

Sumbangan Penguasaan Asas Fizik Dan Matematik Terhadap Keupayaan Pengaplikasian Fizik Bagi Topik Mekanik Tingkatan Enam

Haryati Kamarrudin^a, Lilia Halim^{b*} and Lilia Ellany Mohtar^c

^aInstitut Pendidikan Guru Malaysia, Aras 1-3, Blok 2250, Jalan Usahawan 1, 63000 Cyberjaya, Selangor.

^bFakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600, Bangi, Selangor.

^cJabatan Fizik, Fakulti Sains & Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak.

(Received: 14.9.2020 ; Published: 2.12.2020)

Abstrak. Kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti sumbangan tahap penguasaan asas fizik dan asas matematik terhadap tahap keupayaan aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah topik mekanik. Kajian ini menggunakan reka bentuk kaedah campuran dengan menggunakan ujian objektif dan ujian bertulis ke atas 63 orang pelajar dan seterusnya sesi temu bual melibatkan lima orang pelajar. Dapatan kajian menunjukkan tahap penguasaan asas fizik, asas matematik dan tahap keupayaan aplikasi konsep fizik berada pada tahap yang sederhana. Seterusnya, didapati penguasaan asas fizik menyumbang lebih banyak terhadap keupayaan pengaplikasian konsep fizik berbanding dengan penguasaan asas matematik. Hasil temu bual pula menunjukkan halangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian ialah kegagalan pelajar menguasai konsep asas fizik dan asas matematik. Implikasi kajian ini ialah guru fizik perlu mengajar fizik secara konseptual bagi pelajar berupaya untuk menyelesaikan masalah fizik dalam kehidupan seharian di samping menghubungkaitkan asas matematik dan asas fizik dalam pengajaran fizik.

Kata kunci: Asas fizik, asas matematik, aplikasi konsep fizik, penyelesaian masalah fizik

Abstract. This study aimed to identify the influence of basic physics and mathematics understanding towards the ability of applying physics concepts to solve problem regarding to mechanics. This study used a mixed-method design by using an objective and written tests for 72 students in addition to interviewing with five students. The findings showed that students' level of mastery of basic physics, basic mathematical and the ability to apply physics concepts are at a moderate level. The findings also showed that mastering basic physics contribute more compared to mastery basic mathematics when solving physics problems situated in everyday life. The results of the interview showed the obstacles that caused students unable to apply the physics concepts in solving the problems of everyday life is based on the failure of students to master the basic concepts of physics and mathematics. The implication of this study is that physics teachers need to teach conceptual physics for students to be able to solve physics problems in everyday life while integrating the basics of mathematics and physics in their teaching.

Keywords: Basic physics, basic mathematics, application of physics concepts, physics problem solving

I. PENGENALAN

Keupayaan untuk menyelesaikan masalah seharian berkait dengan isu sains dan teknologi secara berkesan adalah satu keperluan yang penting dalam kehidupan seseorang terutamanya dalam era globalisasi kini (Lilia, 2013; OECD, 2019). Menurut Edmunds (2008), fizik merupakan salah satu cabang daripada subjek sains di mana ia adalah satu mata pelajaran penting yang menyokong perkembangan media dan teknologi. Selain itu, fizik juga memainkan peranan yang besar dalam ekonomi dunia dan juga kesejahteraan hidup manusia. Niss (2012) dan Doménech et al. (2007) menyatakan bahawa konsep fizik yang dipelajari oleh pelajar amat berguna kerana dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan harian.

Namun begitu, pelajar kerap gagal mengaplikasikan ilmu yang mereka pelajari. Menurut Çalik dan Ayas (2005), salah satu faktor pelajar gagal mengaplikasikan konsep yang dipelajari ke dalam aktiviti harian ialah pelajar tidak memahami asas bagi teori mata pelajaran tersebut. Zembylas (2005) dan Hu & Rebello (2012) menyokong bahawa kebanyakan pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik yang dipelajari untuk menyelesaikan masalah berasaskan kehidupan seharian kerana pelajar ini tidak memahami konsep fizik yang dipelajari di sekolah. Dengan kata lain, jika pelajar tidak memahami asas sesuatu konsep fizik, maka pelajar tidak boleh menyelesaikan masalah dalam pelbagai keadaan termasuklah mengaplikasikan konsep fizik tersebut dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian (Haryati & Lilia, 2016).

