

Pembinaan dan Penentusahan Instrumen Kemahiran Proses Sains Untuk Sekolah Menengah

Ong Eng Tek^{a*}, Mohd Al-Junaidi Mohamad^b

^aUniversiti Pendidikan Sultan Idris, Tanjong Malim, Perak Darul Ridzuan 35900, Malaysia

^bUniversiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia

*Corresponding author: eto23@cam.ac.uk

Article history

Received :24 May 2013

Received in revised form :
27 November 2013

Accepted :5 December 2013

Abstract

This study aims to develop a valid and reliable multiple-choice test referred to as *Test of Basic and Integrated Process Skills (T-BIPS)* for secondary schools to measure the acquisition of a full range of 12 science process skills (SPS), namely 7 basic SPS and 5 integrated SPS. This study involves two phases. Phase one entails the generation of test items according to a set of item objectives, and the establishment of the content and face validities as well as response objectivity in a qualitative manner through the use of panel experts. Phase two involves validating the psychometric properties of the instrument using field testing data from 104 Form 4 students of top, average and bottom sets in urban and rural schools. The final set of *T-BIPS* consists of 60 items: 28 items for basic SPS (with the KR-20 reliability of 0.86) and 32 items for integrated SPS (with the KR-20 reliability of 0.89). The mean item difficulty index is 0.60, ranging between 0.37 and 0.75, while the mean item discrimination index is 0.52, ranging between 0.20 and 0.77. The results of item analysis indicate that *T-BIPS* with the appropriate psychometric characteristics is an acceptable, valid and reliable test to measure the acquisition of science process skills.

Keywords: Science education; measurement; science process skills; discrimination index; difficulty index; psychometric

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membina dan menentusahkan ujian aneka pilihan yang dinamakan *Test of Basic and Integrated Process Skills (T-BIPS)* untuk sekolah menengah bagi mengukur penguasaan semua 12 kemahiran proses sains (KPS): 7 KPS asas dan 5 KPS bersepadu. Kajian ini melibatkan dua fasa. Fasa pertama melibatkan pembinaan item instrumen yang mana item aneka pilihan ditulis berdasarkan objektif item. Kesahan kandungan, kesahan muka dan keobjektifan jawapan ditentukan secara kualitatif oleh panel pakar. Fasa kedua pula melibatkan penentusahan aspek psikometrik instrumen melalui data kajian rintis yang menggunakan 104 pelajar tingkatan 4 yang mewakili kumpulan cemerlang, sederhana dan lemah daripada sekolah luar bandar dan sekolah bandar. Instrumen *T-BIPS* yang terhasil mengandungi 60 item: 28 item KPS asas (dengan nilai kebolehpercayaan KR-20 iaitu 0.86) dan 32 item KPS bersepadu (dengan nilai KR-20 iaitu 0.89). Min indeks kesukaran item ialah 0.60 dengan julat antara 0.37 dan 0.75, manakala min indeks diskriminasi item pula ialah 0.52 dengan julat antara 0.20 dan 0.77. Keputusan analisis item ini menunjukkan bahawa ciri-ciri psikometrik instrumen *T-BIPS* diterima sebagai ujian pengukuran kemahiran proses sains yang sah dan boleh dipercayai.

Kata kunci: Pendidikan sains; pengukuran; kemahiran proses sains; indeks diskriminasi; indeks kesukaran; psikometrik

© 2014 Penerbit UTM Press. All rights reserved.

1.0 PENGENALAN

Kurikulum sains merentas disiplin dan tahap persekolahan di Malaysia memberikan satu penegasan terhadap penguasaan kemahiran proses sains (Pusat Perkembangan Kurikulum, 2005) dalam kalangan pelajar. Penekanan ini selari dengan hasrat yang termaktub dalam Pelan Induk Pembangunan Pendidikan

(Kementerian Pelajaran Malaysia, 2006), iaitu "Pendidikan Sains merupakan usaha berterusan untuk mewujudkan masyarakat saintifik dan progresif serta berilmu dan membentuk warganegara kritis, kreatif dan berketerampilan yang mengamalkan sains dan teknologi. Pelan pendidikan ini memberi tumpuan kepada kemahiran seperti *kemahiran proses*

sains, kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif, kemahiran manipulatif dan kemahiran saintifik” (p. 56).

Sejarah kemahiran proses sains mula bertapak apabila Amerika mengorak langkah mentransformasi kurikulum sains mereka pada tahun 60an ekoran daripada “kekalahan” dalam perlumbaan angkasa lepas berbanding dengan pihak Rusia yang berjaya memulakan pelancaran satelit buatan pertama, Sputnik yang sebesar sebiji bola pantai, ke angkasa lepas pada 4 Oktober 1957. Pendek kata, transformasi kurikulum sains ini yang diterajui oleh *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) merupakan respon terhadap krisis pendidikan sains pasca-Sputnik. Kurikulum sains di Amerika sebelum ini yang memberikan penekanan terhadap penguasaan isi kandungan digubal semula untuk memberikan “perhatian dan penekanan kepada proses-proses sains” (Hassard, 2005, p.169). Antara inisiatif kurikulum yang diperkenalkan adalah *Science-A Process Approach* (AAAS, 1967) di mana sembilan proses sains asas (memerhati, mengelas, membuat inferens, mengukur, berkomunikasi, meramal, menanya, menggunakan nombor, dan menggunakan hubungan ruang-masa) diperkenalkan dalam tadika sehingga gred/tahun 3, manakala enam proses sains bersepadu (mengawal pemboleh ubah, mendefinisi secara operasi, mengeksperimen, merumus model, membuat hipotesis, dan mentafsir data) pula diperkenal dan dikembangkan dalam gred/tahun 4 hingga gred/tahun 6.

Inisiatif kurikulum AAAS dipengaruhi oleh Gagne (1965) yang mengenal pasti 11 kemahiran proses sains, yakni memerhati, mengukur, membuat inferens, meramal, mengelas, mengutip dan merekod data yang merupakan kemahiran proses sains asas, manakala menginterpretasi data, mengawal pemboleh ubah, mendefinisi secara operasi, dan menyata hipotesis yang dianggap sebagai kemahiran proses bersepadu aras tinggi. Pengaruh pendekatan proses berterusan sehingga ke 90an apabila Standard Pendidikan Sains Negara atau *National Science Education Standards* (National Research Council, 1996) menggariskan kepentingan inkuiri yang memerlukan pengintegrasian dan pengoperasian kemahiran-kemahiran proses sains.

Beraskan inisiatif kurikulum daripada luar negara, Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK) telah mengenal pasti 12 kemahiran proses sains untuk dipupuk dan dikembangkan dalam persekolahan rendah dan menengah merentas kurikulum sains: tujuh kemahiran proses sains asas (KPSA), yakni (1) memerhati, (2) mengelas, (3) mengukur dan menggunakan nombor, (4) membuat inferens, (5) meramal, (6) berkomunikasi, dan (7) menggunakan perhubungan ruang dan masa; dan lima kemahiran proses sains bersepadu (KPSB), yakni (1) mentafsir data, (2) mengawal pemboleh ubah, (3) mendefinisi secara operasi, (4) membuat hipotesis, dan (5) mengeksperimen (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2010, 2011; Pusat Perkembangan Kurikulum, 2005).

Penguasaan kemahiran proses sains merupakan agenda kritikal dalam pendidikan sains kerana kemahiran proses sains ini mewakili kemahiran rasional dan logik dalam sains (Burns, Okey & Wise, 1985). Dalam semua dokumen kurikulum sains di Malaysia, satu pertalian yang erat antara kemahiran proses sains dan kemahiran berfikir telah dipetakan dengan jelas walaupun terdapat pertindihan. Misalnya, kemahiran proses sains “memerhati” dikaitkan dengan kemahiran berfikir seperti mencirikan, membanding beza, dan menghubungkait, manakala kemahiran proses sains “membuat hipotesis” dikaitkan dengan kemahiran berfikir seperti mengatribut, membanding beza, menjana idea, membuat hipotesis, meramal, dan mensintesis (Curriculum Development Centre, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e). Lantaran itu, penguasaan kemahiran proses sains membolehkan pelajar untuk beroperasi dalam situasi inkuiri dan

mengupayakan mereka untuk bertindak terhadap maklumat yang ada dalam menghasilkan penyelesaian kepada masalah.

■2.0 PERMASALAHAN

Dalam memupuk kemahiran proses sains dalam kalangan pelajar, usaha tersebut juga melibatkan penilaian terhadap penguasaan kemahiran tersebut. Lantas, Penilaian Kerja Amali (PEKA) diperkenalkan dalam tahun 1999 di mana pelajar melaksanakan satu siri kerja amali dalam persekolahan rendah dan juga menengah. Dalam PEKA, pelajar dinilai secara individu untuk menentukan tahap penguasaan kemahiran saintifik, yang melibatkan kemahiran proses sains dan juga kemahiran manipulatif. Rational di sebalik PEKA sememangnya berlandaskan pendidikan sains semasa. Namun, masalah dalam PEKA terletak dalam pelaksanaan pada akar umbi, yakni dalam makmal sains dan juga di bilik darjah.

