

**PEMBINAAN BANK ITEM MATEMATIK  
TINGKATAN SATU MELALUI PROSEDUR  
PENGABUNGAN UJIAN MENGGUNAKAN  
MODEL RASCH**

**HASNI BINTI SHAMSUDDIN**

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**2021**

**PEMBINAAN BANK ITEM MATEMATIK  
TINGKATAN SATU MELALUI PROSEDUR  
PENGABUNGAN UJIAN MENGGUNAKAN  
MODEL RASCH**

oleh

**HASNI BINTI SHAMSUDDIN**

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

**Februari 2021**

## **PENGHARGAAN**

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Penyayang

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah SWT kerana dengan limpah kurnia dan pertolongan-Nya, saya dianugerahkan peluang untuk memegang amanah sebagai pelajar kedoktoran dan menyempurnakan amanah ini.

Terima kasih tidak terhingga kepada kedua-dua Penyelia Utama saya, Dr. Thien Lei Mee dan Profesor Dr. Nordin Abd Razak yang banyak memberikan pandangan dan kritikan membina dalam memantapkan penulisan tesis serta suntikan semangat kepada saya dalam menyiapkan tesis ini. Saya sungguh bertuah kerana mempunyai dua orang penyelia yang sentiasa bersedia meluangkan masa untuk memberikan tunjuk ajar dan nasihat kepada saya. Tidak dilupakan juga buat kedua-dua penilai, Prof. Madya Dr Lim Hooi Lian dan Prof. Madya Dr Chew Cheng Meng yang sentiasa memberi ruang kepada saya untuk menghasilkan tesis yang lebih baik.

Penghargaan istimewa buat suami tercinta, Ahmad Zamri bin Khairani yang sentiasa bersedia menjadi pendengar setia saya, mengingatkan saya tentang amanah yang saya pikul dan tidak jemu-jemu memberi sokongan dan dorongan untuk saya menyempurnakan amanah ini. Buat anak-anak yang dikasihi, Amir Husaini, Arif Hilmi, Alieya Hani dan Aleesya Hana, terima kasih kerana memahami tanggungjawab bonda. Kalian menjadikan bonda terus kuat untuk meneruskan dan menyempurnakan pengajian ini. Limpahan penghargaan buat ibu tercinta, Noriah binti Ab Majid yang tidak putus-putus berdoa agar Allah sentiasa melapangkan dan memudahkan segala urusan saya. Ingatan yang tidak pernah padam juga buat arwah abah yang dihormati, Shamsuddin bin

Sharif yang telah banyak membentuk diri saya sejak kecil untuk sentiasa berusaha dalam hidup. Penghargaan juga dipanjangkan buat kakak dan adik-adik yang sentiasa mendoakan kejayaan ini.

Ucapan terima kasih tidak terhingga kepada Bahagian Biasiswa dan Pembiayaan, Kementerian Pendidikan Malaysia, yang meluluskan permohonan cuti belajar HLP dan Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan, Universiti Sains Malaysia yang membuka peluang berharga buat saya untuk menyambungkan pengajian ke peringkat ini. Terima kasih juga kepada Jabatan Pendidikan Negeri Pulau Pinang, pengetua-pengetua dan guru-guru sekolah terlibat yang bersedia memberikan kerjasama untuk membantu saya menjalankan kajian ini. Terima kasih turut di panjangkan buat rakan-rakan sepengajian dan sahabat-sahabat yang memberikan semangat kepada saya.

Sesungguhnya, jasa kalian tidak mampu saya balas. Hanya Allah jua yang mampu membalasnya.

## ISI KANDUNGAN

<b>PENGHARGAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ISI KANDUNGAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>SENARAI JADUAL</b> .....	<b>x</b>
<b>SENARAI RAJAH</b> .....	<b>xiv</b>
<b>SENARAI SINGKATAN KATA</b> .....	<b>xvi</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB 1        PENGENALAN</b>	
1.1    Pendahuluan .....	1
1.2    Latar Belakang Kajian.....	2
1.3    Pernyataan Masalah .....	9
1.4    Tujuan dan Objektif Kajian.....	18
1.5    Soalan Kajian .....	19
1.6    Kepentingan Kajian.....	20
1.7    Batasan Kajian .....	23
1.8    Definisi Istilah dan Definisi Operasi Kajian .....	25
1.8.1    Tentu Ukuran .....	25
1.8.2    Kesukaran Item .....	26
1.8.3    Kebolehan Matematik .....	26
1.8.4    Penggabungan Ujian .....	27
1.8.5    Item Rujukan .....	28

1.8.6	Keterbezaan Fungsi Item (DIF) .....	28
1.8.7	Kaedah penyetaraan min ( <i>mean equating</i> ).....	29
1.8.8	Kaedah <i>Moment</i> .....	29
1.8.9	Statistik <i>robust z</i> , prosedur perbezaan 0.3 logits dan scatterplot .....	30
1.8.10	Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik...30	
1.9	Rumusan.....	31

## **BAB 2           KAJIAN LITERATUR**

2.1	Pendahuluan .....	32
2.2	Kurikulum Standard Matematik Sekolah Menengah (KSSM Matematik).....	32
2.3	Teori Pengukuran .....	37
2.3.1	Teori Ujian Klasik (CTT).....	38
2.3.2	Teori Respons Item (IRT) .....	41
2.4	Kerangka Teori Kajian.....	45
2.4.1	Prinsip Asas Model Rasch. ....	48
2.4.2	Andaian-andaian Model Rasch. ....	51
2.4.3	Statistik Analisis Model Rasch .....	53
2.4.3(a)	Analisis Keserasian Item-Model .....	53
2.4.3(b)	Analisis Unidimensi.....	55
2.4.3(c)	Pekali Kebolehpercayaan.....	55
2.4.3(d)	Indeks Pemisahan.....	56
2.4.3(e)	Statistik <i>Point-Measure Correlations</i> .....	57
2.4.3(f)	Statistik Keterbezaan Fungsi Item ( <i>DIF</i> ) .....	57
2.4.3(g)	Kesukaran Item .....	58

2.4.3(h)	Kebolehan Murid .....	59
2.4.3(i)	Peta Item-Individu.....	59
2.4.4	Model Rasch dan Bank Item .....	60
2.5	Bank Item .....	63
2.5.1	Pembinaan Bank Item Matematik.....	64
2.5.2	Model Pembinaan Bank Item.....	67
2.5.3	Isu-isu Dalam Pembinaan Bank Item.....	71
2.6	Penggabungan Ujian .....	73
2.6.1	Jenis-jenis Penggabungan .....	74
2.6.2	Reka bentuk Penggabungan .....	79
2.6.3	Item Rujukan .....	83
2.6.4	Pelan penggabungan.....	89
2.6.5	Kaedah penggabungan .....	91
2.6.6	Transformasi Skala Penggabungan .....	94
2.6.6(a)	Kaedah Penyetaraan Min ( <i>mean equating</i> ).....	95
2.6.6(b)	Kaedah <i>Moment</i> .....	95
2.6.6(c)	<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) .....	97
2.7	Panduan Prosedur Kajian .....	98
2.8	Rumusan.....	102
 <b>BAB 3 PEMBINAAN UJIAN MATEMATIK</b>		
3.1	Pengenalan .....	103
3.2	Model Pembinaan Ujian Matematik .....	103
3.3	Prosedur Pembinaan Ujian Matematik.....	106

3.3.1	Fasa 1: Perancangan Ujian Matematik.....	107
3.3.2	Fasa 2: Pembinaan Item Matematik.....	119
3.3.3	Fasa 3 : Pengesahan Ujian Matematik .....	125
3.4	Rumusan.....	132
<b>BAB 4 METODOLOGI KAJIAN</b>		
4.1	Pendahuluan .....	133
4.2	Prosedur Kajian.....	133
4.3	Reka Bentuk Kajian .....	135
4.4	Populasi Kajian .....	136
4.5	Sampel Kajian .....	137
4.6	Instrumen Kajian.....	138
4.7	Tatacara Pengumpulan Data .....	145
4.8	Prosedur Kajian Pembinaan Bank Item Matematik .....	147
4.8.1	Fasa 1: Perancangan Bank Item .....	149
4.8.2	Fasa 2: Pengurusan Ujian.....	152
4.8.3	Fasa 3: Pembinaan Bank Item.....	162
4.9	Rumusan.....	177
<b>BAB 5 DAPATAN KAJIAN</b>		
5.1	Pendahuluan .....	178
5.2	Dapatan Kajian.....	179
5.2.1	Pemilihan Item Rujukan.....	180
5.2.2	Kualiti Item dan Ujian Matematik .....	187
5.2.3	Perbandingan Prosedur Penggabungan Berasingan dan Serentak .....	191