Dalam proses aplikasi konsep fizik bagi menyelesaikan masalah yang berasaskan integrasi sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (STEM), bukan sahaja konsep fizik sahaja diperlukan, malah konsep matematik, kemahiran saintifik dan kemahiran matematik juga diperlukan serentak untuk menyelesaikan sesuatu masalah (Kim & Pak, 2001). Menurut Redish dan Kuo (2015), memahami persamaan dalam fizik tidak terhad kepada menghubungkan kait simbol atau pemboleh ubah fizik serta melakukan operasi menggunakan persamaan fizik. Tetapi, satu komponen penting adalah dapat menyambung operasi matematik dalam persamaan fizik dan mengintegrasikan persamaan tersebut dengan implikasinya dalam dunia sebenar (Redish & Kuo, 2015).

Sebilangan besar pelajar menganggap bahawa fizik merupakan salah satu mata pelajaran yang sukar untuk difahami dan abstrak dan menyebabkan pelajar tidak dapat mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian (Kipnis, 2009). Bahasa yang digunakan dalam fizik memerlukan pelajar untuk membuat perkaitan di antara satu konsep dengan konsep yang lain. Untuk mengatasi masalah ini, perkara pertama yang disarankan oleh Lembaga Peperiksaan Malaysia (LPM) kepada pelajar ialah mereka perlu menguasai konsep asas, istilah-istilah dan fakta-fakta fizik dengan tepat (LPM, 2014).

Kajian-kajian lepas daripada Clark et al. (2013), NorAida Yanti et al. (2013), Mubarak et al. (2012), Byun et al. (2008) dan Daud & Noordin (2008) menunjukkan bahawa punca-punca pelajar gagal menyelesaikan masalah fizik yang berasaskan kehidupan seharian disebabkan penguasaan asas fizik dan matematik adalah lemah. Oleh yang demikian, asas fizik dan matematik merupakan faktor yang boleh mempengaruhi pelajar bagi mengaplikasikan konsep fizik yang dipelajari ke dalam aktiviti harian.

Menurut Lembaga Peperiksaan Malaysia (2014), punca utama pelajar tingkatan enam mendapat markah yang rendah dalam mata pelajaran fizik STPM adalah disebabkan kegagalan

mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah soalan struktur dan esei. Kajian lepas menunjukkan bahawa antara faktor kegagalan pelajar dalam fizik ialah pelajar tidak menguasai asas fizik dan matematik, kekurangan latihan aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan soalan-soalan berbentuk penyelesaian masalah seharian dan pelajar tidak mengingati konsep fizik dan juga persamaan fizik (Lee et al., 2013; Edmunds, 2008; Daud & Noordin, 2008). Penguasaan asas fizik dan matematik yang rendah telah menyebabkan pelajar menghadapi kesukaran dalam mengaplikasikan konsep fizik untuk menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar (Lee et al., 2013; Edmunds, 2008).

Maka, pelbagai usaha harus digembleng agar pelbagai strategi dan kaedah-kaedah baharu dapat dihasilkan dalam usaha untuk memantapkan penguasaan asas dan pengetahuan generasi baru dalam bidang sains dan seterusnya meningkatkan keupayaan mereka mengaplikasikan sains dalam kehidupan seharian mereka (Osborne & Dillon, 2008). Berdasarkan kajian di atas, dapat ditekankan bahawa tahap penguasaan asas fizik dan matematik serta pengaplikasian konsep fizik dalam kehidupan seharian adalah berkait. Namun perkaitan antara tiga elemen tersebut masih perlu dikenal pasti, iaitu adakah penguasaan konsep fizik dan/ atau matematik yang menjadi asas kepada keupayaan pelajar untuk menyelesaikan masalah dalam konteks harian.