Muliani (2012) yang merupakan seorang guru besar (dan juga seorang guru sains) di sebuah sekolah rendah mencadangkan kaedah stesyen untuk menilai kemahiran proses sains pelajar selepas merintah bahawa terdapat guru-guru sains di sekolah beliau yang memberikan markah PEKA kepada murid tetapi apabila diminta menunjukkan jenis eksperimen yang telah dilaksanakan, guru-guru mengaku memberikan markah rekaan. Tambahan pula, terdapat kajian-kajian lepas yang menunjukkan bahawa guru-guru kurang pasti untuk melaksanakan PEKA berdasarkan rubrik yang diberi (Siti Aloyah, 2002), tidak berkeyakinan dan mengalami kekurangan peralatan makmal (Alias, 2001; Faiza, 2002), serta menghadapi kekangan masa untuk menjalankan PEKA kerana saiz kelas yang besar (Filmer & Foh, 1997; Yeow, 2002). Permasalahan ini adalah sejajar dengan pemerhatian Burns, Okey dan Wise (1985) yang menunjukkan bahawa “penilaian kebolehan pelajar dalam kemahiran-kemahiran [proses sains] ini boleh menjadi sukar dan memakan masa melalui pemerhatian kerja amali” (p. 169).

Permasalahan dalam pelaksanaan PEKA ini dirumus oleh Dillashaw and Okey (1980, p.602) yang menghujah bahawa, “sementara seseorang [guru] ingin pelajar menunjukkan kemahiran-kemahiran bersepadu, masalah penggunaan prosedur *hands-on* untuk menilai penguasaan sekumpulan pelajar boleh merupakan tugas yang membebankan”. Dalam menangani permasalahan sedemikian, Dillashaw and Okey (1980) mencadangkan format penilaian kumpulan pelajar menggunakan format kertas dan pensil untuk mengukur kompetensi kemahiran-kemahiran proses yang “boleh ditadbir secara berkesan dan objektif” (p.602).

Tinjauan kepustakaan menunjukkan kewujudan instrumen-instrumen pengukuran kemahiran proses sains berformatkan kertas dan pensel. Namun, instrumen-instrumen ini hanya menguji satu julat kemahiran yang terhad dan tidak menyeluruh. Misalnya, Abu Hassan dan Rohana (2003) membina ujian berstruktur untuk mengukur kemahiran proses sains berdasarkan subjek kimia yang dipanggil Ujian Penguasaan Kemahiran Proses Sains yang hanya mengukur dua kemahiran proses sains asas (yakni, meramal dan membuat inferens) dan empat kemahiran proses sains bersepadu (yakni, membuat hipotesis, mengawal pemboleh ubah, mentafsirkan data dan mengeksperimen). Sementara itu, Ong, Fong dan Zurida (2007) membina 36 item aneka pilihan berformatkan ujian kertas dan pensel yang dikenali sebagai *Test of Integrated Science Process* (TISP) untuk mengukur kemahiran proses sains bersepadu sahaja iaitu mendefinisikan secara operasi, membuat hipotesis, mengawal pemboleh ubah, mentafsirkan data dan mengeksperimen. Tambahan pula, kedua-dua instrumen Ujian

Penguasaan Kemahiran Proses Sains (Abu Hassan & Rohana, 2003) dan TISP (Ong, Fong & Zurida, 2007) ini menggunakan kandungan sains sebagai kandungan item, lantas, hanya sesuai untuk kegunaan pelajar-pelajar yang telah mempelajari konsep-konsep Kimia dan Fizik yang diukur dalam instrumen-instrumen berkenaan.

Terdapat juga penjana ujian kemahiran proses sains yang mana item-itemnya tidak berasaskan kurikulum secara spesifik seperti instrumen *Test of Integrated Process Skills (TIPS) for Secondary Science Students* (Dillashaw & Okey, 1980) dan TIPS-II (Burns, Okey & Wise, 1985). Walaupun TIPS dan TIPS-II sesuai digunakan untuk pelajar dari semua aliran kerana kandungan itemnya bersifat kontekstual dan menggunakan peristiwa yang berlaku dalam kehidupan harian pelajar, namun ianya masih terhad kerana hanya mengukur lima kemahiran proses sains bersepadu sahaja. Di samping itu, terdapat *Malaysian-Based Basic and Integrated Science Process Skills Inventory (MB-BISPSI)*—satu ujian kemahiran proses sains yang menyeluruh, yakni mengukur kesemua 12 kemahiran proses sains, dan item-item tersebut tidak berasaskan kurikulum secara spesifik, namun instrumen tersebut dihaskan untuk kegunaan pelajar menengah rendah sahaja (Ong, Wong, Sopia, Sadiah, Asmayati, & Zahid, 2011).

Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk menjana satu instrumen berformatkan kertas dan pensel yang boleh mengukur kemahiran proses sains dengan berkesan, objektif, menjimatkan masa, dan tidak memerlukan sumber yang mahal (Dillashaw & Okey, 1980; Onwu & Mozube, 1992; Tobin & Capie, 1982). Di samping itu, instrumen tersebut bukan sahaja harus mempunyai kesahan dan kebolehpercayaan serta indeks-indeks kesukaran dan diskriminasi yang sesuai, bahkan ianya merangkumi penilaian kesemua 12 kemahiran proses sains yang tersurat dalam sukatan pelajaran sains merentas tahun persekolahan dan disiplin serta sesuai untuk kegunaan pelajar sekolah menengah. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk menjawab persoalan kajian, “sejauh manakah instrumen kemahiran proses sains asas dan bersepadu yang dijana mempunyai kesahan dan kebolehpercayaan serta indeks-indeks kesukaran dan diskriminasi yang sesuai?”

■ 3.0 METODOLOGI KAJIAN

Proses pembinaan instrumen kemahiran proses sains yang dinamakan *Test of Basic and Integrated Process Skills (T-BIPS)* terbahagi kepada dua fasa. Fasa pertama ialah pembinaan item (Cohen, Manion, & Morrison, 2007) yang melibatkan lima langkah utama, iaitu (1) mengenal pasti objektif instrumen; (2) menentukan kandungan pengukuran; (3) membina jadual spesifikasi instrumen yang menyenaraikan indikator (atau petunjuk) dalam bentuk objektif (hasrat pembelajaran) dan juga bilangan item yang dibina bagi setiap kemahiran proses sains; (4) menulis item berdasarkan indikator bagi sesuatu kemahiran proses; dan (5) menganalisis item secara kualitatif oleh pakar atau ‘*subject matter experts*’ bagi menentukan kesahan muka, kesahan kandungan instrumen dan keobjektifan jawapan item. Fasa kedua pula melibatkan proses penentusahan aspek psikometrik instrumen dengan (1) menjalankan ujian rintis; (2) menentukan indeks diskriminasi dan juga indeks kesukaran item; dan (3) menentukan nilai KR-20 bagi mendapatkan pekali kebolehpercayaan instrumen. Fasa pertama dan kedua diuraikan seperti berikut.

3.1 Fasa Pertama: Pembinaan Item

3.1.1 Mengenal Pasti Objektif Instrumen

Objektif instrumen *Test of Basic and Integrated Process Skills (T-BIPS)* adalah untuk mengukur penguasaan 7 kemahiran proses sains asas (iaitu memerhati, meramal, mengelas, membuat inferens, mengukur & menggunakan nombor, menggunakan perhubungan ruang & masa, dan berkomunikasi) dan 5 kemahiran proses sains bersepadu (iaitu mendefinisi secara operasi, membuat hipotesis, mengawal pemboleh ubah, mentafsir data, dan mengeksperimen) dalam kalangan pelajar sekolah menengah atas. Dua belas kemahiran proses sains ini merupakan senarai penuh setiap kemahiran proses sains yang termaktub dalam kurikulum sains Malaysia merentas semua disiplin.

3.1.2 Menentukan Spesifikasi Pengukuran

Menurut Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (Pusat Perkembangan Kurikulum, 2005), pelajar sekolah menengah di Malaysia dihasratkan untuk menguasai 12 kemahiran proses sains termasuklah 7 kemahiran proses sains asas dan 5 kemahiran proses sains bersepadu. Lantas, skop pengukuran merangkumi kesemua 12 kemahiran proses tersebut, dan bagi setiap kemahiran proses tersebut, indikator-indikator (ciri-ciri atau petunjuk-petunjuk) dikenal pasti berdasarkan kajian kepustakaan dan analisis dokumen.

3.1.3 Membina Jadual Spesifikasi Instrumen

Dalam membina Jadual Spesifikasi Instrumen, tiga lajur utama disediakan sepertimana dipaparkan dalam Jadual 1, yakni kemahiran proses sains, objektif item (berdasarkan indikator/petunjuk), dan bilangan item. Bagi setiap kemahiran proses sains, objektif item dikenal pasti terlebih dahulu berdasarkan ciri/indikator/petunjuk yang telah digariskan dalam spesifikasi pengukuran kemahiran proses sains. Item-item untuk sesuatu kemahiran proses sains kemudiannya dijana berdasarkan objektif item (Burn, Okey & Wise, 1985; Dillashaw & Okey, 1980). Setiap objektif item boleh mewakili satu atau lebih petunjuk prestasi penguasaan kemahiran proses sains sebagaimana ditunjukkan dalam Jadual 1.

Secara keseluruhannya, sebanyak 121 item dirancang untuk digubal bagi memastikan jumlah item yang diterima untuk membentuk instrumen *T-BIPS* adalah mencukupi setelah item-item ini melalui proses pengesahan (*validation process*) sebanyak dua peringkat. Peringkat pertama ialah penilaian oleh panel pakar terhadap draf item dan peringkat kedua ialah analisis item daripada data kajian rintis. Kedua-dua proses ini melibatkan pengguguran item, penerimaan item dan pemurnian item. Malah, Reynolds, Livingston, dan Wilson (2009) berpendapat bahawa bilangan item yang banyak dapat meningkat serta mempelbagaikan ciri-ciri pengukuran sesuatu ujian.

