INTERNATIONAL JOURNAL OF
EDUCATION, PSYCHOLOGY
AND COUNSELLING
(IJEPC)www.ijepec.comPEMBANGUNAN UJIAN KEMAHIRAN BERFIKIR ALGEBRA
DALAM PENYELESAIAN MASALAH BAGI PERSAMAAN
LINEAR TINGKATAN SATUDEVELOPMENT OF ALGEBRAIC THINKING SKILL TEST IN PROBLEM
SOLVING OF FORM ONE LINEAR EQUATIONJanet Jahudin¹, Siew Nyet Moi^{2*}¹ Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah
Email: janetjahudin@gmail.com² Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah
Email: sopiah@ums.edu.my

* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 05.03.2023

Revised date: 25.03.2023

Accepted date: 15.04.2023

Published date: 01.06.2023

To cite this document:

Jahudin, J., & Siew, N. M. (2023).
Pembangunan Ujian Kemahiran
Berfikir Algebra Dalam Penyelesaian
Masalah Bagi Persamaan Linear
Tingkatan Satu. *International Journal
of Education, Psychology and
Counseling*, 8 (50), 47-67.

DOI: 10.35631/IJEPC.850004

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Abstrak:

Instrumen Ujian Kemahiran Berfikir Algebra (UKBA) dibina bertujuan untuk mengukur kemahiran berfikir algebra dalam penyelesaian masalah yang melibatkan topik persamaan linear. Kajian ini bertujuan menentukan kualiti instrumen UKBA melalui analisis kesahan dan kebolehpercayaan melalui Model Pengukuran Rasch. UKBA adalah rangkuman soalan respon terhadap yang terdiri daripada sembilan item dengan tiga pecahan konstruk kemahiran berfikir algebra iaitu: Generalisasi Aritmetik (KGA), Fungsi (KF) dan Pemodelan (KM). Sampel terdiri daripada 120 orang pelajar tingkatan satu yang berusia 12 hingga 13 tahun dari sebuah sekolah luar bandar daerah Tuaran, Sabah. Hasil analisis kesahan mendapati polariti item melalui nilai PTMEA-Corr menunjukkan bahawa kesemua 9 item berada >0.00 (+). Melalui analisis kesesuaian item, semua item masih dikekalkan kerana memenuhi syarat dalam salah satu julat outfit MNSQ, Outfit ZSTD dan PTMEACorr. Dalam analisis komponen utama (PCA), nilai *Raw Variance Explained by Measures* 61.1% (Cemerlang) dan nilai *Unexplained variance* dalam kontras pertama di bawah 15% menunjukkan bahawa instrumen mempunyai keekadimensian yang kuat dan mempunyai kesahan konstruk yang tinggi. Kebolehpercayaan Cronbach Alpha (KR-20) menunjukkan nilai 0.90 (sangat tinggi), kebolehpercayaan item 0.98 (cemerlang) dan responden 0.86 (baik) dengan nilai pengasingan item 6.29 dan responden 2.45. Kesimpulannya, UKBA mempunyai kesahan yang baik dan kebolehpercayaan yang tinggi dalam mengukur kemahiran berfikir algebra dalam kalangan pelajar tingkatan satu di sekolah menengah.

Kata Kunci:

Kemahiran Berfikir Algebra, Penyelesaian Masalah, Persamaan Linear.

Abstract:

The Algebraic Thinking Test (ATT) Instrument was developed to measure algebraic thinking skills in solving problems involving the topic of linear equations. This study meant to determine the quality of ATT instruments through the validity and reliability analysis using the Rasch Measurement Model. ATT comprises of nine closed ended questions with three constructs of algebraic thinking namely: Generalized Arithmetic (GA), Functions (F) and Modeling (M). The sample consisted of 120 students aged 12 to 13 years from one rural area school in Tuaran district, Sabah. Validity analysis found that the polarity of the items through the PTMEA-Corr value indicated that all ten items were >0.00 (+). Through item suitability analysis, all items are still retained as they meet the requirements in the range of one of the MNSQ, Outfit ZSTD and PTMEA-Corr outfit. In the Principal Components Analysis (PCA), the Raw Variance Explained by Measures was found 61.1% (excellent) and the Unexplained variance value in the first contrast below 15% indicate that the instrument has a strong dimensionality and has high construct validity. The reliability of Cronbach Alpha (KR-20) demonstrated a value of 0.90 (very high), item reliability of 0.98 (excellent) and respondent 0.86 (good) with an isolation value of item 6.29 and respondent 2.45. In conclusion, ATT has good validity and high reliability in measuring algebraic thinking skills among form one students in secondary schools.

Keywords:

Algebraic Thinking Skills, Linear Equations, Problem Solving

Pengenalan

Kemahiran berfikir merupakan salah satu kebolehan manusia yang unik. Nickerson (1985) mendefinisikan kemahiran berfikir sebagai suatu operasi mental yang digunakan oleh seseorang individu untuk menyelesaikan masalah. Mengikut Beyer (1991), kemahiran berfikir adalah berasaskan kepada kebolehan manusia dalam membentuk konsep, memberi sebab, atau membuat keputusan. Salah satu aspek kemahiran berfikir dalam PdP Matematik yang diberi perhatian ialah kemahiran berfikir algebra. Sejak berkurun lamanya kemahiran berfikir algebra telah menjadi tunjang utama dalam pendidikan matematik (Rittle-Johnson *et al.*, 2011; Carraher & Schliemann, 2007; Jacobs *et al.*, 2007; Blanton & Kaput, 2005). Menurut Ibrahim & Othman (2010), algebra merupakan suatu komponen yang harus didedahkan kepada pelajar sejak dari awal pembelajaran lagi kerana algebra mampu menyediakan jalan untuk berfikir dalam sesuatu situasi. Hal yang sama turut diutarakan oleh Carraher dan Schliemann (2007); Katz (2007); NCTM (2000) yang menyatakan bahawa algebra yang melibatkan penaakulan seharusnya mula diterapkan dalam kurikulum sekolah rendah sebagai persediaan pelajar dalam mempelajari algebra di peringkat sekolah menengah.

Namun demikian penguasaan konsep algebra oleh pelajar menengah rendah di Malaysia masih berada dalam tahap penandaarasan yang lemah berdasarkan hasil dapatan Trends in International Mathematics and Science Study (Mullis, 2019). Malaysia hanya mampu menduduki tangga ke 29 daripada 42 negara yang menyertai malahan dapatan pencapaian

TIMSS juga menunjukkan hanya 5% pelajar boleh mengaplikasi, membuat penaaakulan dan generalisasi dalam soalan yang melibatkan penyelesaian masalah algebra. Dapatan yang sama juga dilaporkan oleh Finland, Sweden dan Afrika Selatan (Viirman, Attorps & Tossavainen, 2011) yang mendapati bahawa rata-rata pelajar mempunyai kesukaran yang sama dalam penguasaan konsep algebra khususnya konsep kesamaan dan fungsi. Dapatan daripada Bishop dan Stump, (2000); Jacobs *et al.*, (2007); dan Stephens (2008) menyatakan bahawa situasi di mana pelajar tidak memahami ciri algebra merupakan salah satu faktor yang menyebabkan pelajar lemah dalam algebra. Kesukaran pelajar dalam topik algebra berlaku disebabkan oleh kurangnya pengenalan formal mengenai algebra kepada pelajar sekolah rendah sebelum mereka melangkah ke alam persekolahan sekolah menengah (Kaput et al., 2008). Seperti terkandung dalam KSSR, dapat dilihat bahawa penekanan terhadap kemahiran aritmetik adalah lebih tinggi berbanding algebra.