II. OBJEKTIF KAJIAN

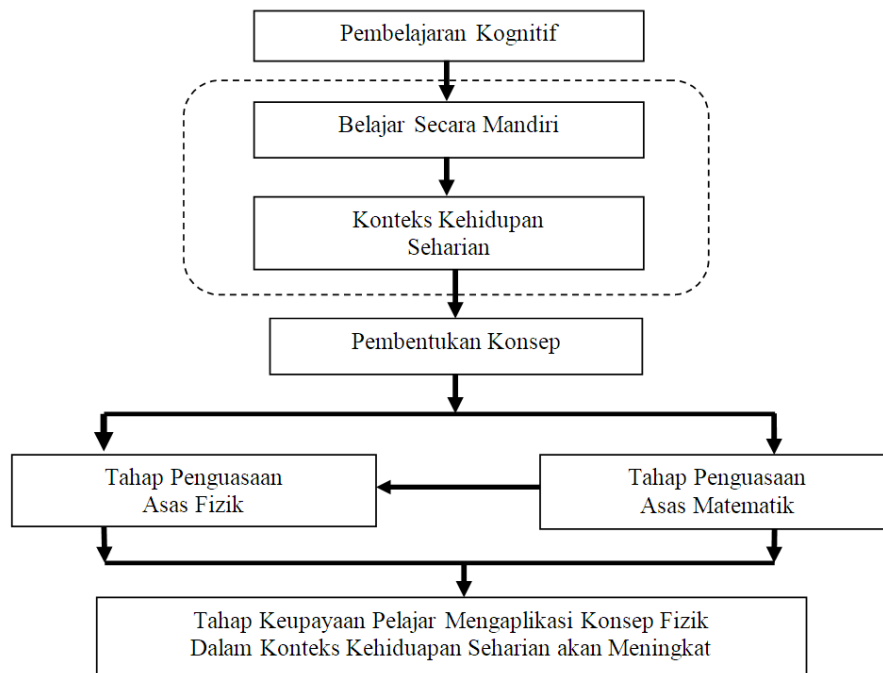
Kajian ini dijalankan bertujuan untuk mengenal pasti sumbangan penguasaan konsep fizik dan asas matematik terhadap keupayaan untuk menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar. Selain itu, kajian juga menentukan halangan yang dihadapi oleh pelajar dalam mengaplikasikan konsep fizik untuk menyelesaikan masalah berasaskan kehidupan sebenar. Secara spesifik, kajian ini mempunyai enam objektif khusus iaitu:

1. Mengetahui tahap penguasaan asas fizik, asas matematik dan tahap aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah topik Mekanik yang berasaskan kehidupan sebenar bagi pelajar tingkatan enam bawah.
2. Mengetahui sumbangan tahap penguasaan konsep asas fizik dan tahap penguasaan konsep asas matematik pelajar terhadap tahap aplikasi konsep fizik topik Mekanik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar bagi pelajar tingkatan enam bawah.
3. Mengetahui kekangan yang menghalang pelajar mengaplikasikan konsep fizik topik Mekanik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar bagi pelajar tingkatan enam bawah.

III. KERANGKA KONSEP

Kerangka konsep yang digunakan di dalam kajian ini dibina berdasarkan kepada Model Penemuan Pembelajaran Bruner. Berdasarkan model ini, pelajar didorong untuk belajar sendiri secara mandiri apabila ianya melibatkan konteks kehidupan seharian. Pelajar belajar melalui keterlibatan aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip dalam usaha memecahkan masalah dan guru mendorong pelajar untuk mendapatkan pengalaman dengan melakukan aktiviti yang membolehkan pelajar menemui prinsip-prinsip untuk diri mereka sendiri. Pembelajaran ini membangkitkan perasaan ingin tahu untuk terus berusaha sehingga dapat menyelesaikan masalah

dengan mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari. Kerangka konseptual kajian diwakilkan seperti dalam Rajah 1.



Rajah 1. Kerangka Konseptual Kajian.

IV. METODOLOGI

Reka bentuk kajian adalah berbentuk kaedah campuran (*mixed-method*) dengan melibatkan pendekatan analisis kuantitatif bagi ujian objektif dan ujian bertulis yang seterusnya disokong oleh data temu bual yang dianalisis secara kualitatif.