3.1.4 Menulis Item

Perkara paling penting yang dititikberatkan dalam penulisan item ialah format ujian (Dillashaw & Okey, 1980). Untuk pembinaan instrumen *T-BIPS*, ujian pensel dan kertas berformatkan item aneka pilihan digunakan sebagai format instrumen. Hal demikian adalah kerana format ujian pensel dan kertas dapat mengukur kesemua 12 kemahiran proses sains secara spesifik dan keseluruhan dalam masa yang singkat iaitu dalam dua waktu pengajaran. Selain mudah untuk ditadbirkan

dalam sampel yang besar, item aneka pilihan juga senang untuk diskor secara berkesan dan objektif (Blerkom, 2008). Tambahan pula, item aneka pilihan dapat mencakup lebih banyak objektif pembelajaran (Ebel, 1979) untuk semua peringkat kognitif (Higgins & Tatham, 2003; McDonald, 2002). Bahkan, pemerikahan atau pemeriksaan jawapan untuk instrumen yang menggunakan item aneka pilihan tidak memerlukan kepakaran pemeriksa (Higgins & Tatham, 2003), sekali gus mengurangkan kesilapan penggredan (Blerkom, 2008). Yang paling utama,

format item aneka pilihan mempunyai keobjektifan ujian yang tinggi berbanding format esei atau ujian berstruktur (Kjoernsli & Jorde, 1992). Keobjektifan yang dimaksudkan ialah dari segi penggredan atau pemerikahan, iaitu jawapan betul bagi setiap item adalah tetap dan tidak berubah walaupun diperiksa oleh pemeriksa berlainan. Hal sedemikian adalah kerana jawapan bagi item aneka pilihan telah dimoderasi atau diselaraskan oleh panel pakar di peringkat pembinaan dan pengesahan item.

Jadual 1 Jadual spesifikasi instrumen

Kemahiran Sains	Proses	Objektif Item	Bilangan Item
Memerhati		a. Diberikan penyataan masalah dan gambar rajah, pilih ukuran yang tepat sama ada melalui pengiraan, membanding-bezakan, menganggar dan mengukur.	8
		b. Diberikan penyataan masalah, kenal pasti butiran yang relevan dengan gambar rajah dan bezakan antara inferens, pemerhatian dan ramalan.	
		c. Diberikan gambar rajah haiwan, pilih kumpulan haiwan yang mempunyai ciri seponya.	
Meramal		a. Diberikan huraian mengenai eksperimen dan gambar rajah, ramalkan peristiwa yang akan berlaku atau jangkakan keputusan eksperimen/hasil uji kaji berdasarkan data yang dikumpulkan.	4
Membuat inferens		a. Berdasarkan data dalam jadual dan graf, pilih kesimpulan awal untuk menjelaskan tentang apa yang berlaku.	13
		b. Diberikan huraian mengenai eksperimen, pilih kesimpulan awal untuk menjelaskan tentang apa yang berlaku.	
Mengukur dan menggunakan nombor		a. Diberikan gambar objek, ukur sifat objek dengan alat yang diseragamkan sebagai unit atau dipanggil ' <i>unstandardized measurement unit</i> '.	6
		b. Berdasarkan gambar objek, ukur sifat objek menggunakan unit yang sesuai dan alat pengukuran yang sesuai.	
Mengelas		a. Berdasarkan sistem pengelasan ' <i>binary</i> ', kenal pasti gambar objek yang dikelaskan kepada dua kumpulan berdasarkan sifat atau ciri seponya.	5
Mengelas		b. Berdasarkan gambar objek yang ditunjukkan, kenal pasti ciri-ciri yang digunakan untuk mengelaskan objek kepada dua kumpulan.	
		c. Diberikan huraian tentang eksperimen, susun set gambar objek yang ditunjukkan mengikut susunan bersiri berdasarkan sifat objek.	
Berkomunikasi		a. Diberikan huraian tentang eksperimen, kenal pasti graf yang mewakili data yang ditunjukkan.	6
		b. Diberikan huraian tentang suatu permasalahan, kenal pasti penerangan yang menerangkan butiran yang relevan dengan hanya berdasarkan pemerhatian, dan bukan berdasarkan inferens terhadap peristiwa tersebut.	
		c. Diberikan gambar objek, kenal pasti huraian yang dapat menerangkan dengan tepat dan terperinci mengenai objek supaya dapat difahami dan dikenal pasti oleh orang lain.	
Menggunakan perhubungan dan masa	ruang	a. Diberikan huraian tentang eksperimen, susun objek mengikut kronologi berdasarkan perubahan masa, bentuk dan saiz.	5
		b. Diberikan penyataan masalah, kenal pasti kedudukan objek berdasarkan perubahan masa.	
Mendefinisikan secara operasi		a. Diberikan penyataan masalah, kenal pasti definisi operasi yang sesuai untuk pemboleh ubah yang terlibat.	12
		b. Berdasarkan penyataan masalah, kenal pasti bagaimana pemboleh ubah dapat didefinisikan secara operasi.	

Jadual 3 (Sambungan)

Kemahiran Sains	Proses	Objektif Item	Bilangan Item
Membuat hipotesis		a. Diberikan pernyataan masalah dan pemboleh ubah yang terlibat, pilih hipotesis untuk diuji dalam uji kaji.	14
Mengawal ubah	pemboleh ubah	a. Diberikan huraian mengenai eksperimen, tentukan pemboleh ubah bersandar atau bergerak balas. b. Diberikan huraian mengenai eksperimen, tentukan pemboleh ubah tidak bersandar atau dimanipulasikan. c. Diberikan huraian mengenai eksperimen, tentukan pemboleh ubah yang dimalarkan atau ditetapkan. d. Diberikan huraian mengenai eksperimen, tentukan pemboleh ubah yang dapat mempengaruhi keputusan eksperimen.	22
Mentafsirkan data		a. Diberikan huraian mengenai eksperimen, tentukan kesimpulan yang tepat berdasarkan keputusan eksperimen. b. Diberikan huraian mengenai eksperimen dan data dalam bentuk jadual atau graf, tafsirkan perhubungan antara pemboleh ubah yang terlibat.	12
Mengeksperimen		a. Dinyatakan masalah dan hipotesis, pilih reka bentuk eksperimen yang betul.	9
Jumlah Keseluruhan Item			121

3.1.5 Menganalisis Item Secara Kualitatif

Analisis item secara kualitatif merangkumi penelitian kandungan item supaya item yang ditulis sepadan dengan kemahiran yang ingin diukur (Kurpius & Stafford, 2006; Zurawski, 1998). Setiap item disemak dan dipastikan supaya item itu mencerminkan spesifikasi pengukuran kemahiran proses sains sebenar. Oleh sebab itu, prosedur ini melibatkan pandangan dan cadangan orang yang pakar dalam bidang kajian (Burn, Okey & Wise, 1985; Dillashaw & Okey, 1980; Kazeni, 2005; Zurawski, 1998).

Untuk kajian ini, analisis item secara kualitatif melibatkan perbincangan intensif bersama panel pakar bagi mendapatkan komen dan cadangan untuk menerima, mengubahsuai dan menggugurkan item. Perbincangan penyelidikan bersama panel pakar dijalankan dalam bengkel iaitu *'The Development and Validation of Basic and Integrated Process Skills Workshop'* yang bertujuan untuk menganalisis item secara kualitatif sebelum kajian rintis dijalankan. Bengkel ini berlangsung selama tiga hari dan dihadiri oleh panel pakar pendidikan sains Universiti Pendidikan Sultan Idris seramai empat orang ahli bagi menentukan kesahan item. Ucapan setinggi-tinggi penghargaan dirakamkan untuk ahli-ahli panel yang terlibat.

Secara keseluruhannya, item-item disemak sebanyak dua kali oleh panel pakar. Semakan kali pertama ialah sebelum kajian rintis dijalankan. Setelah item siap ditulis dan dibahagikan kepada ujian kemahiran proses sains asas dan ujian kemahiran proses bersepadu, kedua-dua set ujian ini kemudiannya diserahkan kepada panel pakar untuk ditentukan kesahan kandungan (*content validity*) dan kesahan muka (*face validity*) ujian. Semakan oleh panel pakar mengesahkan sebanyak 114 item yang diterima untuk dirintis.

Selain itu, panel pakar juga menentukan jawapan yang tepat untuk setiap item yang mana langkah ini bertujuan untuk menentukan keobjektifan instrumen. Data yang dikumpulkan melalui perbincangan intensif bersama panel pakar ini dijadikan sebagai bukti kesahan kandungan, kesahan muka dan keobjektifan instrumen. Manakala semakan kali kedua pula dilakukan selepas kajian rintis dijalankan. Semakan kali kedua bertujuan untuk mendapatkan persetujuan dan pandangan pakar

terhadap item-item yang dipilih untuk dimuatkan dalam instrumen *T-BIPS*.

3.2 Fasa Kedua: Menentukan Aspek Psikometrik Instrumen

3.2.1 Kajian Rintis

Untuk tujuan rintis, ujian kemahiran proses sains dibahagikan kepada dua buah buku kecil (*booklet*): buku pertama ialah ujian kemahiran proses sains asas yang terdiri daripada 46 item, manakala buku kedua ialah ujian kemahiran proses sains bersepadu yang mengandungi 68 item. Masa menjawab untuk ujian kemahiran proses sains asas ialah 1 jam 15 minit, manakala untuk ujian kemahiran proses sains bersepadu pula ialah 1 jam 30 minit. Masa ujian ditentukan atas pertimbangan iaitu semua item yang dibina oleh penyelidik adalah *content free item* atau item yang bebas daripada kandungan sains spesifik. Item yang dibina bersifat kontekstual iaitu tentang aplikasi sains dalam kehidupan seharian pelajar. Ini bermakna pelajar tidak perlu menguasai teori, prinsip dan konsep dalam subjek biologi, kimia dan fizik untuk menjawab item. Maka, pelajar merentas semua aliran seperti sains tulen dan sastera sesuai menduduki kedua-dua set ujian ini.