5.2.3(a)	Penggabungan Berasingan .....	192
5.2.3(b)	Penggabungan Serentak .....	219
5.2.4	Pembinaan Bank Item .....	223
5.2.4(a)	Kualiti Item Dalam Bank Item.....	224
5.2.4(b)	Statistik Item Mengikut Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik Tingkatan 1 .....	239
5.2.4(c)	Profil Item .....	243
5.3	Rumusan.....	266
<b>BAB 6 RUMUSAN, PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN KAJIAN</b>		
6.1	Pendahuluan .....	267
6.2	Ringkasan Kajian .....	267
6.3	Rumusan Dapatan Kajian.....	272
6.4	Perbincangan Dapatan Kajian.....	274
6.4.1	Pembinaan Bank Item Matematik Tingkatan 1: Kualiti Item Rujukan .....	274
6.4.2	Pembinaan Bank Item Matematik Tingkatan 1: Kualiti Item Setiap Ujian.....	276
6.4.3	Pembinaan Bank Item Matematik Tingkatan 1: Penggabungan Ujian.....	278
6.4.4	Pembinaan Bank Item Matematik Tingkatan 1: Kualiti Item bank Item .....	285
6.4.5	Pembinaan Bank Item Matematik Tingkatan 1: Profil Item .....	288
6.5	Implikasi Kajian .....	292
6.5.1	Implikasi Kajian Terhadap Teori .....	292
6.5.2	Implikasi Kajian Terhadap Metodologi .....	294

6.5.2	Implikasi Kajian Terhadap Praktikal .....	295
6.5.3	Implikasi Kajian Terhadap Kebolehan Matematik .....	297
6.6	Cadangan Kajian Masa Hadapan .....	300
6.7	Rumusan Kajian .....	302
<b>RUJUKAN .....</b>		<b>303</b>

**LAMPIRAN**

**SENARAI PENERBITAN**

## SENARAI JADUAL

	<b>Halaman</b>
Jadual 2.1	Bidang Pembelajaran, Tajuk dan Standard Kandungan Matematik Tingkatan 1.....34
Jadual 2.2	Jenis Penggabungan.....77
Jadual 2.3	Perbandingan Reka bentuk Penyetaraan.....81
Jadual 3.1	Model Pembinaan Instrumen.....105
Jadual 3.2	Prosedur Pembinaan Ujian.....106
Jadual 3.3	Fasa Perancangan Ujian.....107
Jadual 3.4	Bidang Pembelajaran dan Tajuk Matematik Tingkatan 1.....109
Jadual 3.5	Contoh Dokumen Standard Kurikulum Dan Pentaksiran Matematik Tingkatan 1 (Nombor Nisbah).....110
Jadual 3.6	Contoh Item Yang Dibina Berpandukan Standard Pembelajaran.....111
Jadual 3.7	Contoh Bilangan Item Mengikut Tajuk Dalam Peperiksaan Akhir Tahun Matematik Tingkatan 1.....113
Jadual 3.8	Contoh Jadual Spesifikasi Ujian (JSU).....114
Jadual 3.9	Contoh Item Mengikut Aras Kesukaran.....117
Jadual 3.10	Fasa Pembinaan Ujian Matematik.....120
Jadual 3.11	Contoh Item Mengikut Komponen.....121
Jadual 3.12	Contoh Peraturan Penskoran.....122
Jadual 3.13	Fasa Pengesahan Ujian Matematik.....125
Jadual 3.14	Tetapan Statistik Ujian Dan Statistik Item.....128
Jadual 3.15	Contoh Kriteria Semakan Item Ujian.....128
Jadual 3.16	Contoh Indeks Pemisahan dan Pekali Kebolehpercayaan Item.....129
Jadual 3.17	Contoh Jadual Manual Ujian.....131

Jadual 4.1	Sampel Murid Tingkatan 1 Setiap Sekolah .....	138
Jadual 4.2	Bidang Pembelajaran dan Tajuk Matematik Tingkatan 1.....	140
Jadual 4.3	Analisis Item Rujukan dan Item Unik Ujian .....	141
Jadual 4.4	Maklumat Item Unik dalam Ujian .....	142
Jadual 4.5	Maklumat Item Rujukan dalam Penggabungan Ujian .....	145
Jadual 4.6	Prosedur Kajian Pembinaan Bank Item .....	148
Jadual 4.7	Fasa Perancangan Bank Item .....	152
Jadual 4.8	Tetapan Statistik Ujian dan Statistik Item Kajian.....	155
Jadual 4.9	Fasa Pengurusan Ujian .....	156
Jadual 4.10	Taburan Sampel Kajian Rintis.....	157
Jadual 4.11	Ringkasan Statistik Kualiti Item dan Ujian Kajian Rintis .....	159
Jadual 4.12	Item Rujukan Kajian Rintis .....	160
Jadual 4.13	Fasa Pembinaan Bank Item .....	176
Jadual 5.1	Panduan Menentukan Kualiti Item dan Ujian.....	179
Jadual 5.2	Maklumat Standard Pembelajaran dan Statistik Item Rujukan .....	182
Jadual 5.3	Ringkasan Statistik Kualiti Item dan Ujian .....	191
Jadual 5.4	Perbezaan 0.3 logits Bagi Setiap Item Rujukan.....	195
Jadual 5.5	Statistik <i>Robust z</i> Bagi Setiap Item Rujukan .....	197
Jadual 5.6	Analisis Perbandingan Kaedah Menentukan Kestabilan Item Rujukan .....	198
Jadual 5.7	Prosedur Penentuan Pekali Penggabungan antara Ujian H dan Ujian P Menggunakan Kaedah Penyetaraan Min .....	201
Jadual 5.8	Pekali Penggabungan Ujian bagi Penggabungan Berasingan Kaedah Penyetaraan Min .....	203

Jadual 5.9	Prosedur Penentuan Pekali Penggabungan antara Ujian R dan Ujian N Menggunakan Kaedah ' <i>Mean/sigma</i> ' .....	205
Jadual 5.10	Pekali Penggabungan Ujian bagi Penggabungan Berasingan Kaedah ' <i>Mean/sigma</i> ' .....	207
Jadual 5.11	Aras Kesukaran Item Asal dan Item Transformasi bagi Penggabungan Berasingan Kaedah Penyetaraan Min .....	209
Jadual 5.12	Aras Kesukaran Item Asal dan Item Transformasi bagi Penggabungan Berasingan Kaedah ' <i>Mean/sigma</i> ' .....	213
Jadual 5.13	Perbandingan Penggabungan Berasingan Penyetaraan Min dan ' <i>Mean/sigma</i> ' .....	219
Jadual 5.14	Perbandingan Item Gugur Bagi kaedah Penggabungan Serentak dan Penggabungan Berasingan .....	221
Jadual 5.15	Perbandingan Kaedah Penggabungan Serentak dan Penggabungan Berasingan.....	223
Jadual 5.16	Panduan Penentuan Kualiti Item dan Bank Item .....	224
Jadual 5.17	Statistik Item-item dalam Bank Item Matematik Tingkatan 1.....	226
Jadual 5.18	Analisis ' <i>PCA of Residuals</i> ' Komponen Varians .....	236
Jadual 5.19	Indeks Pemisahan dan Pekali Kebolehpercayaan Item.....	236
Jadual 5.20	Indeks Pemisahan dan Pekali Kebolehpercayaan Murid.....	237
Jadual 5.21	Min Kesukaran Item Mengikut Bidang Pembelajaran Matematik .....	240
Jadual 5.22	Min Kesukaran Item Mengikut Bab Matematik Tingkatan 1 .....	240
Jadual 5.23	Statistik Bank Item Mengikut Standard Kandungan Matematik Tingkatan 1.....	241
Jadual 5.24	Profil Item Bab 1 Nombor Nisbah.....	246
Jadual 5.25	Profil Item Bab 2 Faktor dan Gandaan .....	249
Jadual 5.26	Profil Item Bab 3 Kuasa Dua, Punca Kuasa Dua, Kuasa Tiga dan Punca Kuasa Tiga.....	251

Jadual 5.27	Profil Item Bab 4 Nisbah, Kadar dan Kadaran .....	253
Jadual 5.28	Profil Item Bab 5 Ungkapan Algebra .....	255
Jadual 5.29	Profil Item Bab 6 Persamaan Linear .....	257
Jadual 5.30	Profil Item Bab 7 Ketaksamaan Linear.....	259
Jadual 5.31	Profil Item Bab 8 Garis dan Sudut.....	260
Jadual 5.32	Profil Item Bab 9 Poligon Asas .....	261
Jadual 5.33	Profil Item Bab 10 Perimeter dan Luas.....	262
Jadual 5.34	Profil Item Bab 11 Pengenalan Set .....	263
Jadual 5.35	Profil Item Bab 12 Pengendalian Data.....	264
Jadual 5.36	Profil Item Bab 13 teorem Pythagoras.....	265

## SENARAI RAJAH

	<b>Halaman</b>
Rajah 2.1	Kerangka Kurikulum Standard Matematik Sekolah Menengah .....33
Rajah 2.2	Skala Tentu Ukuran Kebolehan Murid dan Kesukaran Item.....48
Rajah 2.3	Contoh Peta Item-Individu .....60
Rajah 2.4	Model Pembinaan Bank Item (Wright & Bell, 1984).....67
Rajah 2.5	Model Pembinaan Bank Item (Bode, Lai & Heinemann, 2003) .....68
Rajah 2.6	Model Pembinaan Bank Item (Choi, Victorson, Yount, Anton & Cella, 2011) .....69
Rajah 2.7	Reka Bentuk Penggabungan Item Rujukan (Ayala, 2009) .....81
Rajah 2.8	Reka Bentuk Penggabungan Ujian dan Bank Item (Arai & Mayekawa, 2011) .....82
Rajah 2.9	Pelan Penggabungan Ujian (Kolen & Brennan, 2014) .....90
Rajah 2.10	Panduan Prosedur Kajian.....101
Rajah 3.1	Model Pembinaan Ujian (Turner, 2001).....104
Rajah 3.2	Model Pembinaan Ujian (Wortham, 2012).....104
Rajah 3.3	Taksonomi Kognitif Bloom yang Disemak Semula (LPM, 2013) .....115
Rajah 3.4	Aras Kesukaran Item (LPM, 2013).....116
Rajah 3.5	Contoh Muka hadapan Ujian .....124
Rajah 3.6	Contoh Peta Item-Individu .....130
Rajah 4.1	Prosedur Kajian .....134
Rajah 4.2	Pelan Penggabungan Ujian .....144
Rajah 4.3	Fail Kawalan bagi Penggabungan Serentak.....171

