

**TAHAP KEFAHAMAN KONSEP DAYA DAN KERANGKA
ALTERNATIF PELAJAR MATRIKULASI MELALUI
UJIAN PENILAIAN KONSEP DAYA**

The level of understanding of the concept of power and the alternative framework of matriculation students through the Power Concept Assessment Test

Shariza Shahari¹ & Fatin Aliah Phang^{2*}

¹Sekolah Pendidikan, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Johor Bahru, Malaysia

²Centre for Engineering Education, Universiti Teknologi Malaysia,
81310 Johor Bahru, Malaysia

*Correspondence email: p-fatin@utm.my

Published: 26 June 2023

To cite this article (APA): Shahari, S., & Phang, F. A. (2023). The level of understanding of the concept of power and the alternative framework of matriculation students through the Power Concept Assessment Test: Tahap kefahaman konsep daya dan kerangka alternatif pelajar matrikulasi melalui Ujian Penilaian Konsep Daya. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 16(1), 54–66. <https://doi.org/10.37134/bitara.vol16.1.6.2023>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/bitara.vol16.1.6.2023>

Abstrak

Topik daya merupakan topik yang sering dianggap sukar untuk pelajar memahami serta menguasainya. Pengetahuan serta kerangka alternatif yang diperolehi oleh pelajar sebelum mempelajari konsep daya di dalam kelas yang sukar untuk diubah menyulitkan proses pemahaman mereka. Walau bagaimanapun, tiada instrumen khusus serta berkualiti telah dibina untuk menentukan kefahaman serta kerangka alternatif pelajar matrikulasi di Malaysia bagi konsep daya. Justeru, kajian ini dilaksanakan untuk membangunkan satu instrumen ujian yang berkualiti dalam menentukan kefahaman serta kerangka alternatif pelajar matrikulasi bagi konsep daya. Instrumen Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD) ini perlu dipastikan kualitinya dari segi kesahan serta kebolehpercayaannya, sebelum ia boleh digunakan. Instrumen UPKD terdiri daripada 12 item aneka pilihan yang terdiri daripada lima subtopik dalam topik daya iaitu asas daya, gambarajah jasad bebas, geseran statik dan kinetik serta konsep serta aplikasi Hukum Gerakan Newton. Instrumen telah diadaptasi daripada Inventori Konsep Daya (FCI) dan soalan-soalan dari Peperiksaan Semester Program Matrikulasi (PSPM). Adaptasi FCI diperlukan untuk memastikan hanya soalan-soalan yang relevan dengan kurikulum berkenaan konsep daya di peringkat matrikulasi, dipilih serta ditambahbaik. Dua orang pakar bidang telah mengesahkan instrumen UPKD ini dari segi isi kandungan fizik dan kesesuaian kandungannya. Beberapa pembetulan serta pemurnian hasil pengesahan tersebut juga telah dibuat sebelum instrumen boleh digunakan dalam kajian ini. Kajian ini dijalankan secara kuantitatif berdasarkan reka bentuk tinjauan. Analisis item yang dijalankan membolehkan item yang sah, adil dan berkualiti dipilih, manakala item sebaliknya ditambahbaik atau dibuang. Pemilihan sampel kajian menggunakan teknik persampelan bertujuan. Seramai 34 orang pelajar matrikulasi daripada sebuah kolej matrikulasi di zon selatan dipilih sebagai responden. Data dianalisis menggunakan Model Pengukuran Rasch, melalui perisian *WINSTEP*. Kebolehpercayaan item yang tinggi telah diperolehi dengan nilai 0.82 dan indeks pengasingan sebanyak 2.85. Selain itu, item dalam instrumen UPKD juga telah memenuhi aspek kebolehpercayaan dalam Model Pengukuran Rasch dari segi kesepadanan item, polariti dan unidimensi. Kesimpulannya, Model Pengukuran Rasch menunjukkan bahawa item dalam instrumen UPKD ini mempunyai tahap kesahan serta kebolehpercayaan yang tinggi dan boleh digunakan untuk menentukan kefahaman dan kerangka alternatif pelajar dalam konsep daya bagi pelajar matrikulasi.

Kata kunci Konsep daya, Model Pengukuran Rasch, Kebolehpercayaan, Kesahan, Item Ujian

Abstract

The topic of force is often considered difficult for students to understand and master. The knowledge and alternative frameworks obtained by students before learning the concept of force in class are difficult to change and hinder their understanding process. However, there is no specific and quality instrument developed to determine the understanding and alternative frameworks of matriculation students in Malaysia for the concept of force. Therefore, this study was conducted to develop a quality test instrument in determining the understanding and alternative frameworks of matriculation students for the concept of force. The Force Concept Assessment Test (FCAT) instrument needs to be ensured for its validity and reliability before it can be used. The FCAT instrument consists of 12 multiple-choice items consisting of five subtopics in the topic of force, namely basic force, free-body diagrams, static and kinetic friction, and the concept and application of Newton's Laws of Motion. The instrument was adapted from the Force Concept Inventory (FCI) and past questions from the Matriculation Program Semester Examination (PSPM). FCI adaptation is needed to ensure only relevant questions related to the force concept in the matriculation level curriculum are selected and improved. Two experts in the field have validated the FCAT instrument in terms of physical content and item content suitability. Several corrections and refinements to the validation results were made before the instrument could be used in this study. This quantitative study was conducted based on a survey design. Item analysis was performed to select valid, fair, and quality items, while invalid items were revised or removed. The sample selection used purposive sampling techniques. A total of 34 matriculation students from a matriculation college in the southern zone were selected as respondents. The data were analyzed using the Rasch Measurement Model through the WINSTEP software. High item reliability was obtained with a value of 0.82 and a separation index of 2.85. In addition, the items in the FCAT instrument also met the reliability aspects in the Rasch Measurement Model in terms of item fit, polarity, and unidimensionality. In conclusion, the Rasch Measurement Model showed that the items in the FCAT instrument have a high level of validity and reliability and can be used to determine the understanding and alternative frameworks of matriculation students in the concept of force.