Secara tradisinya, pembelajaran algebra pada dasarnya tertumpu kepada manipulasi simbol yang mewakili pemboleh ubah dan menjalankan proses aritmetik untuk mendapatkan nilai bagi pemboleh ubah tersebut tanpa mengetahui mengapa mereka melakukan hal sedemikian. Malahan rata – rata pembelajaran algebra juga selalunya tidak dikaitkan dengan dunia sebenar (Van Amerom, 2002) dan menyebabkan ramai pelajar melihat algebra sebagai konsep abstrak dan seterusnya gagal memahaminya. Tumpuan guru yang sebelum ini hanya melatih pelajar untuk mendapatkan jawapan kepada semua kemungkinan soalan yang akan keluar dalam peperiksaan secara penghafalan berdasarkan rumus tanpa memahami konsep dan sebab digantikan dengan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) bagi meningkatkan kemahiran konsep pelajar serta kemahiran menyelesaikan masalah, kefahaman dan aplikasi (Smith, 2014). Masalah ini timbul kerana kurang instrumen dibangunkan untuk dijadikan panduan kepada guru dalam pentaksiran kemahiran berfikir algebra pelajar.

Rentetan daripada keperluan kemahiran berfikir algebra dalam pembelajaran, terdapat peningkatan yang ketara terhadap kajian kemahiran berfikir algebra pada tahun 2019 (Sibgatullin *et al.*, 2022). Sungguhpun pemikiran algebra sudah lama menjadi perhatian para penyelidik, namun pembangunan instrumen yang mengukur tahap kemahiran berfikir algebra yang diintegrasikan dengan kurikulum Malaysia belum lagi meluas. Instrumen yang pernah dibangunkan sebelum ini hanya melibatkan ujian diagnostik yang melibatkan generalisasi, fungsi dan pemodelan (Ralston, 2013) namun bukan secara spesifik dalam penyelesaian masalah algebra. Oleh itu, pengkaji membangunkan instrumen ini dan mengukur kesahan dan kebolehpercayaan bagi memastikan instrumen ini boleh digunakan di lapangan sebenar dan panduan kepada para pengkaji yang ingin mengkaji tentang kemahiran berfikir algebra pelajar di sekolah menengah khususnya.

Sorotan Literatur

Kemahiran Berfikir Algebra

Algebra merupakan satu bidang matematik yang menggunakan simbol-simbol, huruf atau pemboleh ubah sebagai perwakilan kepada nilai dan kuantiti (Sianturi & Yang, 2021). Pembelajaran algebra juga merupakan komponen utama matematik yang meluas digunakan dalam disiplin matematik lain seperti aritmetik, geometri, statistik, dan kalkulus (Saundarajan *et al.*, 2020). Namun demikian, pendedahan topik algebra yang bermula secara formal pada peringkat menengah rendah di kebanyakan negara, kerap menimbulkan perasaan bimbang dan

tidak minat dalam kalangan pelajar (Lim & Lau, 2015). Situasi ini membawa kepada salah satu faktor penghalang kepada kemahiran berfikir algebra dalam kalangan pelajar. Pemikiran algebra pula didefinisikan sebagai satu proses dalam pembelajaran matematik yang membantu pelajar untuk membuat generalisasi idea matematik daripada contoh kepada penulisan, penghujahan dan pernyataan (Hadi & Faradillah, 2019). Kajian tentang kemahiran berfikir algebra telah mula mendapat perhatian sejak konsep ini diperkenalkan oleh Kaput *et al.*, (2008). Kaput telah mengklasifikasikan kemahiran berfikir algebra kepada tiga komponen utama yang merangkumi generalisasi aritmetik umum, fungsi dan pemodelan. Ralston (2013) telah mengadaptasi kajian Kaput *et al.*, (2008) dan telah menjelaskan dimensi yang berkaitan tiga konstruk kemahiran berfikir algebra. Menurut Ralston, konstruk generalisasi aritmetik melibatkan manipulasi pengiraan nombor secara efisien dan juga generalisasi. Manakala konstruk kemahiran berfikir fungsi pula melibatkan corak nombor dan kemahiran berfikir algebra pemodelan pula melibatkan penyelesaian nombor terbuka, memahami kesamaan dan pengiraan melibatkan pemboleh ubah.

Generalisasi Aritmetik

Kaput *et al.*, (2008) telah menyatakan bahawa generalisasi aritmetik umum merupakan salah satu cabang pembelajaran yang melibatkan struktur dan sistem berkaitan hukum pengiraan dan juga relational. Fujii dan Stephens (2001) telah mencadangkan bahawa pelajar seharusnya didedahkan dengan generalisasi aritmetik umum sebagai salah satu usaha peralihan daripada aritmetik kepada kemahiran berfikir algebra. Perkembangan pemikiran algebra telah diterangkan dalam beberapa kajian literatur sebagai satu proses yang membawa kepada pengenalanpastian dan perwakilan struktur dalam ungkapan matematik (Mason, 1989; Sfard & Linchevski, 1994). Proses ini dikaitkan dengan keupayaan kognitif individu untuk mengekstrak dan mewujudkan generalisasi dan menggunakan bentuk perwakilan yang sesuai untuk mewakili generalisasi (Carraher & Schliemann, 2007). Hal ini merupakan asas kepada pembentukan kemahiran berfikir algebra yang bermula dari asas aritmetik (Carpenter *et al.*, 2003; Jacobs *et al.*, 2007).

Fungsi

Blanton dan Kaput (2005) dalam kajiannya telah mendapati bahawa kanak-kanak seawal sekolah rendah boleh mengembangkan dan menggunakan pelbagai perwakilan untuk menaakul tentang fungsi. Kanak-kanak boleh menerangkan dalam perkataan dan simbol bagi hubungan rekursif, kovariasi, dan kesepadanan dalam data, serta menunjukkan keupayaan dalam menggunakan bahasa simbolik untuk memodelkan dan menyelesaikan persamaan dengan kuantiti yang tidak diketahui. Dapatan Blanton juga disokong dalam kajian oleh Carraher *et al.*, (2007), Blanton dan Kaput (2005), Moss dan London McNab (2011), Carraher dan Schliemann (2007), dan Carraher *et al.*, (2007). Lins dan Kaput (2004) dalam kajiannya dengan murid tahun lima, mendapati kemahiran berfikir algebra fungsi boleh dipupuk melalui perancangan. Penggunaan jadual, graf, gambar, perkataan dan simbol secara beransur-ansur kepada bentuk yang lebih kompleks dilihat bertindak sebagai acuan kepada pemikiran pelajar agar mereka berupaya memahami data dan mentafsirkan hubungan fungsi.

Pemodelan

Ralston (2013) menyatakan bahawa kemahiran berfikir algebra pemodelan merupakan gabungan antara penyelesaian nombor terbuka, memahami kesamaan dan pengiraan melibatkan pemboleh ubah. Menyelesaikan suatu ayat nombor terbuka merupakan sesuatu

yang sudah biasa dicerapkan dalam pembelajaran matematik sejak diawal persekolahan Aktiviti yang memerlukan pelajar untuk mencari nilai pada tempat kosong merupakan pendedahan secara tidak langsung kepada pelajar mengenai pemboleh ubah yang tidak diketahui nilainya dan merupakan platform kepada pelajar untuk menguasai ciri dan hubungan antara operasi aritmetik (Carraher & Schliemann, 2007). Kesamaan merupakan antara elemen yang sangat ditekankan oleh ramai pengkaji dalam membudayakan kemahiran berfikir algebra dalam kalangan pelajar (Ralston, 2013; Rittle-Johnson & Alibali, 1999). Kesamaan ataupun simbol “sama dengan” membawa tiga maksud yang tersendiri iaitu a) membawa pengertian bahawa kedua-dua kuantiti adalah sama, b) membawa maksud kepada simbol perhubungan dan c) memberikan idea mengenai terdapat dua sisi bagi suatu persamaan (Rittle-Johnson & Alibali, 1999, p.177). Kajian tentang pemikiran pelajar terhadap pemboleh ubah juga telah menunjukkan bahawa ramai pelajar mempunyai penguasaan pemahaman konsep yang lemah terutamanya berkenaan dengan penggunaan literal simbol dalam algebra (Küchemann, 1978; Usiskin, 1988).

