kos penerbitan sepanjang tempoh pengajian saya.

Ucapan terima kasih juga saya tujukan buat keluarga tercinta terutamanya kepada ibu saya iaitu (Faridah binti Abd Wahab), bapa, (Zulkifli bin Kassim), isteri, (Rozaimah binti Zainal Abidin) serta anak-anak, (Riaz dan Fayra) yang selama ini telah membantu saya dalam memberikan sokongan moral, semangat serta sokongan dalam bentuk bantuan wang ringgit. Jasa dan pengorbanan kalian amat saya hargai. Ucapan terima kasih yang tidak terhingga juga saya rakamkan kepada semua pihak yang telah terlibat sama ada secara langsung dan tidak langsung dalam memberikan kerjasama untuk memenuhi keperluan kajian saya. Hanya Allah sahaja yang dapat membalas jasa kalian semua yang telah terlibat dalam menjayakan penghasilan tesis ini.

FAIZ BIN ZULKIFLI
TAPAH, PERAK



ABSTRAK

Kajian ini bertujuan membangunkan model regresi ordinal teori respons item (TRI) teguh dalam meramal prestasi gred peperiksaan akhir pelajar. Kaedah pembangunan model adalah berasaskan model regresi ordinal iaitu model ganjil kumulatif (MGK) dan analisis literatur bersistematik. MGK diubah suai dengan menerapkan TRI dan kaedah teguh penganggar-M (pemberat Huber dan Tukey Bisquare). Sampel kajian terdiri daripada 326 orang pelajar dari salah sebuah universiti awam di Malaysia yang mendaftar kursus berkaitan STEM. Sementara enam orang pakar dalam bidang statistik terlibat bagi mengesahkan kualiti sampel item soalan yang digunakan. Data kajian dianalisis menggunakan analisis deskriptif, indeks tahap persetujuan Cohen Kappa, analisis faktor, analisis pengukuran Rasch, plot diagnostik dan penyuaian model. Model yang dibangunkan diuji kebagusannya terhadap data sebenar dan simulasi. Simulasi Monte Carlo dijalankan berdasarkan faktor simulasi iaitu saiz sampel, kombinasi tahap kesukaran, peratus pencemaran dan sisihan piawai data pencilan yang melibatkan ukuran bias, ralat punca min kuasa dua, pekali penentuan dan statistik Lipsitz. Dapatan kajian mendapati model yang menerapkan TRI dimensi berbilang memberikan hasil penyuaian lebih baik berbanding model asas yang mana statistik Lipsitz bagi MGK-TRI (522.78) adalah kurang daripada MGK (549.94). Manakala, penganggar-M dengan pemberat Tukey Bisquare menunjukkan prestasi keteguhan lebih baik berbanding pemberat Huber dan penganggar kebolehjadian maksimum. Kesimpulannya, kajian ini berjaya membangunkan model ramalan prestasi gred peperiksaan akhir pelajar yang menerapkan TRI dan kaedah teguh dalam mengatasi masalah multikolinearan dan pengaruh data pencilan pada model regresi ordinal. Model yang dihasilkan memberikan implikasi dari segi teoritikal, metodologi dan sumbangan kepada pihak-pihak berkepentingan dalam statistik dan pendidikan, Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia, universiti dan industri dalam meramal prestasi gred peperiksaan akhir pelajar.

DEVELOPMENT OF ROBUST ORDINAL REGRESSION ITEM RESPONSE THEORY MODEL IN PREDICTING STUDENTS' FINAL EXAMINATION GRADE PERFORMANCE

ABSTRACT

This study aims to develop a robust ordinal regression item response theory (TRI) model in predicting students' final examination grade performance. The development of the model was based on the ordinal regression model, namely cumulative odds model (MGK) and systematic literature review. MGK was modified by embedded TRI and robust M-estimator (Huber and Tukey Bisquare weights). The study sample consisted of 326 students from one of the public universities in Malaysia who enrolled in STEM-related courses. While six experts in the statistical field were involved in validating the quality of item sample question used. The study data was analysed using descriptive analysis, Cohen's Kappa level of agreement index, factor analysis, Rasch measurement analysis, diagnostic plot, and model fitting. The developed models were tested its' goodness against actual and simulated data. Monte Carlo simulations were performed based on simulation factors which are sample size, a combination of difficulty level, contamination percentage, and standard deviation of outlier data along with measurement of bias, root mean square error, coefficient of determination, and Lipsitz's statistic. The results of the study found that the integrated multidimensional TRI model gives preferable fitting results compared with the basic model in which the Lipsitz statistic for MGK-TRI (522.78) was lower than MGK (549.94). Meanwhile, the M-estimator with the Tukey Bisquare weight revealed better performance on robustness compared with the Huber weight and maximum likelihood estimator. In conclusion, this study successfully developed a predictive model for students' final examination grade, which embedded TRI and robust method in overcoming multicollinearity and the influence of outlier data on the ordinal regression model. The developed models have the implications in terms of theoretical, methodological, and contribution to the stakeholders in statistics and education, the Malaysian Ministry of Higher Education, university, and industry in predicting students' final examination grade.

KANDUNGAN

Muka Surat

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xv
SENARAI RAJAH	xvii
SENARAI SINGKATAN	xix
SENARAI LAMPIRAN	xxii

1.0	Pengenalan	1
1.1	Latar Belakang Kajian	2
1.2	Pernyataan Masalah	9
1.3	Objektif Kajian	18
1.4	Persoalan Kajian	18
1.5	Kerangka Teori	19
1.6	Kerangka Pemodelan	25
1.7	Kepentingan Kajian	27
1.7.1	Kepentingan Kepada Badan Ilmu bagi Bidang Statistik dan Pendidikan	28
1.7.2	Kepentingan Kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (KPTM)	30
1.7.3	Kepentingan Kepada Universiti	31

1.7.4	Kepentingan Kepada Industri	33
1.8	Kekangan Kajian	34
1.9	Definisi Operasi	36
1.9.1	Model Ramalan	36
1.9.2	Prestasi Akademik	37
1.9.3	Penilaian	38
1.9.4	Item	38
1.9.5	Individu	39
1.10	Skop Kajian	40
1.11	Rumusan	40
BAB 2	KAJIAN LITERATUR	41
2.0	Pengenalan	41
2.1	Latar Pendidikan 4.0	42
2.1.1	Kemahiran Berfikir Dalam Pendidikan	46
2.1.2	STEM	50
2.2	Teori Berkaitan Pembangunan Model Ramalan Prestasi Akademik Pelajar	52
2.2.1	Teori Ujian	52
2.2.2	Teori Taksonomi Bloom	66
2.3	Ramalan Prestasi Akademik Pelajar	69
2.3.1	Pemboleh ubah-Pemboleh ubah Model Ramalan Prestasi Akademik Pelajar	72
2.3.2	Model Ramalan Prestasi Akademik Pelajar	77
2.3.3	Pemodelan Ramalan Statistik	83
2.4	Model Regresi Ordinal	95
2.4.1	Andaian Model Regresi Ordinal	99

2.4.2	Penganggar Model Regresi Ordinal	103
2.4.3	Ujian Kebagusaian Model Regresi Ordinal	105
2.4.4	Data Pencilan bagi Model Regresi Ordinal	107
2.5	Penganggar Teguh	109
2.5.1	Keteguhan Penganggar	110
2.5.2	Penganggar-M	113
2.5.3	Penganggar Teguh Model Regresi Ordinal	116
2.6	Ketersediaan Perisian Komputer	119
2.7	Tinjauan Kursus Statistik di Malaysia	124
2.7.1	Kaedah Penilaian Kursus Statistik	125
2.7.2	Penentuan Tahap Kesukaran Soalan Penilaian Kursus Statistik	127

2.8	Rumusan	140
-----	---------	-----

BAB 3 METODOLOGI

3.0	Pengenalan	142
3.1	Kajian Literatur Bersistematik	143
3.2	Kerangka Kajian	147
3.3	Pengumpulan Data	155
3.3.1	Pemprosesan dan Pembersihan Data	160
3.4	Model-Model Teori Respons Item (TRI) Dimensi Searah	162
3.4.1	Model bagi Item Dikotomi	163
3.4.2	Model bagi Item Politomus	169
3.4.3	Andaian Dimensi Searah dan Kebebasan Item Tempatan	172
3.5	Model Teori Respons Item (TRI) Dimensi Berbilang	178
3.5.1	Model Respons Bergred (MRB)	179

3.5.2	Penganggaran Parameter	181
3.5.3	Andaian Dimensi Berbilang dan Kebebasan Item Tempatan	183
3.6	Model Regresi Ordinal	185
3.6.1	Struktur Jadual Kontingensi Data Ordinal	186
3.6.2	Komponen Model Linear Teritlak	188
3.6.3	Model Regresi Logistik Binari	189
3.6.4	Model Ganjil Kumulatif (MGK)	192
3.6.5	Penganggaran Parameter	195
3.6.6	Ujian Kebagusaian	203
3.7	Kaedah Teguh	208
3.8	Keteguhan Kaedah Penganggar	212
3.8.1	Titik Pecahan	213
3.8.2	Fungsi Pengaruh	215
3.9	Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen Soalan	218
3.9.1	Kesahan Kandungan dan Kesesuaian Tahap Kesukaran Soalan	218
3.9.2	Kesahan Pembinaan	221
3.9.3	Ujian Kebolehpercayaan dan Indeks Pemisahan	224
3.9.4	Penentuan Tahap Kesukaran Soalan	229
3.10	Diagnostik Andaian Model Regresi Ordinal	231
3.10.1	Fungsi Pautan	231
3.10.2	Kecerunan malar	233
3.10.3	Kehomoskedastikan	234
3.10.4	Multikolinearan	235
3.11	Diagnostik Plot Kaedah Penganggar	238

3.12	Ujian Perbandingan Kaedah Penganggar	240
3.12.1	Bias dan Ralat Punca Min Kuasa Dua (RPMKD)	240
3.13	Simulasi Monte Carlo	241
3.13.1	Model Ganjil Kumulatif (MGK)	244
3.13.2	Model Ganjil Kumulatif Teori Respons Item (MGK-TRI)	246
3.13.3	Penganggar Kebolehdajian Maksimum (PKM) terhadap Model Ganjil Kumulatif (MGK) dengan Data Pencilan	248
3.13.4	Penganggar-M terhadap Model Ganjil Kumulatif (MGK) dengan Data Pencilan (MGK-T)	251
3.14	Rumusan	254
BAB 4	PEMBANGUNAN MODEL RAMALAN PEPERIKSAAN AKHIR PELAJAR	256
4.0	Pengenalan	256
4.1	Data Kursus Statistik	257
4.2	Spesifikasi Model	257
4.2.1	Model Ganjil Kumulatif Teori Respons Item Dimensi Berbilang (MGK-TRI)	262
4.2.2	Model Ganjil Kumulatif Teguh (MGK-T)	267
4.2.3	Model Ganjil Kumulatif Teori Respons Item Dimensi Berbilang Teguh (MGK-TRI-T)	268
4.3	Terma Interaksi	269
4.4	Rumusan	271
BAB 5	DAPATAN DAN ANALISIS DATA	273
5.0	Pengenalan	273
5.1	Kajian Literatur Bersistematik Model Ramalan Prestasi Akademik Pelajar	275
5.1.1	Model Ramalan daripada Kajian Lepas	278
5.1.2	Pemboleh ubah Faktor daripada Kajian Lepas	287