Rajah 4.4	Reka Bentuk Pelan <i>mforms</i> Bank Item Bagi Penggabungan Secara Serentak .....	174
Rajah 5.1	Scatterplot Kesukaran Item Rujukan bagi Ujian P dan Ujian K' .....	194
Rajah 5.2	Scatterplot Kesukaran Item Rujukan bagi Ujian P dan Ujian K' Selepas Penyingkiran Item L3R24.....	194
Rajah 5.3	Item Rujukan L3R24 .....	198
Rajah 5.4	Peta Item-Individu Bank Item ( <i>wright map</i> ).....	238



## SENARAI SINGKATAN KATA

KSSM	Kurikulum Standard Matematik Sekolah Menengah
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum Matematik dan Pentaksiran
CAT	Ujian beradaptasi komputer
IRT	Teori Respons Item
CTT	Teori Ujian Klasik
PCM	<i>Partial Credit Model</i>
DIF	Keterbezaan Fungsi Item
1PL	Model IRT satu parameter
2PL	Model IRT dua parameter
3PL	Model IRT tiga parameter
RSM	<i>Rating Scale Model</i>
PCA	<i>Principal Component Analysis</i>
MNSQ	<i>Mean square</i>
$r_{pm}$	<i>Point-Measure Correlations</i>
SAT-M	<i>Scholastic Aptitude Test – Verbal</i>
SAT-V	<i>Scholastic Aptitude Test – Mathematical</i>
ACT	<i>Assessment Composite Scores</i>
CINEG	<i>Common Item Non Equivalent Group Design</i>
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
JSU	Jadual Spesifikasi Ujian

LPM	Lembaga Peperiksaan Malaysia
JEPeM	Jawatan Kuasa Etika Penyelidikan Manusia Universiti Sains Malaysia
RSD	Nisbah Sisihan Piawai
EDFILE =	Prosedur menggugurkan respons
PDFILE =	Prosedur menggugurkan responden
IDFILE =	Prosedur menggugurkan responden
AP	Item aneka pilihan
KS	Item Kredit Separa

## **SENARAI LAMPIRAN**

LAMPIRAN A	Senarai Item Rujukan
LAMPIRAN B	Senarai Item Unik Ujian
LAMPIRAN C	Senarai Semak Prosedur Fasa Pembinaan Ujian
LAMPIRAN D	Surat-surat Pengesahan dan Kebenaran Menjalankan Kajian
LAMPIRAN E	Jadual Spesifikasi Ujian-ujian

# PEMBINAAN BANK ITEM MATEMATIK TINGKATAN SATU MELALUI PROSEDUR PENGGABUNGAN UJIAN MENGGUNAKAN MODEL RASCH

## ABSTRAK

Pembinaan bank item merupakan satu proses yang rumit, kompleks dan perlu mengambil kira pelbagai isu praktikal dan teknikal, terutamanya dalam menggabungkan ujian-ujian yang berbeza agar berada dalam satu skala yang sama. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menghasilkan bank item matematik Tingkatan 1 menggunakan kerangka pengukuran model Rasch yang mengkaji pelbagai aspek praktikal seperti kesesuaian dan kestabilan item rujukan, pemilihan teknik transformasi skala sebelum penggabungan dan pemilihan kaedah penggabungan yang sesuai. Isu teknikal yang merujuk kepada prosedur yang perlu dipatuhi mengikut standard yang telah ditetapkan, diatasi dengan mematuhi langkah-langkah kawalan dalam pelaksanaan kajian ini. Sebanyak 10 ujian matematik Tingkatan 1 yang mengandungi item aneka pilihan dan kredit separa telah dibina dan ditadbir kepada 1292 orang murid tingkatan 1 daripada 10 buah sekolah menengah di Pulau Pinang. Ujian-ujian ini digabungkan berpandukan reka bentuk item rujukan kumpulan berbeza menggunakan pengukuran model Rasch. Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa, bagi penggabungan berasingan (1) statistik *robust z* lebih sesuai untuk menilai kestabilan item rujukan berbanding scatterplot dan prosedur 0.3 logits dan (2) kaedah penyetaraan min lebih sesuai untuk meletakkan kesemua item di atas skala yang sama berbanding kaedah *mean/sigma*. Perbandingan kaedah penggabungan pula mendapati, (3) penggabungan serentak lebih sesuai digunakan untuk menggabungkan ujian berbanding penggabungan berasingan. Sebanyak 423 item yang mempunyai bukti psikometrik yang berkualiti telah diperihalkan melalui profil item. Profil item yang

disusun mengikut bidang pembelajaran, bab, standard kandungan dan standard pembelajaran Matematik Tingkatan 1 dapat memberi manfaat kepada guru dalam menjalankan pentaksiran matematik dan merangka strategi dalam pengajaran. Kajian ini telah membuktikan kemampuan pengukuran menggunakan Model Rasch dalam mencirikan item dan menggabungkan ujian secara serentak untuk membina bank item. Malahan kajian ini turut membuktikan pelan penggabungan dan reka bentuk item rujukan kumpulan berbeza sesuai untuk menghasilkan bank item format bercampur dan boleh dijadikan panduan dalam pembinaan bank item yang lain.

# **THE DEVELOPMENT OF A FORM ONE MATHEMATICS ITEM BANK THROUGH LINKING TEST PROCEDURE USING RASCH MODEL**

## **ABSTRACT**

The development of an item bank is complicated, complex and requires various practical and technical issues, especially in linking different tests to be on a common scale. Therefore, this study aims to produce a Form 1 Mathematics item bank using the Rasch model measurement framework that evaluates various practical aspects such as suitability and stability of common items, selection of scale transformation techniques before linking, and selection of appropriate linking method. This study involves a total of 1292 Form 1 students from 10 secondary schools in Penang. To produce this item bank, the researcher develops ten tests to include all topics in the Form 1 Mathematics Curriculum and Assessment Standard Document (DSKP) involving multiple-choice and partial credit items. These tests are linked based on the common item non-equivalent group design using Rasch model measurements. Before the tests are combined, practical issues such as the stability of common items and scale transformation in separate linking and comparisons between separate linking and concurrent linking are examined. The findings show that, in separate linking (1) robust z statistics are more suitable for assessing the stability of common items than scatterplot and 0.3 logits procedure and (2) mean equating is more suitable than mean/sigma method for placing all items on the same scale. The comparison of linking method found that (3) concurrent linking is more suitable to link tests than separate linking. A total of 423 quality items with good psychometric properties were described through items profile. The items profile which is according to Form 1 Mathematics learning areas, chapters, content standards and learning standards can

benefit teachers in conducting mathematical assessments and formulating strategies in teaching. This study has proven the measurement ability using the Rasch Model in characterizing items and linking tests concurrently to build an item bank. In fact, this study also proves that the linking plan and common item non equivalent group design are suitable to produce mixed format item banks and can be used as a guide in the development of other item banks.

# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Pentaksiran dalam pendidikan merupakan satu proses untuk mendapatkan maklumat dan membuat pertimbangan tentang murid, kurikulum, program, sekolah dan polisi pendidikan (Brookhart & Nitko, 2014). Menurut Brookhart dan Nitko (2014) lagi, melalui proses pentaksiran, tahap penguasaan sebenar murid dapat ditaksir, keberkesanan program dapat dinilai atau suatu polisi dapat ditentukan. Pentaksiran juga memainkan peranan penting dalam memastikan kualiti kurikulum bagi setiap mata pelajaran yang dilaksanakan di sekolah mencapai standard yang disasarkan. Bagi mata pelajaran matematik, pentaksiran penting untuk memastikan pengetahuan dan kemahiran yang terkandung dalam Kurikulum Standard Matematik Sekolah Menengah (KSSM) dikuasai oleh murid. KSSM di Malaysia mempunyai matlamat untuk membentuk individu berfikir matematik yang mampu mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran matematik secara berkesan dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan. Kandungan KSSM Matematik dijelmakan di dalam Dokumen Standard Kurikulum Matematik dan Pentaksiran (DSKP) mengikut tingkatan.