Penyelesaian Masalah Algebra

Penekanan terhadap penyelesaian masalah yang melibatkan algebra adalah penting kerana penyelesaian masalah algebra melibatkan situasi dunia sebenar pelajar dan turut membantu pelajar untuk membina makna dalam kehidupan sebenar (Kim dan Chang, 2010; NCTM, 2000). Namun demikian pelajar masih memerlukan bimbingan dalam penyelesaian masalah algebra (Capraro & Joffrion, 2006). Penyelesaian masalah algebra kebiasaannya kurang digemari oleh pelajar kerana sifat algebra yang terlalu abstrak bagi pelajar (Baysal & Sevinc, 2021). Hal ini menyebabkan pelajar bukan sahaja mempunyai kesukaran dalam menyelesaikan masalah algebra tetapi juga menunjukkan ketidakupayaan dalam pengecaman bacaan dari pernyataan masalah seperti mengenalpasti pemboleh ubah, menyatakan hubungan yang diketahui dan tidak diketahui, menyatakan kefahaman dan kemudian menterjemahkan masalah algebra dalam bentuk ungkapan atau persamaan, justeru menyebabkan pelajar cenderung dalam melakukan kesilapan (Clements, 1980; Egodawatte, 2011; Nathan & Koedinger, 2000).

Kesimpulannya, pelbagai instrumen telah dibangunkan untuk mengukur tahap algebra mengikut keperluan dan bidang masing-masing. Namun begitu, instrumen pengukuran kemahiran berfikir algebra bagi konstruk generalisasi aritmetik umum, fungsi dan pemodelan melalui penyelesaian masalah tidak banyak dibangunkan. Ralston *et al.*, (2018) dalam kajiannya telah membina satu instrumen untuk mengukur tahap algebra pelajar sekolah rendah. Instrumen ini mengandungi 25 soalan subjektif yang merangkumi 8 komponen kemahiran algebra yang meliputi asas kefahaman dan aplikasi. Kajian yang melibatkan 1745 orang pelajar ini menunjukkan nilai kebolehpercayaan kurang dari 0.80. Namun kesemua item memenuhi julat *Infit Mean Square* dan *Outfit Mean Square*. Justeru, bagi mengukur tahap kemahiran berfikir algebra pelajar sekolah menengah, khasnya yang melibatkan soalan penyelesaian masalah yang merangkumi tahap aplikasi, analisi dan menilai, satu instrumen dibangunkan dalam kajian ini dan seterusnya diuji dari aspek kesahan dan kebolehpercayaan.

Model Pengukuran Rasch

Bagi mengukur kesahan dan kebolehpercayaan dalam item instrumen UKBA, Model Pengukuran Rasch (MPR) telah digunakan. Model Pengukuran Rasch merupakan penyelesaian efektif dalam penyediaan kesahan dan kebolehpercayaan instrumen yang tinggi melalui penghasilan statistik yang mendalam (Bond & Fox, 2015). MPR menganalisis keupayaan

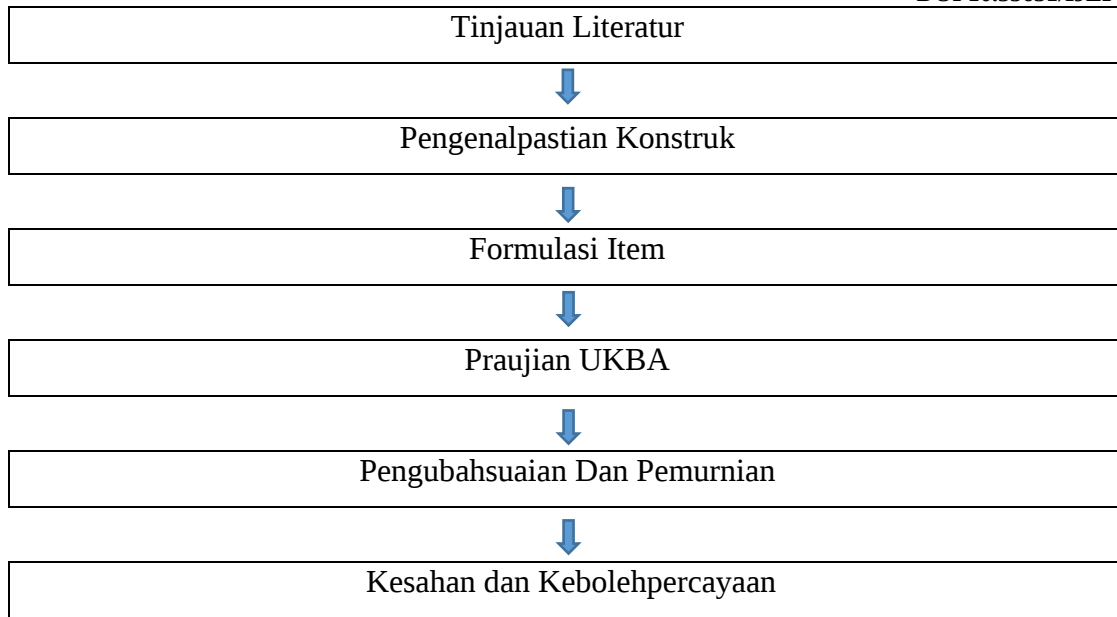
setiap responden yang menjawab instrumen dan mengukur kesukaran bagi setiap item dalam instrumen (Wolins *et al.*, 1982). Selain itu, MPR mampu mengukur sifat terpendam (*latent trait*) seperti pemikiran dan perasaan manusia (Azrilah *et al.*, 2015). MPR yang dibangunkan berdasarkan Teori Respons Item ini adalah antara model statistik yang mencukupi kerana dapat mengukur kesukaran item dan keupayaan individu yang diuji pada masa yang sama (Deane *et al.*, 2016). Rentetan daripada itu, MPR dapat mengenal pasti kesahan dan kebolehpercayaan item dan responden. Tambahan lagi, analisis Rasch dapat digunakan untuk menjalankan kesahan konstruk dari aspek polariti item, kesesuaian item dan responden serta keekadimensian.

Sungguhpun analisis Rasch mungkin memerlukan proses yang lebih lama daripada analisis tradisional, analisis Rasch mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kekuatan dan kelemahan instrumen (Boone & Scantlebury, 2006). Bond dan Fox (2007) menegaskan bahawa MPR adalah penyelesaian yang berkesan dalam membangunkan instrumen yang sangat sah dan boleh dipercayai melalui analisis statistik. Bersandarkan kekuatan-kekuatan yang dinyatakan ini, pengkaji menggunakan analisis Rasch untuk menganalisis kesahan dan kebolehpercayaan instrumen UKBA.

Metod Kajian

Reka bentuk

Kajian ini menggunakan reka bentuk penyelidikan deskriptif. Reka bentuk penyelidikan deskriptif memberi tumpuan kepada menilai kesahan dan kebolehpercayaan instrumen UKBA. Pembangunan UKBA melibatkan proses empat langkah, iaitu pengenalpastian konstruk, formulasi item, praujian UKBA, dan ujian kesahan dan kebolehpercayaan. Sebelum pembinaan item, kajian literatur dijalankan untuk mendapatkan gambaran keseluruhan mengenai konstruk pemikiran algebra dan objektif kurikulum kebangsaan. Ini diikuti dengan perbandingan objektif pembelajaran Matematik dalam penyelesaian masalah, serta hasil TIMSS dan PISA dalam algebra. Praujian item dijalankan dari 10 hingga 24 Ogos 2022 untuk memeriksa kejelasan soalan dan arahan, setelah itu pengubahsuaian dan pemurnian kemudian dilaksanakan. Ujian kesahan dan kebolehpercayaan dijalankan pada 5 Oktober 2022. Rajah 1 menunjukkan prosedur kajian.



Rajah 1: Prosedur Kajian

Subjek Kajian

Kajian ini dijalankan secara tinjauan ke atas 120 orang pelajar Tingkatan Satu yang dipilih secara rawak dari sebuah sekolah menengah di daerah Tuaran, Sabah. Para pelajar adalah dalam lingkungan umur 12 hingga 13 tahun.