5.1.3	Dapatan Sintesis dan Cadangan Penambahbaikan	289
5.2	Deskriptif Statistik Data Kajian	290
5.2.1	Deskriptif Statistik Mengikut Pemboleh ubah	291
5.2.2	Deskriptif Statistik Mengikut Item Soalan	297
5.3	Diagnostik Andaian TRI	301
5.3.1	Penilaian Kuiz	302
5.3.2	Penilaian Ujian	303
5.3.3	Penilaian Peperiksaan Akhir	305
5.4	Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen Soalan	306
5.4.1	Kesahan Kandungan dan Kesesuaian Tahap Kesukaran Soalan	307
5.4.2	Kesahan Pembinaan	316
5.4.3	Ujian Kebolehpercayaan dan Indeks Pemisahan (IP)	318
5.5	Diagnostik Andaian Model Regresi Ordinal	320
5.5.1	Fungsi Pautan	322
5.5.2	Kecerunan Malar	324
5.5.3	Kehomoskedastikan	325
5.5.4	Multikolinearan	327
5.6	Penyuaian Model Ramalan Prestasi Akademik Pelajar	331
5.6.1	Model Ganjil Kumulatif (MGK)	331
5.6.2	Model Ganjil Kumulatif TRI (MGK-TRI)	338
5.6.3	Model Ganjil Kumulatif Teguh (MGK-T)	350
5.6.4	Model Ganjil Kumulatif TRI Teguh (MGK-TRI-T)	354
5.6.5	Simulasi Monte Carlo terhadap Dua Jenis Penganggar	359
5.7	Perbandingan Antara Model Ramalan	380

5.8	Rumusan	383
-----	---------	-----

BAB 6 PERBINCANGAN, KESIMPULAN DAN CADANGAN 386

6.1	Pendahuluan	386
-----	-------------	-----

6.2	Ringkasan Kajian	387
-----	------------------	-----

6.3	Perbincangan Dapatan Kajian	393
-----	-----------------------------	-----

6.3.1	Pemboleh ubah Faktor dan Model Ramalan Prestasi Gred Peperiksaan Akhir Pelajar	393
-------	--	-----

6.3.2	Kualiti dan Tahap Kesukaran Item Soalan Penilaian bagi Kursus Statistik Bermatematik Berpanduan Taksonomi Bloom yang Dikemas Kini	395
-------	---	-----

6.3.3	Pembangunan Model Ramalan yang Menerapkan TRI dan Pendekatan Bayes	401
-------	--	-----

6.3.4	Kaedah Teguh Penganggar-M bagi Model Regresi Ordinal	403
-------	--	-----

6.3.5	Kebagusan Model-Model yang Telah Dibangunkan	408
-------	--	-----

6.4	Kesimpulan Dapatan Kajian	412
-----	---------------------------	-----

6.5	Implikasi Dapatan Kajian	418
-----	--------------------------	-----

6.5.1	Implikasi Teoritik	418
-------	--------------------	-----

6.5.2	Implikasi Metodologi	419
-------	----------------------	-----

6.5.3	Implikasi Kepada Pihak-Pihak Berkepentingan	425
-------	---	-----

6.6	Cadangan	429
-----	----------	-----

6.6.1	Peningkatan Kualiti Item Soalan Penilaian	430
-------	---	-----

6.6.2	Mengenal Pasti Pelajar-Pelajar yang Berisiko di Peringkat Awal	432
-------	--	-----

6.6.3	Kepelbagaian Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran	433
-------	---	-----

6.7	Cadangan Kajian Lanjutan	435
-----	--------------------------	-----

6.7.1	Aspek Kaedah Kajian	436
-------	---------------------	-----

6.7.2	Aspek Analisis Kajian	436
-------	-----------------------	-----

6.7.3 Aspek Metodologi Kajian	437
6.8 Rumusan	438
RUJUKAN	440

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Perbezaan taksonomi Bloom versi lama dan baharu	22
1.2 Definisi dan kata kerja bagi aspek taksonomi Bloom yang dikemas kini	23
2.1 Perkembangan revolusi industri	43
2.2 Perkembangan revolusi pendidikan	44
2.3 Perbezaan antara TUK dan TRI	65
2.4 Ringkasan sorotan kajian lepas	78
2.5 Perbezaan antara model-model regresi ordinal	97
2.6 Ringkasan diagnostik plot andaian model	102
2.7 Keteguhan PKM	111
2.8 Penerangan tahap Bloom yang dikemas kini dan sampel soalan bagi kursus statistik bermatematik	129
3.1 Pangkalan data dan kata kunci carian	145
3.2 Subjek, topik dan jenis penilaian	157
3.3 Maklumat pemboleh ubah, nama kod dan skala ukuran mengikut subjek	160
3.4 Pengekodan semula gred penilaian	161
3.5 Tafsiran nilai KMO	177
3.6 Bentuk umum jadual kontigensi $r \times c$	187
3.7 Pakej perisian R bagi model regresi ordinal	202
3.8 Nilai piawai bagi Indeks Cohen Kappa	221
3.9 Skala penarafan instrumen	228
3.10 Fungsi pautan utama bagi model regresi ordinal	232
5.1 Definisi, ciri, cabaran dan sampel artikel	280
5.2 Statistik kekerapan pemboleh ubah faktor	288



5.3	Statistik pengukuran pusat dan serakan mengikut pemboleh ubah	292
5.4	Indeks Cohen Kappa instrumen soalan penilaian	308
5.5	Nilai minimum, maksimum dan min bagi item dan individu terhadap penilaian kursus statistik bermatematik	310
5.6	Nilai SPKD dan KTU bagi instrumen penilaian kuiz	317
5.7	Nilai SPKD dan KTU bagi instrumen penilaian ujian	317
5.8	Nilai SPKD dan KTU bagi instrumen penilaian peperiksaan akhir	318
5.9	Pekali alfa (PA), kebolehpercayaan pengasingan (KP) dan indeks pemisahan (IP) mengikut jenis penilaian	320
5.10	Penyuaian model terhadap fungsi pautan logit, probit, loglog dan cloglog	321
5.11	Nilai keertian P matriks korelasi Pearson bagi pemboleh ubah bebas	328
5.12	Nilai keertian P matriks korelasi Spearman bagi pemboleh ubah bebas	329
5.13	Nilai VIF dan tolerans bagi pemboleh ubah bebas	330
5.14	Penyuaian MGK terhadap data kajian	332
5.15	Bias bagi pekali pemboleh ubah hasil simulasi MGK	336
5.16	RPMKD bagi pekali pemboleh ubah hasil simulasi MGK	336
5.17	Min R^2 hasil simulasi MGK	337
5.18	Penyuaian MGK-TRI dengan pelbagai kombinasi pemboleh ubah (228 sampel terakhir)	343
5.19	Bias bagi pekali pemboleh ubah hasil simulasi MGK-TRI	346
5.20	RPMKD bagi pekali pemboleh ubah hasil simulasi MGK-TRI	347
5.21	Min R^2 hasil simulasi MGK-TRI	347
5.22	Statistik Lipsitz setiap model ramalan bagi kursus statistik bermatematik	381
5.23	Nilai VIF dan tolerans bagi pemboleh ubah bebas mengikut jenis model	382
6.1	Ringkasan Dapatan Kajian	414



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Kerangka teori bagi model Rasch	21
1.2 Kerangka pemodelan bagi kajian	27
3.1 Kerangka kajian	151
3.2 Keluk ciri item (KCI) untuk lima item yang mempunyai tahap kesukaran yang berbeza bagi model Rasch	165
3.3 Keluk Ciri Item (KCI) untuk tiga item yang mempunyai tahap diskriminasi yang berbeza bagi model dua parameter	167
3.4 Keluk Ciri Item (KCI) untuk dua item yang menggambarkan model tiga parameter	169
3.5 Fungsi reja teritlak dengan $\alpha = -1.0, -0.6, -0.2, 0.2, 0.6$ dan 1.0	216
3.6 Fungsi skor bagi parameter α	217
5.1 Carta alir pemilihan sumber	277
5.2 Boxplot bagi setiap pemboleh ubah	295
5.3 Plot <i>Scree</i> bagi penilaian kuiz	303
5.4 Plot <i>Scree</i> bagi penilaian ujian	304
5.5 Plot <i>Scree</i> bagi penilaian peperiksaan akhir	306
5.6 Peta taburan item-individu bagi penilaian kuiz	313
5.7 Peta taburan item-individu bagi penilaian ujian	314
5.8 Peta taburan item-individu bagi penilaian peperiksaan akhir	315
5.9 Plot Q-Q bagi reja dengan pelbagai fungsi pautan	323
5.10 Plot reja separa terhadap pemboleh ubah bebas	324
5.11 Plot reja surogat terhadap pemboleh ubah bebas	326
5.12 Pekali korelasi bagi pemboleh ubah bebas	329
5.13 Plot bias dan RPMKD bagi MGK	337



5.14	Plot bias bagi MGK-TRI dengan pelbagai kombinasi tahap kesukaran	348
5.15	Plot RPMKD bagi MGK-TRI	349
5.16	Diagnostik plot PKM bagi MGK terhadap kursus statistik bermatematik	351
5.17	Diagnostik plot pemberat Huber bagi MGK terhadap kursus statistik bermatematik	352
5.18	Diagnostik plot pemberat Tukey Bisquare bagi MGK terhadap kursus statistik bermatematik	354
5.19	Diagnostik plot PKM bagi MGK-TRI terhadap kursus statistik bermatematik	355
5.20	Diagnostik plot pemberat Huber bagi MGK-TRI terhadap kursus statistik bermatematik	357
5.21	Diagnostik plot pemberat Tukey Bisquare bagi MGK-TRI terhadap kursus statistik bermatematik	358
5.22	Bias dan RPMKD bagi PKM	361
5.23	Statistik Lipsitz bagi PKM	364
5.24	Bias dan RPMKD bagi pemberat Huber	365
5.25	Bias dan RPMKD bagi pemberat Tukey Bisquare	368
5.26	Statistik Lipsitz bagi penganggar-M	371
5.27	Bias dan RPMKD bagi saiz sampel 100	372
5.28	Bias dan RPMKD bagi saiz sampel 250	374
5.29	Bias dan RPMKD bagi saiz sampel 500	376
5.30	Statistik Lipsitz mengikut saiz sampel	379

SENARAI SINGKATAN

AKU	Analisis Komponen Utama
FIP	Fungsi Item Pembezaan
FP	Fungsi Pengaruh
iCGPA	<i>Integrated Cumulative Grade Point Average</i>
JSU	Jadual Justifikasi Ujian
KB	Klasifikasi Bayes
KBAT	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi
KBKK	Kemahiran Berfikir Secara Kritis dan Kreatif
KBSM	Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah
KCI	Keluk Ciri Item
KMA	Kriteria Maklumat Akaike
KMB	Kriteria Maklumat Bayes
KNN	<i>K-Nearest Neighbor</i>
KP	Kebolehpercayaan Pengasingan
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
KPTM	Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia
KR-20	Kuder-Richardson
KTU	Kolerasi Titik Ukuran
MGBS	Model Ganjil Berkadar Separa
MGK	Model Ganjil Kumulatif
MGK-T	Model Ganjil Kumulatif Teguh
MKB	Model Kategori Bersebelahan
MNP	Model Nisbah Penerusan
MP	Model Politomus

MRB	Model Respons Bergred
MRKD	Min Ralat Kuasa Dua
MRM	Min Ralat Mutlak
MS	Model Stereotaip
MTDB	Model TRI Dimensi Berbilang
MVS	Mesin Vektor Sokongan
PA	Pekali Alfa
PB	Pengelompokan Berhierarki
PK	Pokok Klasifikasi
PKDT	Penganggar Kuasa Dua Terkecil
PKDTB	Penganggar Kuasa Dua Terkecil Berpemberat
PKM	Penganggar Kebolehjadian Maksimum
PK-M	Pengelompokan <i>K-Means</i>
PKMT	Penganggar Kebolehjadian Maksimum Tercantum
PM	Putaran Malar
PNGK	Purata Nilai Gred Keseluruhan
PNGS	Purata Nilai Gred Semester
PPP	Perkembangan Pengajaran dan Pembelajaran
RL	Regresi Linear
Rlo	Regresi Logistik
RO	Regresi Ordinal
RPMKD	Ralat Punca Min Kuasa Dua
SBP	Sistem Bimbingan Pintar
SPKD	Statistik Purata Kuasa Dua
STEM	Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik

TP	Titik Pecahan
TRI	Teori Respons Item
TUK	Teori Ujian Klasik

**SENARAI LAMPIRAN**

A	Deskriptif Statistik Data Kajian	466
A.1	Jadual kekerapan bagi setiap pemboleh ubah	466
A.2	Jadual kontigensi antara pemboleh ubah respons dan pemboleh ubah bebas	468
A.3	Jadual statistik pengukuran lokasi pusat, serakan dan bentuk mengikut setiap item soalan penilaian	472
A.4	Jadual kekerapan bagi setiap item soalan penilaian	477
B	Analisis Faktor Pengukuhan	480
B.1	Jadual analisis faktor bagi penilaian kuiz	480
B.2	Jadual analisis faktor bagi penilaian ujian	483
B.3	Jadual analisis faktor bagi penilaian peperiksaan akhir	488
C	Jadual Penyuaian MGK Terhadap Data Kajian	492
D	Penganggaran Parameter bagi MRB Dua Parameter	498
D.1	Jadual nilai penganggaran parameter diskriminasi dan kesukaran daripada bahagian penganggaran (98 sampel pertama)	498
D.2	Jadual nilai penganggaran parameter diskriminasi dan kesukaran bagi 326 sampel	499
D.3	Jadual nilai penganggaran parameter pendam kebolehan bagi 228 sampel terakhir	500
D.4	Jadual nilai penganggaran parameter pendam kebolehan bagi 326 sampel	505
E	Bias, RPMKD dan Statistik Lipsitz bagi Setiap Penganggar	511
E.1	Jadual nilai bias dan RPMKD bagi setiap penganggar	511
E.2	Jadual min statistik Lipsitz bagi setiap penganggar	515





BAB 1

PENGENALAN

1.0 Pengenalan

Bab ini akan membincangkan secara terperinci berkenaan kajian yang akan dilaksanakan. Antara aspek yang dibincangkan pada bab ini adalah seperti latar belakang kajian yang akan mengenal pasti isu-isu yang relevan dengan kajian. Pernyataan masalah akan melihat masalah yang mungkin timbul daripada isu-isu yang telah dinyatakan. Objektif kajian dan persoalan kajian dinyatakan sebagai panduan dalam melengkapkan kajian. Kerangka teori dan kerangka pemodelan akan menerangkan teori-teori dan proses pembangunan model ramalan prestasi akademik pelajar. Perkara-perkara lain berkaitan kajian juga akan dibincangkan iaitu kepentingan kajian, kekangan kajian dan skop kajian.



1.1 Latar Belakang Kajian

Pada dasarnya, Pendidikan 4.0 merupakan revolusi pendidikan terkini yang menekankan penggunaan teknologi dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Hariharasudan & Kot, 2018). Hasil revolusi pendidikan ini bermatlamat untuk melahirkan generasi baharu yang mampu berfikir secara lebih kreatif dan inovatif. Dunia pendidikan pada masa kini memerlukan pelajar yang mempunyai kemampuan untuk mengoptimumkan sumber pengetahuan melalui penggunaan teknologi internet benda. Internet benda membolehkan kebanyakan perkara dapat dihubungkan melalui aplikasi mudah alih (Maria et al., 2018).

Sebagai negara membangun, Malaysia telah mengambil langkah untuk bersedia ke arah merealisasikan sistem Pendidikan 4.0 melalui penyediaan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025. Pelan ini dihasilkan berlandaskan keperluan dunia global semasa bagi melahirkan modal insan yang mempunyai bakat yang dapat menepati keperluan pasaran pekerjaan. Kemahiran berfikir dan pengetahuan sendiri merupakan unsur terpenting dalam memenuhi revolusi Pendidikan 4.0 (Yen & Halili, 2015). Berdasarkan kajian terhadap Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025, kebanyakan pengajaran di sekolah tidak mampu memberikan pengetahuan dan kemahiran berfikir secukupnya dalam sistem pengajaran dan pembelajaran di dalam bilik darjah (Yen & Halili, 2015).

Kemahiran berfikir merupakan kemahiran menilai sesuatu perkara bagi menyelesaikan masalah dan membuat keputusan (Thaneerananon et al., 2016). Terdapat beberapa pengkaji yang telah membangunkan kemahiran berfikir daripada



pemikiran aras rendah ke pemikiran aras tinggi (Yen & Halili, 2015). Perbezaan kedua-dua pemikiran dapat dijelaskan dengan menggunakan teori kognitif yang telah dibangunkan oleh Bloom (1956). Bloom telah mengelaskan domain kognitif kepada enam tahap atau lebih dikenali sebagai aras taksonomi Bloom. Tahap 1 dan 2 iaitu ilmu pengetahuan dan pemahaman dipadankan dengan pemikiran rendah. Manakala tahap 3, 4, 5 dan 6 iaitu aplikasi, analisis, sintesis dan penilaian dipadankan dengan pemikiran aras tinggi (Rusimamto et al., 2019). Anderson et al. (2001) telah menyemak dan menyusun semula taksonomi Bloom menjadi enam tahap berlainan iaitu ingat, faham, aplikasi, analisis, sintesis dan cipta.

Di Malaysia, sistem pentaksiran dan penilaian telah melalui proses transformasi yang mana pengisian soalan penilaian dan peperiksaan terdiri daripada elemen kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) (Abdullah et al., 2015). Setiap pelajar akan didedahkan dengan pelbagai jenis soalan yang mempunyai tahap kesukaran berbeza dan diukur mengikut tahap pemikiran usia pelajar berkenaan. Di universiti, soalan peperiksaan perlu melalui beberapa proses sebelum diberikan kepada pelajar (Raus et al., 2014). Pada awalnya proses yang dilakukan bermula dengan menyediakan jadual spesifikasi ujian (JSU) yang menggariskan bilangan item soalan, jenis soalan, jumlah markah, masa yang diperlukan dan tahap taksonomi Bloom yang dikemas kini bagi setiap topik kursus. Penggubal soalan wajib mengikuti JSU tersebut supaya set soalan yang disediakan dapat mematuhi piawaian yang telah ditetapkan. Setiap set soalan akan dinilai oleh panel pakar dari segi kandungan, format dan pematuhan kepada JSU. Panel pakar terdiri daripada pensyarah yang berpengalaman dalam bidang dan penyediaan kertas soalan.





Prestasi akademik pelajar di Malaysia masih bergantung sepenuhnya pada penilaian yang diberikan semasa sesi pengajaran dan pembelajaran (Macfarlane, 2014). Namun demikian, didapati sering kali berlaku situasi yang mana pelajar yang cemerlang masih tidak boleh mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh semasa belajar ke peringkat seterusnya, khususnya apabila mereka berada di alam pekerjaan (Badri et al., 2016). Senario ini sering berlaku dalam bidang yang berkaitan sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (STEM) yang memerlukan pengetahuan konsep yang mendalam KBAT. Selain itu, statistik merupakan bidang yang mengguna pakai kaedah matematik kebarangkalian atau peluang sesuatu peristiwa berlaku terutamanya berdasarkan maklumat yang diperakui dan disimpulkan menggunakan pelbagai sampel yang terkawal (Kien-Kheng et al., 2016). Kursus statistik telah menjadi sebahagian daripada bidang STEM. Kebanyakan universiti di Malaysia telah menjadikan kursus statistik sebagai subjek teras, yang bertujuan untuk memberikan pendedahan kepada konsep dan teknik statistik asas yang relevan dalam bidang penyelidikan dan industri.

Pada kebiasaannya, hasil keputusan akademik pelajar akan dilaporkan pada setiap hujung semester sesi pengajian. Pelaporan yang biasa digunakan akan menunjukkan gred setiap subjek dan purata nilai gred keseluruhan. Pada tahun 2015, Kementerian Pendidikan Malaysia telah memperkenalkan konsep purata nilai gred kumulatif bersepadu (iCGPA) (Yusof et al., 2017). iCGPA merupakan sistem penggredan bersepadu untuk menilai dan melaporkan prestasi akademik pelajar sepanjang berada di universiti. Pendekatan iCGPA adalah bersifat holistik kerana ia mempunyai sembilan domain hasil pembelajaran yang digunakan untuk mengukur prestasi pelajar. Hasil keputusan akan diterjemahkan ke dalam rajah berbentuk seperti sarang labah-labah yang memperincikan skor bagi setiap hasil pembelajaran program.



Kebanyakan ujian penilaian akademik digubal dengan menggunakan teori ujian klasik (TUK) (Nurgabyl et al., 2017). Skor dicerap ditunjukkan ke dalam model linear melalui hasil tambah skor sebenar dengan skor ralat. Manakala indeks kebolehpercayaan ujian bagi teori ini diperoleh melalui korelasi di antara markah sebenar dengan markah cerapan (Al-khadher & Albursan, 2017). Sebagai alternatif kepada TUK, teori respons item (TRI) telah diperkenalkan bagi mengisi kekurangan TUK melalui andaian-andaiaannya (Ueckert, 2018). Setiap individu mempunyai kebolehan tunggal dan berbeza antara satu sama lain. Ini membolehkan perbandingan prestasi bagi setiap individu dilakukan mengikut tahap kesukaran item. Kelebihan utama TRI ialah dapat memberikan maklumat kebolehan sebenar seseorang individu yang pada realitinya bersifat pendam dan dapat diukur daripada penggunaan item (Edwards & Finch, 2018).

Model TRI yang sering digunakan dalam bidang pendidikan bagi menilai kualiti sesuatu soalan ialah model pengukuran Rasch (Solihatun et al., 2019). Kualiti sesuatu soalan diuji berpandukan kebolehan sekumpulan individu dan tahap kesukaran sesuatu soalan. Namun begitu, model Rasch hanya mengandaikan kebolehan pendam adalah bersifat tunggal atau dimensi searah. Sebagai alternatif, model TRI dimensi berbilang (MTDB) diperlukan bagi mengukur kebolehan pelajar yang mempunyai tahap keupayaan berbeza-beza. MTDB yang digunakan terhadap data rumit atau politomus ialah model respons bergred (MRB) (Zulkifli et al., 2019). Soalan ujian berstruktur yang mempunyai markah dengan menunjukkan jalan kerja amat sesuai digunakan terhadap MRB. MRB mengandaikan bahawa respons item sebagai pemboleh ubah berkategori yang ditetapkan nilainya secara selang.



Guru perlu mengenal pasti pelajar yang lemah dan berpotensi gagal pada peringkat awal. Penggunaan model ramalan berfungsi sebagai rangka kerja yang menyeluruh bagi membezakan pelajar yang berisiko, meningkatkan prestasi pelajar dan membantu pihak pengurusan universiti dalam menentukan peratus kegagalan (Marbouti et al., 2016). Tambahan pula, model ini dapat dijadikan sebagai bahan rujukan kepada pensyarah dalam usaha untuk menambah baik bahan pengajaran yang sedia ada dan pembelajaran dalam sesuatu kursus (Villagr -Arnedo et al., 2017). Sebelum sesuatu model dibangunkan, faktor yang menyumbang kepada pencapaian prestasi akademik pelajar perlu dikenal pasti terlebih dahulu.

Prestasi akademik pelajar dapat diramal dengan menggunakan model yang bersesuaian. Antara model ramalan yang popular digunakan adalah perlombongan data. Kaedah perlombongan data terdiri daripada rangkaian neural, pokok keputusan, mesin vektor sokongan, *K-nearest neighbor* dan *naive Bayes* (Shahiri et al., 2015). Model ramalan yang baik dapat memberi kebaikan kepada pelajar dan institusi pengajian. Menerusi maklumat yang diperolehi daripada model ramalan, pelajar berpotensi untuk meningkatkan prestasi akademik mereka jika maklumat dibekalkan dengan lebih awal. Pihak institusi pengajian dapat menggunakan sumber yang ada bagi membantu pelajar yang berisiko untuk gagal melalui pengenalan faktor-faktor yang diperolehi daripada model ramalan. Selain itu, kaedah pengajaran dan pembelajaran perlu ditambah baik dan diperkasakan berdasarkan kepada keperluan semasa jika terdapat tahap kebolehan pelajar yang perlu diambil kira di dalam model ramalan.