Keywords: Force Concept, Rasch Measurement Model, Reliability, Validity, Test Items

PENGENALAN

Kesukaran mempelajari konsep fizik berpunca daripada kerangka alternatif yang dimiliki oleh pelajar. Oleh itu, apabila sesuatu konsep fizik yang dipelajari tidak dapat difahami, ini menyukarkan pelajar menghubungkan konsep fizik yang dipelajari dengan peristiwa yang berlaku dalam dunia sebenar (Lembaga Peperiksaan Malaysia (LPM) 2014; 2017). Daya dan gerakan merupakan salah satu topik daripada sukatan pelajaran fizik tingkatan 4 (BPK, 2018). Topik ini merupakan topik kedua yang diperkenalkan kepada pelajar serta merupakan topik yang penting dalam tema Mekanik Newton. Topik daya juga merupakan salah satu daripada 14 topik yang diajar semasa di semester 1, bagi Program Dua Semester (PDS), di Program Matrikulasi, KPM (Bahagian Matrikulasi, KPM (BMKPM), 2021)

Beberapa kajian lepas telah meneliti kerangka alternatif pelajar secara keseluruhan dalam topik daya ini, serta mendapati bahawa terdapat pelbagai kerangka alternatif yang wujud dalam kalangan pelajar sekolah menengah (Ahmad Tarmimi dan Shahrul Kadri, 2016; Halim et al., 2014; Kamarrudin et al., 2020; Normawani dan Lilia, 2018; Siti Nursaila dan Faridah, 2015). Antara kerangka alternatif yang dimiliki pelajar adalah, jisim menyebabkan sesuatu objek berhenti, objek yang berat akan jatuh lebih laju (graviti), daya paduan menyebabkan pergerakan dan daya menyebabkan pecutan halaju (Siti Nursaila dan Faridah, 2015). Kajian lain pula menunjukkan kerangka alternatif pelajar menyatakan bahawa objek berjisim besar menghasilkan daya yang besar berbanding objek berjisim kecil, serta daya tidak seimbang walaupun kedua-dua objek tersebut telah bergerak dengan halaju seragam (Ahmad Tarmimi dan Shahrul Kadri, 2016; Halim et al., 2014).

Berdasarkan kajian-kajian lepas (Azita Seyed dan César Mora, 2015; Bani-Salameh, 2017), mereka mendapati bahawa kerangka alternatif sebelum dan selepas pembelajaran adalah hampir sama dalam konsep daya. Kerangka alternatif yang dimiliki menyebabkan pelajar sukar untuk mempelajari dan memahami konsep daya kerana kerangka alternatif yang dimiliki pelajar adalah sukar untuk diubah (Azita dan César, 2015; Mason, 2001; Nie et al., 2019). Kerangka alternatif ini akan kekal dalam minda pelajar (Bani-Salameh, 2017; Liu dan Fang, 2016), khususnya pelajar matrikulasi, jika tidak diubah, walaupun konsep daya telah diajar sejak sekolah menengah lagi.

Dalam usaha menentukan kerangka alternatif pelajar matrikulasi dalam konsep daya, satu instrumen yang berkualiti perlu dibangunkan. Pembangunan serta pembinaan instrumen kajian berkenaan pemahaman kerangka alternatif dalam konsep daya daripada kajian-kajian lepas terutamanya di Malaysia kebanyakan melibatkan pelajar-pelajar di sekolah menengah sahaja (Mohammad Mubarrak et al., 2013; Nurul Aufa dan Siti Nursaila, 2022). Kajian-kajian berkenaan menggunakan analisis Kuder-Richardson 20 (KR-20) serta Alpha Cronbach dalam menentukan kebolehpercayaan instrumen yang dibina.

Walau bagaimanapun, hampir tiada kajian lepas di Malaysia yang membina ujian berkenaan konsep daya menggunakan Model Pengukuran Rasch dalam menentukan kebolehpercayaan serta kesahan bagi item ujian, yang melibatkan pelajar di peringkat matrikulasi. Walaupun FCI dan *Force and Motion Conceptual Evaluation* (FMCE) telah digunakan secara meluas selama lebih dari dua dekad dalam menentukan miskonsepsi pelajar dalam konsep daya (Oktarisa et al., 2017), tetapi isi kedua-dua instrumen tersebut tidak selaras dengan kajian ini. Kajian ini hanya melibatkan lima subtopik dalam topik daya iaitu asas daya, gambarajah jasad bebas, geseran statik dan kinetik serta konsep serta aplikasi Hukum Gerakan Newton, maka hanya item-item yang sesuai daripada FCI telah diadaptasi selaras dengan silibus program matrikulasi.

Analisis berdasarkan Model Pengukuran Rasch, KR-20 dan Alpha Cronbach adalah tiga jenis pengukuran yang digunakan dalam analisis pengukuran dalam pendidikan. Walaupun ketiga-tiga pengukuran ini berkaitan dengan kebolehpercayaan dan kesahan, tetapi setiap satu analisis mempunyai kegunaannya tersendiri. Analisis KR-20 dan Alpha Cronbach menilai keseluruhan kesahan dan kebolehpercayaan instrumen, akan tetapi, model Pengukuran Rasch adalah suatu model pengukuran yang terbentuk hasil daripada pertimbangan yang mengambil kira kebolehan atau kemampuan setiap calon atau responden yang menjawab soal selidik, ujian atau instrumen dan kesukaran item bagi setiap ujian atau kuiz (Rasch, 1980).

Analisis Rasch penting untuk memastikan setiap item dalam instrumen pengukuran mempunyai kebolehpercayaan dan kesahan yang tinggi. Analisis ini dapat membantu mengenal pasti item yang tidak konsisten atau tidak tepat dalam instrumen pengukuran. Oleh itu, analisis Rasch dapat membantu memperbaiki instrumen pengukuran dan memastikan bahawa hasilnya lebih tepat dan konsisten. Justeru, kajian ini bertujuan untuk membina instrumen ujian berkualiti untuk menguji tahap kefahaman serta kerangka alternatif pelajar matrikulasi terhadap konsep daya.