Instrumentasi

Ujian Kemahiran Berfikir Algebra (UKBA) merangkumi sembilan soalan subjektif respon terhad. Respon terhad bermaksud pelajar seharusnya memberi jawapan yang mutlak namun pelajar boleh memberikan variasi terhadap cara untuk mendapatkan jawapan yang memerlukan pelajar untuk menjawab soalan penyelesaian masalah algebra. Menurut Tofade *et al.*, (2013), soalan subjektif merupakan pusat pembelajaran yang paling utama berbanding mendapatkan jawapan yang betul. Tambahan lagi, soalan subjektif merupakan kaedah pengajaran yang mengalakkan pelajar untuk berfikir secara kritikal dan pemikiran aras tinggi. Butiran format UKBA adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1 : Butiran format UKBA

Format Ujian	Ciri-Ciri
Kemahiran yang diuji	Penyelesaian masalah algebra berdasarkan konstruk Kemahiran Berfikir Algebra
Jangka masa ujian	1 jam 15 minit
Bilangan item	9
Penggunaan Bahasa	Bahasa Melayu / Bahasa Inggeris
Jumlah Markah Terkumpul	45
Jumlah Markah Penuh (%)	100
Bentuk item	Item subjektif respons terhad
Konstruk Aras kognitif	- Mengaplikasi - Menganalisis - Menilai

Item UKBA dibangunkan bersandarkan kandungan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) dan juga Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik Tingkatan 1 di bawah bidang Perkaitan dan Algebra (Curriculum Development Division, 2017: 53 – 56). Bersandarkan kepada DSKP dan perbincangan serta bimbingan daripada Jurulatih Utama KSSM Matematik dan seorang Ketua Bidang Matematik, pengkaji telah membina JSU matematik Tingkatan Satu bagi satu topik yang terlibat seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Setiap item yang dibangunkan merangkumi tiga konstruk kemahiran berfikir algebra iaitu generalisasi aritmetik, fungsi dan pemodelan. Penentuan konstruk bagi setiap kemahiran berfikir algebra adalah berdasarkan Jadual 3, contoh soalan berdasarkan konstruk juga ditunjukkan dalam jadual yang sama. Item UKBA membawa skor minimum 0 dan skor maksimum enam. Setiap skor ditentukan berdasarkan aras jawapan pelajar iaitu dari 0 hingga 6 markah bagi setiap item.

Jadual 2: Jadual Spesifikasi Ujian Kemahiran Berfikir Algebra

Item	Standard Kandungan			Standard Pembelajaran				Standard Prestasi			Aras Kesukaran		
	6.1	6.2	6.3	6.1.2	6.1.3	6.2.2	6.32	KGA	KF	KM	R	S	T
1	/			/	/			/	/	/	/		
2		/				/	/	/	/	/		/	
3		/				/	/	/	/	/		/	
4	/			/	/			/	/	/	/		
5	/			/	/			/	/	/	/		
6	/			/	/			/	/	/		/	
7	/			/	/			/	/	/	/		
8		/				/	/	/	/	/			/
9		/				/	/	/	/	/			/
Jumlah											4	3	2

Jadual 3: Contoh Soalan dan Jadual Panduan Penentuan Konstruk UKBA

Konstruk	Definisi Konstruk	Keupayaan
Kemahiran Generalisasi Aritmetik (KGA)	1. Menggunakan hukum aritmetik dan berupaya memanipulasikan nombor secara efisien. 2. Membuat generalisasi aritmetik.	Pelajar boleh menunjukkan kefahaman bahawa nombor ganjil mempunyai turutan tambah dua dari nombor ganjil sebelumnya.
Kemahiran Fungsi (KF)	1. Menyatakan hubungan antara dua atau lebih pemboleh ubah dalam bentuk kuantiti. 2. Menyatakan hubungan antara dua atau lebih pemboleh ubah dalam bentuk corak nombor.	Pelajar boleh menyatakan turutan nombor ganjil dalam bentuk corak nombor melibatkan pemboleh ubah $x, x + 2, (x + 2) + 2$.
Kemahiran Pemodelan (KM)	1. Menggunakan pemboleh ubah terutama dalam penyelesaian masalah.	Pelajar boleh menunjukkan persamaan linear

	2.Memahami simbol “sama dengan” bermaksud kesamaan.	$x + x + 2 + x + 2 + 2 = 237$
Contoh Soalan dalam UKBA	Hasil tambah bagi tiga nombor ganjil berturut-turut ialah 237. Apakah nombor itu?	

Prosedur untuk Menganalisis Data

Dapatan kajian dianalisis bagi menentukan kebolehpercayaan dan kesahan kandungan. Kesahan kandungan menunjukkan sejauh mana item cukup mewakili kandungan sifat yang ingin diukur oleh pengkaji (Creswell & Creswell, 2017). Kline (2005) menyatakan bahawa semakan pakar adalah perlu bagi memastikan ketepatan konstruk serta kejelasan isi kandungannya. Bagi menentukan nilai persetujuan kesahan kandungan, pengkaji menggunakan Indeks Kesahan Kandungan (*Content Validation Index*, CVI). CVI memberikan purata penilaian skor bagi semua item yang dinilai oleh pakar. Davis (1992) menyatakan bahawa nilai CVI yang diterima bagi instrumen yang baharu dibangunkan ialah ≥ 0.80 . Kajian ini menggunakan ketetapan yang dicadangkan oleh Davis (1992) iaitu dengan nilai 0.80 bagi instrumen baharu. Analisis CVI berdasarkan Polit dan Beck (2006) adalah seperti di bawah.

$$\text{Indeks Kesahan Kandungan (CVI)} = \frac{\text{Jumlah skor yang dipersetujui pakar}}{\text{Jumlah Skor Penuh}}$$

Bagi aspek kesahan konstruk dan kebolehpercayaan item, perisian WINSTEPS versi 3.73 digunakan. Hal ini bagi memastikan jaminan kualiti instrumen dan ketepatan data yang diperoleh oleh pengkaji sebelum digunakan dalam konteks kajian sebenar.

Pertamanya, kesesuaian responden dilakukan berdasarkan nilai ‘MEASURE’, *Outfit* MNSQ, dan *Outfit* ZSTD (Edwards & Alcock, 2010). Nevin et al. (2015) menegaskan bahawa sekiranya nilai *Outfit* ZSTD melebihi 2.0 dan nilai MEASURE adalah tinggi, wujud kebarangkalian bahawa pelajar yang cemerlang tidak menjawab dengan berhati-hati item yang rendah arasnya. Jika nilai *Outfit* ZSTD melebihi 2.0 tetapi nilai MEASURE pula rendah, berkemungkinan bahawa pelajar yang berkeupayaan rendah dapat menjawab item yang ‘susah’ dengan betul. Oleh itu, responden yang tidak sesuai akan disingkirkan bagi meningkatkan kesahan instrumen (Lamoureux et al., 2008).

Seterusnya, analisis nilai PTMEA-CORR dilakukan untuk menentukan kesesuaian item dengan mengenal pasti polariti. Nilai PTMEACORR yang positif menunjukkan bahawa item dapat mengukur dengan baik apa yang ingin diukur dan sebaliknya jika nilainya adalah negatif. Kesesuaian item pula dianalisis dengan merujuk kepada nilai *Outfit* MNSQ, *Outfit* ZSTD dan PTMEA-CORR (Bond & Fox, 2007; Boone et al., 2014; Leita & Waugh, 2012). Nilai kesesuaian item ini menunjukkan sama ada item tersebut dapat menjalankan pengukuran yang sepatutnya (Sumintono & Widhiarso, 2015). Item yang tidak berada dalam lingkungan julat Indeks Kesesuaian Item (Jadual 4) perlu diubah suai atau digugurkan agar nilai kesesuaian item dapat ditingkatkan (Sumintono & Widhiarso, 2015).

Jadual 4: Indeks Kesesuaian Item

Statistik	Indeks
Nilai Outfit Means Square (MNSQ)	0.50 – 1.50
Nilai Outfits Z-Standard (ZSTD)	-2.00 – 2.00
Nilai Point Measure Correlation (PTMEA CORR)	0.40 – 0.85

Sumber: Boone et al. (2014)

Pengkaji turut menilai keekadimensionian instrumen untuk memastikan instrumen benar-benar dapat mengukur kemahiran berfikir algebra (Shea *et al.*, 2009; Sumintono & Widhiarso, 2015). Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*, PCA) menyediakan kriteria keekadimensionian berdasarkan ‘*raw variance explained by measures*’ (Sumintono & Widhiarso, 2015). Nilai ‘*raw variance explained by measures*’ yang diterima perlu melebihi 20%, baik jika melebihi 40% dan cemerlang jika melebihi 60%. Sementara itu, nilai bagi ‘*unexplained variance in first contrast*’ tidak boleh melebihi 15%.