Dalam melaksanakan pentaksiran, ujian sering digunakan untuk memberikan maklumat yang bermakna kepada guru dan murid. Ujian merujuk kepada alat yang digunakan dalam suatu prosedur sistematik untuk mengukur dan memperihalkan satu atau lebih ciri-ciri murid (Brookhart & Nitko, 2014). Sebagai contoh, melalui ujian matematik, maklumat yang memperihalkan ciri-ciri murid daripada pentaksiran yang dijalankan,



dapat membantu guru menilai keberkesanan pedagogi masing-masing. Penambahbaikan dan perancangan tindakan susulan boleh diambil bagi memastikan standard pembelajaran matematik yang dirancang tercapai. Maklumat pentaksiran juga membantu murid memahami tujuan belajar dan mengenalpasti tahap penguasaan mereka sebelum mengambil tindakan susulan yang sepatutnya. Menurut Gronlund (2006), ujian yang dibina berpandukan kandungan kurikulum yang dirancang mampu menyumbang kepada pembelajaran yang berkesan dan mengembangkan lagi potensi murid.

Walau bagaimanapun, membina ujian yang baik bukanlah satu tugas yang mudah sebaliknya memerlukan kepakaran, kemahiran dan penguasaan isi kandungan yang mantap. Malahan masa yang agak panjang juga perlu diambil oleh guru untuk membina ujian yang baik bagi memastikan matlamat ujian dapat dicapai. Satu daripada mekanisme yang dicadangkan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan pembinaan bank item.

## **1.2 Latar belakang Kajian**

Pembinaan bank item telah dipelopori oleh Choppin (1968), yang merujuk bank item sebagai koleksi item ujian yang disimpan agar mudah dikeluarkan untuk diguna semula. Meskipun begitu, bank item bukanlah merupakan koleksi item semata-mata. Sebaliknya item-item di dalam bank item perlulah ditentukan terlebih dahulu. Menurut Wright dan Bell (1984), bank item yang telah ditentukan merupakan koleksi item yang menggambarkan secara sistematik spesifikasi suatu kurikulum. Bjorner, Chang, Thissen, dan Reeve (2007) berpendapat, bank item yang telah ditentukan adalah himpunan item

yang bukan sahaja telah diuji kesesuaiannya terhadap konstruk pembelajaran yang dipilih malahan telah diuji untuk ditentukan kesahan dan kebolehpercayaannya. Hanya item-item yang berkualiti sahaja yang dimasukkan ke dalam bank item. Njiru dan Romanoski (2007) pula berpendapat bahawa, bank item adalah himpunan item-item ujian yang sesuai yang telah dikenalpasti bidang pembelajaran, hasil pembelajaran dan ciri-ciri psikometriknya seperti nilai kesukaran item dan kuasa diskriminasi item.

Terdapat pelbagai model pembinaan bank item yang telah dirangka oleh pengkaji-pengkaji mengikut kesesuaian kajian yang dijalankan (Bode, Lai, Cella, & Heinemann, 2003; Choi, Victorson, Yount, Anton, & Cella, 2011; Rose, Bjorner, Becker, Fries, & Ware, 2008; Wright & Bell, 1984). Sebagai contoh, Wright dan Bell (1984) telah membangunkan model pembinaan bank item yang melibatkan fasa perancangan bank item, pengurusan ujian dan pembinaan bank item. Setiap fasa pula mengandungi beberapa prosedur yang perlu diteliti. Contohnya, fasa pengurusan bank item melibatkan prosedur pembinaan ujian yang perlu dipatuhi untuk menghasilkan ujian yang mengandungi item yang berkualiti. Bjorner, Chang, Thissen, dan Reeve (2007) menekankan kepentingan prosedur pembinaan ujian terlebih dahulu sebelum pembinaan bank item. Mereka berpendapat pembinaan ujian perlu melalui peringkat pembinaan item, kesahan pakar, pengujian item dan analisis item. Item yang baik perlu dibina dan disahkan oleh pakar sebelum suatu ujian ditadbir. Item-item yang telah ditadbir perlulah ditentukan untuk dibuktikan kualitinya sebelum item-item dimasukkan ke dalam bank item. Beberapa pengkaji lain seperti Miller, Loyler, dan McIntire (2013), Turner (2001) dan Wortham (2012) juga memperkenalkan model pembinaan ujian yang boleh dijadikan panduan dalam membina ujian.

Selain daripada prosedur pembinaan ujian, pembina bank item juga perlu meneliti prosedur penggabungan ujian untuk menghasilkan bank item. Prosedur penggabungan bergantung rapat kepada jenis penggabungan yang digunakan. Secara umumnya, terdapat beberapa jenis penggabungan yang dicadangkan oleh beberapa pengkaji (Holland & Dorrans, 2006; Kolen & Brennan, 2014; Linn, 1993; Mislevy, 1992). Mislevy (1992) dan Linn (1993) membahagikan jenis penggabungan kepada penyetaraan, kalibrasi, unjuran dan penyederhanaan mengikut kekukuhan hasil penggabungan. Holland dan Dorrans (2006) pula membahagikan penggabungan kepada peramalan (*predicting*), penskalaan (*scaling*) dan penyetaraan (*equating*) mengikut tujuan penggabungan itu dijalankan. Manakala, Kolen dan Brennan (2014) pula membahagikan penggabungan kepada penyederhanaan statistik (*statistical moderation*), penyesuaian (*concordance*), unjuran (*projection*), penyetaraan (*equating*) dan penskalaan menegak (*vertical scaling*). Jenis penggabungan ini adalah mengikut sejauh mana pertindihan kriteria serupa itu wujud iaitu melalui; (a) matlamat pengukuran, (b) konstruk (c) populasi dan (d) ciri pengukuran seperti spesifikasi ujian.

Selain daripada menentukan jenis penggabungan yang hendak digunakan dalam kajian, pembina bank item juga perlu memilih reka bentuk penggabungan yang hendak digunakan untuk mengumpulkan data mengikut keperluan kajian masing-masing. Reka bentuk penggabungan dibahagikan kepada tiga kategori iaitu, reka bentuk kumpulan rawak (*random group design*), reka bentuk item rujukan kumpulan berbeza (*common item non equivalent group design*) dan reka bentuk kumpulan tunggal (*single group design*) (Lee & Lee, 2018). Reka bentuk kumpulan rawak memerlukan ujian-ujian yang hendak digabungkan ditadbir secara berselang-seli dalam kalangan sampel murid yang bersaiz

besar. Reka bentuk item rujukan kumpulan berbeza pula melibatkan item rujukan yang sama dikongsi pada ujian-ujian berbeza yang hendak digabungkan dan ditadbir kepada sampel murid berbeza. Reka bentuk kumpulan tunggal pula memerlukan ujian-ujian yang hendak digabungkan ditadbir kepada sampel murid yang sama (Kolen & Brennan, 2014). Kesemua reka bentuk ini mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing yang dibincangkan lebih lanjut dalam bab berikutnya.

Berdasarkan reka bentuk pengumpulan data yang dipilih, prosedur penggabungan dijalankan supaya item-item daripada ujian yang berbeza dapat digabungkan ke dalam satu skala. Sekiranya item-item yang berbeza daripada ujian yang berbeza ditadbir kepada kumpulan murid yang berbeza dan dianalisis secara berasingan tanpa digabungkan, maka skala ujian yang masing-masing berbeza dihasilkan. Perbezaan yang wujud boleh menimbulkan persoalan tentang parameter kesukaran item yang dinilai mempunyai makna yang sama atau tidak (Muraki, Hombo, & Lee, 2000). Ini adalah kerana, meskipun skala ujian yang berbeza ini mempunyai nilai min item 0, min kebolehan murid adalah berbeza. Maka, Eggen (2007) dan Kang, Lu, dan Chang (2017) berpendapat bahawa penggabungan penting kerana tanpa penggabungan, item-item tidak boleh ditentukan pada skala yang sama. Oleh itu pembina bank item perlu menggabungkan ujian yang berbeza pada satu skala yang sama untuk menghasilkan satu bank item. Bank item yang kukuh adalah bank item yang telah menggabungkan dan meletakkan semua parameter kesukaran item ujian yang telah ditentukan pada satu skala yang sama (Kolen & Brennan, 2014). Walau bagaimanapun, terdapat pelbagai teknik dan proses penggabungan yang perlu dilalui oleh pembina bank item sebelum suatu bank item dapat berfungsi dengan penuh diyakini (Kolen & Brennan, 2014; Vale, 1986). Penggabungan ujian memerlukan

penerokaan prosedur dan kaedah penggabungan yang sesuai untuk digunakan oleh pembina bank item.

Pemilihan kaedah tentu ukuran dan transformasi skala yang sesuai dalam menentu ukur parameter item merupakan sebahagian daripada prosedur penggabungan yang perlu dikaji oleh pembina bank item (Kang et al., 2017). Tentu ukuran parameter kesukaran item melalui Teori Respons Item (*Item Response Theory*, IRT) dilihat dapat menganggarkan dengan lebih baik hubungan antara respons item dan kebolehan murid (Hambleton & Jones, 1993) dan mampu menentu ukur nilai-nilai parameter kesukaran item daripada ujian berbeza kepada satu skala yang sama (Demars, 2010). Meskipun terdapat beberapa model dalam IRT yang boleh digunakan untuk menentu ukur parameter item, model satu parameter (1PL) iaitu Model Rasch mempunyai kelebihan untuk digunakan dalam kajian pembinaan bank item ini kerana hanya memerlukan saiz sampel yang kecil. Menurut Demars (2010), model IRT dua (2PL) dan tiga parameter (3PL) memerlukan pengukuran yang melibatkan saiz sampel yang berskala besar. Sebaliknya saiz sampel antara 100 ke 200 orang murid dalam model Rasch (Demars, 2010) dilihat sesuai dengan bilangan sampel murid di sesuatu sekolah untuk satu tingkatan. Malahan sorotan kajian juga telah menunjukkan bahawa model Rasch terbukti berupaya menghasilkan statistik item yang penting di dalam pembinaan bank item (Cupani, Cortez, & Rojas, 2017; Sigott & Cesnik, 2016; Xie, Zhong, Wang, & Lim, 2014). Bond dan Fox (2015) mentakrifkan tentu ukuran dalam model Rasch sebagai proses menukarkan skor item-item ujian kepada skor ukuran dan meletakkan kedua-dua parameter kesukaran item dan kebolehan murid di atas satu skala pengukuran yang sama.