OBJEKTIF DAN PERSOALAN KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk:

- i. Membangunkan instrumen Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD) bagi pelajar matrikulasi di Malaysia
- ii. Mengenal pasti kebolehpercayaan instrumen Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD) menggunakan Model Pengukuran Rasch.
- iii. Menentukan kesahan instrumen Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD) menggunakan Model Pengukuran Rasch.

METODOLOGI

Kajian tinjauan berbentuk kuantitatif digunakan dalam kajian ini dengan penglibatan seramai 34 orang pelajar program dua semester di sebuah kolej matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). Kajian tinjauan ini merupakan kajian rintis yang dilaksanakan bagi membolehkan pengkaji mengenalpasti sebarang masalah atau isu yang mungkin timbul berkaitan dengan instrumen kajian (Creswell, 2014), menentukan samada terdapat item-item yang perlu diubahsuai, dibuang atau dikekalkan dalam sesuatu instrumen (Chua, 2012). Saiz sampel seramai 34 orang adalah mencukupi untuk kajian rintis ini iaitu biasanya dalam lingkungan 27 hingga 61 menurut (Linacre, 2005) serta kajian terdahulu yang melibatkan 32 orang dan 50 orang bagi kajian rintis mereka masing-masing (Adnan et al., 2018; A Aziz et al., 2019). Saiz sampel seramai 30 orang juga adalah mencukupi menurut

Chua (2012) serta tidak kurang daripada 20 orang (Sarvela dan Mcdermott, 1993). Kolej matrikulasi yang terletak di zon selatan ini dipilih menggunakan kaedah persampelan bertujuan. Pemilihan sampel ini dibuat kerana ciri-ciri demografi iaitu dari segi lokasi dan juga kurikulum yang bertepatan dengan kajian sebenar pengkaji.

Instrumen yang digunakan adalah instrumen Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD). Instrumen ini terdiri daripada 12 item aneka pilihan, bagi menguji kefahaman pelajar berkenaan konsep daya. UPKD merangkumi lima subtopik dalam topik daya iaitu asas daya, gambarajah jasad bebas, geseran statik dan kinetik serta konsep dan aplikasi Hukum Gerakan Newton. UPKD telah diadaptasi daripada *Force Concept Inventory* (FCI), dan soalan-soalan dari Peperiksaan Semester Program Matrikulasi (PSPM). FCI merupakan instrumen penilaian tahap pengetahuan konsep Mekanik Newtonian yang terkenal dalam kalangan pelajar sekolah tinggi dan universiti (Hestenes et al., 1992).

Sebanyak 12 item yang dipilih berdasarkan kepada kesesuaian sukatan pelajaran fizik bagi Program Sistem Dua Semester (SDS) dan Program Sistem Empat Semester (SES), Kolej Matrikulasi (KM), KPM (Bahagian Matrikulasi (KPM), 2021). Sukatan pelajaran fizik bagi SDS dan SES bagi topik daya, jumlah soalan serta item soalan bagi setiap subtopik adalah seperti Jadual 1.

Jadual 1 Sukatan Pelajaran bagi Sub-topik Daya, Jumlah Soalan serta Item Soalan

Objektif Pembelajaran - hasil pembelajaran	Jumlah Soalan	Item Soalan (S)
3.3 Asas daya dan gambarajah jasad bebas		
a) Kenal pasti daya yang bertindak ke atas jasad dalam situasi yang berbeza:		
i) Berat (Weight)	2	S5 & S3
ii) Tegangan (Tension)		
iii) Daya normal (Normal force)		
iv) Geseran		
v) Daya luar (tarik atau tolak)		
b) Lakarkan gambarajah jasad bebas	2	S11 & S12
c) Tentukan geseran statik dan kinetik $f_S = \mu_S N$, $f_K = \mu_K N$	2	S6 & S8
3.4 Hukum-hukum Gerakan Newton		
a) Nyatakan Hukum-hukum Gerakan Newton	2	S1 & S2
b) Aplikasi Hukum-hukum Gerakan Newton	4	S4, S7, S9 & S10
Jumlah keseluruhan soalan		12

Sebelum instrumen ini diberikan kepada responden, ia telah disahkan oleh pakar bidang untuk menentukan kesahannya. Instrumen UPKD ini telah disahkan oleh pakar bidang fizik tulen daripada Fakulti Sains, Universiti Teknologi Mara (UiTM) serta Jabatan Sains, Institut Pendidikan Guru (IPG). Mereka telah mengesahkan instrumen UPKD ini dari segi isi kandungan fizik dan kesesuaian kandungan item dengan sukatan pelajaran fizik matrikulasi, serta setelah beberapa pembetulan dibuat oleh pengkaji ke atas instrumen. Instrumen UPKD boleh dirujuk di Lampiran 1.

Walau bagaimanapun, bagi memastikan kualiti setiap item dalam instrumen UPKD, kesahan serta kebolehpercayaan item dikenalpasti juga menggunakan Model Pengukuran Rasch. Perisian WINSTEP digunakan dalam penganalisan data. Kesahan item dalam kajian ini dikaji dalam aspek kesepadanan item, polariti item, kebebasan setempat dan analisis unidimensi. Kebolehpercayaan yang terlibat pula adalah daripada aspek indeks pengasingan serta indeks kebolehpercayaan item.

ANALISIS DATA

Data yang dikumpulkan dari ujian rintis menggunakan instrumen UPKD dimasukkan ke dalam perisian WINSTEPS untuk dianalisis. Item aneka pilihan dalam instrumen UPKD terdiri daripada pilihan

jawapan samada A, B, C, D atau E. Skala penilaian digunakan dalam kajian ini di mana nilai 1 bagi jawapan yang betul, manakala nilai 0 bagi jawapan yang salah. Berdasarkan Bond dan Fox (2015), statistik Linacre (2005) digunakan untuk mengukur kebolehpercayaan Model Pengukuran Rasch, iaitu kebolehpercayaan item serta indeks pemisahan item seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Kebolehpercayaan satu instrumen merujuk kepada konsistensi nilai pengukuran yang diperolehi (Arasinh et al., 2012). Pekali kebolehpercayaan item merujuk kepada tahap ketepatan susunan item pada skala logit jika item-item tersebut dijawab oleh kumpulan responden yang berbeza tetapi mempunyai keupayaan yang sama.