Sampel Kajian

Kaedah pensampelan rawak jenis kelompok telah dipilih bagi tujuan kajian ini. Menurut Mohamad Najib (2006), pensampelan rawak kelompok membolehkan penyelidik memilih sampel berdasarkan rumpunan populasi. Dalam kajian ini, pelajar tingkatan enam bawah aliran sains yang mengikuti mata pelajaran fizik dipilih untuk menjadi sampel kajian.

Populasi bagi pelajar tingkatan enam bawah di daerah Hulu Langat adalah seramai 75 orang. Berdasarkan jadual penentuan sampel Krejcie & Morgan (1970), jumlah populasi tersebut boleh diwakili dengan bilangan sampel seramai 63 orang pelajar tingkatan enam bawah aliran sains yang mengikuti mata pelajaran Fizik di sekitar daerah Hulu Langat. Dalam kajian ini, kaedah temu bual dijalankan apabila semua responden telah menjawab semua soalan dalam KEUPAYAAN-FIZ dan data daripada semua responden telah dianalisis. Seramai lima orang pelajar yang mendapat markah 40 dan ke bawah dalam pencapaian KEUPAYAAN-FIZ iaitu dua lelaki dan tiga perempuan telah dipilih untuk menjadi responden dalam sesi temu bual.

Instrumen Kajian

Kajian ini menggunakan satu set soalan ujian berbentuk aneka pilihan jawapan dan ujian bertulis untuk menguji tahap penguasaan fizik pelajar. Set ujian ini mengandungi tiga bahagian iaitu ujian penguasaan asas fizik (ASAS-FIZ), ujian penguasaan asas matematik (ASAS-MATH) dan ujian tahap keupayaan aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah topik Mekanik yang berasaskan kehidupan seharian (KEUPAYAAN-FIZ). Setiap set ujian yang digunakan, penyelidik telah menguji aras diskriminasi, aras kesukaran dan nilai Alpha Cronbach dengan menggunakan perisian Anates4. Hasil analisis diringkaskan seperti dalam Jadual 1.

JADUAL 1. Aras kesukaran, aras diskriminasi dan nilai alpha Cronbach bagi alat kajian.

Ujian	Aras Kesukaran, p (%)	Aras Diskriminasi, D (%)	Alpha Cronbach,
ASAS-FIZ	52.84	67.59	0.80
ASAS-MATH	59.11	72.79	0.85
KEUPAYAAN-FIZ	48.33	65.66	0.74

Soalan ASAS-FIZ telah diadaptasi daripada *Force Concept Inventory* (FCI) oleh Hestenes, Wells, & Swackhamer (1992). Set soalan ASAS-FIZ ini mengandungi 30 soalan objektif. Inventori ini juga telah disahkan kesesuaiannya oleh seorang guru cemerlang fizik dan seorang guru berpengalaman lebih 15 tahun dalam pengajaran fizik. Kedua-dua guru ini mencadangkan untuk membuang beberapa item yang dianggap tidak selaras dengan huraian sukatan mata pelajaran fizik tingkatan 6 di Malaysia. Kesimpulannya daripada 30 soalan asal hanya tinggal 18 soalan sahaja yang terlibat untuk menguji tahap penguasaan asas fizik pelajar. Penerangan tentang konsep-konsep Newtonian dalam ujian FCI telah diperincikan dalam Jadual 2.

JADUAL 2. Konsep Newtonian dalam FCI dan Silibus Fizik Tingkatan Enam STPM Baharu.