Transformasi skala dalam IRT pula merujuk kepada persamaan linear yang digunakan untuk menyamakan skala-skala berbeza yang diperolehi daripada penganggaran parameter item yang berbeza daripada kumpulan yang mempunyai kebolehan yang berbeza (Kolen & Brennan, 2014). Transformasi skala perlu dilakukan dalam penggabungan berasingan untuk menyetarakan item dengan meletakkan semua item dalam ujian yang digabungkan pada skala yang sama. Kajian perbandingan terhadap kaedah transformasi skala penggabungan yang sesuai dalam pembinaan bank item perlu dilaksanakan untuk memilih kaedah terbaik mengikut kesesuaian kajian (Kolen & Brennan, 2014). Kolen dan Brennan (2014) turut menyarankan lebih banyak kajian dan perbandingan dibuat tentang kaedah tentu ukuran parameter item dan kaedah-kaedah penggabungan menggunakan pendekatan IRT terutama yang melibatkan data politomus.

Bank item boleh dibina mengikut bidang ataupun mata pelajaran yang dikehendaki. Kebanyakan kajian pembinaan bank item dijalankan dalam bidang perubatan untuk mengukur aktiviti kehidupan harian pesakit (Bode, Lai, Cella, & Heinemann, 2003; Choi, Victorson, Yount, Anton, & Cella, 2011; Li, Romero, Bonilha, Simpson, Simpson, Hong, & Velozo, 2018). Walau bagaimanapun, terdapat juga usaha dalam bidang pendidikan, contohnya, Njiru dan Romanoski (2018) telah membina bank item bagi mata pelajaran kimia untuk digunakan dalam pentaksiran di dalam kelas. Bagi mata pelajaran matematik, Chuesathuchon dan Waugh (2008) telah membina bank item matematik di Thailand tetapi hanya melibatkan persamaan matematik sahaja. Di Malaysia, Iylia Syazwani (2017) telah membangunkan bank item matematik berbentuk aneka pilihan bagi mengkaji tahap kebimbangan dalam kalangan pelajar politeknik terhadap penggunaan ujian beradaptasi komputer (CAT) dalam subjek matematik. Di peringkat

sekolah menengah pula, Nordin, Ahmad Zamri, dan Thien (2012) telah membangunkan bank item Matematik Tingkatan 2 yang terdiri daripada item berbentuk aneka pilihan tetapi merujuk kepada Spesifikasi Kurikulum Matematik Tingkatan 2 tahun 2011.

Bank item matematik sangat berpotensi membantu guru dan pembina ujian untuk membina ujian dengan lebih mudah (Chuesathuchon & Waugh, 2008). Ujian matematik yang berkualiti dan bermakna boleh disediakan oleh guru melalui bank item. Ujian yang baik mampu menjadikan proses pembelajaran lebih berfokus dan meningkatkan hasil pembelajaran matematik (Bai & Ola, 2017). Ujian matematik yang baik dapat dibina dengan memilih item matematik yang diketahui aras kesukarannya mengikut hasil pembelajaran yang dikehendaki. Pendedahan item ujian daripada pelbagai aras kesukaran merupakan salah satu tindakan yang baik untuk menjana minda murid seterusnya mengenalpasti pengetahuan dan kemahiran matematik yang belum dikuasai. Ujian yang tidak mengambil kira kepelbagaian aras kebolehan dalam kalangan murid tidak dapat memotivasikan murid (Barker, 2008).

Kandungan DSKP Matematik Tingkatan 1 sangat penting untuk dikuasai oleh murid kerana terdiri daripada tajuk-tajuk asas pengetahuan dan kemahiran matematik yang akan diaplikasikan di peringkat yang lebih tinggi. Sebagai contoh, tajuk Ketaksamaan Linear dalam Bab 7 Matematik Tingkatan 1 merupakan asas penting kepada murid untuk menguasai dengan baik tajuk Fungsi Kuadratik dan Pengaturcaraan Linear dalam matematik tambahan. Kegagalan menguasai pengetahuan asas matematik boleh membawa persepsi negatif murid terhadap matematik (Najua Syuhada, Mohd Salleh, & Abdul Halim, 2017). Malahan, menurut Clements (2001), penguasaan yang baik di peringkat asas matematik mampu menambahkan minat murid terhadap matematik. Ujian Matematik

Tingkatan 1 yang berkualiti perlu disediakan oleh guru untuk membina pentaksiran yang berkesan supaya dapat mengekalkan minat murid dan membantu murid menguasai pengetahuan dan kemahiran matematik yang dipelajari. Oleh itu, untuk membantu guru membina ujian yang berkualiti, bank item yang baik perlu dibina (Njiru & Romanoski, 2007).

Selain itu, perubahan format pentaksiran matematik yang bukan sahaja melibatkan item berbentuk aneka pilihan telah menuntut perubahan dalam bentuk atau format item yang digunakan dalam pentaksiran yang dibuat. Malahan perubahan tajuk-tajuk yang terkandung dalam DSKP Matematik tingkatan satu mulai tahun 2017 juga mendorong kajian pembinaan bank item Matematik Tingkatan 1 ini dijalankan. Walau bagaimanapun, kajian ini terlebih dahulu berhasrat untuk meneliti dan membandingkan kesesuaian pelbagai prosedur atau proses ke arah membina bank item yang berkualiti. Seterusnya berpandukan prosedur dan proses yang sesuai dengan data yang mengambilkira item berbentuk aneka pilihan dan kredit separa, bank item Matematik Tingkatan 1 yang berkualiti diharapkan dapat dihasilkan.

### **1.3 Pernyataan Masalah**

Pentaksiran dapat memastikan pengetahuan dan kemahiran yang terkandung dalam KSSM Matematik dikuasai oleh murid. KSSM Matematik mempunyai matlamat untuk membentuk individu yang berfikir matematik iaitu yang mampu mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran matematik secara berkesan dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan (BPK, 2015). Meskipun begitu, membina item dalam suatu ujian untuk melaksanakan pentaksiran bukanlah satu tugas



yang mudah kerana memerlukan kepakaran, kemahiran dan penguasaan isi kandungan yang mantap. Oleh kerana tugas ini bukan mudah, maka kualiti suatu ujian yang dibina itu juga sering dipersoalkan (Schmeiser & Welch, 2006). Sebagai contoh, Subahan (2003) mendapati bahawa tidak banyak ujian yang dibina menunjukkan bukti-bukti kesahan dan kebolehpercayaan yang merupakan elemen penting dalam sesuatu pembinaan ujian. Tambahan pula ramai guru kurang mempunyai kemahiran untuk membina ujian (Ruzlan, Arsaythamby, & Hariharan, 2015).

Kekangan masa juga merupakan antara penyebab guru tidak mengikuti prosedur pembinaan ujian dengan betul disamping menyebabkan pentaksiran yang berterusan sukar dilaksanakan. Banyak penyelidikan dalam pendidikan yang menunjukkan kekangan masa merupakan faktor penghalang yang dihadapi oleh guru di sekolah (Ahmad Zamri, 2016; Leong, Chew, & Noraini, 2016; Phang, Abu, Ali, & Salmiza, 2014; Royo & Woo, 2010; Zamri & Nur Aisyah, 2011). Selain itu, keupayaan guru untuk menentukan kualiti item juga menjadi salah satu isu dalam pembinaan ujian. Kajian oleh Richichi (1996), menunjukkan bahawa; (a) kebanyakan item yang dibina oleh guru tidak dapat mendiskriminasikan antara murid berprestasi tinggi dan berprestasi rendah; (b) kebanyakan item yang dibina berada pada tahap kesukaran yang rendah; dan (c) kebanyakan item gagal berfungsi sepertimana yang dikehendaki. Pendapat ini di sokong dalam kajian oleh Ahmad Zamri dan Hasni (2016) yang mendapati tidak semua item yang dibina oleh guru berada dalam julat indeks diskriminasi yang sesuai.

Oleh itu, pembinaan bank item Matematik Tingkatan 1 diharapkan dapat memudahkan dan membantu guru membina ujian yang baik bagi melaksanakan pentaksiran yang berterusan di dalam pengajaran dan pembelajaran. Pembinaan profil

item yang mengandungi statistik maklumat tentang ciri-ciri psikometrik item dan parameter kesukaran item mengikut bidang pembelajaran, bab, standard kandungan dan standard pembelajaran Matematik Tingkatan 1 dapat membantu guru membina ujian yang baik. Guru dapat menggunakan maklumat profil item untuk menentukan kesukaran item yang dipilih mengikut standard pembelajaran yang dikehendaki semasa membina ujian. Malahan guru dapat membina ujian mengikut kebolehan murid supaya ujian yang dibina dapat menguji kumpulan murid yang disasarkan.

