

## Pembinaan dan Pengujian Set Soalan Konsep Fizik Asas di Peringkat Universiti

<sup>1</sup>Nurulhuda A.R., <sup>2</sup>Norazlilah Md Nordin  
<sup>1,2</sup>Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik  
Universiti Pendidikan Sultan Idris  
35900 Tanjong Malim, Perak Darul Ridzuan

### Abstrak

Laporan kajian ini menghuraikan proses pembinaan dan pengujian set soalan konsep iaitu set soalan objektif aneka pilihan bagi kegunaan menaksir kefahaman pelajar semasa sesi kuliah kursus fizik asas yang merangkumi beberapa topik dalam bidang mekanik. Bagi menguji kesahan soalan, beberapa kriteria ditetapkan iaitu soalan (i) memfokus kepada satu konsep fizik sahaja, (ii) berbentuk kualitatif, iaitu pelajar tidak perlu menggunakan persamaan matematik untuk menjawab, (iii) berupaya mencungkil miskonsepsi dan mempunyai pilihan jawapan yang mencukupi, dan (iv) menggunakan bahasa yang jelas. 55 soalan respon terbuka yang disenarai pendek selepas melalui proses pengesahan pakar ditadbir kepada 68 orang pelajar fizik bagi mendapatkan pengganggu di samping yang didapati daripada literatur. Selepas diolah dalam bentuk soalan aneka pilihan, soalan tersebut ditadbir sekali lagi kepada 33 orang pelajar fizik tahun akhir. Soalan yang telah disahkan ini membentuk satu koleksi soalan konsep yang boleh diguna terus oleh pensyarah fizik bagi menaksir kefahaman di samping mengesan miskonsepsi pelajar semasa sesi kuliah.

**Kata kunci:** Soalan konsep, miskonsepsi fizik, kuliah fizik, *Conceptests*

### Abstract

This research report describes the development and testing of a set of conceptual-type questions, i.e. a set of multiple choice objective questions which can be used for assessing students' understanding of several topics in mechanics during physics introductory lecture sessions. To validate the questions, several criteria were set: the questions (i) focus on one physics concept only, (ii) are qualitative in nature, i.e. students do not have to use mathematical equations to answer them, (iii) are able to elicit misconceptions and have enough choice of answers, and (iv) use clear language. 55 open-ended questions that were shortlisted after undergoing expert validation process were administered to 68 physics students to obtain distractors in addition to several that were gleaned from the literature. After being converted in the form of multiple-choice questions, they were then administered once again to 33 final year physics students. The questions that have been validated form a set of conceptual questions that can readily be used by physics lecturers to assess students' understanding in addition to eliciting students misconceptions during lecture.

**Keywords:** Conceptual questions, physics misconceptions, physics lecture, *Conceptests*

### Pengenalan

Sesi pengajaran fizik yang dijalankan di peringkat pengajian tinggi tidak banyak berbeza sekarang berbanding sepuluh atau lima belas tahun lepas di kebanyakan Institusi Pengajian Tinggi walaupun tidak dinafikan terdapat pengecualian. Keadah syarahan menjadi pilihan kebanyakan pensyarah kerana kaedah ini berkesan dalam menyampaikan maklumat yang banyak dalam jangka masa yang pendek. Banyak kajian telah dijalankan bagi mencari alternatif kepada kaedah syarahan selepas pengkaji dan pendidik menyedari kefahaman mendalam dan kemahiran penting yang diperlukan untuk berjaya dalam kehidupan abad ke-21 ini tidak berjaya dibina pelajar melalui pendekatan pembelajaran di mana pelajar banyak mendengar dan mencatat nota berbanding melibatkan diri secara aktif melalui perbincangan, penyoalan, memanipulasi bahan, dan sebagainya (Jones, 2007; Gosper, McNeill, Philips, Preston, Woo, & Green, 2010). Mengikuti kajian Hake (1998) yang mengumpul data daripada seramai lebih kurang enam ribu pelajar peringkat sekolah tinggi, kolej dan universiti seluruh Amerika Syarikat, pengajaran interaktif di mana pelajar dilibatkan secara aktif adalah lebih berjaya dalam membantu pelajar membina kefahaman dan kemahiran menyelesaikan masalah fizik berbanding pengajaran di mana pelajar lebih pasif.