Konsep Fizik	Soalan ASAS-FIZ	Silibus Fizik Tingkatan Enam STPM Baharu
Kinematik	1,3, 5,12, 15	Kinematik
<ul style="list-style-type: none"> • Perbezaan kedudukan, halaju, • Pecutan • Pecutan malar. • Penambahan vektor halaju 		<ul style="list-style-type: none"> • Gerakan linear • Projektil
Hukum Newton Pertama	4, 6, 10, 16, 17, 18	Dinamik
<ul style="list-style-type: none"> • Dengan tiada daya • Dengan membatalkan kuasa 		<ul style="list-style-type: none"> • Hukum Newton Pertama
Hukum Newton Kedua	6, 7, 15	Dinamik
<ul style="list-style-type: none"> • Daya Impuls • Daya malar yang dikenakan • Pecutan malar 		<ul style="list-style-type: none"> • Hukum Newton Kedua
Hukum Newton Ketiga	2, 8, 10, 14	Statik
<ul style="list-style-type: none"> • Bagi Daya Impuls • Bagi daya yang malar 		<ul style="list-style-type: none"> • Kedudukan zarah pegun
Prinsip Tindihan	13, 17	Dinamik
<ul style="list-style-type: none"> • Bagi Daya Impuls • Bagi daya yang malar 		<ul style="list-style-type: none"> • Hukum Newton Ketiga • Momentum Linear
Kepelbagaian Daya	7, 9, 11, 18	Statik
<ul style="list-style-type: none"> • Hubungan dengan pepejal: pasif, impulsif, 		<ul style="list-style-type: none"> • Kedudukan zarah pegun
		Dinamik
		<ul style="list-style-type: none"> • Momentum Linear
		Statik
		<ul style="list-style-type: none"> • Kedudukan zarah pegun
		Kerja, Tenaga Dan Kuasa
		<ul style="list-style-type: none"> • Daya keupayaan dan daya kinetik
		Gerakan Membulat

Seterusnya, soalan ASAS-MATH mengandungi 15 soalan matematik yang setara dengan soalan kertas 1 SPM 2005 hingga 2014. Pemberatan markah kepada setiap soalan ujian ASAS-MATH adalah satu markah yang membawa kepada keseluruhan 15 markah. Soalan-soalan yang dikemukakan merupakan gabungan konsep dan kemahiran bagi beberapa tajuk seperti Trigonometri I, II dan III, Ungkapan dan Formula Algebra, Bentuk Piawai, Sudut Dongakan dan Tunduk dan Poligon I dan II. Jadual 3 menerangkan tentang senarai konsep matematik yang digunakan dalam ASAS-MATH.

JADUAL 3. Senarai konsep dan soalan dalam ASAS-MATH.

Konsep Matematik	Soalan
Bentuk Piawai	1, 2,3
Poligon I dan II	4, 5, 7,
Sudut Dongakan dan Tunduk	8,9, 10
Ungkapan dan Formula Algebra	11, 12, 13
Trigonometri I, II dan III	6, 14, 15

Instrumen kajian yang ketiga adalah ujian KEUPAYAAN-FIZ yang mempunyai tiga soalan jenis terbuka hanya meliputi topik Mekanik seperti yang disenaraikan dalam sukatan pelajaran Fizik STPM Baharu (MPM, 2014). Topik Mekanik mempunyai enam topik kecil iaitu (i) Kinematik, (ii) Dinamik, (iii) Kerja, Tenaga dan Kuasa, (iv) Gerakan Membulat, (v) Graviti dan (vi) Statik. Tajuk Mekanik dipilih khas bagi kajian ini kerana topik ini memerlukan pelajar mengaplikasikan konsep-konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan aktiviti harian.

Hasil dapatan ujian bertulis ini menjadi asas untuk mengenal pasti pelajar yang gagal mengaplikasikan konsep fizik melalui penyelesaian masalah yang berasaskan dunia sebenar untuk mengikuti sesi temu bual secara individu. Soalan temu bual yang dibentuk telah dirujuk dan diubahsuai daripada Razak (2007). Maklumat yang diperoleh secara temu bual ini dianalisis secara kualitatif untuk mengenal pasti halangan dan sebab kegagalan pelajar mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian. Fokus dan spesifikasi soalan temu bual adalah seperti dalam Jadual 4.

JADUAL 4. Fokus dan Spesifikasi Soalan.