Jadual 2 Kebolehpercayaan bagi Model Pengukuran Rasch

Statistik	Indeks	Pernyataan
	< 0.6	Tidak boleh diterima
Kebolehpercayaan Item	0.6 – 0.8	Kurang diterima
	> 0.8	Sangat boleh diterima
Indeks Pemisahan Individu dan Item	> 2	Baik dan boleh diterima

Walau bagaimanapun, kesahan dalam Model Pengukuran Rasch boleh diukur melalui statistik kesepadanan item, polariti item dan unidimensi (Bond dan Fox, 2015). Statistik kesepadanan item menunjukkan sejauh mana data yang diperolehi sesuai dengan Model Pengukuran Rasch (Ariffin, 2008). Nilai purata min kuasa dua (MNSQ) digunakan untuk menentukan keserasian data yang dikumpul dengan model tersebut. Julat MNSQ Infit dan Outfit yang boleh diterima bagi skala likert adalah antara 0.7 hingga 1.3 (Bond dan Fox, 2015).

Polariti item diberikan untuk pengesanan awal kesahan konstruk supaya semua item dapat memberi sumbangan positif untuk mengukur sifat terpendam (Bond dan Fox, 2015). Nilai Korelasi Ukuran-Mata (PTMEA CORR.) digunakan untuk mengukur polariti item. Jika nilai PTMEA CORR. untuk semua item adalah positif, maka item-item tersebut berfungsi secara selari dalam mengukur konstruk. Namun, jika nilai PTMEA CORR. yang diperolehi adalah negatif, maka item tersebut perlu dikaji semula sama ada ia perlu diperbetulkan atau dikecualikan. Nilai PTMEA CORR. yang diperolehi untuk semua item sepatutnya positif dan lebih dari 0.3 (Nunally dan Bernstein, 1994; Bond dan Fox, 2015). Julat nilai yang baik untuk PTMEA CORR. bagi setiap instrumen adalah antara 0.3 hingga 0.6 (Bond dan Fox, 2015).

Unidimensi ialah pengukuran satu sifat atau dimensi terpendam pada satu-satu masa (Bond dan Fox, 2015). Analisis Komponen Utama Residual (PCAR) digunakan untuk mengukur dimensi alat kajian. Model Pengukuran Rasch memerlukan sekurang-kurangnya 40% varians mentah dijelaskan oleh ukuran dan diterima jika ia mencapai sehingga 60% (Abdul Aziz et al., 2013). Walaupun begitu, nilai varians mentah sekurang-kurangnya 20% masih boleh diterima (Sumintono dan Widhiarso, 2015). Demikian juga, varians yang tidak dapat dijelaskan dalam kontras pertama harus berada dalam julat 5% hingga 15% (Fisher, 2007). Nilai Eigen yang lebih dari 5 akan menjadi ancaman terhadap kebarangkalian unidimensi (Linacre, 2005).

DAPATAN KAJIAN

Jadual 3 menunjukkan kebolehpercayaan serta indeks pemisahan item bagi instrumen UPKD. Berdasarkan Model Pengukuran Rasch, nilai kebolehpercayaan nilai kebolehpercayaan item adalah 0.82, manakala nilai indeks pemisahan item adalah 2.15. Menurut dapatan penyelidikan Bond dan Fox (2015) dan Linacre (2005), instrumen UPKD mempunyai penerimaan yang kuat terhadap kebolehpercayaan item serta indeks pemisahan item yang boleh diterima.

Jadual 3 Nilai kebolehpercayaan bagi Model Pengukuran Rasch

Statistik	Nilai	Pernyataan
Kebolehpercayaan Item	0.82	Sangat boleh diterima
Indeks Pemisahan Item	2.15	Baik dan diterima

Di samping itu, Jadual 4 menunjukkan kesesuaian item dan polariti item untuk instrumen ujian superitem. Model Pengukuran Rasch telah membuktikan nilai Infit dan Outfit MNSQ untuk setiap item dalam julat antara 0.77 hingga 1.20 dan memenuhi julat 0.6 hingga 1.4 bagi item soalan aneka pilihan (Wright dan Linacre, 1994). Nilai PTMEA CORR. untuk semua item pula adalah positif dalam julat 0.04 hingga 0.54 (Bond dan Fox, 2015). Walau bagaimanapun, bagi item 1, 2, 6, 9 dan 11 perlu ditambahbaik serta dimurnikan. Menurut Bond dan Fox (2015), julat nilai yang baik untuk PTMEA CORR. bagi setiap instrumen adalah antara 0.3 hingga 0.6.

Jadual 4 Kesepadanan dan Polariti Item Soalan bagi Instrumen UPKD

No Item	MNSQ		PTMEA	
	Infit	Outfit	Corr.	Exp.
1	1.14	1.06	0.18	0.31
2	1.06	1.13	0.25	0.34
3	0.94	0.88	0.43	0.35
4	0.95	0.90	0.41	0.34
5	0.94	0.89	0.41	0.34
6	1.07	1.16	0.04	0.16
7	1.00	0.98	0.34	0.34
8	0.83	0.77	0.54	0.34
9	1.16	1.19	0.16	0.35
10	1.03	0.97	0.33	0.34
11	1.06	1.20	0.23	0.34
12	0.90	0.80	0.47	0.34

Jadual 5 menggambarkan hasil Analisis Komponen Utama Residual (PCAR) bagi instrumen UPKD. Antara pertimbangan yang penting dalam memeriksa sesuatu alat ukur adalah mengesan kewujudan item yang mengukur dimensi kedua. Analisis Rasch menggunakan PCAR membolehkan faktor sampingan yang menjadi ancaman dikenal pasti yang menjadi ancaman kepada konstruk tunggal.