Walau bagaimanapun, pengajaran interaktif sukar dijalankan bagi sesi kuliah di mana bilangan pelajar adalah ramai. Tambahan pula kursus fizik asas di peringkat kolej dan universiti biasanya mempunyai silibus yang merangkumi begitu banyak tajuk yang perlu diselesaikan dalam tempoh yang pendek. Maka bagi memenuhi dua tuntutan ini kaedah terbaik adalah kaedah syarahan. Namun, bagaimanakah kaedah syarahan ini boleh diubahsuai supaya lebih bersifat interaktif dengan memberi peluang kepada pelajar berinteraksi sesama mereka di samping berinteraksi dengan pensyarah tanpa mengorbankan terlalu banyak masa. Mazur (1992) dalam bukunya bertajuk *Peer Instruction: A user's Manual*, menceritakan bagaimana beliau begitu terkejut dengan pencapaian sederhana pelajar Harvard dalam ujian kefahaman konsep daya dan gerakan melalui instrumen *Force Concept Inventory* (Hestenes, Halloun & Swackhammer, 1992) yang begitu meluas digunakan di seluruh dunia. Beliau akhirnya mencipta kaedah pengajaran kuliah interaktif yang dinamai

*Peer Instruction* di mana pelajar berinteraksi secara aktif dengan rakan dan pensyarah semasa kuliah melalui penyoalan berkala menggunakan soalan-soalan konsep yang dinamai *Conceptests*. Soalan konsep ini dapat mengesan salah faham dan ketidakfahaman pelajar semasa kuliah berlangsung dan dengan itu mampu memberi maklum balas segera kepada pensyarah supaya tindakan pemulihan dapat dijalankan segera.

### **Konteks Kajian**

*Peer instruction* merupakan kaedah pengkuliahan interaktif yang mampu membantu pelajar membina kefahaman mendalam tentang konsep-konsep asas yang hendak diajar melalui penyoalan berkala menggunakan soalan berbentuk konsep yang agak mencabar. Bagi menggalakkan pensyarah menggunakan kaedah ini, soalan-soalan konsep yang siap sedia bagi semua tajuk dalam fizik diperlukan. Bagi kajian ini penyelidik membina satu koleksi soalan konsep bagi beberapa tajuk terpilih dalam bidang mekanik. Soalan konsep yang dibina bagi kajian ini adalah mirip soalan dalam instrumen *Force Concept Inventory* (FCI) di mana soalan-soalan aneka pilihan tersebut berbentuk kualitatif yang berupaya menguji pemahaman konsep asas dengan cepat serta tepat tanpa melibatkan penyelesaian masalah secara matematik. Walaupun soalan konsep aneka pilihan seperti ini boleh didapati daripada sumber Internet, hampir semuanya ditulis penulis daripada institusi pendidikan luar negara di mana konteks soalnya kemungkinan kurang dapat difahami pelajar di Malaysia. Penulis yang kebanyakannya terdiri daripada pensyarah institusi pendidikan tinggi terutama di Amerika Syarikat membina soalan konsep bagi kegunaan sendiri di bilik kuliah. Namun keberkesannya dalam membantu pembinaan kefahaman tidak dikaji dan didokumenkan. Sepanjang pengetahuan penyelidik tidak terdapat kajian khusus yang melaporkan pembinaan dan seterusnya pengujian soalan konsep ini terutama di Malaysia. Oleh itu tidak terdapat literatur yang membincangkan secara khusus proses pembinaan dan pengujian soalan konsep seperti yang dijalankan dalam kajian ini. Oleh itu penyelidik berhasrat menyumbang kepada penghasilan soalan-soalan konsep yang bermutu dalam konteks Malaysia yang boleh diguna pakai oleh pensyarah yang berminat membantu pelajar mereka memahami konsep asas fizik secara mendalam melalui penggunaan soalan konsep semasa kuliah.

Bagi mencapai tujuan tersebut, koleksi soalan yang ingin digubal akan mengambil kira beberapa kriteria utama iaitu soalan konsep mestilah berupaya mengesan miskonsepsi pelajar, berbentuk kualitatif iaitu lebih mementingkan pemahaman konsep berbanding pengiraan dan fokus kepada satu konsep utama.