Dengan menggunakan persampelan bertujuan (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012), kajian rintis ini melibatkan pelajar Tingkatan 4 daripada semua aliran merentas lokasi, jantina dan tahap pencapaian akademik, yakni pelajar lelaki dan perempuan berprestasi tinggi, sederhana, dan lemah daripada jurusan sains tulen dan juga sastera di sekolah bandar dan luar bandar. Langkah ini diambil untuk mengelakkan keputusan analisis indeks kesukaran dan diskriminasi dipengaruhi oleh faktor jantina, lokasi sekolah dan tahap pencapaian akademik pelajar.

Secara keseluruhannya, seramai 104 pelajar tingkatan 4 daripada aliran sains tulen dan sastera menduduki ujian kemahiran proses sains asas pada hari pertama ujian rintis dijalankan. Walau bagaimanapun, hanya 83 pelajar daripada populasi yang sama dapat menduduki ujian kemahiran proses sains bersepadu pada hari berikutnya. Penurunan jumlah sampel ini disebabkan oleh hal yang tidak dapat dielakkan iaitu

penglibatan pelajar dalam aktiviti sekolah semasa ujian dijalankan.

Data ujian rintis dianalisis mengikut setiap item berdasarkan indeks kesukaran (P) dan indeks diskriminasi (D). Secara keseluruhan, 114 item daripada 12 kemahiran proses sains dianalisis satu demi satu. Jadual 2 dan Jadual 3 menunjukkan contoh laporan analisis item bagi kemahiran memerhati dan mendefinisikan secara operasi.

Jadual 2 Analisis item kemahiran memerhati

Kod Item	D	P	Status Item
Perhati_02	0.54	0.72	Diterima
Perhati_03	0.27	0.84	Diubah suai
Perhati_04	0.27	0.86	Diubah suai
Perhati_05	0.27	0.84	Diubah suai
Perhati_06	0.56	0.54	Diterima
Perhati_07	0.32	0.73	Diterima
Perhati_08	0.74	0.63	Diterima

Keputusan analisis item bagi kemahiran memerhati menunjukkan bahawa semua item mempunyai indeks diskriminasi yang diterima untuk ujian pengukuran ($D \geq 0.20$). Item kod Perhati_02, Perhati_06 dan Perhati_08 didapati mempunyai kebolehan mendiskriminasi yang sangat baik ($D > 0.40$). Dalam pada itu, kuasa mendiskriminasi bagi item kod Perhati_03, Perhati_04, Perhati_05 dan Perhati_07 pula dikategorikan sebagai baik (iaitu indeks diskriminasi antara 0.20 dan 0.39). Namun demikian, item kod Perhati_03, Perhati_04, dan Perhati_05 perlu diubah suai kerana item-item ini dikategorikan sebagai item mudah bagi pelajar (iaitu indeks kesukaran antara 0.76 dan 0.90), walaupun item-item ini mempunyai kebolehan mendiskriminasi dengan baik.

Jadual 3 Analisis item kemahiran berkomunikasi

Kod Item	D	P	Status Item
Kom_01	0.50	0.54	Diterima
Kom_02	0.51	0.67	Diterima
Kom_09	0.38	0.50	Diterima
Kom_10	0.57	0.67	Diterima
Kom_11	0.47	0.72	Diterima
Kom_12	0.30	0.59	Diterima

Berdasarkan analisis item bagi kemahiran berkomunikasi, didapati bahawa semua item menunjukkan indeks diskriminasi yang diterima untuk ujian pengukuran ($D \geq 0.20$). Hal yang sedemikian adalah kerana kebolehan mendiskriminasi bagi item kod Kom_01, Kom_02, Kom_10 dan Kom_11 diklasifikasikan sebagai sangat baik ($D \geq 0.40$), manakala kuasa mendiskriminasi bagi item Kom_09 dan Kom_12 pula dikategorikan sebagai baik ($D \geq 0.30$). Berdasarkan analisis indeks kesukaran item, keputusan analisis menunjukkan bahawa tiada item yang perlu diubah suai memandangkan semua item berada pada tahap kesukaran sederhana (iaitu P antara 0.26 dan 0.75).

3.2.2 Analisis Item Secara Statistik Bagi Menentukan Indeks Diskriminasi dan Indeks Kesukaran

Nilai indeks diskriminasi berada dalam julat antara -1 hingga +1. Melalui tinjauan literatur, didapati ramai ahli statistik mencadangkan supaya item-item yang mempunyai indeks diskriminasi 0.20 dan ke atas diterima untuk ujian sebenar (misalnya, Bermundo & Bermundo, 2007; Ebel & Frisbie, 1986;

Garret, 1981; Hopkins, 1998; Mehrens & Lehmann, 1991; Oosterhof, 1990; Patel, 1993; Remmers, Gage, & Rummel, 1967). Lantaran itu, panduan analisis item yang dicadangkan oleh Bermundo dan Bermundo (2007) dalam Jadual 4 dijadikan sebagai rujukan utama dalam proses analisis item. Menurut Bermundo dan Bermundo (2007), panduan yang dicadangkan ini adalah berdasarkan pandangan Ebel and Frisbie (1991), Brown (1981), serta Hopkins, Stanley, dan Hopkins (1990).

Jadual 4 Panduan analisis item berdasarkan indeks diskriminasi item

Indeks Diskriminasi Item	Kuasa Mendiskriminasi	Tahap Penerimaan Item
0.40 dan ke atas	Sangat baik	Sangat Tinggi
0.30–0.39	Baik	Tinggi
0.20–0.29	Memuaskan	Diterima
0.10–0.19	Lemah	Rendah
0.09 dan ke bawah	Sangat Lemah	Tidak Diterima

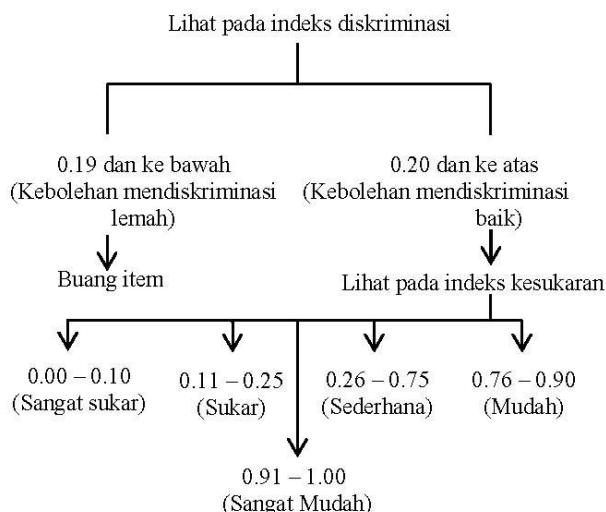
Dalam pada itu, indeks kesukaran merujuk kepada bilangan pelajar yang menjawab sesuatu item dengan betul (Gronlund, 1993; Linn & Gronlund, 1995; Salkind, 2006). Bilangan pelajar yang dimaksudkan dalam definisi di atas adalah merujuk kepada perkadaran pelajar daripada kumpulan tinggi dan rendah dengan mengandaikan kumpulan di tengah mengikut pola (*pattern*) yang sama (Linn & Gronlund, 1995). Maka, berdasarkan definisi indeks kesukaran, nilai indeks kesukaran yang tinggi menunjukkan item itu mudah dan nilai indeks kesukaran yang rendah pula menunjukkan item itu sukar. Nilai indeks kesukaran berada dalam julat antara 0 hingga +1.

Untuk kajian ini, item yang dipilih ialah item pada tahap kesukaran sederhana, iaitu 0.26–0.75 (Bermundo & Bermundo, 2007) kerana bagi meningkatkan kuasa mendiskriminasi item antara pelajar cemerlang dan lemah secara maksimum, Ebel dan Frisbie (1991) mengesyorkan supaya memilih item yang berada di tengah-tengah antara tahap sukar dan mudah supaya taburan skor bertebat secara meluas. Bagi item yang mempunyai indeks kesukaran dari 0.11 hingga 0.25 dan dari 0.76 hingga 0.90 pula, Bermundo dan Bermundo (2007) mencadangkan supaya item-item dalam julat tersebut (0.11–0.25 dan 0.76–0.90) mesti diubah suai serta diuji sekali lagi sebelum digunakan dalam ujian sebenar. Manakala bagi item yang mempunyai indeks kesukaran kurang daripada 0.10 dan lebih daripada 0.90, Remmers, Gage dan Rummel (1967) berpendapat bahawa item-item ini menjadikan ujian pengukuran tidak bermakna, lantas mesti digugurkan daripada bank item. Lantaran itu, panduan analisis item yang dicadangkan oleh Bermundo dan Bermundo (2007) sebagaimana yang ditunjukkan dalam Jadual 5 digunakan dalam kajian ini.

Jadual 5 Panduan analisis item berdasarkan indeks kesukaran item

Indeks Kesukaran Item	Tahap Kesukaran Item	Tahap Penerimaan Item
0.00–0.10	Terlalu sukar	Tidak diterima
0.11–0.25	Sukar	Rendah
0.26–0.75	Sederhana	Tinggi
0.76–0.90	Mudah	Rendah
0.91–1.00	Terlalu mudah	Tidak diterima

Berpandukan panduan analisis item yang disyorkan oleh Bermundo dan Bermundo (2007), maka carta alir prosedur penilaian item dibina seperti digambarkan dalam Rajah 1.