Secara amnya, penggunaan gred bagi mewakili markah keputusan pelajar telah dapat diterima secara umum dalam sistem pelaporan prestasi akademik pelajar



(Ashenafi et al., 2015). Data bergred tersebut mempunyai skala pengukuran jenis ordinal yang mana gred markah boleh disusun secara berperingkat. Model regresi yang paling sesuai terhadap data berbentuk ordinal adalah model regresi ordinal (Liu & Zhang, 2017). Regresi ordinal merupakan teknik statistik yang digunakan untuk meramal prestasi pemboleh ubah respons yang bersifat ordinal dengan set pemboleh ubah bebas yang bersifat kategori atau selanjar.

Berdasarkan Agresti (2010) dan Tutz (2014), terdapat pelbagai model telah dibangunkan oleh penyelidik lepas berkenaan data ordinal. Terdapat dua model utama yang dapat menganalisis data ordinal iaitu model log-linear dan model logit. Kebanyakan penyelidik lebih menumpukan pada penggunaan model ordinal logit sebagai model peramalan kerana perubahan pada pemboleh ubah respons melalui pemboleh ubah bebas dapat diselidiki lebih mendalam (Ari & Yildiz, 2014). Antara model ordinal logit yang telah dibangunkan penyelidik lepas adalah model politomus, model ganjil kumulatif, model ganjil berkadar separa, model kategori bersebelahan, model nisbah kelanjutan dan model regresi ordinal stereotaip.

Parameter model regresi ordinal boleh dianggarkan dengan menggunakan penganggar kuasa dua terkecil berpemberat (PKDTB) dan penganggar kebolehjadian maksimum (PKM) (Mativo & Huang, 2014). Namun begitu, umumnya kedua-dua penganggar tersebut sangat sensitif terhadap data pencilan (Pregibon, 1982). Ruckstuhl (2016) menyatakan penganggar kuasa dua terkecil (PKDT) bersifat bias, tidak efisien atau tidak teguh apabila wujudnya data pencilan pada model regresi linear. Manakala, data pencilan pada kovariat dapat mempengaruhi penganggaran bagi PKM terhadap model regresi ordinal (Iannario et al., 2017).



Terdapat kaedah lain yang bersesuaian untuk digunakan bagi mengatasi pengaruh data pencilan iaitu kaedah teguh (Ricardo et al., 2019). Kaedah teguh merupakan kaedah statistik yang sesuai digunakan bagi data yang tertabur dengan pelbagai jenis taburan kebarangkalian bukan hanya taburan normal. Kaedah ini dapat menyelesaikan permasalahan yang biasanya berlaku pada penganggaran parameter model regresi. Antara penganggar teguh yang popular terhadap model regresi adalah nilai mutlak terkecil, median terkecil kuasa dua, penganggar-M dan penganggar-MM. Walau bagaimanapun, kaedah teguh terhadap model regresi ordinal kurang diberi perhatian oleh penyelidik lepas (Croux et al., 2013).

Model regresi ordinal mempunyai beberapa andaian yang perlu diambil kira antaranya fungsi pautan, kecerunan malar, kehomoskedastikan dan multikolinearan (Liu & Zhang, 2017). Andaian yang sering diberi perhatian oleh pengkaji terdahulu terhadap model regresi adalah multikolinearan (Adedayo & Ojo, 2018). Fenomena multikolinearan berlaku apabila salah satu daripada pemboleh ubah bebas bagi model regresi berganda mempunyai perkaitan yang kuat dengan pemboleh ubah lain yang sama sifatnya. Kewujudan fenomena ini menyebabkan anggaran pekali bagi model regresi berubah banyak walaupun hanya sedikit perubahan berlaku pada model atau sampel data. Namun begitu, kewujudan multikolinearan tidak mengurangkan kekuatan model ramalan secara keseluruhannya, ia hanya memberi kesan kepada anggaran pekali individu.

Gómez-Rey et al. (2016) berpandangan prosedur regresi berperingkat dapat menyelesaikan masalah multikolinearan pada model regresi ordinal. Prosedur tersebut merupakan kaedah yang menyuaikan model regresi dengan menggunakan pemboleh



ubah bebas yang dipilih secara automatik. Operasi pendaraban antara kalangan pemboleh ubah bebas perlu diambil kira untuk menjadi sebahagian daripada langkah prosedur.

1.2 Pernyataan Masalah

Pada dasarnya, revolusi Industri 4.0 dapat menjana peluang pekerjaan yang masih belum wujud di pasaran pada masa kini. Sehubungan dengan itu, dalam memastikan para graduan di Malaysia lebih berpotensi memenuhi aspirasi revolusi tersebut, pihak Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (KPTM) telah membangunkan kurikulum yang dapat mempertingkatkan sikap, pengetahuan dan kemahiran pelajar di semua peringkat pendidikan (Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia, 2015). Kurikulum yang dibangunkan dijangka dapat menghasilkan sumber manusia yang cekap, produktif, kreatif dan inovatif. Oleh itu, para graduan perlu mempunyai daya kreativiti yang tinggi kerana kurikulum yang dirangka lebih mengutamakan KBAT. Walaupun secara realitinya, masih terdapat perlaksanaan sistem kurikulum yang tidak mencapai sepenuhnya hasil pembelajaran yang telah dirancang terutamanya dalam bidang STEM. Antara halangan dalam mengaplikasikan KBAT adalah sikap pelajar dan kemampuan guru (Yen & Halili, 2015).

Rosaini et al. (2019) telah menyatakan soalan jenis terbuka berkaitan isu kreatif membolehkan pelajar meneroka pelbagai idea yang dapat membantu mereka dalam menyelesaikan sesuatu masalah. Isu kreatif amat sesuai diaplikasikan dalam subjek matematik yang mana setiap soalan tidak semestinya mempunyai hanya satu jalan kerja



bagi mendapatkan jawapan yang betul. Pelajar dapat menggunakan pemikiran kreatif mereka untuk menyelesaikan masalah dalam pembelajaran dengan mencari strategi dan cara yang lain (Hadar & Tirosh, 2019). Secara umumnya, soalan matematik boleh dikelaskan kepada aras mudah, sederhana dan sukar (Zainudin et al., 2012). Soalan yang sukar memerlukan kemahiran berfikir pada aras yang tinggi. Justeru, penentuan aras kesukaran bagi soalan berkaitan matematik seharusnya berpadanan dengan jalan kerja yang perlu dihasilkan.

Maki dan Horita (2017) telah mengenal pasti punca kelemahan pemahaman bacaan dan pemikiran kritikal dalam kalangan pelajar kebanyakan tertumpu pada subjek statistik. Didapati pelajar kurang memperoleh peluang untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan kemahiran pemahaman bacaan dan pemikiran kritikal (Sagala & Andriani, 2019). Mencadangkan supaya guru menggunakan bahan rujukan lain selain buku teks seperti buku latihan untuk memberi pendedahan kepada pelajar dengan pelbagai jenis soalan. Namun, buku yang berada di pasaran pada masa kini tidak mempamerkan tahap kesukaran soalan yang ingin diuji.

Dalam menentukan tahap kesukaran bagi sesuatu soalan, penggunaan taksonomi Bloom yang dikemas kini amat diperlukan (Grundspenkis, 2019). Walau bagaimanapun, kebanyakan guru tidak dapat membezakan antara kemahiran berfikir aras bawah dan tinggi berpandukan penggunaan taksonomi tersebut (Abdullah et al., 2017). Sebagaimana yang telah dinyatakan Arieivitch (2020), taksonomi tersebut mempunyai pelbagai masalah konseptual kerana ia tidak selari dengan konsep fungsi minda manusia, cara pengajaran guru dan cara pembelajaran bagi pelajar. Tambahan



pula ia dianggap bersifat kuno oleh ahli falsafah dan merupakan model mekanik bagi kognisi manusia yang juga dikenali sebagai “pemprosesan maklumat”.

Tahap kesukaran soalan mudah diasingkan dengan menggunakan taksonomi Bloom yang dikemas kini. Namun begitu, kebergantungan terhadap kata kerja yang menjurus kepada tahap kognitif Bloom perlu diberi perhatian sewajarnya (Radmehr & Drake, 2018a). Soalan berstruktur yang memerlukan kaedah dalam memperoleh jawapan secara lazimnya akan menyebabkan penyedia menghadapi kesukaran dalam menentukan kata kerja kognitifnya terutama bagi kursus berkaitan matematik dan statistik (Omar et al., 2012; Sagala & Andriani, 2019). Hasil kajian Judi et al. (2012) mendapati tidak semua topik dalam kursus statistik dapat memenuhi kesemua tahap bagi taksonomi Bloom yang dikemas kini. Ini kerana pada kebiasaannya, ahli akademik menentukan tahap kognitif Bloom bagi setiap soalan secara manual (Omar et al., 2012).

Pengalaman dalam mengubal soalan diperlukan untuk menentukan tahap kesukaran sesuatu item soalan (Celik & Guzel, 2017). Kadang kala kesukaran sesuatu soalan bergantung kepada jumlah langkah diperlukan bagi memperoleh jawapan yang dikehendaki. Soalan yang mempunyai tahap lebih tinggi biasanya perlu melalui tahap lebih rendah terlebih dahulu pada langkahnya supaya pengasingan tahap dapat ditentukan dengan lebih tepat (Lin et al., 2016). Sebagai contoh, soalan pada tahap analisis harus mempunyai tahap kognitif ingat, faham dan aplikasi dalam langkah kaedahnya. Justeru, penyedia soalan perlu mengambil kira turutan aras kesukaran sebagaimana taksonomi Bloom.



Kebanyakan penyelidik lebih cenderung untuk mengkaji faktor yang mempengaruhi prestasi pelajar dalam kursus statistik. Kajian terkini telah dijalankan oleh Mahmud et al. (2018), menyoroti kajian-kajian lepas tentang kesan sikap, perspektif pelajar, praktis pembelajaran dan praktis pengajaran terhadap prestasi dalam kursus statistik oleh pelajar. Hasil kajian mendapati pelajar beranggapan statistik merupakan subjek yang susah. Antara faktor memberi kesan kepada prestasi pelajar dalam statistik adalah kerumitan subjek, kaedah pengajaran dan kaedah penilaian. Pengajar boleh mengaplikasikan kaedah penilaian yang meningkatkan pemahaman dan memotivasikan pelajar (Grundspenkis, 2019).

Proses penyediaan soalan peperiksaan akhir telahpun melalui proses pemeriksaan pakar (Raus et al., 2014). Namun, penilaian lain seperti kuiz, ujian dan tugas hanya perlu bergantung sepenuhnya kepada penyedia soalan tanpa ada pemeriksaan daripada pihak lain dan tiada keseragaman (Radmehr & Drake, 2018a). Kualiti penilaian selain peperiksaan akhir tersebut seharusnya diuji dengan membuat pemeriksaan terhadap beberapa sampel soalan yang mengandungi kesemua kandungan kursus (Thaneerananon et al., 2016). Ini bagi memastikan kualiti soalan sentiasa terjamin dan tidak menimbulkan sebarang isu sesuatu soalan itu terlalu sukar atau mudah (Weng & Yang, 2017).

Kebiasaannya, penyediaan sesuatu ujian adalah berlandaskan teori ujian klasik (TUK). TUK mudah terdedah kepada beberapa masalah (You et al., 2018). Antara masalah tersebut adalah berkenaan dengan jangkaan skor sebenar yang akan menjadi kurang tepat apabila terdapat item ujian mempunyai tahap kesukaran yang berbeza-beza. Selain itu, setiap pelajar mempunyai tahap kebolehan berlainan, ia tidak



berpadanan dengan andaian ralat pengukuran yang sama bagi TUK. Sebagai alternatif, teori ujian moden atau TRI yang menekankan elemen keupayaan pelajar dalam penghasilan sesuatu penilaian (Baily et al., 2017).

Sebagai tambahan kepada kesahan kandungan dan tahap kesukaran soalan menggunakan panel pakar, model TRI boleh diaplikasikan untuk menentukan kesahan pembinaan instrumen soalan (Bellettini et al., 2015; Macfarlane, 2014). Antara ujian statistik yang boleh digunakan daripada model satu parameter TRI (Rasch) adalah indeks kesahan dan pengasingan, ketidak suaian item dan ketidak suaian individu (Thaneerananon et al., 2016). Penggunaan peta taburan item-individu dapat mengagak kedudukan tahap kesukaran sesuatu soalan berbanding penilaian pakar dan kata kerja kognitif Bloom yang dikemas kini (Asshaari et al., 2012).