Jadual 5: Keekadimensionian berdasarkan Raw Variance Explained by Measures

Nilai	Tafsiran
≥ 20%	Diterima
≥ 40%	Baik
≥ 60%	Tinggi

Sumber: Sumintono dan Widhiarso (2015)

Dari aspek kebolehpercayaan pula, pengkaji merujuk kepada Sumintono dan Widhiarso (2015) bagi nilai Alpha Cronbach (KR-20), indeks kebolehpercayaan item dan responden serta pengasingan item dan responden (Jadual 6).

Jadual 6: Kebolehpercayaan dalam Analisis Rasch

Statistik	Indeks	Tafsiran
Alpha Cronbach (KR-20)	<0.5	Rendah
	<0.6	Sederhana
	0.6 – 0.7	Baik
	0.7 – 0.8	Tinggi
	0.9 – 1.0	Sangat Tinggi
Kebolehpercayaan Item dan Responden	<0.67	Rendah
	0.67 – 0.80	Mencukupi
	0.81 – 0.90	Baik
	0.91 – 0.94	Sangat Baik
	>0.94	Cemerlang
Pemisahan Item dan Responden	> 3.0	Nilai pengasingan yang tinggi menunjukkan agihan yang baik antara item dan respondenserta menjelaskan pecahan kumpulan item dan responden dalam instrumen

Sumber: Sumintono dan Widhiarso (2015)

Hasil Kajian

Kesahan Kandungan Instrumen UKBA

Proses kesahan kandungan dijalankan dengan bantuan empat orang panel pakar dalam bidang Pendidikan Matematik bagi meningkatkan kesahan kandungan item-item instrumen UKBA. Pengkaji menggunakan borang penilaian item yang diadaptasi daripada Lembaga Peperiksaan Malaysia. Panel menilai item UKBA dari aspek kesesuaian konstruk kemahiran berfikir algebra, kejelasan bahasa dan kerelevanan item. Komen daripada pakar dicatatkan dan diambil perhatian untuk proses penambahbaikan item instrumen UKBA. Jadual 7 menunjukkan senarai panel kesahan kandungan yang terlibat.

Jadual 7: Panel Kesahan Kandungan Ujian Kemahiran Berfikir Algebra (UKBA)

Pakar	Wakil	Jawatan	Kepakaran
Pakar A	Universiti Awam	Profesor Madya	Pengukuran dan Penilaian Pendidikan Matematik
Pakar B	Universiti Awam	Pensyarah Akademik (PhD)	Pendidikan Matematik, Statistik
Pakar C	Institut Pendidikan Guru	Pensyarah (PhD)	Pendidikan Matematik
Pakar D	Institut Pendidikan Guru	Pensyarah JU KSSM Matematik, JU Pedagogi Matematik, Penggubal Peperiksaan Matematik	KBAT Matematik, Kurikulum Matematik, Literasi Digital dan Pentaksiran Matematik

Berdasarkan Jadual 8, nilai Indeks kesahan kandungan yang diperoleh selepas melalui kesahan pakar adalah 0.94. Nilai CVI ini menepati syarat ≥ 0.80 seperti yang ditetapkan oleh Davis (1992) bagi instrumen baharu. Indeks CVI 0.94 menunjukkan bahawa kesahan kandungan instrumen UKBA menurut panel pakar adalah sangat tinggi dan boleh diterima.

Jadual 8: Keputusan Indeks Kesahan Kandungan (CVI) instrumen Ujian Kemahiran Berfikir Algebra (UKBA)

Item	Pakar				Persetujuan Pakar	I - CVI	Keputusan
	1	2	3	4			
1	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
2	/	-	/	/	3	.75	Dimurnikan
3	/	-	/	/	3	.75	Dimurnikan
4	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
5	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
6	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
7	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
8	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
9	/	/	/	/	4	1.00	Dikekalkan
Indeks Kesahan Kandungan Skala (S-CVI/ Purata)						0.94	

Kesahan Konstruk Instrumen UKBA

Kesesuaian Responden

Penilaian ke atas kesesuaian responden dijalankan terlebih dahulu bagi mengenal pasti responden yang tidak sesuai dalam analisis Rasch. Responden telah dikodkan dengan sewajarnya, di mana nombor pelajar didahulukan. Responden yang tidak sesuai akan dialih keluar daripada analisis seterusnya. Jadual 9 menunjukkan responden yang memberi respon yang paling tidak sesuai dengan analisis Rasch. Responden disusun mengikut nilai *Outfit* ZSTD yang tertinggi. Kesemua responden berada dalam nilai julat *Outfit* ZSTD yang diterima manakala dua responden (104, dan 024) pula mencatatkan nilai yang melebihi 2.0.

Jadual 9: Urutan Ketidakesesuaian Responden

Responden	Outfit MNSQ (0.50 - 1.50)	Outfit ZSTD (-2.0 - 2.0)	PTMEA-CORR (0.40 - 0.85)
104	2.85	2.70	0.26
24	2.22	2.30	0.06

Selain itu, terdapat 9 orang responden yang mempunyai markah ekstrim (markah maksimum) iaitu pelajar 019, 028, 039, 054, 066, 081, 090, 112 dan 114 (Rajah 2). Seramai 11 responden disingkirkan dan hanya 109 responden sahaja daripada 120 responden yang terlibat dengan analisis yang seterusnya. Sungguhpun demikian, secara keseluruhan, item-item dalam UKBA ini adalah sesuai untuk kebanyakan pelajar (90.83%)

INPUT: 120 Person 9 Item REPORTED: 120 Person 9 Item 4 CATS WINSTEPS 3.73

Person: REAL SEP.: 2.34 REL.: .85 ... Item: REAL SEP.: 6.19 REL.: .97

Person STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MODEL MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	EXACT MATCH EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXACT MATCH EXP%	Person
19	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
28	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
39	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
54	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
66	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
81	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
90	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
112	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
114	45	9	116.12	18.75			MAXIMUM MEASURE		.00	.00	100.0	100.0	55555555
10	44	9	102.70	10.91	.52	-.4	.21	-.4	.63	.32	88.9	89.2	55554555
30	44	9	102.70	10.91	.52	-.4	.21	-.4	.63	.32	88.9	89.2	55554555
45	44	9	102.70	10.91	.52	-.4	.21	-.4	.63	.32	88.9	89.2	55554555

Rajah 2: Responden Yang Mempunyai Markah Ekstrim

Kesesuaian Item

Item yang sesuai berada pada nilai 0.50 hingga 1.50 berdasarkan outfit Mean Square (MNSQ). Boone *et al.*, (2014) menetapkan bahawa julat kesesuaian item yang produktif adalah antara 0.5 hingga 1.5. Berdasarkan Jadual 10, terdapat satu item yang berada di luar lingkungan julat iaitu item 5. Boone *et al.*, (2014) dan Abdul Aziz *et al.*, (2014) menyatakan bahawa item-item yang berada di luar lingkungan julat dan tidak memenuhi ketiga-tiga kriteria dianggap tidak sesuai. Akan tetapi, sekiranya item memenuhi salah satu kriteria, item tersebut perlu dikekalkan

(Sumintono & Widhiarso, 2015). Jadual 10 menunjukkan bahawa kesemua item memenuhi sekurang-kurangnya satu kriteria. Oleh itu, tiada sebarang penyingkiran item dilakukan dalam instrumen UKBA ini.