### **Pembinaan dan Pengujian Soalan Konsep**

Tujuan kajian adalah untuk membina soalan konsep, iaitu satu koleksi soalan-soalan objektif aneka pilihan yang menguji kefahaman konsep pelajar bagi topik-topik *Kinematics of Linear Motion* dan *Force, Momentum and Impulse* dalam kursus fizik asas yang biasanya ditawarkan kepada pelajar tahun satu di institusi pengajian tinggi dan seterusnya menilai soalan tersebut agar memenuhi kriteria yang mendasari soalan konsep berkenaan. Kedua-dua tajuk yang dipilih ini merupakan antara tajuk yang pelajar mempunyai banyak miskonsepsi dan salah tanggapan dan oleh itu amat perlu diberi perhatian oleh pensyarah. Hal ini sesuai kerana kajian ini juga secara terperinci turut mengenalpasti dan mengumpul idea, miskonsepsi serta fikiran logik salah pelajar berdasarkan soalan terbuka yang dikemukakan untuk mendapatkan pengganggu bagi soalan aneka pilihan yang digubal. Soalan objektif aneka pilihan dipilih kerana bentuk soalan ini mudah ditadbir dan boleh terus dinilai oleh pensyarah semasa proses pengkuliahan dijalankan. Hal ini kerana soalan konsep ini digunakan sebagai satu cara menaksir secara formatif kefahaman pelajar sepanjang kuliah berlangsung.

### **Kriteria soalan konsep yang digubal**

Bagi tujuan pengesanan, soalan konsep yang dibina memenuhi empat kriteria seperti berikut:

Pertama: Fokus kepada satu konsep utama.

Kedua: Tidak bersandar kepada penyelesaian menggunakan persamaan matematik.

Ketiga: Mempunyai pilihan jawapan yang mencukupi dan mengambil kira miskonsepsi pelajar.

Keempat: Bahasa yang jelas.

### **Tajuk yang terlibat**

Dua tajuk yang terlibat dalam pembinaan soalan konsep ini adalah *Kinematics of Linear Motion* dan *Force, Momentum and Impulse*.

### **Sampel kajian**

1. Kumpulan pertama melibatkan 68 orang pelajar kursus pengenalan fizik di semester 3. Kumpulan pelajar ini ditadbir soalan terbuka bagi mengumpul respons yang pelbagai bertujuan mendapatkan pengganggu bagi soalan konsep aneka pilihan
2. Kumpulan kedua yang terdiri daripada 33 orang pelajar fizik tahun akhir program Ijazah Sarjana Muda Pendidikan Fizik. Kumpulan pelajar ini ditadbir soalan konsep aneka pilihan untuk mengesahkan kriteria keempat soalan konsep tersebut iaitu dari segi kejelasan bahasa.

## Proses pembinaan soalan konsep

Proses pembinaan ini terbahagi kepada dua fasa iaitu:

Fasa 1: Fasa yang melibatkan pembinaan soalan konsep serta mendapatkan respon terbuka.

Fasa 2: Peringkat pengujian soalan aneka pilihan yang telah lengkap.

### Fasa 1

Fasa 1 melibatkan beberapa aktiviti penyelidikan seperti berikut:

1. Penelitian sukatan kandungan kursus fizik asas UPSI dan tinjauan literatur tentang miskonsepsi.
2. Pembinaan soalan respons terbuka.
3. Pengesahan kriteria pertama, kedua, dan ketiga oleh pakar kandungan dan pengajaran fizik.
4. Pentadbiran soalan respons terbuka kepada responden kumpulan pertama.
5. Pengabujalanan antara soalan respons terbuka dengan pengganggu jawapan serta tinjauan literatur bagi memenuhi kriteria ketiga.

### Fasa 2

Fasa 2 melibatkan pentadbiran soalan objektif aneka pilihan kepada responden kumpulan kedua dan analisis data bagi memenuhi kriteria keempat.