Meskipun begitu, bank item matematik yang dibina perlu mengandungi item-item yang berkualiti, telah ditentu ukur kesukarannya dan dikenalpasti ciri-ciri psikometriknya serta diuji kesahan dan kebolehpercayaannya (Bjorner, Chang, Thissen, & Reeve, 2007). Item-item yang baik dan telah dikenalpasti kesukarannya mampu membantu guru membina ujian yang lebih baik dan berfokus kepada murid (Bai & Ola, 2017). Sehubungan itu, kualiti item dan bank item yang dihasilkan perlu dikaji. Malahan, bank item yang dibina juga perlu disusun dengan baik supaya semua maklumat item mudah dicapai oleh guru untuk digunakan. Pelopor bank item, Choppin (1968), turut mengakui bahawa bank item merupakan koleksi item ujian yang disimpan dan mudah dikeluarkan untuk diguna semula.

Walau bagaimanapun, membina bank item bukanlah merupakan satu perkara yang mudah. Meskipun terdapat beberapa kajian menunjukkan panduan tentang pembinaan bank item (Bjorner, Chang, Thissen, & Reeve, 2007; Choi, Victorson, Yount, Anton, & Cella, 2011; Chuesathuchon & Waugh, 2008; Wright & Bell, 1984), pembina bank item masih perlu menentukan kesesuaian prosedur pembinaan bank item mengikut keperluan kajian masing-masing (Arai & Mayekawa, 2011; Kang et al., 2017; Kolen & Brennan,

2014). Pemilihan model Teori Respons Item (*Item Response Theory*, IRT) dalam kaedah menentu ukur parameter item dalam penggabungan menuntut beberapa faktor yang perlu diteliti mengikut kesesuaian kajian. Dimensi, model pengukuran, kaedah penggabungan dan kaedah menentu ukur parameter item adalah aspek yang perlu dikaji (Wang & Osterlind, 2013). Sebagai contoh, pembinaan bank item aneka pilihan melibatkan kaedah penggabungan daripada kumpulan tunggal menggunakan model Rasch, adalah berbeza dengan pembinaan bank item melibatkan kumpulan rawak. Pemilihan penyetaraan dalam penggabungan ujian, melibatkan reka bentuk item rujukan kumpulan berbeza menggunakan model Rasch, memerlukan pengkaji menentukan kesesuaian prosedur yang digunakan dalam pembinaan bank item. Kolen dan Brennan (2014) mengakui bahawa lebih banyak kajian dan perbandingan tentang kaedah-kaedah penggabungan IRT dan tentu ukuran serentak (*concurrent calibration*) untuk data politomus diperlukan. Kepelbagaian ini menuntut pembina bank item untuk mengenalpasti dan mengkaji kesesuaian prosedur pembinaan bank item masing-masing.

Terdapat pelbagai isu yang perlu dikenalpasti dan diselidiki terlebih dahulu sebelum membina bank item yang berkualiti. Kebanyakan masalah dalam pembinaan bank item berpunca daripada isu teknikal dan praktikal (Kolen & Brennan, 2014; Njiru & Romanoski, 2007). Isu teknikal merujuk kepada prosedur yang perlu dipatuhi berdasarkan standard yang telah ditetapkan manakala isu praktikal pula merujuk kepada isu pemilihan prosedur yang lebih sesuai digunakan berdasarkan kajian yang dijalankan. Antara isu teknikal yang perlu dikenalpasti dalam fasa perancangan ujian adalah memastikan ujian yang dirancang menggunakan item rujukan yang sama tanpa mengubah ayat atau stimulus yang digunakan (Kolen & Brennan, 2014). Sekiranya isu ini gagal ditangani, item rujukan

yang digunakan sebagai penghubung antara ujian mungkin memberikan fungsi yang berbeza antara ujian yang digabungkan. Penggunaan kalkulator juga merupakan salah satu isu teknikal yang boleh berlaku dalam fasa pentadbiran ujian sehingga boleh menyebabkan skor yang diperolehi tidak adil kepada kumpulan yang tidak dibenarkan menggunakannya. Walau bagaimanapun, isu-isu teknikal ini cuba diatasi dengan mematuhi langkah-langkah kawalan dalam perlaksanaannya berdasarkan standard yang telah ditetapkan.

Reka bentuk penggabungan yang menggunakan item rujukan merupakan antara reka bentuk penggabungan yang popular digunakan kerana lebih mudah dipraktikkan berbanding reka bentuk yang lain (Kolen & Brennan, 2014). Kajian ini telah memilih reka bentuk item rujukan kumpulan berbeza (*common item non-equivalent group design*) untuk mengumpulkan data kerana sampel yang digunakan terdiri daripada murid daripada sekolah yang berbeza. Oleh itu, pemilihan item untuk dijadikan item rujukan merupakan salah satu isu praktikal yang akan diberi perhatian. Item rujukan merujuk kepada sekumpulan item yang dikongsi bersama dalam setiap ujian yang dibina (Holland & Dorans, 2006). Item rujukan ini berfungsi sebagai asas untuk membuat tentu ukuran semula bagi setiap ujian yang digabungkan untuk disusun pada satu skala yang sama. Sebelum suatu item dipilih sebagai item rujukan, pembina bank item perlu memastikan supaya item rujukan yang dipilih terdiri daripada 'item yang sesuai' (Wright & Stone, 1979) iaitu item yang menunjukkan ciri psikometrik yang baik (Bond & Fox, 2015), tidak memberi kelebihan kepada mana-mana kumpulan jantina (Han, Wells, & Sireci, 2012), terdiri daripada pelbagai kesukaran (Huynh & Meyer, 2010) dan memenuhi kandungan spesifikasi ujian yang digabungkan (Kolen & Brennan, 2014).

Selain daripada memilih item rujukan yang sesuai, pembina bank item juga perlu memastikan item rujukan yang dipilih stabil apabila digabungkan dengan ujian-ujian yang lain. Menurut Huynh dan Meyer (2010), item rujukan yang stabil dapat berfungsi dengan baik sebagai penghubung antara dua ujian yang digabungkan. Kestabilan item rujukan merujuk kepada ketekalan nilai parameter kesukaran item rujukan dalam dua ujian yang digabungkan (Hardy, 2011). Dalam kata lain, nilai parameter kesukaran item tersebut memberikan makna yang sama dalam kedua-dua ujian yang digabungkan. Kemungkinan juga wujud satu item rujukan yang digunakan berulang kali stabil pada penggabungan pertama tetapi tidak stabil pada penggabungan kedua. Oleh itu penentuan kestabilan item rujukan perlu sebelum setiap penggabungan ujian dibuat. Item rujukan yang tidak stabil perlu disingkirkan sebagai item rujukan dalam proses penggabungan. Terdapat beberapa cara untuk mengkaji kestabilan item rujukan. Huynh dan Meyer (2010) menggunakan statistik *robust z* manakala Johnson dan Yi (2011) menggunakan prosedur perbezaan 0.3 logits untuk mengesan kestabilan item rujukan dalam kajian penggabungan ujian masing-masing. Hardy (2011) dan Johnson dan Yi (2011) mencadangkan pembina bank item untuk memilih kaedah yang lebih sesuai antara statistik *robust z* dan prosedur perbezaan 0.3 *logits* untuk menentukan kestabilan item rujukan. Kestabilan item rujukan juga boleh dikenalpasti melalui rajah scatterplot (Kolen & Brennan, 2014). Maka, isu kestabilan item rujukan ini menjadi isu praktikal kedua yang perlu dikaji oleh pembina bank item.

Isu praktikal seterusnya yang perlu dipertimbangkan adalah berkaitan dengan pemilihan kaedah tentu ukuran yang digunakan di dalam menggabungkan ujian-ujian. Tentu ukuran merujuk kepada proses menukarkan skor item-item ujian kepada skor ukuran dan meletakkan kedua-dua parameter kesukaran item dan kebolehan murid di atas

satu skala pengukuran yang sama (Bond & Fox, 2015). Sorotan kajian menunjukkan terdapat dua kaedah tentu ukuran parameter yang sering digunakan di dalam penggabungan iaitu tentu ukuran berasingan (*separate calibration*) dan tentu ukuran serentak (*concurrent calibration*) (Carlson, 2017; Lee & Ban, 2010; Yin, 2013;). Dalam tentu ukuran berasingan (*separate calibration*), parameter ujian ditentu ukur secara berasingan sebelum melalui proses transformasi untuk menggabungkan ujian bagi membina bank item pada satu skala pengukuran yang sama. Sebaliknya, melalui tentu ukuran serentak (*concurrent calibration*) parameter ujian ditentu ukur secara serentak bersama semua ujian yang hendak digabungkan dalam satu skala pengukuran yang sama (Carlson, 2017). Oleh itu semua item ditentu ukur dan disetarakan dalam satu skala yang sama menyebabkan tiada transformasi perlu digunakan untuk menghubungkan ujian-ujian tersebut (Arai & Mayekawa, 2011).