Prestasi akademik pelajar turut dapat dipertingkatkan melalui proses mengenal pasti pelajar yang berisiko untuk gagal pada peringkat awal. Penggunaan model ramalan dapat meramal kejayaan pelajar terhadap sesuatu kursus dan pada masa yang sama dapat mengenal pasti mereka yang berisiko (Marbouti et al., 2016). Model regresi merupakan antara kaedah yang selalu digunakan untuk meramal prestasi akademik pelajar (Ren & Sweeney, 2016). Model regresi linear memerlukan pemboleh ubah bersandar yang mempunyai skala ukuran nisbah atau selanjar (Gómez-Rey et al., 2016). Namun begitu, terdapat prestasi akademik pelajar yang perlu diukur dalam bentuk gred iaitu mempunyai skala ordinal. Pemboleh ubah respons yang berskala ordinal hanya dapat diramal menggunakan model regresi ordinal atau logistik (Gómez-Rey et al., 2016).



Dalam konteks pembacaan luas terhadap model ramalan prestasi akademik pelajar, terdapat kajian yang menggunakan model regresi ordinal sebagai model ramalan. Antaranya Raines et al. (2017), Wijekoon et al. (2017), Riese et al. (2017) dan Gómez-rey et al. (2016). Model regresi ordinal melibatkan rangka kerja umum bagi model linear teritlak. Terdapat dua kaedah yang digunakan bagi menganggar parameter model regresi ordinal iaitu PKM dan PKDTB. Untuk model ganjil berkadar, model ganjil berkadar separa, model kategori bersebelahan dan model nisbah penerusan, PKDTB agak sukar diadaptasikan terhadap data yang mempunyai pemboleh ubah bebas berskala selanjur yang mana fungsi responsnya merupakan fungsi yang kompleks terhadap kiraan sel (Norman, 2014). Justeru, PKM lebih mudah digunakan terhadap model tersebut.



Penganggaran parameter model regresi ordinal sangat sensitif terhadap data pencilan terutamanya PKM (Ricardo et al., 2019). Data pencilan didefinisikan sebagai data yang sangat berbeza berbanding data kebanyakan (Susanti et al., 2014). Data pencilan bermungkinan wujud disebabkan berlakunya kesilapan pada eksperimen yang telah dijalankan dan ia berpunca pada kerosakan mesin atau kecuaiian manusia. Analisis statistik menjadi kurang tepat dengan adanya data pencilan kerana andaian model tidak diikuti dengan sepenuhnya.

Antara kaedah yang perlu dilakukan untuk mengatasi data pencilan adalah dengan membuang data tersebut daripada data asal (Ricardo et al., 2019). Namun demikian, kaedah membuang data pencilan menyebabkan berlakunya kehilangan maklumat daripada data asal yang kadang-kala penting untuk diambil kira dalam kajian (Seheult et al., 2006). Selain itu, pembuangan data juga menjadikan bilangan sampel data



semakin berkurangan dan memberikan kesan pada andaian kenormalan taburan. Kaedah teguh merupakan kaedah alternatif dalam mengatasi masalah yang dihadapi pada fungsi PKM.

Penggunaan kaedah teguh penganggar-M terhadap model regresi ordinal telah dicadangkan oleh Iannario et al. (2017). Penganggar-M boleh diuji kebagusannya dengan menggunakan data sebenar dan data simulasi melalui graf dan ukuran titik pecahan (Ricardo et al., 2019). Sementara itu, data simulasi yang dijana perlu mengambil kira kombinasi antara peratus titik pencilan, jarak titik pencilan dan saiz sampel yang berbeza-beza. Terdapat banyak lagi kaedah penganggar-M yang masih tidak diuji terhadap model regresi ordinal. Ini disebabkan oleh tahap kesukaran dalam menguji kaedah teguh tersebut terhadap model regresi ordinal yang mempunyai fungsi kompleks untuk diterjemahkan ke dalam bahasa pengkomputeran.

Shahiri et al. (2015) telah menyoroti kajian lepas dan mendapati pemboleh ubah yang paling berpengaruh untuk meramal prestasi pelajar adalah penilaian dalaman. Penilaian dalaman berlaku sepanjang sesi pengajaran dan pembelajaran. Pelajar akan dinilai dari segi penglibatan dalam kelas, kuiz, ujian, tugas ataupun tugas makmal. Selain itu, pemboleh ubah bagi pengetahuan terdahulu iaitu pencapaian sebelumnya memberi sumbangan yang signifikan kepada ketepatan ramalan model prestasi akademik pelajar (Radmehr & Drake, 2018a).

Kebanyakan model ramalan menggunakan bilangan jawapan yang betul dalam penilaian sebagai nilai pemboleh ubah bebas model ramalan (Ayers & Junker, 2008). Kaedah ini tidak mengambil kira tahap kesukaran soalan dan kebolehan pelajar



menjawab soalan. Sebagai contoh, dua pelajar diminta untuk menjawab lima soalan berbeza dari segi tahap kesukaran dan bilangan jawapan yang betul bagi kedua-dua pelajar adalah sama. Maka, kebiasaanya pelajar tersebut dianggap mempunyai pencapaian yang sama. Namun begitu, jika terdapat soalan jauh lebih sukar daripada yang lain, maka terdapat perbezaan kebolehan yang jelas. Teori ujian moden boleh digunakan bagi tujuan untuk menerapkan elemen tahap kesukaran soalan dan kebolehan pelajar di dalam model ramalan. Menerusi pengasingan tahap kesukaran daripada kebolehan pelajar, seseorang guru dapat membuat penilaian terhadap keupayaan sebenar pelajar tanpa mengira soalan yang sepatutnya dilihat.

Menerusi pengaplikasian model ramalan prestasi akademik pelajar boleh menerapkan TRI yang mempunyai elemen asas seperti kebolehan individu pelajar dan tahap kesukaran soalan. Elemen tambahan seperti diskriminasi dan tekaan turut diandaikan dalam model TRI (Battauz, 2015). Setiap elemen TRI memberikan maklumat tambahan pada model ramalan, manakala dalam aspek sumbangan elemen tersebut pula bergantung pada analisis terhadap data sebenar prestasi akademik pelajar. Ayers dan Junker (2008) telah mencadangkan model regresi linear yang diterapkan model TRI dimensi searah sebagai model ramalan terhadap skor peperiksaan akhir. Namun begitu, model TRI dimensi searah gagal untuk mengandaikan kebolehan seseorang individu yang berbeza. Oleh itu, untuk mengatasi kekangan ini maka penggunaan model lebih kompleks iaitu MTDB adalah diperlukan.

Model ramalan yang melibatkan proses regresi mudah terkesan dengan data yang mengandungi multikolinearan pada pemboleh ubah bebasnya. Kaedah biasa yang digunakan bagi mengatasi permasalahan tersebut adalah regresi berperingkat. Namun





begitu, sering kali berlaku kesilapan dalam memilih pemboleh ubah bebas ke dalam model (Smith, 2018). Pemboleh ubah yang dapat memberikan kesan bersebab ke atas pemboleh ubah bersandar kadang-kala menghasilkan ujian statistik model yang tidak signifikan. Begitu juga, pemboleh ubah yang tidak memberikan kesan kepada pemboleh ubah bersandar mempunyai keputusan sebaliknya pada ujian statistik. Sebagai alternatif, pendekatan Bayes turut dapat mengatasi masalah multikolinearan pada model regresi linear (Adedayo & Ojo, 2018). James et al. (2021) pula telah mula membangunkan model bayesian kumulatif ordinal untuk data selanjur atau bercampur.

Sehubungan dengan itu, kajian ini akan membangunkan model ramalan baharu prestasi akademik pelajar yang menerapkan MTDB terhadap model regresi ordinal. Selain menerapkan TRI pada model ramalan, pendekatan ini turut memenuhi andaian kaedah Bayes yang mampu mengatasi masalah multikolinearan. Kaedah teguh penganggar-M yang diubah suai menggunakan dua jenis pemberat akan digunakan bagi mengatasi pengaruh data pencilan pada PKM. Perbandingan antara model regresi ordinal asal dan model baharu yang dibangunkan akan dibincangkan dalam kajian ini. Selain itu, kaedah semakan komprehensif akan dilaksanakan bagi menguji kesahan dan kebolehpercayaan instrumen penilaian agar mematuhi kualiti piawaian dan memenuhi andaian model TRI dan taksonomi Bloom yang dikemas kini. Model ramalan yang dibangunkan akan diuji terhadap data daripada kursus statistik yang mewakili bidang STEM.



1.3 Objektif Kajian

Matlamat kajian ini adalah untuk membangunkan model ramalan gred peperiksaan akhir pelajar bagi kursus statistik bermatematik. Lima objektif kajian yang dicadangkan adalah seperti berikut:

- a) Menenal pasti pemboleh ubah faktor dan model statistik yang bersesuaian bagi membina model ramalan prestasi gred peperiksaan akhir pelajar.
- b) Menilai kualiti dan tahap kesukaran item soalan penilaian bagi kursus statistik bermatematik berpandukan taksonomi Bloom yang dikemas kini.
- c) Membina model ramalan prestasi gred peperiksaan akhir pelajar yang menerapkan TRI dan pendekatan Bayes.
- d) Mengubah suai kaedah teguh penganggar-M bagi mengatasi pengaruh data pencilan pada PKM bagi model regresi ordinal.
- e) Menilai kebagusan model-model yang telah dibangunkan menggunakan data sebenar dan simulasi.

1.4 Persoalan Kajian

Persoalan kajian telah direka bagi memastikan setiap objektif kajian tercapai. 10 persoalan kajian yang berkaitan dengan kajian ini adalah:

- a) Apakah jenis pemboleh ubah faktor dan model statistik yang bersesuaian bagi membina model ramalan prestasi gred peperiksaan akhir pelajar?
- b) Bagaimanakah prestasi pelajar bagi empat semester dapat menentukan tahap kesukaran sesuatu soalan kursus statistik bermatematik?

- c) Apakah kualiti dan tahap kesukaran item soalan bagi kursus statistik bermatematik?
- d) Adakah instrumen penilaian bagi kursus statistik bermatematik memenuhi andaian taksonomi Bloom yang dikemas kini?
- e) Apakah hasil ujian kesahan dan kebolehpercayaan terhadap instrumen penilaian bagi kursus statistik bermatematik?
- f) Apakah kaedah untuk menyemak tahap kesukaran item soalan penilaian bagi kursus statistik bermatematik?
- g) Apakah kombinasi tahap kesukaran paling sesuai antara pemboleh ubah penilaian yang memberikan hasil keputusan terbaik terhadap model ramalan baharu yang menerapkan TRI?
- h) Apakah hasil diagnostik plot sebelum dan selepas pengenalan kaedah teguh pada model ramalan yang dibangunkan terhadap data kursus statistik bermatematik?
- i) Apakah hasil ujian keteguhan terhadap PKM dan panganggar-M yang telah dicadangkan?
- j) Apakah hasil keputusan penyuaian model ramalan yang telah dibangunkan terhadap data kursus statistik bermatematik dan data simulasi?

1.5 Kerangka Teori

Kajian ini akan menggunakan tiga jenis kerangka teori iaitu teori ujian klasik (TUK), teori ujian moden dan teori taksonomi Bloom yang dikemas kini. Teori ujian merupakan teori yang penting dalam membangunkan bidang pendidikan dan psikologi. Teori ujian memberikan rangka kerja dalam menentukan isu dan masalah teknikal (Ronald & Russell, 1993). Model ramalan prestasi akademik pelajar yang dibangunkan



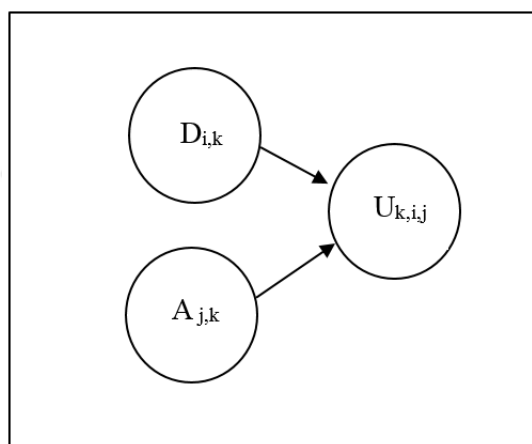
adalah berasaskan pada andaian teori ujian tersebut. Teori taksonomi Bloom yang dikemas kini pula akan digunakan bagi memastikan setiap instrumen soalan mempunyai tahap kesukaran yang pelbagai daripada tahap berfikir aras rendah ke tahap berfikir aras tinggi.