## Dapatan dan Perbincangan

Sebanyak 61 soalan respons terbuka menjalani proses pengesahan oleh empat orang ahli akademik yang pakar dari segi kandungan dan pengajaran fizik untuk dipilih serta dimurnikan berpandukan empat kriteria yang ditetapkan. Hasilnya, 55 soalan respon terbuka diterima serta dimurnikan. Selepas dirintis kepada 68 orang responden, jawapan salah pelajar yang mewakili miskonsepsi, idea dan/atau fikiran logik yang salah dikumpul dan dijadikan pengganggu. Selain itu, penyelidik turut memperbaiki struktur bahasa dan istilah yang digunakan oleh responden agar sesuai dengan konteks fizik. Bagi memenuhi kriteria ketiga soalan konsep, tinjauan literatur turut dilakukan bagi mendapatkan pengganggu selain daripada jawapan salah responden berkenaan. Tinjauan literatur ini dijalankan untuk memastikan setiap soalan konsep yang dibina mempunyai bilangan pilihan jawapan yang mencukupi. Oleh itu, bilangan pilihan jawapan bagi setiap soalan tidak semestinya sama banyak seperti yang selalu diamalkan dalam penyediaan soalan bagi ujian dan peperiksaan. Apa yang penting adalah semua idea, fikiran logik, dan miskonsepsi pelajar dijadikan sebagai pilihan jawapan. Bilangan pilihan jawapan yang konsisten juga tidak diperlukan di sini kerana soalan-soalan konsep ini apabila hendak digunakan semasa kuliah nanti tidak ditadbir kepada pelajar sekali gus tetapi digunakan secara berasingan mengikut topik yang dibincangkan semasa kuliah tersebut.

Berikut adalah beberapa contoh soalan respon terbuka beserta hasil pungutan serta pengumpulan miskonsepsi yang seterusnya dijadikan pengganggu bagi soalan tajuk *Kinematics of Linear Motion* dan *Force, Momentum and Impulse* setelah mengalami proses di atas.

### Soalan 1:

*A seabird migrates from Tanjung Tuan to Kuala Gula. After it arrives at its final destination, compare displacement and the distance the seabird has travelled.*

#### **Pengganggu yang didapati daripada 68 orang responden:**

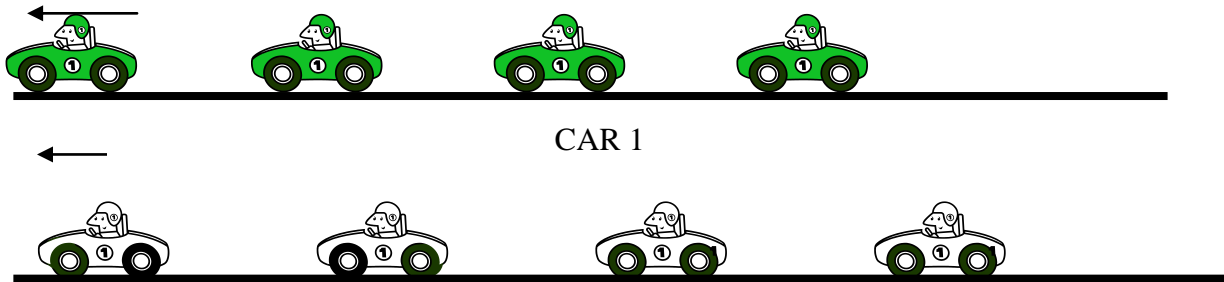
1. *The displacement is equal to the distance it travelled.*
2. *The displacement is smaller than the distance it travelled.*

#### **Pengganggu yang didapati daripada literatur:**

1. *The displacement is greater than the distance it travelled.*
2. *The displacement is either greater than or equal to the distance travelled.*

Pelajar yang mempunyai kefahaman salah menjangkakan bahawa jarak dan sesaran yang dilalui oleh burung itu adalah sentiasa sama. Berdasarkan jawapan yang diberi juga, terdapat pelajar turut mempercayai bahawa sesaran yang dilalui oleh burung itu adalah lebih kecil daripada jarak. Hal ini mungkin kerana semasa pengajaran, apabila membuat perbandingan antara jarak dengan sesaran contoh yang biasa digunakan melibatkan jarak bagi perjalanan bukan garis lurus. Maka pada ketika itu jarak adalah lebih panjang magnitudnya daripada sesaran. Namun jarak mempunyai magnitud yang sama dengan sesaran bagi satu gerakan garis lurus.

**Soalan 2:**



The diagram above represents a series of photographs of CAR 2 as it travels to the left, parallel to each other along the two roads. Estimate, which car is moving faster?