Linacre (2002) menggariskan bahawa nilai varians yang sebaik-baiknya adalah >60%. Walau bagaimanapun, setiap konstruk yang ditunjukkan dalam varians kasar telah mencapai keperluan keseragaman instrumen iaitu sekurang-kurangnya 20% (Sumintono dan Widhiarso, 2015). Berdasarkan Rajah 1, dapatan menunjukkan varians kasar yang diperolehi adalah 22.7%. Nilai ini memenuhi keperluan keseragaman instrumen iaitu sekurang-kurangnya 20%, sebagai pertimbangan pengukuran dimensi Rasch yang paling minimum. Manakala tahap gangguan item yang diukur atau varians yang

tidak dijelaskan dalam kontras pertama (unexplained variance in 1st contrast) adalah sebanyak 12.8%. Nilai yang berada dalam julat 5% hingga 15% dikategorikan sebagai sangat baik dan memadai (Fisher, 2007). Manakala nilai Eigenvalue sebanyak 2.0 menunjukkan ketiadaan dimensi kedua (Linacre, 2005).

		-- Empirical --	Modeled
Total raw variance in observations	=	15.5 100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures	=	3.5 22.7%	22.7%
Raw variance explained by persons	=	.9 5.7%	5.7%
Raw Variance explained by items	=	2.6 17.0%	17.0%
Raw unexplained variance (total)	=	12.0 77.3%	100.0% 77.3%
Unexplnd variance in 1st contrast	=	2.0 12.8%	16.5%
Unexplnd variance in 2nd contrast	=	1.8 11.3%	14.6%
Unexplnd variance in 3rd contrast	=	1.7 11.0%	14.3%
Unexplnd variance in 4th contrast	=	1.4 9.1%	11.7%
Unexplnd variance in 5th contrast	=	1.2 7.5%	9.7%

Rajah 1 Keputusan Analisis Komponen Utama Residual (PCAR)

PERBINCANGAN

Hasil daripada Model Pengukuran Rasch menunjukkan bahawa instrumen UPKD mempunyai nilai kebolehpercayaan item yang tinggi dengan nilai sebanyak 0.82. Menurut Bond dan Fox (2015), nilai kebolehpercayaan yang lebih daripada 0.8 boleh diterima dengan kukuh manakala nilai yang kurang daripada 0.6 tidak diterima. Demikian juga, nilai indeks pemisahan item adalah 2.15. Seperti yang dinyatakan oleh Linacre (2005), nilai indeks pemisahan yang lebih daripada 2 adalah diutamakan dan boleh diterima. Penemuan kajian menunjukkan bahawa item bagi instrumen UPKD boleh dibahagikan kepada maksimum 2 strata. Oleh itu, instrumen UPKD adalah instrumen yang berguna dan boleh dipercayai untuk menentukan kefahaman serta kerangka alternatif pelajar matrikulasi terhadap konsep daya.

Penemuan kajian juga mendapati bahawa semua item telah memenuhi julat Infit dan Outfit MNSQ yang ditetapkan oleh Wright dan Linacre (1994) iaitu antara 0.6 hingga 1.4 bagi item soalan aneka pilihan. Ini menunjukkan bahawa semua item selari dengan pengukuran item. Selain itu, nilai PTMEA CORR. menunjukkan semua item adalah positif dengan julat 0.04 hingga 0.54. Walau bagaimanapun, bagi item 1, 2, 6, 9 dan 11 perlu ditambahbaik serta dimurnikan kerana nilainya yang tidak memenuhi keperluan minimum 0.3 (Nunnally dan Bernstein, 1994). Nilai PTMEA CORR. yang positif menunjukkan bahawa item dalam instrumen UPKD dapat membezakan keupayaan pelajar kolej matrikulasi.

Sementara itu, unidimensi memberikan variasi tidak dijelaskan pada kontras pertama sebanyak 12.8% adalah berada dalam julat 5% hingga 15% (Fisher, 2007). Selain itu, variasi mentah yang dijelaskan oleh ukuran adalah 22.7% yang telah melebihi keperluan minimum sekurang-kurangnya 20% untuk unidimensi dalam Model Pengukuran Rasch (Sumintono dan Widhiarso, 2015). Oleh itu, item-item dalam instrumen UPKD adalah memenuhi aspek unidimensi di mana hanya kefahaman dan kerangka alternatif pelajar matrikulasi dalam konsep daya yang diukur.

Secara keseluruhannya, instrumen UPKD merupakan instrumen yang berkualiti dan boleh digunakan untuk menentukan tahap kefahaman serta kerangka alternatif pelajar dalam konsep daya. Instrumen UPKD yang dibina adalah menjurus kepada soalan-soalan berkenaan konsep daya sahaja dan menepati silibus program matrikulasi KPM. Instrumen UPKD adalah berbeza dengan instrumen tersohor seperti FCI dan FCME yang meliputi konsep Newton (*Newtonian concept*) seperti Hukum Gerakan dan Kegravitian Newton, momentum serta kinematik (Hestenes et al., 1992), iaitu tidak selari dengan silibus konsep daya dalam kajian ini. Silibus bagi konsep daya yang di ajar di peringkat matrikulasi adalah terdiri daripada lima subtopik iaitu asas daya, gambarajah jasad bebas, geseran statik dan kinetik serta konsep dan aplikasi Hukum Gerakan Newton sahaja.

KESIMPULAN

Kajian ini telah membangunkan satu instrumen untuk menentukan tahap kefahaman serta kerangka alternatif pelajar bagi konsep daya. Oleh itu, berdasarkan kajian rintis yang dijalankan dapatlah dirumuskan bahawa kesahan dan kebolehpercayaan merupakan aspek yang penting dan perlu dijalankan sebelum sesebuah instrumen digunakan di lapangan sebenar. Maka berdasarkan dapatan analisis item bagi instrumen UPKD, instrumen mempunyai kualiti yang wajar untuk digunakan oleh pengkaji, walaupun terdapat beberapa item soalan yang perlu ditambahbaik atau dimurnikan.