TUK mengandaikan skor ujian (U) bergantung pada skor sebenar (S) dan skor ralat (R). Berlandaskan kerangka TUK, pelbagai bentuk model dapat dibina dalam menentukan skor ujian. Model paling mudah dikenali sebagai model ujian klasik yang mengandaikan skor ujian diperoleh melalui hasil tambah pemboleh ubah skor sebenar dengan skor ralat secara linear, $U = S + R$ (Gulliksen, 1950). Andaian khusus diperlukan bagi menyelesaikan persamaan model disebabkan pemboleh ubah S dan R merupakan pemboleh ubah pendam atau tidak diketahui. Andaian pertama adalah ujian sebenar dan skor ralat adalah tidak berkait. Kedua, min skor ralat diandaikan bersamaan sifar. Akhir sekali, ralat skor bagi ujian yang selari adalah tidak berkait. Menerusi andaian tersebut, skor sebenar dapat dianggarkan dengan mengira perbezaan di antara skor ujian dengan skor ralat merentasi bentuk selari. Bentuk selari bermaksud sesuatu ujian yang mengukur kandungan yang sama memberikan nilai yang sama pada skor sebenar calon.

Teori terkini yang digunakan dalam bidang pendidikan adalah teori ujian moden atau lebih dikenali dengan TRI. Teori ini menepati aspirasi Pendidikan 4.0 yang mementingkan kemahiran berfikir pelajar sebagai salah satu aspek keutamaannya. Teori statistik yang dibangunkan berlandaskan TRI melihat prestasi ujian bersama item soalan. Prestasi calon yang berkait rapat dengan kebolehan diukur menggunakan item-item ujian. Model TRI mempunyai dua andaian penting yang perlu dipatuhi iaitu yang



pertama struktur dimensi data ujian dan yang kedua bentuk fungsi matematik yang bersifat melengkung. Model TRI terdiri daripada satu parameter, dua parameter dan tiga parameter. Perincian bagi ketiga-tiga model akan diterangkan lebih lanjut dalam bab metodologi. Bagi model satu parameter atau lebih dikenali sebagai Rasch, kerangka teori model ditunjukkan pada Rajah 1.1. Skor ujian (U) bagi pelajar j dengan kemahiran k terhadap item i diperolehi melalui pemboleh ubah tahap kesukaran soalan (D) bagi item i dan kebolehan (A) pelajar j dengan menggunakan kemahiran k . Model Rasch diselesaikan menggunakan model regresi logistik dengan mengandaikan setiap kemahiran k adalah bebas.



Rajah 1.1. Kerangka teori bagi model Rasch (Khajah et al., 2015)

Taksonomi Bloom yang dikemas kini diperlukan bagi membantu proses pengajaran, pembelajaran dan penilaian bagi kursus matematik (Radmehr & Drake, 2018b). Perbezaan tahap antara taksonomi Bloom lama dan baharu diberikan dalam Jadual 1.1 (Sagala & Andriani, 2019).

Jadual 1.1

Perbezaan taksonomi Bloom versi lama dan baharu

Versi Lama (Bloom, 1956)	Versi Baru (Anderson et al., 2001)
Pengetahuan	Mengingat
Komprehensif	Memahami
Penggunaan	Mengaplikasi
Analisis	Menganalisis
Sintesis	Menilai
Penilaian	Mencipta

Berdasarkan Jadual 1.1, perbezaan antara kedua-dua versi bermula pada tahap awal. Aspek pengetahuan pada versi lama telah digantikan dengan aspek mengingat. Terdapat peningkatan pada proses kognitif, pelajar diminta untuk mengingat konsep selain mengetahuinya (Sagala & Andriani, 2019). Selain itu, aspek sintesis versi lama telah diserapkan ke dalam aspek menganalisis pada versi baharu. Versi baharu telah meletakkan aspek menilai dan mencipta pada tahap lima dan enam. Tahap berfikir aras tinggi telah ditingkatkan pada versi baharu iaitu menganalisis, menilai dan mencipta. Kata kerja taksonomi Bloom yang dikemas kini diberikan di Jadual 1.2 (Anderson et al., 2001). Kata kerja tersebut dapat membantu dalam penyediaan soalan penilaian dari segi penentuan tahap kesukaran.

Jadual 1.2

Definisi dan kata kerja bagi aspek taksonomi Bloom yang dikemas kini

Aspek	Definisi	Kata Kerja
Mengingat	Mengingat fakta, terma, konsep asas dan jawapan berdasarkan memori daripada bahan pembelajaran.	<i>Cite, Reproduce, Recall, Name, List, Describe, State, Recognise, Present, Match, Find, Underline, Relate, Quote, Memorise, Know, Define, Select, Recite, Organise, Locate, Extract, Tell, Record, Pronounce, Measure, Identify, Write.</i>
Memahami	Mengungkapkan pemahaman terhadap fakta dan idea melalui mengatur, membanding, menterjemah, mentafsir, memberi penerangan dan menyatakan idea penting.	<i>Account, Explain, Perform, Discover, Justify, Convert, Illustrate, Clarify, Find, Recognise, Exemplify, Paraphrase, Describe, Interpret, Comprehend, Give examples, Change, Extend, Present, Distinguish, Match, Depict, Infer, Compare, Generalise, Alter, Express, Predict, Discuss, Locate, Defend, Indicate, Classify, Formulate, Relate.</i>
Mengaplikasi	Menyelesaikan masalah baharu dengan mengaplikasikan	<i>Apply, Manage, Verify, Modify, Illustrate, Demonstrate, Prepare, Change, Schedule, Paint, Make,</i>

(bersambung)

Jadual 1.2 (*Sambungan*)

Aspek	Definisi	Kata Kerja
	pengetahuan, fakta, teknik dan peraturan diperlukan secara tersendiri.	<i>Utilise, Dramatise, Classify, Sketch, Predict, Build, Manipulate, Evidence, Use, Discover, Produce, Operate, Assess, Manifest, Choose, Show, Direct, Present, Employ, Compute.</i>
Menganalisis	Menyemak maklumat dan mengenal pasti motif atau sebab. Membuat inferens dan mencari bukti untuk menyokong generasi.	<i>Analyse, Differentiate, Investigate, Debate, Illustrate, Classify, Examine, Associate, Distinguish, Outline, Diagram, Inspect, Criticise, Identify, Calculate, Evaluate, Ascertain, Dissect, List, Determine, Inquire, Contrast, Find, Break down, Divide,</i>
Menilai	Menyatakan dan mempertahankan pandangan dengan menilai maklumat, kesahihan idea atau kualiti kerja berdasarkan sesuatu kriteria.	<i>Appraise, Recommend, Interpret, Describe, Criticise, Choose, Score, Justify, Estimate, Decide, Conceive, Support, Rate, Explain, Defend, Consider, Assess, Revise, Judge, Determine, Critique, Compare, Summarise, Measure, Evaluate, Deduce, Conclude, Value.</i>

(bersambung)

Jadual 1.2 (*Sambungan*)

Mencipta	Menyusun maklumat	<i>Account, Devise, Modify, Construct,</i>
	yang dikumpul dengan	<i>Initiate, Combine, Generalise,</i>
	cara berbeza serta	<i>Arrange, Enlarge, Originate, Develop,</i>
	mengabungkan elemen	<i>Manage, Conceive, Image, Categorise,</i>
	dalam bentuk baharu	<i>Formulate, Argue, Engender,</i>
	atau mencadangkan	<i>Organise, Derive, Invert, Compose,</i>
	penyelesaian alternatif.	<i>Hypothesis, Begin, Explain, Alter,</i>
		<i>Elaborate, Order, Create, Integrate,</i>
		<i>Compile, Generate, Assemble, Expand,</i>
		<i>Pattern.</i>



1.6 Kerangka Pemodelan

Fernandez dan Lujan-Mora (2017) telah mencadangkan empat langkah model ramalan yang sesuai digunakan terhadap data pendidikan yang meliputi pengumpulan data, pemprosesan data, penyuaian model dan tafsiran bersama pengesahan. Proses yang hampir sama turut diberikan oleh Gómez-Rey et al. (2016) yang telah memperkenalkan model regresi ordinal ke dalam bidang perlombongan data pendidikan. Kerangka pemodelan dalam kajian ini sepertimana ditunjukkan pada Rajah 1.2 akan membincangkan proses pembinaan model ramalan prestasi gred peperiksaan akhir pelajar. Proses dimulakan dengan mengumpul dan memproses data yang melibatkan skor penilaian dan prestasi akademik terdahulu pelajar. Analisis statistik dan

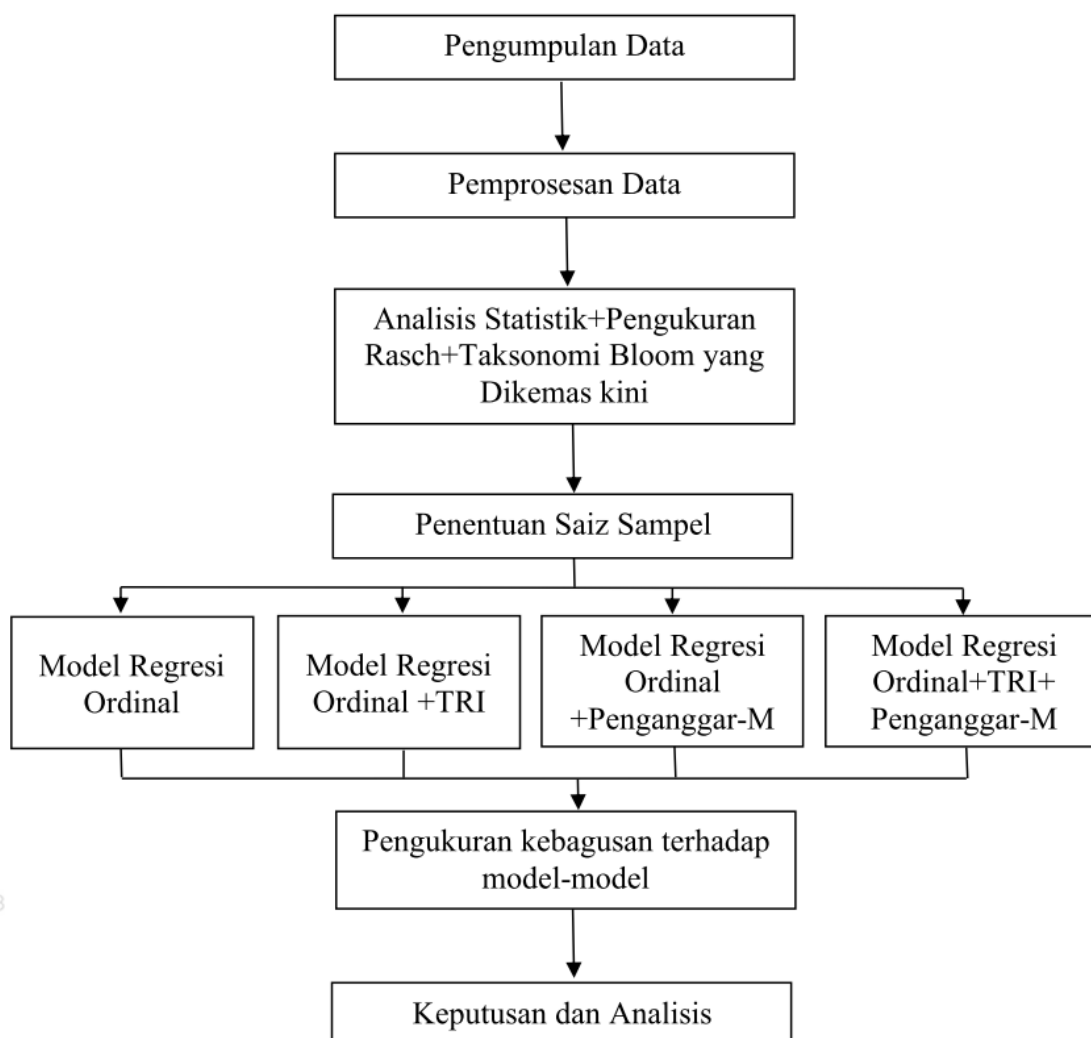




pengukuran Rasch akan digunakan bagi menentukan kesahan dan kebolehpercayaan data yang dikumpul (Zulkifli et al., 2018).