**Pengganggu yang didapati daripada 68 orang responden:**

1. Car 1 is moving faster than car 2.

**Pengganggu yang didapati daripada literatur:**

1. The two cars are travelling with the same speed.

Pelajar yang mempunyai miskonsepsi memberikan respon bahawa kereta pertama yang sedang mendahului kereta kedua, mempunyai laju yang lebih tinggi. Pelajar yang mengalami miskonsepsi ini mengabaikan jarak yang dilalui kereta berkenaan bagi setiap sela masa yang ditunjukkan. Berdasarkan gambarajah di atas, jarak yang dilalui oleh kereta kedua adalah lebih panjang berbanding kereta pertama bagi setiap sela masa yang ditunjukkan. Oleh yang demikian, kereta kedua mempunyai laju yang lebih tinggi berbanding kereta pertama.

**Soalan 3:**

A bullet is fired horizontally from a gun at a vertical position of 50 m from the ground. At the same time, a bullet with the same mass is dropped vertically from 50 m height too. Assuming there is no air resistance and the ground as a level, predict which bullet hits the ground first?

**Pengganggu yang didapati daripada 68 orang responden:**

1. A bullet dropped vertically from 50 m height will hit the ground first.
2. A bullet fired horizontally from a gun at a vertical position of 50 m from the ground will hit the ground first.

Pelajar yang mempunyai miskonsepsi atau kurang kefahaman tentang konsep yang terkandung dalam soalan ini berpendapat bahawa peluru yang jatuh secara lurus menegak akan jatuh ke bumi dengan lebih pantas berbanding peluru yang ditembak secara mengufuk dari senapang yang berada pada posisi tegak 50 m dari aras tanah. Terdapat juga respon salah daripada pelajar yang menyatakan sebaliknya. Sebenarnya, kedua-dua peluru berkenaan sampai ke bumi pada masa yang sama. Masa yang diambil oleh kedua-dua peluru tersebut untuk sampai ke bumi ditentukan oleh gerakan komponen paksi menegak. Walaupun kedua-dua peluru itu mempunyai laju komponen mengufuk yang berbeza, tetapi gerakan komponen menegaknya adalah tetap sama kerana rintangan udara boleh diabaikan dalam situasi ini.

**Analisis kejelasan bahasa**

Analisis data menunjukkan terdapat dua soalan yang mendapat 100% persetujuan sebagai soalan yang jelas, 51 soalan pula mendapat peratusan tahap persetujuan antara 99.9% hingga 66.7% manakala hanya dua soalan sahaja yang mendapat peratusan tahap persetujuan kurang daripada 66.6%. Jadual 1 menunjukkan rumusan analisis tersebut.

**Jadual 1** Rumusan peratus persetujuan kejelasan bahasa soalan konsep bagi tajuk *Kinematics of Linear Motion* dan *Force, Momentum and Impulse*.

Julat peratus persetujuan kejelasan bahasa soalan Soalan konsep yang dibina	Nombor soalan bagi tajuk <i>Kinematics of Linear Motion</i>	Nombor soalan bagi tajuk <i>Force, Momentum and Impulse</i>	Bilangan soalan
100%	Tiada	3 dan 14	2

99.9% hingga 66.7%	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26 dan 27	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25 dan 26	51
66.6% hingga 50.0%	21	Tiada	1
49.9% hingga 0.0%	Tiada	19	1
<b>Jumlah soalan</b>	27	28	55

Menerusi pentadbiran soalan konsep kepada responden pada fasa kedua bagi pengujian kriteria kejelasan bahasa serta analisis yang dilakukan, penyelidik mengenal pasti beberapa faktor yang menyebabkan pelajar memberikan maklum balas bahasa soalan yang dibina berada di tahap kurang jelas bagi segelintir soalan.

Sebagai contoh, situasi kereta bergerak mengelilingi bulatan di jalan raya dengan laju yang seragam dan mempunyai halaju serta pecutan tertentu menyebabkan soalan 10 dan 11 (rujuk lampiran) bagi tajuk *Kinematics of Linear Motion* mendapat respon kurang kejelasan bahasanya. Hal ini kemungkinan kerana pelajar tidak begitu sedar tentang perbezaan konsep halaju purata dan halaju seketika dalam menyelesaikan masalah fizik ini. Di samping itu terdapat pelajar yang mempunyai kefahaman salah bahawa *speed* dan *velocity* tiada bezanya seperti yang ditunjukkan daripada jawapan yang diberi berdasarkan soalan respon terbuka peringkat awal. Oleh itu istilah *speed* dan *velocity* dalam soalan ini memungkinan pelajar keliru dan mengatakan bahasanya kurang jelas. Dengan lain perkataan, masalah ini adalah lebih kepada masalah kefahaman berbanding masalah kejelasan bahasa.