Jadual 10: Urutan Ketidaksesuaian Item

Item	Outfit MNSQ (0.50 - 1.50)	Outfit ZSTD (-2.0 - 2.0)	PTMEA- CORR (0.40 - 0.85)	Keputusan
5	1.94	5.10	0.46	Kekal
1	0.48	- 4.70	0.92	Kekal
6	0.82	- 1.30	0.72	Kekal
7	0.93	- 0.40	0.81	Kekal
2	1.10	0.60	0.68	Kekal
3	0.91	- 0.40	0.67	Kekal
4	0.86	- 0.50	0.66	Kekal
8	0.92	- 0.20	0.68	Kekal
9	0.42	- 2.10	0.75	Kekal

Polariti Item

Analisis polariti item menggunakan nilai PTMEA-CORR menunjukkan item-item dalam UKBA bergerak dalam satu arah yang sama mengikut konstruk yang diukur (Linacre, 2002). Nilai positif menunjukkan semua item yang digunakan berfungsi ke arah yang selari manakala nilai negatif menunjukkan bahawa item perlu diperbaiki atau digugurkan. Berdasarkan Rajah 3, nilai minimum PTMEA-CORR adalah 0.46 manakala nilai maksimum ialah 0.92 dan kesemua item menunjukkan nilai positif.

INPUT: 109 Person 9 Item REPORTED: 109 Person 9 Item 4 CATS WINSTEPS 3.73

Person: REAL SEP.: 2.45 REL.: .86 ... Item: REAL SEP.: 6.29 REL.: .98

Item STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXP%	Item
5	370	109	71.41	1.75	1.85	4.9	1.94	5.1	.46	.74	43.1	66.3	I0005
1	408	109	60.05	1.71	.51	-4.6	.48	-4.7	.92	.74	77.1	61.3	I0001
6	413	109	58.60	1.71	.82	-1.4	.82	-1.3	.72	.74	62.4	60.0	I0006
7	418	109	57.14	1.70	.99	.0	.93	-.4	.81	.74	47.7	60.3	I0007
2	427	104	49.83	1.76	1.24	1.7	1.10	.6	.68	.71	64.4	64.1	I0002
3	461	109	44.35	1.77	1.00	.1	.91	-.4	.67	.70	56.9	67.2	I0003
4	473	109	40.48	1.82	1.03	.2	.86	-.5	.66	.68	69.7	67.5	I0004
8	487	109	35.60	1.92	.88	-.8	.92	-.2	.68	.65	67.0	68.5	I0008
9	495	109	32.54	2.00	.52	-3.9	.42	-2.1	.75	.62	91.7	71.1	I0009
MEAN	439.1	108.4	50.00	1.79	.98	-.4	.93	-.4			64.4	65.1	
S.D.	39.5	1.6	12.11	.10	.38	2.7	.41	2.4			13.9	3.7	

Rajah 3: Analisis Nilai Polariti Item

Keekadimensian

Keekadimensian penting untuk menentukan instrumen yang dibangunkan dapat mengukur dalam satu arah dan menjamin hasil dapatan kajian tidak mengelirukan. Rajah 4 menunjukkan nilai *Raw Variance Explained by Measures* bagi instrumen UKBA ini adalah 61.1%. Menurut Sumintono dan Widhiarso (2015), nilai yang melebihi 60% adalah ‘cemerlang’ yang mana menunjukkan bahawa instrumen mempunyai bukti keekadimensian yang baik, iaitu, instrumen ini benar-benar mengukur konstruk KBA. Nilai ‘*unexplained variance*’ bagi kontras pertama adalah kurang daripada 10 %, dan tidak melebihi had kawalan 15%.

INPUT: 109 Person 9 Item REPORTED: 109 Person 9 Item 4 CATS WINSTEPS 3.73

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance (in Eigenvalue units)				
		-- Empirical --	Modeled	
Total raw variance in observations =	23.1	100.0%	100.0%	
Raw variance explained by measures =	14.1	61.1%	60.8%	
Raw variance explained by persons =	7.7	33.5%	33.3%	
Raw Variance explained by items =	6.4	27.6%	27.5%	
Raw unexplained variance (total) =	9.0	38.9%	100.0%	
Unexplnd variance in 1st contrast =	2.2	9.5%	24.5%	
Unexplnd variance in 2nd contrast =	1.8	7.8%	20.2%	
Unexplnd variance in 3rd contrast =	1.5	6.6%	17.0%	
Unexplnd variance in 4th contrast =	1.2	5.3%	13.7%	
Unexplnd variance in 5th contrast =	.9	4.0%	10.2%	

Rajah 4: Analisis Komponen Utama

Kebolehpercayaan dan Nilai Pengasingan Item dan Responden

Jadual 11 menunjukkan rumusan statistik bagi Alfa *Cronbach* (KR-20), kebolehpercayaan dan pengasingan bagi item dan responden bagi instrumen UKBA. Analisis Alfa *Cronbach* mencatatkan nilai 0.90 menunjukkan kebolehpercayaan instrumen UKBA yang sangat tinggi. Nilai kebolehpercayaan item sebanyak 0.98 dikategorikan sebagai cemerlang (Sumintono & Widhiarso, 2015). Nilai pengasingan item sebanyak 6.29 pula memberi tafsiran bahawa item dalam instrumen ini adalah baik. Krishnan dan Idris (2014) menyatakan bahawa pemisahan responden harus melebihi 1.00 untuk memastikan pelajar boleh diukur dengan instrumen kajian. Nilai pengasingan yang dicatatkan melebihi 2.00 dikategorikan sebagai baik (Linacre, 2003). Menurut Ardiyanti (2016), bilangan strata item berasingan (H) boleh diperoleh daripada indeks pemisahan dengan mengira persamaan: $H = [(4 \times \text{separation index}) + 1] / 3$. Hasil daripada pengiraan dalam kajian ini ialah $H = 8.72$. (boleh dibundarkan kepada 9). Nilai ini boleh dikategorikan kepada sembilan tahap berdasarkan sembilan jenis item yang dikemukakan dalam soalan UKBA.

Jadual 11: Nilai bagi Cronbach Alpha (KR-20) dan Kebolehpercayaan dan Pengasingan Item- Responden

Statistik	Nilai	Tafsiran
Nilai Alfa Cronbach (KR -20)	0.90	Tinggi
Kebolehpercayaan Item	0.98	Cemerlang
Pengasingan Item	6.29	Baik
Kebolehpercayaan Responden	0.86	Baik
Pengasingan Responden	2.45	Baik

Di samping itu, analisis Rasch juga mencatatkan nilai kebolehpercayaan responden yang baik iaitu sebanyak 0.86 (Sumintono & Widhiarso, 2015). Bond dan Fox (2007) turut menyokong dengan menyatakan bahawa nilai kebolehpercayaan responden yang lebih tinggi daripada 0.80 menunjukkan bahawa responden memberikan maklum balas yang baik dan konsisten. Nilai pengasingan sebanyak 2.45 adalah 'baik' jika nilainya melebihi 2.00 (Linacre, 2003). Nilai pemisahan 2.45 menghasilkan strata, $H = 3.60$ (boleh dibundarkan kepada 4). Nilai ini menunjukkan pelajar boleh dibahagikan kepada empat kumpulan (lemah, sederhana, baik dan cemerlang) mengikut respon mereka berdasarkan item dalam UKBA.