Penilaian yang dipilih perlu mematuhi andaian TRI dan teori Bloom yang dikemas kini yang mempunyai pelbagai tahap kesukaran (Yen & Halili, 2015). Ini bagi memastikan hanya penilaian yang berkualiti sahaja yang diambil kira sebagai pemboleh ubah model. Saiz sampel pula akan mengikut syarat minimum andaian model. Model asas yang akan digunakan adalah model regresi ordinal. Empat model ramalan akan dibangunkan berdasarkan keperluan berbeza-beza. Pengukuran kebagusan akan digunakan bagi membandingkan antara empat model ramalan yang telah dibangunkan seterusnya kelebihan setiap model tersebut akan dibincangkan dalam bahagian analisis.





Rajah 1.2. Kerangka pemodelan bagi kajian

1.7 Kepentingan Kajian

Kajian ini akan menghasilkan model ramalan prestasi gred peperiksaan akhir pelajar yang mempunyai pendekatan berbeza dan tersendiri. Hasil kajian ini dijangka dapat memberikan faedah kepada beberapa pihak secara langsung atau tidak langsung. Antara pihak yang akan menerima faedah seperti badan ilmu bagi bidang statistik dan pendidikan, KPTM, universiti, industri dan masyarakat.



1.7.1 Kepentingan Kepada Badan Ilmu bagi Bidang Statistik dan Pendidikan

Model yang akan dihasilkan dalam kajian ini akan mengambil kira teori ujian moden yang bukan hanya memfokuskan pada skor sebenar pelajar malahan elemen kebolehan dan tahap kesukaran soalan yang bersifat pendam turut diambil kira ke dalam model. Melalui pembacaan terhadap kajian-kajian lepas, model ramalan seumpama ini pernah sekali dicadangkan oleh Ayers dan Junker (2008). Namun begitu, model yang telah dicadangkan hanya mengandaikan kebolehan pelajar sebagai tunggal. Realitinya, setiap pelajar mempunyai kebolehan pendam yang unik dan pelbagai (Chalmers, 2016). Selain itu, ramalan yang dilakukan terhadap pemboleh ubah bebas hanya tertumpu pada pemboleh ubah penanda aras. Maka, idea dalam menghasilkan model ramalan dari segi perspektif yang berbeza sepertimana dalam kajian ini dijangka dapat membantu pengkaji lain yang turut berminat dalam membangunkan model seumpamanya.

Kajian ini mencadangkan penggunaan model regresi ordinal sebagai model asas yang diterapkan dengan MTDB. Pendekatan Bayes turut dicadangkan bagi mengatasi masalah multikolinearan pada andaian model (Adedayo & Ojo, 2018). Selain itu, kaedah teguh dicadangkan dapat berpotensi untuk membantu menyelesaikan masalah data pencilan pada PKM bagi model regresi ordinal. Masalah tersebut secara khususnya kurang diberi perhatian oleh pengkaji lepas walaupun pengaruh data pencilan dapat memberikan kesan yang besar kepada penganggaran parameter model menggunakan PKM (Iannario et al., 2017).

Kajian ini akan menyediakan proses lengkap berkenaan cara membuat kesahan dan kebolehpercayaan soalan penilaian dalam pendidikan. Proses yang dicadangkan akan





membantu untuk meningkatkan kualiti dari segi penentuan tahap kesukaran bagi setiap item soalan yang digubal. Dalam merealisasikan kesahan dan kebolehpercayaan ini terdapat tiga langkah penentuan kesahan dan kebolehpercayaan soalan penilaian akan disyorkan. Pertama, kesahan kandungan dan kesesuaian tahap kesukaran soalan akan disemak oleh pakar dalam bidang seterusnya keputusan akan ditentukan menggunakan indeks Cohen Kappa. Kedua, kesahan pembinaan menggunakan model pengukuran Rasch dilakukan bagi menilai item yang sesuai dimasukkan dalam ujian. Tahap kesukaran item soalan hendaklah selari dengan kebolehan pendam pelajar. Akhir sekali, indeks kebolehpercayaan dan pemisahan akan digunakan bagi menguji kekonsistenan ujian dan menentukan bilangan pemisahan yang sesuai bagi item dan individu. Penggunaan peta taburan item-individu dapat membantu mengelaskan tahap kesukaran soalan setiap item ujian. Kesemua proses yang dicadangkan diharap dapat menyelesaikan masalah yang dibangkitkan oleh Arievidtch (2019). Penentuan tahap kesukaran oleh penggubal soalan hendaklah berpadanan dengan tahap kesukaran daripada analisis terhadap kebolehan pelajar dalam menjawab soalan.

Justeru itu, kajian ini dijangka dapat memberikan kesan yang signifikan pada ilmu statistik dan bidang pendidikan terutamanya dalam aspek pembangunan model ramalan dan penyelesaian masalah pada andaian dan penganggaran parameter. Penambahbaikan pada proses pentaksiran soalan dapat membantu meningkatkan kualiti penilaian. Teori ujian yang dihasilkan oleh sarjana pendidikan dikembangkan menjadi model statistik yang dapat meningkatkan kualiti pendidikan. Kesan daripada pengembangan ilmu pengetahuan ini akan memberikan galakan dan motivasi kepada para pengkaji khususnya dalam bidang pendidikan. Ini seterusnya akan membantu mereka untuk lebih



giat menghasilkan teori pendidikan baharu bagi memperkasakan lagi bidang pendidikan ke peringkat lebih tinggi.

1.7.2 Kepentingan Kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia (KPTM)

Fokus kajian ini berlandaskan secara khususnya keperluan semasa sistem pendidikan di Malaysia. Antara matlamat penting dalam pelan pembangunan pendidikan terkini yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) adalah untuk menghasilkan graduan yang berpengetahuan dan mempunyai kemahiran berfikir yang tinggi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2015). Kaedah dan model statistik yang akan dibangunkan secara tidak langsung berupaya untuk menghasilkan pelajar yang mempunyai kemahiran berfikir pada tahap yang diharapkan.

Model yang akan dihasilkan dalam kajian ini dapat membantu pihak kementerian pendidikan merangka pelan induk di peringkat tertinggi dalam meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran. Pihak universiti dapat membekalkan maklumat lebih tepat dan sistematik kepada pihak kementerian tentang prestasi sebenar pelajar bukan hanya berpandukan skor peperiksaan semata-mata. Selain itu, pihak kementerian boleh membantu pihak universiti dari segi keperluan untuk menyediakan prasarana yang mencukupi, terutamanya bagi tujuan pengajaran dan pembelajaran. Generasi Z pada zaman milenium ini lebih cenderung dan lebih berorientasi untuk menggunakan teknologi dalam kehidupan seharian mereka (Fitri & Zahari, 2019). Justeru itu, penggunaan teknologi pengajaran yang bersesuaian dapat membantu meningkatkan kefahaman

pelajar dan kemahiran berfikir mereka walaupun memerlukan kos yang tinggi untuk memenuhi keperluan ini.

Bidang pekerjaan pada masa kini amat memerlukan pelajar yang berkemampuan untuk berfikir dengan lebih kritis dan inovatif. Oleh yang demikian, dengan menggunakan pendekatan STEM dapat membantu meningkatkan kemahiran berfikir pelajar (Whitney et al., 2018). Model ramalan yang dihasilkan dalam kajian ini sangat sesuai untuk diaplikasikan dalam bidang atau kursus melibatkan STEM yang mempunyai pentaksiran dari segi pengetahuan konsep yang mendalam. Secara tidak langsung dapat membantu pihak kementerian pendidikan untuk mencapai sasaran nisbah 60:40 pelajar sains berbanding sastera.

1.7.3 Kepentingan Kepada Universiti

Secara umumnya, kajian ini akan memberikan sumbangan secara langsung dan tidak langsung kepada pihak pengurusan, pensyarah dan pelajar di universiti. Kepentingan yang diperoleh adalah berdasarkan maklumat daripada kaedah atau model yang akan dibangunkan.

Maklumat berkaitan prestasi akademik pelajar yang lengkap dapat membantu pihak pengurusan untuk merancang pelan tindakan bagi mengatasi sebarang permasalahan yang timbul (Marbouti et al., 2016). Pelajar yang mempunyai kecenderungan untuk gagal perlu diberikan lebih perhatian agar mereka dapat mencapai matlamat yang mereka inginkan. Program bersifat motivasi diri dapat membantu pelajar terbabit



meningkatkan lagi tahap kesedaran dan keyakinan diri mereka (Bonsaksen et al., 2017).

Pelajar yang kurang berisiko turut perlu diberikan perhatian walaupun tidak memberi kesan yang besar pada prestasi mereka.

Pelajar yang berjaya tidak semestinya mempunyai kemahiran yang baik. Kadangkala pelajar yang lulus dalam ujian hanya menjawab soalan yang berorientasikan penilaian yang kurang mencabar (Ashenafi et al., 2015). Ini bermakna kemahiran berfikir yang dicapai oleh seseorang pelajar itu pada dasarnya hanya pada peringkat rendah dan sederhana. Inisiatif untuk menggalakkan penghasilan modul pengajaran yang lebih komprehensif dan piawai perlu dilakukan oleh pihak pengurusan. Antara tindakan yang perlu dilaksanakan adalah membantu pengajar dari segi urusan latihan dan penerbitan. Selain itu, memberikan insentif dari segi kewangan kepada pengajar yang berjaya menghasilkan modul yang benar-benar dapat membantu untuk meningkatkan kemahiran berfikir pelajar bagi sesuatu subjek.

Kajian ini dapat memberikan kesan langsung kepada tenaga pengajar daripada aspek penambahbaikan proses pengajaran dan pembelajaran. Selain itu, idea dalam menentukan kualiti sesuatu soalan penilaian dapat membantu tenaga pengajar untuk menggubal soalan agar bertepatan dengan piawaian seperti yang telah ditetapkan. Pada masa kini aktiviti pentaksiran ujian yang berlaku di universiti hanya memfokuskan kepada peperiksaan akhir. Keadaan ini menyebabkan kualiti penilaian berterusan kurang diberi perhatian dan hanya bergantung kepada pensyarah yang mengajar (Seifu, 2016). Oleh itu, dalam kajian ini manual yang mengandungi koleksi soalan-soalan yang telah disemak kualitinya dari segi kandungan, kesesuaian dan tahap kesukaran akan dihasilkan bagi kursus statistik bermatematik. Soalan-soalan yang dipilih hendaklah



meliputi aspek penilaian pada tahap rendah, sederhana dan tinggi. Manual tersebut akan menjadi panduan kepada pensyarah terutamanya bagi mereka yang baru sahaja berkhidmat sebagai tenaga pengajar, untuk menyediakan penilaian kursus bukan hanya peperiksaan akhir.

Hasil maklumat daripada model yang dihasilkan turut dapat membantu pengajar dalam menambah baik kaedah pengajaran sedia ada. Pengajar disarankan untuk memberi pendedahan awal kepada pelajar terhadap soalan yang mempunyai tahap kesukaran yang berbeza-beza (Ikbal et al., 2015). Kaedah menjawab soalan yang pelbagai perlu dibincangkan dengan sistematik dan efektif bersama pelajar agar pelajar yang berisiko mampu mengadaptasikan kemahiran yang diperlukan.