Rajah 1 Carta alir prosedur analisis item

4.0 DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian dipersembah dan dibincang mengikut dua aspek penting dalam pembinaan dan penentuan instrumen, yakni kesesuaian item berdasarkan indeks diskriminasi dan indeks kesukaran, dan kebolehpercayaan instrumen.

4.1 Kesesuaian Item

Keputusan analisis item yang menunjukkan senarai item yang diterima, item yang diubah suai dan item yang mesti dibuang ditunjukkan dalam Jadual 6–8. Jadual 6 menunjukkan item-item yang diterima sekali gus dipilih untuk digunakan dalam penyelidikan sebenar. Secara keseluruhan, item-item ini memenuhi aspek psikometrik ujian pengukuran; iaitu indeks diskriminasi item 0.20 dan ke atas, dan indeks kesukaran item antara 0.26–0.75. Keputusan ini menunjukkan bahawa item pada tahap kesukaran sederhana dapat berfungsi untuk mendiskriminasi atau membezakan antara pelajar cemerlang dan lemah dengan berkesan.

Jadual 7 pula menunjukkan senarai item yang disimpan untuk diubah suai, iaitu sama ada dimurnikan dari segi penyataan masalah, kandungan item, pilihan jawapan atau gambar rajah. Item-item ini dikategorikan sebagai perlu diubah suai kerana item-item mempunyai indeks diskriminasi yang diterima untuk ujian pengukuran namun berada pada tahap kesukaran sukar atau pun mudah. Oleh sebab itu, item-item ini perlu dimurnikan kerana untuk mendiskriminasi antara pelajar cemerlang dan lemah secara maksimum, ujian sepatutnya terdiri daripada item-item yang sederhana sukar (Ebel & Frisbie, 1991; Linn & Gronlund, 1995).

Jadual 6 Keputusan item yang diterima

Kemahiran Sains	Proses	Item Diterima	Bilangan
Memerhati		Perhati_02, Perhati_06, Perhati_07, Perhati_08	4
Meramal		Ramal_02, Ramal_04, Ramal_05	3
Membuat Inferens		Infer_01, Infer_02, Infer_03, Infer_06, Infer_07, Infer_10, Infer_11, Infer_14	8
Mengelas		Kelas_01, Kelas_02, Kelas_03, Kelas_04, Kelas_05	5
Berkomunikasi		Kom_01, Kom_02, Kom_09, Kom_10, Kom_11, Kom_12	6
Menggunakan Perhubungan dan masa	Ruang	Ruang_04, Ruang_05, Ruang_06, Ruang_07	4
Mengukur dan Menggunakan Nombor		Ukur_02, Ukur_03, Ukur_10	3
Mendefinisikan Secara Operasi		Def_02, Def_05, Def_06, Def_07, Def_9	5
Mengawal Pemboleh ubah		Var_05, Var_06, Var_07, Var_10, Var_11, Var_12, Var_13, Var_14, Var_15, Var_21, Var_22, Var_24, Var_25, Var_26, Var_27, Var_28, Var_29	14
Membuat Hipotesis		Hipo_16, Hipo_05, Hipo_06, Hipo_07, Hipo_08, Hipo_09, Hipo_12, Hipo_13, Hipo_15, Hipo_03	10
Mentafsirkan Data		Data_08, Data_09, Data_10, Data_11, Data_12, Data_13, Data_18, Data_16, Data_14	9
Mengeksperimen		Eks_01, Eks_02, Eks_03, Eks_04, Eks_05, Eks_06, Eks_07, Eks_08, Eks_09	9
Jumlah Keseluruhan			80

Sementara itu, item-item yang ditunjukkan dalam Jadual 8 merupakan item yang disingkirkan daripada bank item. Keputusan analisis ini adalah berdasarkan indeks diskriminasi item, yang mana item-item ini gagal berfungsi untuk mendiskriminasi atau membezakan antara pelajar cemerlang dan lemah dalam kemahiran proses sains yang diukur. Mengikut prinsip pengukuran yang dinyatakan oleh Remmers, Gage dan Rummel (1967), mana-mana item yang mempunyai indeks diskriminasi bawah daripada 0.10 dan atas daripada 0.90 menjadikan sesuatu pengukuran itu tidak bermakna kerana item ini tidak berkesan dalam mendiagnostik penguasaan pelajar dalam konstruk yang diukur. Malah, keputusan analisis juga mendapati bahawa item-item ini berada dalam kumpulan item yang sangat sukar dan sangat mudah.

Jadual 7 Keputusan item yang diubah suai

Kemahiran Proses Sains	Item Diubah suai	Bilangan
Memerhati	Perhati_03,	3
	Perhati_04,	
	Perhati_05	
Meramal	Ramal_01	1
Membuat Inferens	Infer_04, Infer_09,	3
	Infer_13	
Mengelas	Tiada	0
Berkomunikasi	Tiada	0
Menggunakan Perhubungan Ruang dan masa	Tiada	0
Mengukur dan Menggunakan Nombor	Ukur_01	1
Mendefinisikan Secara Operasi	Tiada	0
Mengawal Pemboleh ubah	Tiada	0
Membuat Hipotesis	Tiada	0
Mentafsirkan Data	Tiada	0
Mengeksperimen	Tiada	0
Jumlah Keseluruhan		8

Jadual 8 Keputusan item yang digugurkan

Kemahiran Proses Sains	Item Dibuang	Bilangan
Memerhati	Tiada	0
Meramal	Tiada	0
Membuat Inferens	Infer_05, Infer_12	2
Mengelas	Tiada	0
Berkomunikasi	Tiada	0
Menggunakan Perhubungan Ruang dan masa	Ruang_01	1
Mengukur dan Menggunakan Nombor	Ukur_04, Ukur_09	2
Mendefinisikan Secara Operasi	Def_01, Def_03, Def_04, Def_08, Def_10	5
Mengawal Pemboleh ubah	Var_08, Var_09, Var_19, Var_20, Var_23	5
Membuat Hipotesis	Hipo_02, Hipo_04, Hipo_11, Hipo_14	4
Mentafsirkan Data	Data_15, Data_17, Data_19	3
Mengeksperimen	Tiada	0
Jumlah Keseluruhan		22

4.2 Kebolehpercayaan Instrumen

Daripada 33 item kemahiran proses sains asas yang memenuhi aspek psikometrik ujian pengukuran, hanya 28 item dipilih untuk dimuatkan dalam instrumen *T-BIPS* seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 9. Hal demikian adalah kerana bilangan minimum item yang diterima tanpa perlu diubah suai untuk setiap domain ialah 3 item, manakala bilangan maksimum item yang diterima pula ialah 5 item. Pemilihan item untuk dimuatkan dalam instrumen *T-BIPS* turut melibatkan pandangan daripada panel pakar. Dari segi ketekalan dalaman, didapati nilai KR-20 untuk 28 item kemahiran proses sains asas ini ialah 0.86.

Jadual 9 Item kemahiran proses sains asas yang dimuatkan dalam instrumen BIPS test

Kemahiran Proses Sains	Item Diterima	Bilangan
Memerhati	Perhati_02, Perhati_06,	4
	Perhati_07, Perhati_08	
Meramal	Ramal_02, Ramal_04,	3
	Ramal_05	
Membuat Inferens	Infer_01, Infer_02,	5
	Infer_07, Infer_11,	
	Infer_14	
Mengelas	Kelas_01, Kelas_02,	5
	Kelas_03, Kelas_04,	
	Kelas_05	
Berkomunikasi	Kom_01, Kom_02,	5
	Kom_09, Kom_10,	
	Kom_12	
Menggunakan Perhubungan Ruang dan masa	Ruang_04, Ruang_05,	3
	Ruang_06,	
Mengukur dan Menggunakan Nombor	Ukur_02, Ukur_03,	3
	Ukur_10	
Jumlah Keseluruhan		28

Dalam pada itu, untuk pengukuran kemahiran proses sains bersepadu, daripada 47 item yang memenuhi aspek psikometrik ujian pengukuran, hanya 32 item yang dipilih untuk dimuatkan dalam instrumen *T-BIPS*. Pemilihan item untuk dimuatkan dalam instrumen *T-BIPS* juga melibatkan pandangan daripada panel pakar. Jumlah ini bagi mencukupkan 60 item dalam instrumen *T-BIPS* untuk pengukuran 12 kemahiran proses sains asas secara spesifik. Jadual 8 menunjukkan bilangan item bagi setiap domain kemahiran proses sains bersepadu dalam instrumen *T-BIPS*. Dari segi kebolehpercayaan item, 32 item kemahiran proses sains bersepadu ini menghasilkan nilai KR-20 sebanyak 0.89.

5.0 RUMUSAN

Ciri-ciri dan aspek psikometrik instrumen *T-BIPS* dirumuskan dalam Jadual 10. Selain itu, contoh item bagi setiap kemahiran proses sains yang terkandung dalam instrumen *T-BIPS* diberikan dalam Lampiran.

6.0 CADANGAN

Kajian ini menghasilkan produk pengukuran dalam pendidikan yang digunakan untuk tujuan pengukuran kemahiran proses sains. Berdasarkan analisis item, 60 item yang terkandung dalam instrumen *T-BIPS* masing-masing mempunyai indeks diskriminasi dan indeks kesukaran yang diterima untuk ujian pengukuran. Selain itu, semua item dalam instrumen *T-BIPS* telah disahkan oleh panel pakar yang berpengalaman dalam kemahiran proses sains.