INPUT: 109 Person 9 Item REPORTED: 109 Person 9 Item 4 CATS WINSTEPS 3.73

SUMMARY OF 109 MEASURED Person

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	36.3	9.0	69.39	6.56	.96	.0	.93	.1
S.D.	5.2	.2	18.90	1.53	.37	.8	.46	.8
MAX.	44.0	9.0	103.90	10.97	1.62	1.3	2.10	1.3
MIN.	25.0	8.0	27.47	5.58	.35	-1.7	.21	-1.7
REAL RMSE	7.14	TRUE SD	17.50	SEPARATION	2.45	Person	RELIABILITY	.86
MODEL RMSE	6.74	TRUE SD	17.66	SEPARATION	2.62	Person	RELIABILITY	.87
S.E. OF Person MEAN = 1.82								

Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .98

CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .90

SUMMARY OF 9 MEASURED Item

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	439.1	108.4	50.00	1.79	.98	-.4	.93	-.4
S.D.	39.5	1.6	12.11	.10	.38	2.7	.41	2.4
MAX.	495.0	109.0	71.41	2.00	1.85	4.9	1.94	5.1
MIN.	370.0	104.0	32.54	1.70	.51	-4.6	.42	-4.7
REAL RMSE	1.90	TRUE SD	11.96	SEPARATION	6.29	Item	RELIABILITY	.98
MODEL RMSE	1.80	TRUE SD	11.97	SEPARATION	6.66	Item	RELIABILITY	.98
S.E. OF Item MEAN = 4.28								

Rajah 5: Analisis Kebolehpercayaan dan Nilai Pengasingan

Perbincangan Kajian

Secara keseluruhannya, analisis kesahan instrumen yang telah dijalankan merangkumi kesesuaian responden diikuti dengan kesesuaian item, aspek polariti item dan keekadimensian. Responden yang menunjukkan ketidaksesuaian dan skor yang ekstrim telah disingkirkan untuk memastikan responden yang menunjukkan respons yang bermakna dilibatkan dalam analisis seterusnya. Melalui analisis kesesuaian item, kesemua item dalam instrumen UKBA dikekalkan kerana berada dalam lingkungan julat bagi salah satu kriteria *Outfit* MNSQ, *Outfit* ZSTD dan PTMEA-CORR. Analisis PTMEA-CORR yang positif menunjukkan bahawa semua item bergerak dalam satu arah yang sama dalam mentafsir konstruk yang ingin diukur (Bond & Fox, 2015). Analisis bagi nilai *Raw Variance Explained by Measures* instrumen UKBA yang ditunjukkan adalah melebihi 60%, membuktikan bahawa instrumen UKBA mempunyai keekadimensian yang baik, di mana instrumen ini boleh mengukur konstruk kemahiran berfikir algebra.

Dari aspek kebolehpercayaan, instrumen UKBA menunjukkan nilai *Alfa Cronbach* yang sangat tinggi, nilai kebolehpercayaan item yang cemerlang dan kebolehpercayaan responden yang baik. Dapatan ini menunjukkan bahawa kebolehpercayaan instrumen UKBA dalam menilai kemahiran berfikir algebra pelajar tingkatan satu di sekolah menengah adalah tinggi. Nilai pengasingan item yang baik menunjukkan bahawa instrumen UKBA mempunyai sembilan strata item yang berbeza tahap. Demikian juga nilai pengasingan responden yang baik membuktikan bahawa responden terbahagi kepada empat strata mengikut tahap keupayaan iaitu lemah, sederhana, baik, cemerlang.

Kesimpulan

Pembangunan instrumen perlu dilakukan dengan tepat dan betul dari aspek kesahan dan kebolehpercayaan bagi memastikan instrumen yang dibangunkan dapat digunakan berulang kali. Instrumen yang telah dibina dengan betul pasti tidak akan menghadapi masalah dalam mengukur pemboleh ubah yang dikaji. Senario ini pastinya akan membantu pengkaji untuk membuat keputusan daripada analisis dapatan tersebut. Tambahan lagi, dapatan ini memberi sandaran kepada pengkaji lain agar analisis Rasch terhadap instrumen UKBA dapat dilakukan bagi pelajar di kawasan-kawasan lain. Tuntasnya, analisis kesahan dan kebolehpercayaan menggunakan Model Pengukuran Rasch berjaya menunjukkan bahawa instrumen UKBA adalah sah dan boleh dipercayai untuk mengukur kemahiran berfikir algebra pelajar Tingkatan Satu di sekolah menengah.

Penghargaan

Pengkaji ingin merakamkan penghargaan kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Malaysia yang telah membiayai kajian ini di bawah Skim Geran Penyelidikan Fundamental (FRGS) Tahun 2021, FRGS/1/2021/SSIO/UMS/02/7.

Rujukan

- Abdul Aziz, A., Jusoh, M. S., Amlus, H., & Salleh, T. S. (2014). Construct validity: A Rasch measurement model approaches. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 9(12), 7-12.
- Ardiyanti, D. (2016). Aplikasi model Rasch pada pengembangan skala efikasi diri dalam pengambilan keputusan karier siswa [Application of Rasch's model of measurement for

- the self-efficacy scale in undergraduate's career decision making], *Jurnal Psikologi* [Psychological Journal], 43(3), 248–263. <https://doi.org/10.22146/jpsi.17801>
- Azrilah, A. A., Mohd Saidfudin, M., & Azami, Z. (2015). *Asas model pengukuran Rasch: pembentukan skala dan struktur pengukuran* [Rasch basic measurement model: scale formation and measurement structure]. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia [UKM Press].
- Baysal, E., & Sevinc, S. (2021). The role of the Singapore bar model in reducing students' errors on algebra word problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(2), 289–310. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2021.1944683>
- Beyer, B. K. (1991). *Teaching Thinking Skills*. Pearson.
- Bishop, J. W., & Stump, S. L. (2000). Preparing to teach in the new millennium: Algebra through the eyes of pre-service elementary and middle school teachers. In M. Fernandez (Eds.), *Annual conference of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 107-113). ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Blanton, M. L., & Kaput, J. J. (2005). Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 412–446. <http://www.jstor.org/stable/30034944>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). *Applying the Rasch model. Fundamental measurement in the Human science*. Lawrence Earlbaum Associates.
- Boone, W. J., & Scantlebury, K. (2006). The role of Rasch analysis when conducting science education research utilizing multiple-choice tests. *Science Education*, 90(2), 253–269. <https://doi.org/10.1002/sce.20106>
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch Analysis in the Human Sciences*. Springer.
- Brizuela, B. M., & Lara-Roth, S. (2001). Additive relations and function tables. *The Journal of Mathematical Behavior*, 20(3), 309–319. [https://doi.org/10.1016/s0732-3123\(02\)00076-7](https://doi.org/10.1016/s0732-3123(02)00076-7)
- Capraro, M. M., & Joffrion, H. (2006). Algebraic equations: Can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols? *Reading Psychology*, 27(2-3), 147–164. <https://doi.org/10.1080/02702710600642467>
- Carpenter, T. P., Franke, M. L., & Levi, L. (2003). *Thinking Mathematically*. Heinemann Educational Books.
- Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (2007). Chapter 8: Is everyday mathematics truly relevant to mathematics education? *Journal for Research in Mathematics Education, Monograph*, 11, 131-153. <https://doi.org/10.2307/749968>
- Carraher, D. W., Martinez, M. V., & Schliemann, A. D. (2007). Early algebra and mathematical generalization. *ZDM*, 40(1), 3–22. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0067-7>
- Clements, M. A. (1980). Analyzing children's errors on written mathematical tasks. *Educational Studies In Mathematics*, 11(1), 1-21.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach*. Sage.
- Curriculum Development Division. (2017). *Mathematics Curriculum and Assessment Standards Document for Form One*. Malaysia Ministry of Education.
- Davis, L. L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5(4), 194–197. [https://doi.org/10.1016/s0897-1897\(05\)80008-4](https://doi.org/10.1016/s0897-1897(05)80008-4)