Soalan 21 bagi tajuk *Kinematics of Linear Motion* turut mendapat respon yang sama seperti soalan di atas. Pelajar yang tidak begitu memahami bahawa halaju mempunyai komponen mengufuk dan menegak yang sebenarnya boleh dileraikan dan dianalisis secara berasingan akan menghadapi masalah apabila cuba menjawab soalan ini. Situasi hipotetikal seperti ini juga boleh mengelirukan pelajar sehingga mereka mengatakan soalan tersebut kurang jelas. Situasi ini jarang ditimbulkan semasa pengajaran fizik bagi menguji konsep jatuh bebas. Pelajar jarang diajak memikirkan situasi sebegini yang mampu mencungkil kefahaman pelajar sama ada mereka benar-benar faham tentang konsep jatuh bebas atau tidak.

Pelajar juga didapati kurang jelas dengan beberapa situasi seperti soalan nombor dua dari tajuk *Force, Momentum and Impulse*. Situasi kereta berada dalam keadaan rehat dan pada masa yang sama brek kereta diaplikasikan menyebabkan pelajar berfikir bahawa situasi yang difokuskan di dalam soalan ini tidak selaras dengan situasi dalam kehidupan seharian. Pelajar terus membuat kesimpulan bahawa situasi ini biasanya tidak boleh berlaku di dunia sebenar dan seterusnya mereka menganggap bahasa soalan yang dibina adalah tidak jelas. Namun situasi hipotetikal seperti ini diperlukan bagi mencungkil kefahaman pelajar dan melihat sama ada terdapat miskonsepsi bagi konsep yang diuji. Oleh itu soalan ini terus dikekalkan.

Soalan-soalan yang melibatkan perkataan yang jarang digunakan turut menyumbang kepada ketidakjelasan bahasa soalan yang dibina. Soalan bernombor 19 dari tajuk *Force, Momentum and Impulse* yang mencatatkan tahap persetujuan kejelasan hanya 45.5% kerana pelajar tidak memahami maksud perkataan '*propelled*'. Oleh itu, soalan yang mengandungi perkataan yang sukar atau tinggi aras bahasanya ditukarkan kepada bahasa yang lebih mudah serta biasa ditemui, misalnya perkataan '*propelled*' ditukar kepada perkataan '*go forward*' dan '*crate*' ditukar kepada '*box*'.

Selain itu, terdapat juga pelajar yang mengatakan situasi atau permasalahan yang difokuskan seharusnya dipermudahkan dari bentuk ayat yang panjang kepada ayat yang diringkaskan dengan menggunakan tanda matematik. Ini kerana terdapat pelajar yang kurang jelas dengan bahasa yang digunakan seperti 'lebih besar daripada' atau 'lebih kecil daripada' dan lebih selesa jikalau menggunakan simbol yang mudah difahami serta ringkas dengan mengandungi tandaan seperti ' $>$ ' atau ' $<$ '. Terdapat dua soalan di mana ayat pilihan jawapannya ditukar menggunakan tandaan matematik ini.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, bahasa soalan dimurnikan agar lebih baik dan mantap. Secara keseluruhan, aspek kejelasan bahasa ini disahkan sebanyak tiga kali iaitu dua kali oleh empat orang pensyarah fizik dan sekali oleh 33 orang pelajar fizik tahun akhir.

Namun, terdapat soalan yang dikekalkan situasi dan bahasanya seperti soalan 2, 10, 11 dan 21 dari tajuk *Kinematics of Linear Motion* walau pun mendapat maklum balas kurang jelas aras bahasanya. Hal ini adalah kerana situasi yang cuba difokuskan dalam soalan tersebut berupaya mencungkil miskonsepsi dan idea salah pelajar yang disasarkan. Mazur (1997) menyatakan walaupun soalan konsep yang dibina adalah sangat jelas bahasanya serta tidak meragukan, namun masih terdapat pelajar yang salah dalam menginterpretasi soalan berkenaan. Ini kerana kefahaman pelajar tentang konsep yang disoal banyak mempengaruhi sama ada soalan itu bermakna atau tidak kepada pelajar.