1.7.4 Kepentingan Kepada Industri

Model yang dibina akan memberikan kesan tidak langsung kepada pihak industri. Pendekatan Industri 4.0 menjanjikan integrasi pada proses perniagaan dan pembuatan melalui penggunaan internet benda (Rojko, 2017). Justeru itu, sumber manusia yang dihasilkan dalam kalangan graduan universiti perlu mempunyai kemahiran yang kreatif dan inovatif. Pemikiran yang kreatif dan inovatif terlahir daripada kebolehan berfikir pada aras tinggi.

Pertambahan graduan dalam bidang atau berkemahiran STEM mampu membekalkan tenaga kerja yang mencukupi dan diperlukan oleh pihak industri. Graduan yang terhasil mampu menguruskan teknologi terkini dengan cekap dan pantas



bertepatan dengan kehendak pasaran. Selain itu, skop pekerjaan dalam bidang industri masa hadapan yang mendapat permintaan paling tinggi ialah saintis data dan pakar kecerdasan buatan (Columbus, 2019; Dignan, 2019; TalentCorp, 2019). Data saintis merupakan generasi baharu pakar data analitik yang mempunyai kemahiran menyelesaikan masalah yang kompleks (SAS Institute Inc., 2020). Kebanyakan data saintis akan memulakan kerjaya sebagai ahli statistik dan penganalisis data.

1.8 Kekangan Kajian

Kekangan kajian terdiri daripada data kajian, proses penentuan kesahan dan kebolehpercayaan dan kekompleksan model ramalan. Proses untuk mendapatkan data kajian merupakan kekangan terbesar dalam menjalankan kajian ini. Hal ini kerana kajian ini akan dilakukan dengan menggunakan sampel data yang diambil dari universiti awam terbesar di Malaysia. Sampel data dikumpul melalui sistem iCGPA dan daripada pensyarah yang mengajar.

Pada permulaan, sistem iCGPA telah diwajibkan terhadap semua universiti awam di Malaysia sebagai sistem pentaksiran baharu di universiti (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Sistem ini mengandungi pelbagai komponen yang membolehkan kemahiran pelajar diukur berlandaskan hasil pembelajaran. Namun begitu, selepas beberapa pelaksanaan didapati tumpuan pensyarah telah beralih daripada tugas utama (Abd Mutalib, 2018). Justeru itu, pihak universiti telah diberikan pilihan atau melakukan penambahbaikan pada sistem supaya ia mesra terhadap pengguna (Bernama, 2018). Antara penambahbaikan yang dilakukan adalah dalam aspek markah





peperiksaan akhir iaitu tidak lagi diisi mengikut setiap item soalan. Justeru itu, terdapat sedikit kesukaran bagi mendapatkan data markah ujian pelajar mengikut setiap item soalan. Walau bagaimanapun, jumlah sampel yang diperoleh dalam kajian ini adalah mencukupi bagi menguji model ramalan yang dibangunkan ditambah lagi dengan data rawak daripada kaedah simulasi.

Selain itu, data yang dikumpul diperoleh hanya dari sebuah universiti awam sahaja. Dasar dan pelaksanaan pentaksiran sesebuah universiti mungkin berbeza-beza dan keadaan ini menjadi kekangan kepada pengkaji. Sebarang cadangan yang dinyatakan dalam kajian ini mungkin tidak sesuai dilaksanakan di sesetengah universiti. Namun begitu, hasrat untuk membangunkan model yang menerapkan teori pendidikan terkini harus disokong oleh mana-mana pihak bagi mencapai hasrat Pendidikan 4.0.



Proses penentuan kesahan dan kebolehpercayaan penilaian dilakukan dengan menggunakan sampel ujian jenis berstruktur bagi kursus statistik bermatematik. Oleh itu, terdapat sedikit pengubah suaian perlu dilakukan bagi soalan jenis subjektif atau objektif. Namun begitu, proses tersebut masih dianggap relevan untuk dilaksanakan terhadap kursus-kursus lain yang mana dasar pendidikan baharu lebih menekankan kemahiran berfikir pelajar bermula daripada pendidikan awal sehingga ke peringkat tertinggi.

Model kajian yang akan dibangunkan merupakan model yang kompleks untuk diuji. Ditambah lagi dengan penggunaan data simulasi memberikan kesukaran pada penjanaaan dan percubaan. Ketiadaan peralatan komputer yang berkelajuan tinggi memberi kekangan dalam memperoleh keputusan yang sempurna dan pelbagai.





Penggunaan peralatan komputer biasa memerlukan masa yang lama sebelum mendapatkan keputusan yang boleh diterima.

Faktor jarak, masa dan kewangan turut diambil kira dalam pelaksanaan kajian ini. Namun, faktor ini dapat dikurangkan kerana penyelidik merupakan seorang pensyarah yang bertugas di salah sebuah kampus di universiti awam terbesar di Malaysia. Oleh itu, beberapa urusan kajian seperti kebenaran pengumpulan data dan perhubungan dengan pensyarah yang berkaitan mudah untuk dilaksanakan.

1.9 Definisi Operasi



Terdapat beberapa penggunaan istilah dalam kajian ini untuk menjelaskan kajian ini secara lebih mendalam. Berikut merupakan antara istilah yang digunakan:-

1.9.1 Model Ramalan

Model ramalan merupakan model statistik yang digunakan bagi meramal prestasi akademik pelajar. Model statistik yang dibangunkan perlu melalui beberapa prosedur yang sistematik supaya hasil ramalan yang dihasilkan boleh dipercayai (Kumar et al., 2016). Antara prosedur tersebut adalah dalam aspek semakan andaian model dan ukuran kebagusan model (Zollanvari et al., 2017). Selain itu, sampel data yang digunakan hendaklah bersesuaian dengan andaian model. Sampel data hendaklah mengandungi dua jenis pemboleh ubah iaitu pemboleh ubah respons dan pemboleh





ubah bebas. Pada akhirnya, model statistik terbaik yang dipilih akan menghasilkan persamaan matematik yang mengandungi semua pemboleh ubah yang signifikan serta dapat meramal prestasi akademik pelajar dengan tepat. Kelemahan pada andaian dan penganggaran parameter model statistik dapat diatasi dengan mudah kerana kaedah statistik mempunyai pelbagai teknik alternatif seperti pendekatan Bayes dan analisis teguh.

1.9.2 Prestasi Akademik

Prestasi akademik diertikan sebagai pencapaian pelajar yang diukur sepanjang proses pengajian (Shahiri et al., 2015). Pencapaian pelajar dilihat sama ada daripada pencapaian sesuatu kursus atau pencapaian keseluruhan bagi setiap semester atau di akhir pengajian. Antara pemboleh ubah yang merujuk pencapaian pelajar ialah keputusan akhir kursus, purata nilai gred semester (PNGS) dan purata nilai gred keseluruhan (PNGK). Keputusan akhir kursus biasanya diberikan dalam bentuk skor, gred atau lulus gagal. Walau bagaimanapun, keputusan akhir kursus diperoleh melalui hasil tambah semua penilaian yang berlangsung di sepanjang semester. Setiap penilaian akan diberikan pemberat yang khusus bagi menggambarkan kepentingannya.

Kursus statistik bermatematik yang dipilih dalam kajian ini memberikan pemberat terbesar penilaian kepada peperiksaan akhir. Atas alasan tersebut istilah prestasi akademik dalam kajian ini jelas merujuk kepada prestasi peperiksaan akhir pelajar yang berbentuk gred. Prestasi akademik tersebut akan menjadi pemboleh ubah respons terhadap model ramalan yang akan dibangunkan. Manakala, pemboleh ubah bebas



terdiri daripada penilaian berterusan, PNGK semasa dan gred akhir kursus pra-syarat bagi kursus kajian.

1.9.3 Penilaian

Penilaian sesuatu kursus terdiri daripada dua jenis iaitu penilaian berterusan dan penilaian akhir (Barlybayev et al., 2016). Antara contoh penilaian berterusan ialah tugas, pembentangan, kuiz dan ujian. Penilaian akhir pula merujuk kepada penilaian akhir atau peperiksaan akhir. Memandangkan keputusan peperiksaan akhir telah dijadikan sebagai kayu ukur untuk mengukur prestasi akademik pelajar, maka pemboleh ubah penilaian dalam kajian ini lebih menjurus kepada penilaian berterusan

1.9.4 Item

Item didefinisikan sebagai item soalan yang digunakan pada setiap penilaian. Terdapat beberapa jenis item soalan terdiri daripada objektif, berstruktur, esei dan betul salah. Perbezaan item soalan dapat memberikan kesan kepada kemajuan prestasi akademik pelajar (Zollanvari et al., 2017). Pada dasarnya, kajian ini hanya memfokuskan pada penggunaan item soalan yang berbentuk struktur, ini kerana pelajar akan diuji dengan pengetahuan konsep yang lebih mendalam. Ujian terhadap pengetahuan konsep adalah penting untuk mengukur sejauh mana kebolehan sebenar pelajar, selain mengetahui tahap kemahiran berfikir yang dapat dicapai oleh mereka. Istilah item selalu digunakan

di dalam model TRI yang mana kebolehan sebenar pelajar diukur berdasarkan item yang mempunyai pelbagai tahap kesukaran (Crane et al., 2017).

1.9.5 Individu

Istilah individu pula merujuk kepada pelajar yang telah dipilih untuk menjadi responden kajian. Pelajar tersebut merupakan pelajar yang telah mendaftar kursus statistik bermatematik dan telah berjaya mengikuti kursus tersebut sehingga tamat walaupun gagal. Model TRI telah mengandaikan sekumpulan individu boleh mempunyai kebolehan tunggal atau pelbagai (van der Linden, 2016). Kebolehan tunggal bermaksud sekumpulan pelajar mempunyai kebolehan yang sama terhadap sesuatu penilaian dan berpadanan dengan andaian model TRI dimensi searah. Manakala, sekumpulan individu yang mempunyai kebolehan yang berbeza-beza antara satu sama lain dianggap sebagai kebolehan pelbagai (Reckase, 2009). Model TRI yang mengiktiraf jenis kebolehan yang pelbagai dikenali sebagai MTDB. Kajian ini akan menggunakan kedua-dua jenis kebolehan tersebut kerana tahap kesukaran sesuatu penilaian lebih sesuai ditentukan melalui model TRI dimensi searah (Zulkifli et al., 2018). Manakala, model ramalan yang menerapkan TRI memerlukan maklumat kebolehan yang pelbagai yang sesuai diaplikasikan terhadap MTDB.

1.10 Skop Kajian

Prestasi akademik pelajar sebenarnya boleh dipengaruhi oleh pelbagai faktor. Dalam kajian ini, skop kajian terhad kepada siasatan terhadap impak pencapaian penilaian dalaman, PNGK semasa dan keputusan kursus pra-syarat terhadap prestasi peperiksaan akhir bagi kursus statistik bermatematik. Komponen psikologi seperti kecukupan diri, objektif pencapaian dan tipu daya dikecualikan dalam membangunkan model ramalan. Model statistik yang menjadi asas kepada model ramalan adalah model regresi ordinal. Model tersebut memerlukan pemboleh ubah respons berskala ordinal. Justeru itu, data prestasi peperiksaan akhir pelajar akan berbentuk gred sepertimana di Jadual 3.4. Selain itu, kajian ini akan menggunakan data sebenar dan data simulasi bagi menguji kebagusan model yang akan dibangunkan.

1.11 Rumusan

Bab ini telah menerangkan isu dan masalah yang menjelaskan signifikan kajian ini dibangunkan. Selain itu, objektif kajian, persoalan kajian, kerangka teori, kerangka pemodelan, kekangan kajian dan skop kajian telah dihuraikan dengan lebih terperinci pada bab ini. Bahagian kepentingan kajian telah menyenaraikan pihak berkepentingan yang akan mendapat kesan atau faedah secara langsung atau tidak langsung hasil daripada model ramalan yang akan dibangunkan. Seterusnya Bab 2 akan membincangkan sorotan kajian daripada penyelidik-penyelidik lepas yang berkaitan dengan dimensi kajian ini.