RUJUKAN

- A Aziz, N. F., Ahmad, H. and Mat Nashir, I. (2019) 'Validation of technical and vocational teachers' competency evaluation instrument using the rasch model', *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 9(1), pp. 18–25.
- Abdul Aziz, A., Masodi, M. S. and Zaharim, A. (2013) *Asas model pengukuran Rasch: pembentukan skala dan struktur pengukuran*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Adnan, M., Mohd Nawi, N., Abdullah, M. F. N. L., Che Ahmad, C. N. and Arifin, N. S. (2018) 'Pembinaan item Kemahiran Berfikir Aras Tinggi Matematik Tingkatan Satu untuk topik Pecahan', *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 8(1), pp. 46–54.
- Ahmad Tarmimi, I. and Shahrul Kadri, A. (2016) 'Tahap kefahaman dan salah konsep terhadap konsep daya dan gerakan dalam kalangan pelajar tingkatan empat', *Jurnal Fizik Malaysia*, 37(1), pp. 01090–01101.
- Arasinah, K., Ab. Rahim, B., Ramlah, H. and Soaib, A. (2012) 'Kesahan dan kebolehpercayaan instrumen kompetensi rekaan fesyen pakaian (RFP)', *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 37(1), pp. 1042–1053.
- Ariffin, S. R. (2008) *Inovasi dalam pengukuran & penilaian pendidikan*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Azita Seyed Fadaei and César Mora (2015) 'An investigation about misconceptions in force and motion in high school', *US-China Education Review*, 5(1), pp. 38–45.
- Bahagian Matrikulasi (KPM) (2021) *Curriculum specifications physics 1 (SP015)*. Putrajaya: Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK) (2018) *Kurikulum standard sekolah menengah: fizik tingkatan 4 dan 5*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Bani-Salameh, H. N. (2017) 'How persistent are the misconceptions about force and motion held by college students?', *Physics Education*. IOP Publishing, 52(1), pp. 1–7.
- Bond, T. G. and Fox, C. M. (2015) *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences*. 3rd Editio. Routledge.
- Chua, Y. P. (2012) *Kaedah dan statistik penyelidikan: kaedah penyelidikan*. 2nd ed. Kuala Lumpur: Kuala Lumpur: McGraw-Hill (Malaysia) Sdn. Bhd.
- Creswell, J. (2014) *Research design qualitative, quantitative, and mixed method approaches*. 4th Edi. Thousand Oaks: Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Fisher, J. W. P. (2007) 'Rating scale instrument quality criteria.', *Rasch Measurement Transactions*, 21(1).
- Halim, L., Yong, T. K. and Meerah, T. S. M. (2014) 'Overcoming students' misconceptions on forces in equilibrium: an action research study', *Creative Education*, 05(11), pp. 1032–1042.
- Hestenes, D., Wells, M. and Swackhamer, G. (1992) 'Force Concept Inventory', *The Physics Teacher*, 30(3), pp. 141–158.
- Kamarrudin, H., Lilia, H. and Mohtar, L. E. (2020) 'Sumbangan Penguasaan Asas Fizik Dan Matematik Terhadap Keupayaan Pengaplikasian Fizik Bagi Topik Mekanik Tingkatan Enam', *Jurnal Fizik Malaysia*, 41(1), pp. 10037–10050.
- Lembaga Peperiksaan Malaysia (LPM) (2014) *Kupasan Mutu Jawapan SPM 2014: Fizik 2*. Kuala Lumpur: Lembaga Peperiksaan Malaysia (LPM).
- Lembaga Peperiksaan Malaysia (LPM) (2017) *Kupasan Mutu Jawapan SPM 2017: Fizik 2*. Kuala Lumpur: Lembaga Peperiksaan Malaysia (LPM).
- Linacre, J. M. (2005) *A user's guide to WINSTEPS: Rasch Model Computer Programs*. MESA Press.
- Liu, G. and Fang, N. (2016) 'Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education', *International Journal of Engineering Education*, 32(1), pp. 19–29.
- Mason, L. (2001) 'Introducing talk and writing for conceptual change: A classroom study', *Learning and Instruction*, 11(4–5), pp. 305–329.
- Mohammad Mubarrak Mohd Yusof, Siti Fairuz Dalim, Muhamad Firdaus Ramli and Norezan Ibrahim (2013) 'the Level of Understanding of Students and Teachers in the Concept of Force and Motion', in

- International Conference on Social Science Research*, pp. 4-6 Jun. Penang, Malaysia. 1083-1090.
- Nie, Y., Xiao, Y., Fritchman, J. C., Liu, Q., Han, J., Xiong, J. and Bao, L. (2019) 'Teaching towards knowledge integration in learning force and motion', *International Journal of Science Education*. Taylor & Francis, 41(16), pp. 2271–2295.
- Normawani Hassan and Lilia Halim (2018) 'Kemahiran Menyelesaikan Masalah Bagi Topik Keseimbangan Dan Leraian Daya', *Seminar Antarabangsa Isu-Isu Pendidikan*, pp. 197–203.
- Nunally, J. C. and Bernstein, I. H. (1994) *Psychological theory*. MacGraw-Hill.
- Nurul Aufa and Siti Nursaila (2022) 'Level of Conceptual Understanding Among Secondary Students on Topic of Forces and Motion Using Half-Length Force Concept Inventory (HFCI)', *Journal of Social Sciences and Humanities*, 1(2), pp. 12–20.
- Oktarisa, Y., Utami, I. S. and Denny, Y. R. (2017) 'Detecting and reducing science teacher candidate's misconception about motion and force by using Force Concept Inventory (FCI) and Problem Based Learning (PBL)', *Journal of Physics: Conference Series*, 812, pp. 1–6.
- Rasch, G. (1980) *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. The University of Chicago Press.
- Sarvela, P. D. and Mcdermott, R. J. (1993) *Health Education Evaluation and Measurement: A Practitioner's Perspective*. Charlottesville, VA: Brown & Benchmark.
- Siti Nursaila Alias and Faridah Ibrahim (2015) 'The Level of Mastering Forces in Equilibrium Topics by Thinking Skills', *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 2(5), pp. 18–24.
- Sumintono, B. and Widhiarso, W. (2015) *Aplikasi Pemodelan RASCH Pada Assessment Pendidikan*. Cimahi: Cimahi : Penerbit Trim Komunikata.
- Wright, B. D. and Linacre, J. M. (1994) 'Reasonable mean-square fit values', *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), p. 370.