Kolen dan Brennan (2014) menjangkakan tentu ukuran serentak memberikan hasil yang lebih baik secara teori kerana menggunakan maklumat penganggaran parameter secara keseluruhannya. Sebaliknya terdapat juga pengkaji yang melaporkan bahawa tentu ukuran berasingan adalah lebih tepat (Hendrickson, Kolen, & Tong, 2004; Karkee, Lewis, Hoskens, Lee, & Ban, 2010; Yao & Haugh, 2003; Yin, 2013). Ini kerana, melalui tentu ukuran berasingan perbandingan parameter yang ditentu ukur boleh dibuat untuk mengenalpasti item yang berfungsi secara berbeza dengan aras yang sepadan. Oleh itu, ramai pengkaji mencadangkan kajian tentang perbandingan kaedah tentu ukuran dalam menganggarkan parameter kesukaran item perlu dijalankan sebelum membuat sebarang kesimpulan tentang kaedah yang lebih sesuai digunakan (Carlson, 2017; Kolen &

Brennan, 2014; Lee & Lee, 2018). Perbandingan ini penting untuk mengenalpasti kaedah terbaik mengikut kesesuaian kajian bagi membina bank item.

Transformasi skala merupakan isu praktikal keempat yang perlu dikaji. Hanya kaedah penggabungan secara berasingan sahaja memerlukan transformasi skala bagi menyetarakan parameter item yang telah ditentu ukur secara berasingan (Arai & Mayekawa, 2011). Transformasi skala dalam model IRT merujuk kepada proses untuk menyamakan skala berbeza yang diperolehi daripada kumpulan yang mempunyai kebolehan yang berbeza melalui persamaan linear (Kolen & Brennan, 2014). Persamaan linear yang dimaksudkan terdiri daripada pekali penggabungan ujian yang berbeza mengikut kaedah transformasi skala yang digunakan. Terdapat beberapa kaedah yang boleh digunakan dalam menentukan pekali penggabungan bagi suatu transformasi skala untuk menggabungkan ujian.

Kaedah penyetaraan min (*mean equating*) merupakan salah satu kaedah transformasi yang boleh digunakan untuk menggabungkan ujian (Liaw, 2012; Taylor & Lee, 2010). Melalui kaedah ini, nilai pekali penggabungan  $k$ , diperolehi daripada perbezaan min kesukaran item rujukan antara ujian asal dan ujian transformasi yang hendak digabungkan. Nilai  $k$  ditambah kepada semua item rujukan dalam ujian transformasi untuk mendapatkan nilai kesukaran item yang baru. Kaedah '*moment*' juga merupakan antara kaedah yang boleh digunakan untuk menentukan pekali penggabungan bagi transformasi skala berbeza kepada satu skala yang sama (Hardy, 2011; Lee & Lee, 2018). Secara ringkas, kaedah '*moment*' pula melibatkan prosedur '*mean/mean*' dan '*mean/sigma*' yang merujuk kepada matlamat yang sama tetapi mentransformasikan skala menggunakan nilai min dan sisihan piawai melalui pengiraan (Hardy, 2011).

Kepelbagaian kaedah ini memberi ruang kepada pembina bank item untuk mengkaji kaedah transformasi skala yang terbaik untuk penggabungan berasingan mengikut kesesuaian kajian pembinaan bank item yang dijalankan (Kolen & Brennan, 2014).

Keempat-empat isu praktikal berkaitan penggabungan ujian di atas merujuk kepada isu praktikal yang perlu dikaji dalam pembinaan bank item matematik ini iaitu; (a) Pemilihan item rujukan yang sesuai sebelum digabungkan; (b) penentuan kaedah terbaik untuk menentukan kestabilan item rujukan dalam penggabungan ujian secara berasingan; (c) pemilihan transformasi skala penggabungan melalui kaedah penyetaraan min atau kaedah *mean/sigma* sekiranya penganggaran berasingan dibuat; dan (d) perbandingan antara kaedah tentu ukuran berasingan atau serentak untuk menganggarkan parameter item. Kebanyakan kajian tentang pembinaan bank item tidak menceritakan dengan jelas isu-isu praktikal berkaitan perbandingan dalam penggabungan ujian (Choi, Victorson, Yount, Anton, & Cella, 2011; Kaseh, 2008). Isu-isu teknikal juga perlu diteliti dan ditangani berpandukan saranan dan kajian pengkaji terdahulu melalui langkah-langkah kawalan yang dibincangkan dalam bab 2 muka surat 64 dan 65. Kesemua prosedur penggabungan yang bersesuaian dengan tujuan kajian ini iaitu membina bank item Matematik Tingkatan 1 yang berkualiti adalah penting untuk dikaji. Langkah terbaik daripada perbandingan yang dikaji dapat dijadikan panduan untuk membina bank item di peringkat sekolah.



## **1.4 Tujuan dan Objektif Kajian**

Tujuan utama kajian ini adalah untuk membina bank item matematik melalui prosedur penggabungan ujian menggunakan Model Rasch. Bank item matematik yang dibina mengandungi item-item Matematik Tingkatan 1 dalam format aneka pilihan dan kredit separa. Selain itu, kajian ini juga bertujuan untuk menyelidik kesesuaian prosedur-prosedur penggabungan ujian untuk membina bank item matematik. Secara lebih spesifik, kajian pembinaan bank item matematik ini didasari oleh objektif-objektif berikut:

- 1.4.1 Menenal pasti item-item matematik yang sesuai untuk dipilih sebagai item rujukan di dalam penggabungan ujian.
- 1.4.2 Menenal pasti item-item matematik yang dibina adalah sesuai sebelum penggabungan ujian.
- 1.4.3 Membandingkan parameter kesukaran item matematik yang ditentu ukur menggunakan kaedah penggabungan berasingan dan kaedah penggabungan serentak.
- 1.4.4 Mengkaji ciri-ciri psikometrik item-item matematik yang telah digabungkan dalam bank item.
- 1.4.5 Membina profil item matematik berdasarkan parameter kesukaran item dan statistik item mengikut bidang pembelajaran, bab, standard kandungan dan standard pembelajaran.

## 1.5 Soalan Kajian

- 1.5.1 Sejauh manakah item-item rujukan matematik yang dipilih sesuai untuk dipilih sebagai item rujukan di dalam penggabungan ujian berdasarkan kriteria berikut:
- 1.5.1.1 Merujuk kepada standard pembelajaran berpandukan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik?
  - 1.5.1.2 Mematuhi andaian statistik keserasian data?
  - 1.5.1.3 Menepati nilai statistik *point-measure correlation* yang bersesuaian?
  - 1.5.1.4 Menunjukkan ukuran kesukaran item matematik yang pelbagai?
  - 1.5.1.3 Tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan di antara murid lelaki dan murid perempuan?
- 1.5.2 Sejauh manakah item-item matematik yang dibina sesuai untuk digabungkan berdasarkan kriteria-kriteria berikut menggunakan Model Rasch:
- 1.5.2.1 Mematuhi andaian statistik keserasian dan unidimensi?
  - 1.5.2.2 Menepati nilai statistik *point-measure correlation* yang bersesuaian?
- 1.5.3. Apakah terdapat perbezaan parameter kesukaran item matematik yang ditentu ukur menggunakan kaedah penggabungan berasingan dan kaedah penggabungan serentak?
- 1.5.3.1 Apakah kaedah yang sesuai untuk menentukan kestabilan item rujukan?
  - 1.5.3.2 Apakah terdapat perbezaan kestabilan item rujukan yang dipilih dalam menentukan pekali penggabungan menggunakan kaedah penyetaraan min dan kaedah 'mean/sigma' dalam penggabungan berasingan?

- 1.5.3.3 Apakah terdapat perbezaan parameter kesukaran item matematik di antara kaedah transformasi skala menggunakan kaedah penyetaraan min dan kaedah 'mean/sigma' dalam penggabungan berasingan?
- 1.5.3.4 Sejauh mana penggabungan berasingan lebih sesuai dalam menentu ukur parameter item matematik berbanding penggabungan serentak?
- 1.5.4 Sejauh manakah item-item matematik di dalam bank item yang telah digabungkan dan ditentu ukur menunjukkan kualiti yang baik dari segi:
- 1.5.4.1 Mematuhi andaian keserasian dan unidimensi dengan Model Rasch?
- 1.5.4.2 Menepati nilai statistik *point-measure correlation* yang bersesuaian?
- 1.5.4.3 Menunjukkan nilai kebolehppercayaan dan nilai pemisahan yang tinggi bagi item dan murid?
- 1.5.4.4 Menunjukkan kesahan konstruk yang tinggi?
- 1.5.5 Apakah profil item matematik berdasarkan parameter kesukaran item dan statistik item mengikut bidang pembelajaran, bab, standard kandungan dan standard pembelajaran matematik?

## **1.6 Kepentingan kajian**

Kajian yang dijalankan ini penting untuk membantu pembina bank item lain mengenalpasti prosedur dan langkah paling sesuai untuk dijadikan panduan dalam pembinaan bank item yang ditentu ukur. Melalui kajian ini seseorang pembina bank item boleh merancang pelan penggabungan dan reka bentuk pengumpulan data yang lebih praktikal bagi membina bank item yang baru. Pelan penggabungan dan reka bentuk item

rujukan kumpulan berbeza (CINEG) yang disarankan oleh Kolen dan Brennan (2014) dilihat sesuai untuk dilaksanakan kerana lebih memudahkan guru dan tidak membebankan murid. Seorang guru tidak perlu membina terlalu banyak item untuk menghasilkan bank item yang telah ditentu ukur dan murid juga tidak perlu menjawab banyak ujian untuk memberikan respon terhadap item-item tersebut. Pembina bank item juga boleh menentukan jenis sampel, populasi murid, ciri-ciri item rujukan yang baik dan bilangan item rujukan yang sesuai untuk membina bank item. Panduan pembinaan bank item matematik Tingkatan 1 ini bukan sahaja boleh digunakan untuk membina bank item matematik tingkatan lain malahan boleh juga dipraktikkan dalam membina bank item bagi mata pelajaran lain di sekolah.