Berikut dicadangkan beberapa dimensi kajian lanjutan yang boleh dijalankan untuk kajian akan datang:

- Untuk menonjolkan instrumen *T-BIPS* sebagai ujian kemahiran proses sains berkonteks Malaysia atau '*Malaysian-based science process skills test*', kajian dengan skop yang lebih luas perlu dijalankan dengan menggunakan sampel pelajar dari zon utara, timur, tengah dan selatan Malaysia.
- Kajian yang dijalankan ini hanya menggunakan teori ujian klasik yang mempunyai kekangan iaitu proses

analisis item untuk menentukan indeks diskriminasi dan indeks kesukaran terlalu bergantung kepada sampel dan ujian (*sample and test dependent*). Maka, analisis item dapat diteruskan dengan menggunakan teori ujian moden untuk membanding-bezakan antara keputusan menggunakan teori ujian klasik dengan teori ujian moden. Antara kelebihan teori pengujian moden ialah ia dapat mengesan item 'bias' atau berat sebelah dan mempunyai justifikasi teori untuk pelarasan skor dari satu ujian ke ujian yang lain.

- (c) Bagi mengesahkan instrumen *T-BIPS* sebagai instrumen yang sesuai digunakan untuk tahap menengah atas, kajian pengesahan dilanjutkan dengan menggunakan pelajar tingkatan 5 sebagai sampel kajian. Kajian ini hanya menggunakan pelajar tingkatan 4 sahaja sebagai sampel untuk mewakili pelajar menengah atas.

Jadual 8 Item kemahiran proses sains bersepadu yang dimuatkan dalam instrumen *T-BIPS*

Kemahiran Proses Sains	Item Diterima	Bilangan
Mendefinisikan Operasi	Secara Def_02, Def_05, Def_06, Def_07, Def_9	5
Mengawal Pemboleh ubah	Var_14, Var_15, Var_21, Var_22, Var_24, Var_26, Var_27, Var_28, Var_29	9
Membuat Hipotesis	Hipo_07, Hipo_08, Hipo_12, Hipo_13, Hipo_15	5
Mentafsirkan Data	Data_08, Data_09, Data_10, Data_11, Data_13, Data_14	6
Mengeksperimen	Eks_02, Eks_03, Eks_05, Eks_06, Eks_07, Eks_08, Eks_09	7
Jumlah Keseluruhan		32

Jadual 9 Ciri-ciri Instrumen *T-BIPS*

Kemahiran Proses Sains Yang Diukur	1. Memerhati 2. Mengelas 3. Meramal 4. Membuat Inferens 5. Mengukur dan menggunakan nombor 6. Berkomunikasi 7. Menggunakan perhubungan ruang dan nombor 8. Mentafsirkan data 9. Mendefinisikan secara operasi 10. Mengawal pemboleh ubah 11. Membuat Hipotesis 12. Mengeksperimen	
Format Instrumen	Item Aneka Pilihan (4 Opsyen)	
Masa Menjawab Soalan	60 minit	
Kebolehppercayaan KR-20	28 Item Kemahiran Proses Sains Asas	0.86
	32 Item Kemahiran Proses Sains Bersepadu	0.89

Jadual 9 (*Sambungan*)

Indeks Diskriminasi	Julat	Bilangan Item
	0.20 – 0.29	3
	0.30 – 0.39	9
	0.40 – 0.49	11
	0.50 – 0.59	22
	0.60 – 0.69	11
	0.70 – 0.79	4
Indeks Kesukaran	Julat	Bilangan Item
	0.30 – 0.39	1
	0.40 – 0.49	9
	0.50 – 0.59	18
	0.60 – 0.69	22
	0.70 – 0.79	10

Rujukan

- AAAS (American Association for the Advancement of Science). 1967. *Science: A Process Approach*. Washington: AAAS.
- Abdul Rahim, H. & Saliza, A. 2008. *Tahap Penguasaan Guru Dalam Melaksanakan Pentaksiran Kerja Amali (PEKA) Sains Menengah Rendah*. Dalam kertas kerja yang dibentangkan di Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains dan Matematik. Diperoleh pada Julai 15, 2010 daripada <http://eprints.utm.my/7674/1/P30-Saliza.pdf>.
- Abu Hassan, K., & Rohana, H. 2003. *Tahap Penguasaan Kemahiran Proses Sains dan Hubungannya dengan Pencapaian Kimia di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat Daerah Johor*. Kertas kerja yang dibentangkan di Seminar Kebangsaan Pendidikan 2003, 19-21 Oktober 2003.
- Alias, M. 2001. *Pelaksanaan Pentaksiran Amali Sains Berdasarkan Sekolah di Beberapa Buah Sekolah Menengah Daerah Hilir Perak*. (Disertasi sarjana yang tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. 2010. *Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): Dunia Sains dan Teknologi Tahun Satu*. Putrajaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. 2011. *Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR): Dunia Sains dan Teknologi Tahun Dua*. Putrajaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Bermundo, C. B., & Bermundo, A. B. 2006. *Micro Analysis Workbook: Test Checker and Item Analyzer with Statistics*. Manila: Naga City.
- Blerkom, M. L. 2008. *Measurement and Statistics for Teachers*. New York: Routledge.
- Brown, F. G. 1981. *Measuring Classroom Achievement*. New York: Halt, Rinehart and Winston.
- Burns, J. C., Okey, J. R., & Wise, K. C. 1985. Development of an Integrated Process Skill Test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*. 22(2): 169–177.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education*. 6th ed. London: Routledge.
- Curriculum Development Centre [CDC]. 2006a. *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications Science Year 6*. KL: Ministry of Education.
- Curriculum Development Centre [CDC]. 2006b. *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications Science Form 5*. KL: Ministry of Education.
- Curriculum Development Centre [CDC]. 2006c. *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications Biology Form 5*. KL: Ministry of Education.
- Curriculum Development Centre [CDC]. 2006d. *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications Chemistry Form 5*. KL: Ministry of Education.
- Curriculum Development Centre [CDC]. 2006e. *Integrated Curriculum for Secondary Schools: Curriculum Specifications Physicse Form 5*. KL: Ministry of Education.
- Dillashaw, F. G., & Okey, J. R. 1980. Test of Integrated Science Process Skills for Secondary Students. *Science Education*. 64: 601–608.
- Ebel, R. L. 1979. *Essentials of Education Measurement*. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. 1991. *Essentials of Educational Management*. 5th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Filmer, I., & Foh, S. H. 1997. Penilaian Amali Sains Sekolah Rendah: Satu Kajian Perintis. *Jurnal Pendidik dan Pendidikan USM*. 15: 33–45.
- Faiza, H. 2003. *Pelaksanaan PEKA Biologi di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat Sekolah Menengah Hillcrest, Seri Gombak Selangor Darul Ehsan*. (Tesis sarjana pendidikan yang tidak diterbitkan). Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Gagne, R. M. 1965. *The Psychological Bases of Science: A Process Approach*. Washington: American Association for the Advancement of Science.

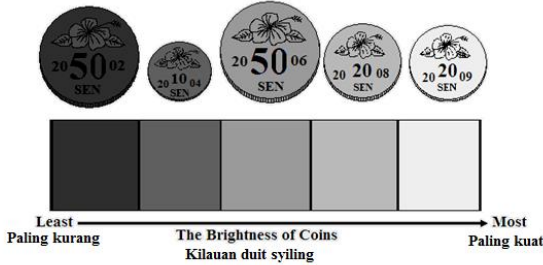
- Garrett, H. E. 1981. *Statistics in Psychology and Education*. India: Vakils, Feffer and Simons.
- Hassard, J. 2005. *The Art Of Teaching Science: Inquiry and Innovation in Middle School and High School*. Oxford: Oxford University Press.
- Higgins, E., & Tatham, L. 2003. Exploring the Potential for Multiple-Choice Questions in Assessment. *Learning & Teaching in Action*. 2(1). Diperoleh pada Februari 15, 2013 daripada <http://www.celt.mmu.ac.uk/Itia/issue4/higginstatham.shtml>.
- Hopkins, K. D., Stanley, J. C., & Hopkins, B. R. 1990. *Educational and Psychological Measurement and Evaluation*. 7th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Hopkins, K. D. 1998. *Educational and Psychological Measurement and Evaluation*. 8th ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Gronlund, N. E. 1993. *How to Make Achievement Tests and Assessments*. 5th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Kazeni, M. M. M. 2005. *Development and Validation of a Test of Integrated Science Process Skills for Further Education and Training Learners*. (Unpublished master's thesis). University of Pretoria, South Africa.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. 2006. *Pelan Induk Pembangunan Pendidikan 2006-2010*. Putrajaya: Perpustakaan Negara Malaysia
- Kjoernli, M., & Jorde, D. 1992. *Evaluation in Science: Content or Process?* A paper presented at the American Educational Research Association 1992, San Francisco, California.
- Kurpius, S. E. R., & Stafford, M. E. 2006. *Testing and Measurement: A User-Friendly Guide*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Linn, R. L., & Gronlund, N. E. 1995. *Measurement and Assessment In Teaching*. 7th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. 1991. *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. 4th ed. London: Holt, Rinehart and Winston.
- McDonald, M. E. 2002. *Systematic Assessment of Learning Outcomes: Developing Multiple-Choice Exams*. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- Muliani, A. B. 2012. *Kemahiran Proses Sains: Amalan dalam P&P di SK Sungei Way, Petaling Jaya*. Kertas kerja yang dibentangkan dalam Seminar Kreativiti dan Inovasi dalam Kurikulum, PNB Ilham Resort, Port Dickson, 1-4 October 2012.
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ong, S. L., Fong, S. F., & Zurida, I. 2007. *Assessing Competency in Integrated Science Process Skills and Its Relation with Science Achievement*. Diperoleh pada Mac 30, 2011 daripada <http://eprints.usm.my/5601>.
- Ong, E. T., Wong, Y. T., Sopia, M. Y., Sadiyah, B., Asmayati, Y., & Zahid, M. S. 2011. *The Development and Validation of Malaysian-Based Basic and Integrated Science Process Skills Inventory*. Tanjung Malim: UPSI.
- Onwu, G. O. M., & Mozube, B. 1992. Development and Validation of a Science Process Skills Test for Secondary Science Students. *Journal of Science Teachers' Association of Nigeria*. 27(2): 37–34.
- Oosterhof, A. C. 1990. *Classroom Applications of Educational Measurement*. Columbus, Ohio: Merrill.
- Patel, R. A. 1993. *Educational Evaluation Theory and Practice*. Delhi: Himalaya Publishing House.
- Pusat Perkembangan Kurikulum. 2005. *Revised Integrated Secondary School Curriculum. (KBSM) - Biology*. Kuala Lumpur: Ministry of Education Malaysia.
- Remmers, H. H., Gage, N. L., & Rummel, J. I. 1967. *A Practical Introduction to Measurement and Evaluation*. 2nd ed. Delhi: Universal Book Stall.
- Reynolds, C.R., Livingston, R.B., & Wilson, V. 2009) *Measurement and Assessment in Education*. Columbus, Ohio: Pearson.
- Salkind, N. J. 2006. *Tests and Measurement for People Who (Think They) Hate Tests and Measurement*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Siti Aloyah, A. 2002. *Penilaian Pelaksanaan Program PEKA Biologi*. (Tesis Sarjana Pendidikan yang tidak diterbitkan). Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Tobin, K.G., & Capie, W. 1982. Relationships Between Formal Reasoning Ability, Locus of Control, Academic Engagement and Integrated Process Skill Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*. 19(2): 113–121.
- Yeow, H. M. 2002. *Penilaian Guru dan pelajar Terhadap Pentaksiran Kerja Amali Sains Berasaskan Sekolah di Sekolah Menengah di Seremban Negeri Sembilan*. (Disertasi sarjana pendidikan yang tidak diterbitkan). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Zurawski, R. M. 1998. Making the Most of Exams: Procedures for Item Analysis. *The National Teaching and Learning Forum*. 7(6): 1–4.