### Inventori Soalan Konsep

Sebanyak 55 soalan konsep siap sedia untuk diguna dan ianya disenaraikan dalam bentuk inventori seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2 dan 3.

**Jadual 2** Inventori soalan konsep tajuk *Kinematics of Linear Motion*

Isi Kandungan	Inventori Item	Jumlah Item
<i>Linear motion (1-D): Displacement, Speed, Velocity and Instantaneous Velocity, Acceleration,</i>	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18	15
<i>Graphical methods</i>	5, 14	2
<i>Freely falling bodies</i>	8, 19, 20, 21, 24, 26	6
<i>Projectile motion: Maximum height, Time taken to reach maximum height, Horizontal range, Horizontal projectile.</i>	22, 23, 25, 27	4
Jumlah item bagi topik <i>Kinematics of Linear Motion</i>		27

**Jadual 3** Inventori soalan konsep tajuk *Force, Momentum and Impulse*

Isi Kandungan	Inventori Item	Jumlah Item
<i>Newton's laws of motion: Newton's first, second and third laws of motion.</i>	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18	12
<i>Applications of Newton's second law of motion.</i>	4, 5, 14, 15, 16	5
<i>Conservation of linear momentum and impulse: Linear momentum, Principle of conservation of linear momentum, Collision, Impulse. Reaction and frictional forces.</i>	13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	11
Jumlah item bagi topik <i>Force, Momentum and Impulse</i>		28

Jumlah keseluruhan item Inventori Soalan Konsep Fizik (Jumlah item Jadual 2 + Jadual 3) 55

### Kesimpulan

Selepas melalui pengujian, sebanyak 55 soalan konsep berjaya dibina dan dipercayai sesuai digunakan untuk menaksir kefahaman serta mencungkil miskonsepsi para pelajar tentang konsep asas fizik (lihat lampiran). Ini adalah kerana pengganggu kepada jawapan soalan yang dibina mewakili idea salah atau miskonsepsi sebenar para pelajar yang dikutip secara empirik daripada reponden yang terlibat dalam kajian ini di samping kajian lain melalui tinjauan literatur. Soalan konsep dicadang digunakan semasa sesi kuliah dengan membahagi sesi kuliah yang panjang kepada satu siri minikuliah yang diselangseli dengan penyoalan soalan konsep. Melalui cara ini soalan konsep ini mampu memberikan maklum balas yang cepat dan berguna kepada pensyarah tentang aras kefahaman pelajar tentang konsep yang diajar agar tindakan susulan dapat dilaksanakan bagi mencapai objektif pengajaran dan pembelajaran yang diharapkan. Soalan konsep ini juga turut memberi panduan kepada pensyarah untuk memberi penekanan kepada konsep asas fizik sewaktu pengajaran dan pembelajaran serta menilai kembali keberkesanan pengajaran mereka. Koleksi soalan konsep yang telah diuji boleh dijadikan sumber pengajaran pensyarah yang berhasrat menggunakannya semasa kuliah untuk menaksir kefahaman dan/atau sebagai soalan tugas yang berkesan dalam membantu pelajar menyedari salah tanggapan atau miskonsepsi mereka dan seterusnya membina kefahaman mendalam tentang konsep asas fizik.

### Rujukan

- Masikunis, G., Panayiotidis, A., & Burke, L. (2009). Changing the nature of lectures using a personal response system, *Innovations in Education and Teaching International*, 46(2), 199-212.
- Gosper, M., McNeill, M., Phillips, R., Preston, G., Woo, K., & Green, D. (2010). Web--based lecture technologies and learning and teaching: a study of change in four Australian universities, *ALT-J*, 18(3), 251-263.

Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhammer, G. (1992). Force Concept Inventory. *Physics Teacher*, 141-158.