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

Each question has **five** answer options. For each question, choose the **best** answer. Circle your answer on the given answer sheet.

Setiap soalan diikuti oleh **lima** pilihan jawapan. Pilih **satu** jawapan yang terbaik. Bulatkan jawapan pada kertas jawapan yang diberi.

- 1** Newton's First Law of Motion states that if there is no net force acting on an object, the object will:
Hukum Gerakan Newton Pertama menyatakan bahawa, jika tiada daya bersih yang bertindak ke atas sesuatu objek, objek itu akan:
- A** Remain at rest.
Kekal berehat.
 - B** Have zero speed.
Mempunyai laju sifar.
 - C** Have no acceleration.
Tidak mempunyai pecutan.
 - D** Move with constant velocity.
Bergerak dengan halaju malar.
 - E** All of the above.
Semua di atas.
- 2** Two cars collide head-on. During the collision, the magnitude of the force from the first car exerts on the second is exactly equal to the magnitude of the force from the second car exerts on the first. This is an example of:
Dua buah kereta berlanggar secara berdepan. Sewaktu perlanggaran, magnitud daya yang dikenakan oleh kereta pertama ke atas yang kedua adalah sama dengan magnitud daya yang dikenakan oleh kereta kedua ke atas yang pertama. Ini adalah contoh:
- A** Newton's First Law of Motion.
Hukum Gerakan Newton Pertama.
 - B** Newton's Second Law of Motion.
Hukum Gerakan Newton Kedua.
 - C** Newton's Third Law of Motion.
Hukum Gerakan Newton Ketiga.
 - D** Newton's Law of Gravitation.
Hukum Kegravitian Newton.
 - E** None of the above
Tiada satu pun di atas.

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- 3** Two metal balls with the same size, but one weighs twice than the other. The balls are dropped from the top of a two story building at the same time. The time taken for both ball to reach the ground will be:
Dua bola logam bersaiz sama, tetapi satu bola mempunyai berat dua kali ganda berbanding yang satu lagi. Kedua-dua bola dijatuhkan dari atas bangunan dua tingkat pada masa yang sama. Masa yang diambil oleh kedua-dua bola untuk sampai ke tanah adalah:
- A** About half the time it takes for the heavier ball.
Kira-kira separuh masa yang diambil untuk bola yang lebih berat.
 - B** About half the time it takes for the lighter ball.
Kira-kira separuh masa yang diambil untuk bola yang lebih ringan.
 - C** The time taken for both balls is the same.
Masa yang diambil untuk kedua-dua bola adalah sama.
 - D** Considerably less for the heavier ball, but not necessarily half as long.
Agak kurang untuk bola yang lebih berat, tetapi tidak semestinya separuh daripada masanya.
 - E** Considerably less for the lighter ball, but not necessarily half as long.
Agak kurang untuk bola yang lebih ringan, tetapi tidak semestinya separuh daripada masanya.
- 4** Imagine a head-on collision between a large truck and a small compact car. During the collision,
Bayangkan satu perlanggaran berdepan di antara trak besar dan kereta kompak kecil. Semasa perlanggaran,
- A** The truck exerts a greater force on the car than the car exerts on the truck.
Trak mengenakan daya yang lebih besar kepada kereta berbanding daya yang dikenakan oleh kereta kepada trak.
 - B** The car exerts a greater force on the truck than the truck exerts on the car.
Kereta mengenakan daya yang lebih besar kepada trak berbanding daya yang dikenakan oleh trak kepada kereta.
 - C** Both exert no force on each other. The car crashed just because it blocked the path of the truck.
Kedua-duanya tidak mengenakan daya terhadap satu sama lain. Kereta dirempuh hanya kerana ia menghalang laluan trak.

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- D** The truck exerts a force on the car but the car does not exert a force on the truck.
Trak mengenakan daya ke atas kereta tetapi kereta tidak mengenakan daya ke atas trak.
- E** The truck exerts the same amount of force on the car as the car exerts on the truck.
Daya yang dikenakan oleh trak kepada kereta adalah sama dengan daya yang dikenakan oleh kereta kepada trak.
- 5** A book is at rest on a table top. Which of the following force(s) is (are) acting on the book?
Sebuah buku berada pegun di atas meja. Antara daya berikut, yang manakah bertindak ke atas buku itu?
1. A downward force due to gravity.
Daya ke bawah akibat graviti.
 2. The normal upward force by the surface of the table.
Daya normal ke atas yang dikenakan oleh permukaan meja.
 3. A net downward force due to air pressure.
Daya bersih ke bawah akibat tekanan udara.
 4. A net upward force due to air pressure.
Daya bersih ke atas akibat tekanan udara.
- A** 1 only
1 sahaja
- B** 1 and 2
1 dan 2
- C** 1, 2 and 3
1, 2 dan 3
- D** 3 and 4
3 dan 4
- E** 1, 2, 3 and 4
1, 2, 3 dan 4

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- 6** We will slip while walking on a path having green algae because of.
Kita akan tergelincir semasa berjalan di laluan yang berlumut kerana:
- A** inertia
inersia.
- B** the frictional force is zero
daya geseran adalah sifar
- C** the frictional force between the feet and the path is increased
daya geseran antara kaki dan laluan berlumut adalah bertambah.
- D** the frictional force between the feet and the path is decreased
daya geseran antara kaki dan laluan berlumut adalah berkurang.
- E** None of the above.
Tiada satu pun di atas.
- 7** Refer to **FIGURE 1**. In that situation,
Rujuk RAJAH 1. Dalam situasi berkenaan,