LAMPIRAN

Contoh 1: Kemahiran Memerhati

The diagram below shows five coins with different levels of brightness.

Rajah di bawah menunjukkan lima keping duit syiling dengan tahap kilauan yang berbeza.



What is your observation about the pictures shown in the above diagram?

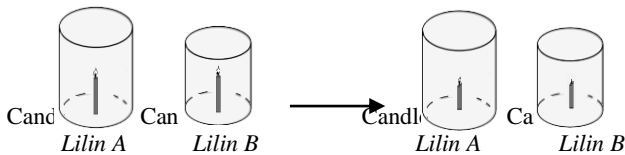
Apakah pemerhatian anda mengenai gambar dalam rajah di atas?

- I. The size of coins increases as the value goes up
Saiz syiling bertambah apabila nilainya bertambah
- II. The surface of 20 cent coin dated 2009 is the brightest
Permukaan syiling 20 sen bertarikh 2009 adalah yang paling berkilau
- III. The brightness of coins increases as the year printed on coins becomes more recent
Kilauan syiling bertambah apabila tahun yang dicetak pada permukaan syiling menjadi lebih kini
- IV. The surface of 50 cent coin dated 2002 is dark and dull
Permukaan syiling 50 sen bertarikh 2002 adalah malap dan gelap.

- A. I & II
- B. III & IV
- C. II & IV
- D. I & III

Contoh 2: Kemahiran Membuat Inferens

The same size candle A and candle B are lit at the same time. Then the candles are covered simultaneously with a glass container so that no air from the outside can enter the container. After 30 minutes, the result of the experiment is shown below. *Lilin A dan lilin B yang sama saiz dinyalakan pada masa yang sama. Kemudian, lilin-lilin tersebut ditutup secara serentak dengan menggunakan bekas kaca supaya tiada udara dari luar dapat masuk ke dalam bekas. Selepas 30 minit, keputusan eksperimen ditunjukkan seperti berikut:*



What is your inference for the observation?
Apakah inferens anda terhadap pemerhatian tersebut?

- A. The burning of candle B used up much more oxygen than candle A

Pembakaran lilin B menggunakan lebih banyak gas oksigen berbanding lilin A

B. The burning of candle B took shorter time to extinguish

Pembakaran lilin B mengambil masa yang lebih singkat untuk padam

C. The burning reaction of candle B used up all the oxygen in the glass container

Tindak balas pembakaran lilin B menggunakan semua oksigen yang ada di dalam bekas kaca

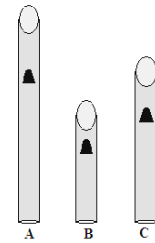
D. After 30 minutes, candle B was still burning for a short while before extinguishing, while candle A kept on burning as before

Selepas 30 minit, lilin B menyala untuk sementara waktu sebelum padam, manakala lilin A terus menyala seperti sebelumnya

Contoh 3: Kemahiran Mengelas

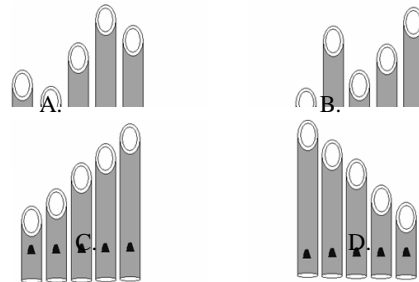
The diagram below shows straws A, B and C that were designed by Joe. When he blows each straw, he notices that straw A produces the lowest pitch while straw B gives the highest pitch.

Rajah di bawah menunjukkan penyedut minuman A, B dan C yang telah dicipta oleh Joe. Apabila dia meniup setiap penyedut minuman ini, dia mendapati penyedut minuman A menghasilkan nada bunyi yang paling rendah manakala penyedut minuman B mengeluarkan nada bunyi yang paling tinggi.



Based on Joes' observation, which arrangement of the straws would produce the lowest to the highest pitch?

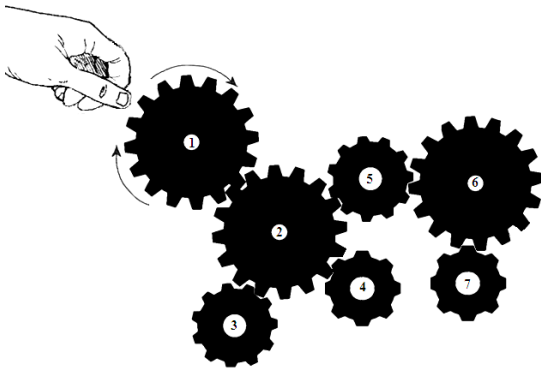
Berbandukan pemerhatian oleh Joe, susunan penyedut minuman yang manakah yang mungkin akan menghasilkan nada bunyi paling rendah kepada nada bunyi paling tinggi?



Contoh 3: Kemahiran Meramal

The diagram below shows six gears of different sizes. A science teacher wants to demonstrate to his students how gears operate.

Rajah di bawah menunjukkan enam gear yang berlainan saiz. Seorang guru sains ingin menunjukkan bagaimana gear beroperasi kepada para pelajarannya.



If he turns Gear 1 in the direction of the arrow as shown in the above diagram, which of the predictions is **TRUE**?

*Jika dia menggerakkan Gear 1 mengikut arah anak panah seperti yang ditunjukkan dalam rajah di atas, ramalan manakah adalah **BENAR**?*

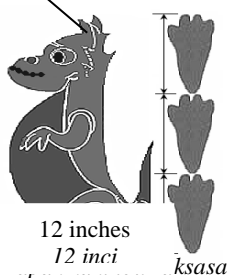
- A. Gear 3 will turn in the same direction as Gears 4, 5 and 6
Gear 3 akan berpusing pada arah yang sama dengan Gear 4, 5 dan 6
- B. Gear 6 will turn in the same direction as Gear 1
Gear 6 akan berpusing pada arah yang sama dengan Gear 1
- C. Gear 2 will turn in the same direction as Gear 6
Gear 2 akan berpusing pada arah yang sama dengan Gear 6
- D. Gears 4, 5 and 6 will turn in the same direction
Gear 4, 5 dan 6 akan berpusing pada arah yang sama

Contoh 5: Kemahiran Mengukur dan Menggunakan Nombor

Look at the baby monster as shown in the diagram. It has 12 inches of sole. Its height is 36 inches that is equal to three sole lengths. Now, look at mama monster’s sole. Using the measurement of the baby monster’s sole, how tall is the mama monster?

Perhatikan anak raksasa yang ditunjukkan dalam rajah. Dia mempunyai tapak kaki sepanjang 12 inci. Ketinggiannya ialah 36 inci iaitu bersamaan dengan 3 tapak kakinya. Kemudian lihat tapak kaki ibu raksasa. Dengan menggunakan ukuran tapak kaki anak raksasa, berapakah tinggi ibu raksasa?