Jones, S. E. (2007). Reflections on the lecture: outmoded medium or instrument of inspiration? *Journal of Further and Higher Education*, 31(4), 397-406

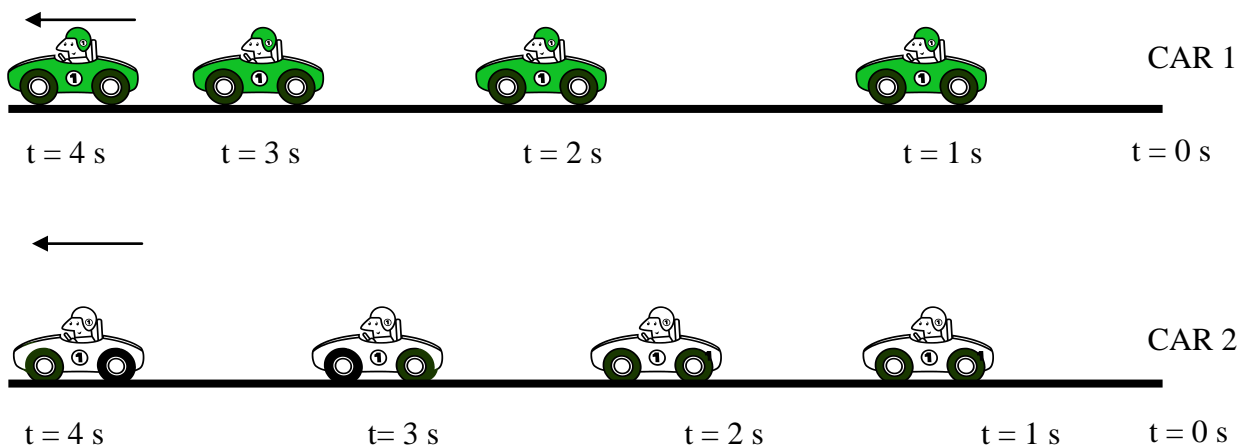
Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A user's manual*. New Jersey, USA: Prentice Hall, Inc.

**Lampiran**

Berapa soaln terpilih daripada inventori 55 soaln yang dibina dan diuji.

**Tajuk:** Kinematics of Linear Motion

**Soalan 2:**



The diagram above represents a series photograph of two cars moving to the left, parallel to each other along two roads. Based on that diagram, do the cars ever have the same speed?

- A No.
- B Yes at  $t = 4$  s.
- C Yes at  $t = 1$  s and  $t = 4$  s.
- D Between the interval  $t = 2$  s and  $t = 3$  s.

**Answer:** (D) Sometime between the interval  $t = 2$  s and  $t = 3$  s.

**Preconception and misconception:** Same position means same speed.

**Soalan 10:**

The picture below shows Ali's car travelling around the track with a constant speed.



What happens to his car's speed and velocity when the car turns around the roundabout?

- A The car's speed is not equal to its velocity.
- B The car's speed is equal to its velocity because the magnitude and direction are the same.
- C The car's speed is equal to its velocity because the distance and displacement are the same.

**Answer:** (A) The car's speed is not equal to its velocity. Since the speed is constant, the speed doesn't change but the velocity changes because there is a change in direction.

**Preconception and misconception:** An object's speed is the same as its velocity.

**Soalan 11:**

Is the car accelerating as it travels around the track?

- A: No, because velocity is constant too.
- B: No, because acceleration is always in a straight line.
- C: Yes, it is since the car changes direction and therefore velocity.
- D: It depends on the sharpness of the road's corner and the speed of the car.

**Answer:** (C) Yes, it is since the car changes direction and therefore velocity.

**Preconception and misconception:** Acceleration is always in a straight line.

**Soalan 21:**

A bullet is fired horizontally from a gun at a vertical position of 50 m from the ground. At the same time, a bullet with the same mass is dropped vertically from 50 m height too. Assuming there is no air resistance and the ground as a level, predict which bullet hits the ground first?

- A Both land at the same time.
- B A bullet dropped vertically from 50 m height will hit the ground first.
- C A bullet fired horizontally from a gun at a vertical position of 50 m from the ground will hit the ground first.

**Answer:** (A) Both land at the same time.

**Preconception and misconception:** An object will fall straight to the ground faster than an object initially moving horizontally will fall from the same height.

**Tajuk:** Force, Momentum and Impulse

**Soalan 19:**

How does a rocket go forward in the air?

- A: Rocket goes forward because of pushes on the air.
- B: Rocket goes forward by the impact of exhaust gases against the atmosphere.
- C: Rocket goes forward because of reaction forces by exhaust gas the rocket ejects.



**Answer:** (C) Rocket goes forward not because of any pushes on the air, but because of reaction forces by exhaust gas the rocket ejects.

**Preconception and misconception:** Rocket goes forward because of the impact of exhaust gases against the atmosphere.