- Deane, T., Nomme, K., Jeffery, E., Pollock, C., & Birol, G. (2016). Development of the statistical reasoning in biology concept inventory (SRBCI). *CBE—Life Sciences Education*, 15(1), ar5. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-06-0131>
- Edwards, A. W., & Alcock, L. (2010). *Using Rasch analysis to identify uncharacteristic responses to undergraduate assessments*. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrq008>
- Egodawatte, G., McDougall, D., & Stoilescu, D. (2011). The effects of teacher collaboration in Grade 9 Applied Mathematics. *Educational Research for Policy and Practice*, 10(3), 189–209. <https://doi.org/10.1007/s10671-011-9104-y>
- Fong, N. S., & Lee, K. (2009). Model method: A visual tool to support algebra word problem solving at the primary level. In K. Y. Wong, P. Y. Lee, B. Kaur, P. Y. Foong, S. F. Ng (Eds.), *Mathematics Education: The Singapore journey* (pp. 169–203). World Scientific.
https://doi.org/10.1142/9789812833761_0008
- Fujii, T., & Stephens, M. (2001). Fostering an understanding of algebraic generalization through numerical expressions: The role of quasi-variables. In H. Chick, K. Stacey, & J. Vincent (Eds), *Proceedings of the 12th ICMI study conference: The future of the teaching and learning of algebra* (pp. 258–264). The University of Melbourne.
- Hadi, W., & Faradillah, A. (2019). The algebraic thinking process in solving hot questions reviewed from student achievement motivation. *Al-Jabar Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 327-337. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v10i2.5331>
- Hiebert, J., Stigler, J. W., & Manaster, A. B. (1999). Mathematical features of lessons in the TIMSS video study. *ZDM*, 31(6), 196-201.
- Ibrahim, Z. B., & Othman, K. I. (2010). Comparative study of secondary mathematics curriculum between Malaysia and Singapore. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 351–355. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.049>
- Jacobs, V. R., Franke, M. L., Carpenter, T. P., Levi, L., & Battey, D. (2007). Professional Development Focused on Children’s Algebraic Reasoning in Elementary School. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(3), 258–288. <https://doi.org/10.2307/30034868>
- Kaput, J. J., Blanton, M. L., & Moreno, L. (2008). Algebra from a symbolization point of view. In Kaput, J. J., Carraher, D. W., Blanton, M. L. (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp.19-56). Routledge.
- Katz, V. J. (2007). *Algebra: Gateway to a technological future*. The Mathematical Association of America.
- Kim, S., & Chang, M. (2010). Computer games for the math achievement of diverse students. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(3), 224-232.
- Kline, T. J. (2005). *Psychological testing: A practical approach to design and evaluation*. Sage
- Küchemann, D. (1978). Children’s understanding of numerical variables. *Mathematics in School*, 7(4), 23–26. <https://www.jstor.org/stable/30213397>
- Krishnan, S. & Idris, N. (2014). Investigating reliability and validity for the construct of inferential statistics. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 4(1), 51–60.
https://doi.org/10.1142/9789812833761_0009
- Lamoureux, E. L., Pesudovs, K., Pallant, J. F., Rees, G., Hassell, J. B., Caudle, L. E., & Keeffe, J. E. (2008). An Evaluation of the 10-item Vision Core Measure 1 (VCM1) Scale (the core module of the vision-related quality of life scale) Using Rasch Analysis.

- Ophthalmic Epidemiology*, 15(4), 224–233.
<https://doi.org/10.1080/09286580802256559>
- Leitao, N., & Waugh, R. F. (2012). A Rasch measure of teachers' views of teacher-student relationships in the primary school. *Journal of Applied Measurement*, 13(4), 403–427.
- Lim, K. Y., & Lau, S. H. (2015). A structural model of mathematics achievement: Achievement, affective and demographic factors of students in lower secondary schools. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1075–1093. DOI: 10.1007/s10763-014-9564-4
- Linacre, J. M. (2003). *A user's guide to WINSTEPS: Rasch-model computer programs*. MESA Press.
- Linacre, J. M. (2007). *Reliability and Separations: A users guide to Winsteps/Ministep Rasch–Model computer programs*. Winsteps.
- Lins, R., & Kaput, J. (2004). The early development of algebraic reasoning: The current state of the field. In K. Stacey, H. Chick, & M. Kendal (Eds.), *The Future of the Teaching and Learning of Algebra: The 12 th ICMI Study* (pp. 45-70). The University of Melbourne.
- Mason, J. (1989). Mathematical abstraction as the result of a delicate shift of attention. *For the Learning of Mathematics*, 9(2), 2–8. <https://www.jstor.org/stable/40247947>
- Moss, J., London McNab, S. (2011). An Approach to Geometric and Numeric Patterning that Fosters Second Grade Students' Reasoning and Generalizing about Functions and Co-variation. In Cai, J., Knuth, E. (eds), *Early Algebraization. Advances in Mathematics Education* (pp 277–301). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17735-4_16
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Nathan, M. J., & Koedinger, K. R. (2000). An investigation of teachers' beliefs of students' algebra development. *Cognition and Instruction*, 18(2), 209–237. https://doi.org/10.1207/s1532690xc1802_03
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics: An overview*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Nevin, E., Behan, A., Duffy, G., Farrell, S., Harding, R., Howard, R., ... & Bowe, B. (2015, July). Assessing the validity and reliability of dichotomous test results using Item Response Theory on a group of first year engineering students. In *The 6th Research in Engineering Education Symposium (REES 2015), Dublin, Ireland, July* (pp. 13-15).
- Nickerson, R. S. (1985). Understanding Understanding. *American Journal of Education*, 93(2), 201–239. <https://doi.org/10.1086/443791>
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489–497. <https://doi.org/10.1002/nur.20147>
- Ralston, N.C. (2013). *The development and validation of a diagnostic assessment of algebraic thinking skills for students in the elementary grades* (ED558693). [Doctoral dissertation, University of Washington]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Ralston, N. C., Li, M., & Taylor, C. (2018). The development and initial validation of an assessment of algebraic thinking for students in the elementary grades. *Educational Assessment*, 23(3), 211–227. <https://doi.org/10.1080/10627197.2018.1483191>

- Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, 91(1), 175–189. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.1.175>
- Rittle-Johnson, B., Matthews, P. G., Taylor, R. S., & McEldoon, K. L. (2011). Assessing knowledge of mathematical equivalence: A construct-modeling approach. *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 85–104. <https://doi.org/10.1037/a0021334>
- Saundarajan, K., Osman, S., Kumar, J. A., Daud, M. F., Abu, M. S., & Pairan, M. R. (2020). Learning algebra using augmented reality: A preliminary investigation on the application of photomath for lower secondary education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 123. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.10540>
- Sfard, A., Linchevski, L. (1994). The gains and the pitfalls of reification - the case of algebra. In Cobb, P. (eds), *Learning Mathematics* (pp.87–124). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2057-1_4
- Shea, T. L., Tennant, A., & Pallant, J. F. (2009). Rasch model analysis of the depression, anxiety and stress scales (DASS). *BMC Psychiatry*, 9, 21. <https://doi.org/10.1186/1471-244x-9-21>
- Sianturi, I. A. J., & Yang, D.-C. (2021). Exploring the introduction to algebra in Finland, Indonesia, Singapore, Taiwan, and the United States [Paper presentation]. International Online Conference on Mathematics Education 2021 (pp. 78– 81).
- Sibgatullin, I. R., Korzhuev, A. V., Khairullina, E. R., Sadykova, A. R., Baturina, R. V., & Chauzova, V. (2022). A systematic review on algebraic thinking in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(1), em2065. <https://doi.org/10.29333/ejmsste/11486>
- Smith, R. O. (2014). Beyond Passive Learning: Problem-based learning and concept maps to promote basic and higher-order thinking in basic skills instruction. *Journal of Research and Practice for Adult Literacy, Secondary, and Basic Education*, 3(2), 50–55. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1045496>
- Stephens, A. C. (2008). What “counts” as algebra in the eyes of preservice elementary teachers?. *The Journal of Mathematical Behavior*, 27(1), 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2007.12.002>
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi pemodelan RASCH pada assessment pendidikan*, [Application of Rasch modeling in educational assessment]. Trim Komunika.
- Tofade, T., Elsner, J., & Haines, S. T. (2013). Best practice strategies for effective use of questions as a teaching tool. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(7), 155. <https://doi.org/10.5688/ajpe777155>
- Usiskin, Z. (1988). Conceptions of school algebra and uses of variables. *The ideas of algebra, K-12*, 8-19. <https://www.msri.org/attachments/workshops/454/Usiskin-conceptions%20of%20School%20Algebra.pdf>
- Wolins, L., (1982). Probabilistic Models for some Intelligence and Attainment Tests. *Journal of the American Statistical Association*, 77(377), 220. <https://doi.org/10.2307/2287805>
- Van Amerom, B. A. (2002). *Reinvention of early algebra: Developmental research on the transition from arithmetic to algebra* (Doctoral dissertation, Freudenthal Institute).
- Viirman, O. (2011). Discourses of functions: University mathematics teaching through a commognitive lens. In M. Pytlak, E. Swoboda & T. Rowland (Eds), *Proceedings of the*

Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (pp. 2103-2112). Rzeszów, Poland: University of Rzeszów.