Baby monster
Anak raksasa

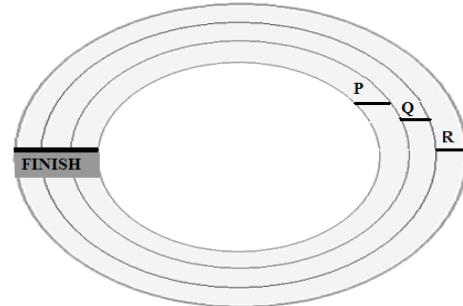


- A. 144 inch
144 inci
- B. 48 inch
48 inci
- C. 180 inch
180 inci
- D. 60 inch
60 inci

Contoh 6: Kemahiran Menggunakan Perhubungan Ruang dan Masa

The diagram below shows a running track where P, Q and R are ready to speed from their respective positions.

Rajah di bawah menunjukkan trek lumba lari yang mana P, Q dan R bersedia untuk memecut daripada posisi masing-masing.



If runners P, Q and R start at the same time and they arrive at the FINISH line at the same moment, which of the following statements is **true**?

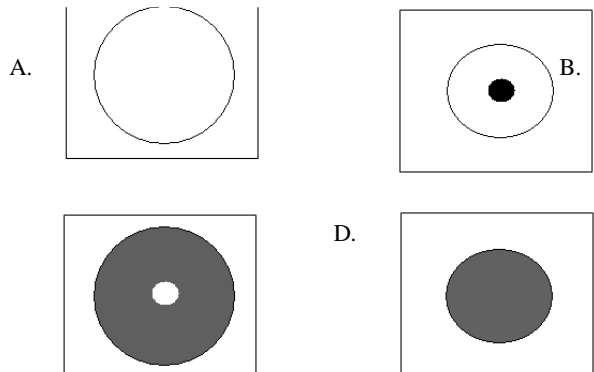
*Jika pelari P, Q dan R bermula pada waktu yang sama dan mereka tiba di garisan 'FINISH' (Penamat) pada waktu yang sama, yang manakah antara pernyataan di bawah adalah **benar**?*

- A. R ran the fastest
R berlari dengan paling pantas
- B. Q ran faster than R and P
Q berlari lebih pantas daripada R dan P
- C. P, Q and R ran at the same speed
P, Q dan R berlari pada kelajuan yang sama
- D. P ran faster than Q and R
P berlari lebih pantas dari Q dan R

Contoh 7: Kemahiran Berkomunikasi

Study the descriptions of the objects below.
Kaji huraian mengenai bentuk objek di bawah.

- ❖ Small, shaded circle with dot
Bulatan kecil, berlorek dan berbintik
- ❖ Large, shaded circle without dot
Bulatan besar, berlorek tanpa bintik
- ❖ Small, shaded circle without dot
Bulatan kecil, berlorek tanpa bintik
- ❖ Large, unshaded circle with dot
Bulatan besar, tidak berlorek dan berbintik



Contoh 8: Kemahiran Mendefinisikan Secara Operasi

Fatihah wants to prove that the size of container affects the rate of water loss by evaporation. She pours 500 ml of water into four containers of different sizes. All of the containers were exposed to sunlight for 2 hours. How was the rate of water loss measured in this study?

Fatihah ingin membuktikan bahawa saiz bekas mempengaruhi kadar kehilangan air daripada proses penyejatan. Dia menuangkan 500 ml air ke dalam setiap 4 bekas yang berlainan saiz. Semua bekas dibiarkan di bawah cahaya matahari selama 2 jam. Bagaimanakah kadar penyejatan air diukur dalam ujikaji ini?

A. Weighing the volume of water in each container after 2 hours

Menimbang air yang tinggal di dalam setiap bekas selepas 2 jam

B. Determining the time taken for the water to evaporate in each container

Menentukan masa yang diambil oleh air untuk hilang di dalam setiap bekas

C. Determining the difference between the initial and the final amounts of water in a given time

Menentukan jumlah perbezaan antara jumlah awal air dan jumlah akhir air dalam masa yang diberi

D. Determining the time taken for water in each container to evaporate by the sunlight

Menentukan masa yang diambil oleh air di dalam setiap bekas untuk disejatkan oleh cahaya matahari

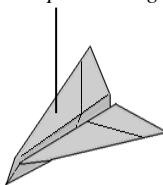
Contoh 9: Kemahiran Membuat Hipotesis

The diagram below shows three identical paper planes made from different types of paper. Junaidi wants to study how long the paper plane flies in the air when he launches each paper plane from the same point.

Rajah di bawah menunjukkan tiga kapal terbang kertas yang serupa dicipta menggunakan jenis kertas yang berbeza. Junaidi ingin mengkaji berapa lama kapal terbang kertas terbang di udara jika setiap kapal terbang kertas itu dilancarkan dari tempat yang sama.

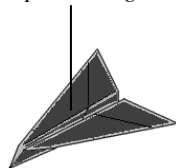
Paper plane using magazine paper

Kapal terbang kertas menggunakan kertas majalah



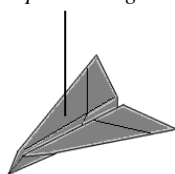
Paper plane using newspaper sheet

Kapal terbang kertas menggunakan kertas surat khabar



Paper plane using note book sheet

Kapal terbang kertas menggunakan kertas buku nota



What is the hypothesis being tested in this study?

Apakah hipotesis yang sedang diuji dalam ujikaji ini?

A. As the paper plane flies higher, the longer the time it takes for the paper plane to fall

Apabila kapal terbang kertas terbang semakin tinggi, semakin bertambah masa yang diambil untuk kapal terbang kertas itu jatuh

B. As the weight of paper plane decreases, the longer it flies in the air

Apabila berat kapal terbang kertas berkurang, semakin lama masa kapal terbang kertas itu terbang di udara

C. The less the amount of weight of paper plane, the higher it flies

Semakin berkurang berat kapal terbang kertas, semakin tinggi kapal terbang kertas itu terbang

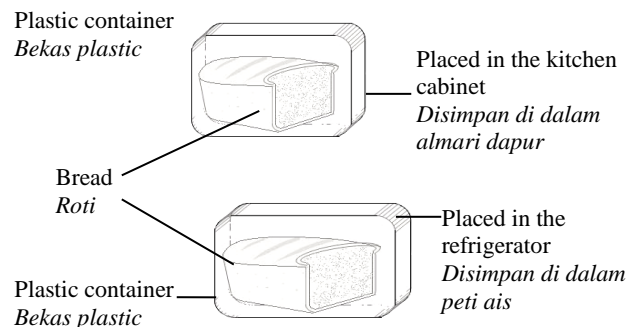
D. The stronger the wind, the longer the paper plane flies in the air

Semakin kuat angin bertiup, semakin lama kapal terbang kertas terbang di udara

Contoh 10: Kemahiran Mengawal Pemboleh ubah

Thambi wants to investigate what conditions lead to mold growth. He uses two similar breads as illustrated in the diagram below.

Thambi ingin menyiasat apakah keadaan yang mempengaruhi pertumbuhan kulat. Dia menggunakan dua roti yang serupa seperti yang ditunjukkan dalam rajah di bawah.



What variables could affect his experiment?

Apakah pemboleh ubah yang boleh mempengaruhi eksperimennya?

I. Size of bread

Saiz roti

II. Mold growth

Pertumbuhan kulat

III. Temperature

Suhu

IV. Moist

Kelembapan

A. I & IV

B. II & III

C. II & IV

D. III & IV

Contoh 11: Kemahiran Mentafsirkan Data

An experiment was conducted to study the bouncing effect of tennis ball when dropped from different heights. Tennis balls of

similar size were dropped from 100 cm, 90 cm, 60 cm, 40 cm and 20 cm from the floor, and their corresponding heights of bounce were recorded in the table below.

Satu kajian dijalankan untuk mengkaji kesan lantunan bola tenis apabila dijatuhkan dari ketinggian yang berbeza. Bola tenis yang sama saiz dijatuhkan dari ketinggian 100 cm, 90 cm, 60 cm, 40 cm dan 20 cm dari lantai, dan tinggi lantunan bola direkod dalam jadual di bawah.

Height of Drop (cm) <i>Tinggi jatuhan bola tenis (cm)</i>	Height of Bounce (cm) <i>Tinggi lantunan bola tenis (cm)</i>
20	10
40	28
60	42
90	60
100	82

Which of the following statements is TRUE about the relationship between the height of drop and the height of bounce of a tennis ball in this experiment?

Yang manakah antara pernyataan di bawah adalah BENAR mengenai perhubungan antara tinggi jatuhan bola tenis dengan tinggi lantunan bola tenis berdasarkan keputusan eksperimen?

- A. The bigger the size of the tennis ball, the higher it bounces
Semakin besar saiz bola tenis yang dijatuhkan, semakin tinggi bola tenis melantun
- B. The lower the height of drop for a tennis ball, the lower it bounces
Semakin rendah tinggi jatuhan bola tenis, semakin rendah tinggi lantunan bola tenis
- C. The higher the height of drop for a tennis ball, the greater the speed of bouncing
Semakin tinggi bagi tinggi jatuhan bola tenis, semakin meningkat halaju lantunan bola tenis
- D. The smaller the size of tennis ball dropped, the more it bounces
Semakin kecil saiz bola tenis yang dijatuhkan, semakin kerap bola tenis melantun

Contoh 12: Kemahiran Mengeksperimen

A study was made to test the hypothesis: the wider the space in the aquarium, the healthier the fish in the aquarium. Which of the following pictures shows the BEST way to do the experiment?

Satu kajian dibuat bagi menguji satu hipotesis: semakin luas ruang di dalam akuarium, semakin sihat ikan di dalamnya. Yang manakah antara gambarajah berikut menunjukkan kaedah yang TERBAIK untuk menjalankan ujikaji ini?