Kajian pembinaan bank item matematik ini juga penting untuk membantu guru melaksanakan pentaksiran yang berterusan di sekolah. Penambahan bilangan item yang mengandungi pelbagai aras kesukaran dan hasil pembelajaran secara berterusan ke dalam bank item seperti yang disarankan oleh Arai dan Mayekawa (2011) menambahkan pilihan guru untuk merangka ujian yang lebih baik dalam pentaksiran. Maklumat profil item Matematik Tingkatan 1 yang dihasilkan dapat membantu guru membina ujian dengan lebih baik. Lebih mudah dan lebih banyak ujian matematik dapat dihasilkan oleh guru berpandukan kesukaran item matematik mengikut standard pembelajaran yang dikehendaki. Hal ini dapat membantu guru menjalankan pentaksiran untuk menilai kebolehan matematik murid dan keberkesanan pengajaran yang dilaksanakan. Pentaksiran menggunakan item-item matematik ini bukan sahaja boleh dijalankan melalui pensil dan kertas malahan penggunaan aplikasi komputer seperti *computer adaptive testing (CAT)* dan *google classroom* juga boleh mempelbagaikan lagi bentuk pentaksiran di sekolah.

Kajian ini turut penting untuk memaparkan sejauh mana kebolehan matematik murid bagi keseluruhan kandungan Matematik Tingkatan 1 digambarkan dalam satu skala yang sama melalui penggabungan ujian yang dijalankan. Maklumat ini penting untuk memberi maklumat kepada guru dan murid tentang bidang pembelajaran, bab dan standard kandungan yang mudah atau sukar dikuasai. Hal ini dapat membantu guru dalam merancang pengajaran di bilik darjah dan membantu murid memberi penekanan kepada bahagian yang sukar dikuasai oleh mereka. Maklumat item Matematik Tingkatan 1 merangkumi semua bab dan standard kandungan yang digambarkan dalam satu skala ini turut mampu memberikan bukti empirikal yang berguna kepada penggubal kurikulum yang telah menyusun Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik Tingkatan 1.

Secara teorinya, kajian ini juga penting untuk membuktikan penggunaan model Rasch daripada Teori Respons Item (IRT) mampu mencirikan item dengan baik melalui bank item matematik yang dihasilkan. Pemilihan model Rasch sebagai kaedah tentu ukuran dalam menganggarkan parameter item dipercayai sesuai untuk menghasilkan bank item yang baik. Meskipun analisis item dalam Teori Ujian Klasik (*Classical Test Theory*, CTT) merangkumi kesukaran item, kebolehpercayaan, diskriminasi item, dan perhubungan item mengikut skala yang telah diberikan kepadanya, fokus analisisnya biasanya adalah pada skala skor, sedangkan dalam teori pengukuran moden, IRT, penekanan adalah pada item itu sendiri (Franzen, 2011). Sorotan kajian mengakui bahawa model Rasch mampu menyediakan lebih banyak maklumat tentang kebolehan murid kerana ia memberi fokus kepada kesukaran item, bukan semata-mata bilangan item betul

yang dijawab oleh murid (Wright & Linacre, 1989), malahan mampu mengenalpasti ciri-ciri psikometrik item yang baik untuk bank item (Cupani, Cortez, & Rojas, 2017).

Kajian pembinaan bank item ini turut penting kepada pengkaji lain kerana melibatkan penerokaan dan perbandingan kaedah penggabungan yang telah sedia ada tetapi disesuaikan dengan reka bentuk penggabungan dan format pentaksiran yang dijalankan di Malaysia. Format ujian bercampur yang terdiri daripada item aneka pilihan dan item kredit separa dan reka bentuk penggabungan item rujukan kumpulan berbeza (CINEG) diaplikasikan dalam kajian ini. Penerokaan dalam kaedah penggabungan berasingan dan perbandingan tentang kaedah penggabungan berasingan dan serentak seperti yang disarankan oleh pengkaji terdahulu (Carlson, 2017; Kolen & Brennan, 2014; Lee & Lee, 2018) dilaksanakan dalam kajian ini. Penelitian yang dijalankan dalam kajian ini dalam menentukan kestabilan item rujukan dan kaedah transformasi skala yang digunakan dalam penggabungan berasingan untuk menyetarakan item pada skala yang sama serta pemilihan kaedah penggabungan terbaik berdasarkan data kajian merupakan antara bukti penting kepada pengkaji lain dalam menentukan kesesuaian penggabungan yang dijalankan bagi menghasilkan bank item pada satu skala yang sama.

### **1.7 Batasan Kajian**

Kajian pembinaan bank item ini hanya melibatkan penggabungan 10 set ujian matematik sahaja atas kekangan masa dan kewangan. Sejumlah 447 item terlibat dalam proses penggabungan ujian untuk membina bank item. Bilangan item boleh ditambah lagi melalui prosedur penggabungan ujian secara berterusan di masa hadapan. Item-item dalam kajian ini terdiri daripada item yang dibina oleh pengkaji dan guru-guru yang

berpengalaman. Walau bagaimanapun, kesemua item tidak dapat memenuhi keseluruhan standard pembelajaran dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik Tingkatan 1. Ini adalah kerana item-item yang terkandung dalam ujian yang digabungkan merupakan item daripada peperiksaan pertengahan dan akhir tahun yang tidak menguji keseluruhan standard pembelajaran murid. Namun begitu, pengkaji melihat bank item yang dibina dalam kajian ini boleh diperkembangkan lagi dari masa ke semasa sehingga mampu memenuhi standard pembelajaran matematik tingkatan satu keseluruhannya.

Kajian pembinaan bank item ini juga hanya melibatkan sampel di Pulau Pinang sahaja. Ini adalah kerana pembinaan bank item ini bertujuan untuk memudahkan guru-guru di sekolah-sekolah yang boleh saling berhubung untuk menghasilkan bank item yang boleh digunakan bersama dalam menjalankan pentaksiran di sekolah masing-masing. Selain daripada itu, penglibatan sampel daripada sekolah-sekolah berhampiran dapat menjimatkan kos dalam menghasilkan bank item ini. Kerjasama dalam kalangan sekolah-sekolah berhampiran dapat menghasilkan bank item yang berskala lebih besar dan mampu memberikan faedah kepada semua sekolah terlibat.

Selain daripada itu, kajian pembinaan bank item yang dijalankan ini hanya akan menggunakan model satu parameter sahaja iaitu Model Rasch daripada Teori Respon Item (IRT) untuk menganggarkan kesukaran item. Analisis menggunakan Model Rasch hanya menumpukan maklumat kepada satu parameter sahaja iaitu kebolehan murid bagi menganggarkan kesukaran item. Justeru itu penganggaran yang dibuat agak terhad kepada ciri-ciri kesukaran item sahaja. Pemilihan Model Rasch dibuat kerana model ini tidak memerlukan jumlah sampel yang terlalu ramai berbanding dengan model IRT lain. Jumlah

murid dalam suatu tingkatan biasanya dalam lingkungan 100 ke 150 orang menjadikan model ini adalah lebih sesuai untuk digunakan di peringkat sekolah.

## **1.8 Definisi Istilah dan Definisi Operasi Kajian**

Dalam kajian ini, beberapa istilah dan operasi akan digunakan dengan meluas. Bagi membantu memahami kandungan tesis dengan lebih baik, berikut dihuraikan definisi istilah dan operasi yang berkaitan dalam kajian:

### **1.8.1 Tentu ukuran**

Menurut Crocker dan Algina (1986) tentu ukuran merupakan proses penganggaran parameter item secara keseluruhan meskipun terdapat item yang tidak dijawab oleh setiap murid. Sebagai contoh, apabila ujian berbeza ditadbir kepada murid berbeza, semua parameter item dapat dianggarkan pada satu skala yang sama. Meskipun begitu, setiap ujian berbeza tersebut perlu dihubungkan dengan item rujukan yang sama. Dalam kata lain, tentu ukuran item berfungsi untuk menghimpunkan item-item pada satu skala yang sama. Linacre (2001) pula mendefinisikan tentu ukuran sebagai proses menganggaran parameter kesukaran item seterusnya meletakkan parameter kesukaran item dan parameter kebolehan pada satu skala pengukuran. Bond dan Fox (2015) pula mentakrifkan tentu ukuran dalam Model Rasch sebagai proses menukarkan skor item-item ujian kepada skor ukuran (*measure score*) dan meletakkan kedua-dua parameter kesukaran item dan kebolehan murid di atas satu skala pengukuran yang sama. Dalam tentu ukuran, penganggaran parameter kesukaran item dan kebolehan murid ini dibuat menggunakan logaritma asli atau *ln* dalam unit *logits*.