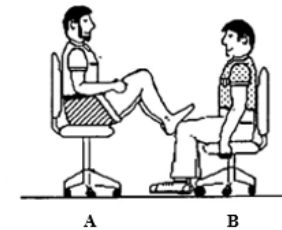


FIGURE 1
RAJAH 1

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- A** Neither student exerts a force on the other.
Kedua-dua pelajar tidak mengenakan daya terhadap satu sama lain.
- B** Student A exerts a force on student B, but student B does not exert any force on student A.
Pelajar A mengenakan daya ke atas pelajar B, tetapi pelajar B tidak mengenakan sebarang daya ke atas pelajar A.
- C** Student A exerts a force on student B, but student A does not exert any force on student B.
Pelajar A mengenakan daya ke atas pelajar B, tetapi pelajar A tidak mengenakan sebarang daya ke atas pelajar B.
- D** Each student exerts a force on the other but student A exerts the larger force.
Setiap pelajar mengenakan daya terhadap satu sama lain tetapi pelajar A mengenakan daya yang lebih besar.
- E** Each student exerts the same amount of force on each other.
Setiap pelajar mengenakan jumlah daya yang sama antara satu sama lain.
- 8** A large box is being pushed across the floor at a uniform speed of 4 m s^{-1} . What can you conclude about the forces acting on the box?
Sebuah kotak besar ditolak melintasi lantai pada laju seragam 4 m s^{-1} . Apakah yang anda boleh simpulkan tentang daya yang bertindak ke atas kotak itu?
- A** The amount of force applied to move the box at a uniform speed must be more than its weight.
Jumlah daya yang dikenakan untuk menggerakkan kotak pada kelajuan seragam mestilah lebih daripada beratnya.
- B** The amount of force applied to move the box at a uniform speed must be equal to the amount of the frictional forces that resist its motion.
Jumlah daya yang dikenakan untuk menggerakkan kotak pada laju seragam mestilah sama dengan jumlah daya geseran yang menentang pergerakannya.
- C** The amount of force applied to move the box at a uniform speed must be more than the amount of the frictional forces that resist its motion.
Jumlah daya yang dikenakan untuk menggerakkan kotak pada laju seragam mestilah lebih daripada jumlah daya geseran yang menentang pergerakannya.

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- D** The amount of force applied to move the box at a uniform speed must be less than the amount of the frictional forces that resist its motion.
Jumlah daya yang dikenakan untuk menggerakkan kotak pada laju seragam mestilah kurang daripada jumlah daya geseran yang menentang pergerakannya.
- E** There is a force being applied to the box to make it move but the external forces such as friction are not 'real' forces which just resist motion.
Terdapat daya yang dikenakan pada kotak untuk membuatnya bergerak tetapi daya luar seperti daya geseran bukanlah daya 'sebenar', yang hanya menentang pergerakan.
- 9** If the force being applied to the box in Question 8 is suddenly discontinued, the box will;
Jika daya yang dikenakan pada kotak dalam Soalan 8 tiba-tiba dihentikan, kotak itu akan;
- A** Stop immediately.
Berhenti serta-merta.
- B** Immediately start slowing to a stop.
Terus menjadi perlahan sehingga berhenti.
- C** Continue at a constant velocity
Terus bergerak pada halaju malar.
- D** Continue its motion with the increase in velocity
Terus bergerak dengan halaju yang semakin bertambah
- E** Continue at constant speed for a very short period of time and then slow to a stop.
Terus pada kelajuan malar untuk jangka masa yang sangat singkat dan kemudian perlahan sehingga berhenti.
- 10** One way to increase acceleration is by:
Satu cara untuk meningkatkan pecutan adalah dengan:
- A** Decreasing force.
Mengurangkan daya.
- B** Increasing mass.
Meningkatkan jisim.
- C** Decreasing mass.
Mengurangkan jisim.

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- D** *Increasing both force and mass proportionally.*
 Meningkatkan kedua-dua daya dan jisim secara berkadaran.
- E** *Decreasing both force and mass proportionally.*
 Mengurangkan kedua-dua daya dan jisim secara berkadaran.
- 11** A body of mass, m is on an inclined plane at an angle of θ with the horizontal. The body moves up the plane at a constant velocity when a horizontal force, F acts on it as shown in **FIGURE 2**. Derive the equation of friction between the body and the inclined plane. *Jasad berjisim, m berada pada satah condong dengan sudut θ daripada paksi mengufuk. Jasad itu bergerak ke atas, sepanjang satah pada halaju malar apabila daya mengufuk, F bertindak ke atasnya seperti yang ditunjukkan dalam **RAJAH 2**. Terbitkan persamaan geseran antara jasad dan satah condong?*

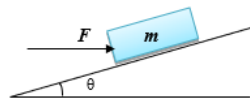


FIGURE 2
RAJAH 2

- A** $mg \sin \theta$
- B** $mg \cos \theta$
- C** $F \cos \theta$
- D** $F \cos \theta - mg \sin \theta$
- E** $F \cos \theta + mg \sin \theta$

Ujian Penilaian Konsep Daya (UPKD)

- 12** **FIGURE 3** shows a ladder leaning onto a wall. If the surface of the wall and floor are rough, which diagram shows the frictional forces acting on the ladder correctly? **RAJAH 3** menunjukkan tangga yang bersandar pada dinding. Jika permukaan dinding dan lantai adalah kasar, gambar rajah yang manakah menunjukkan daya geseran yang bertindak pada tangga adalah betul?

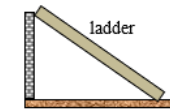
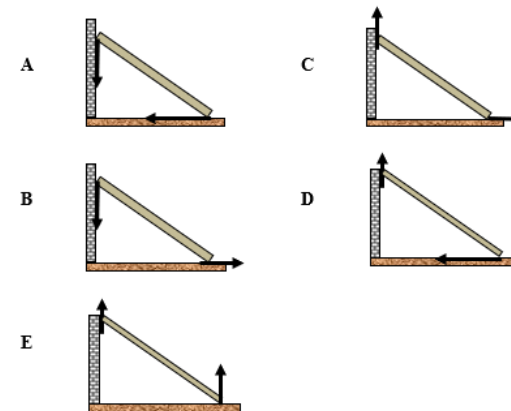


FIGURE 3
RAJAH 3



END OF QUESTION PAPER
 KERTAS SOALAN TAMAT