Bil	Fokus Soalan	Spesifikasi Soalan
1	Halangan yang ada pada diri pelajar	Penguasaan konsep asas Fizik Penguasaan konsep asas Matematik Pengajaran guru Fizik di dalam kelas
2	Halangan dari segi pengajaran dan pembelajaran subjek Fizik	Penglibatan guru dan pelajar dalam sesi pengajaran dan pembelajaran Latihan melibatkan aplikasi konsep Fizik dalam menyelesaikan masalah berasaskan kehidupan seharian

Proses Pengumpulan Data

Dalam kajian ini, semua responden yang terlibat menduduki ketiga-tiga ujian ini dalam masa 60 minit. Sepanjang ujian ini berjalan, responden tidak dibenarkan merujuk apa-apa buku atau berbincang dengan responden yang lain. Penyelidik juga memantau proses ujian ini berlangsung dengan dibantu oleh guru fizik. Seterusnya, sesi temu bual berstruktur dan berbentuk individu dijalankan oleh pengkaji untuk mengenal pasti masalah-masalah yang dihadapi oleh pelajar semasa mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah berasaskan kehidupan sebenar.

Penganalisan Data

Tiga set analisis data dilakukan untuk menjawab persoalan-persoalan kajian ini. Rubrik skema pemarkahan digunakan untuk menyemak setiap jawapan pelajar bagi set ujian ini sebelum analisis seterusnya dijalankan. Analisis deskriptif digunakan untuk menentukan tahap penguasaan asas fizik, penguasaan asas matematik dan aplikasi konsep fizik pelajar tingkatan enam bawah. Seterusnya analisis regresi dilaksanakan untuk mengenal pasti sumbangan penguasaan konsep asas fizik dan penguasaan konsep asas matematik pelajar terhadap aplikasi konsep fizik topik mekanik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar. Jadual 5 menunjukkan interpretasi skor min tahap penguasaan bagi ASAS-FIZ, ASAS-MATH dan KEUPAYAAN-FIZ

Jadual 5. Interpretasi skor min.

Skor (Peratus)	Tahap Penguasaan
80 - 100	Cemerlang
60 - 79	Baik
40 - 59	Sederhana
20 - 39	Lemah
0 - 19	Sangat Lemah

Sumber : Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (2006b).

Berdasarkan data yang dianalisis secara kuantitatif, beberapa pelajar yang gagal dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ dipilih untuk ditemu bual. Peringkat terakhir penganalisan data adalah proses menganalisis data dan maklumat temu bual tersebut secara kualitatif.

V. DAPATAN KAJIAN

Dapatan Analisis Set Ujian

Analisis deskriptif yang melibatkan min dan sisihan piawai digunakan untuk menentukan tahap penguasaan asas fizik, penguasaan asas matematik dan aplikasi konsep fizik pelajar tingkatan enam bawah. Ini adalah bagi menjawab persoalan kajian yang pertama. Hasil analisis deskriptif tersebut seperti Jadual 6. Jadual 6 menunjukkan bahawa pengetahuan asas matematik mempunyai nilai min yang paling tinggi iaitu 56.57 (min keseluruhan ialah 100.00) dan sisihan piawai 17.41. Ini diikuti dengan penguasaan asas fizik dengan bacaan min sebanyak 50.23 dan sisihan piawai 18.42. Hasil kajian menunjukkan keupayaan aplikasi konsep fizik pelajar mencatatkan bacaan nilai min yang paling rendah berbanding ujian-ujian yang lain iaitu min

48.71 dan sisihan piawai 16.13. Namun demikian, ketiga-tiga ujian mencatatkan interpretasi yang sederhana.

JADUAL 6. Tahap penguasaan asas fizik, penguasaan asas matematik dan aplikasi konsep fizik.

No	Pemboleh ubah	N	Skor min (100%)	Sisihan piawai	Interpretasi
1	Penguasaan Asas Matematik	72	56.57	17.41	Sederhana
2	Penguasaan Asas Fizik	72	50.23	18.42	Sederhana
3	Aplikasi Konsep Fizik	72	48.71	16.13	Sederhana

Seterusnya analisis regresi dilaksanakan untuk mengenal pasti sumbangan penguasaan konsep asas fizik dan penguasaan konsep asas matematik pelajar terhadap aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar. Hasil analisis regresi adalah seperti di Jadual 7.

Jadual 7. Regresi berganda sumbangan penguasaan asas fizik dan asas matematik terhadap aplikasi konsep fizik.

Pemboleh ubah	<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	T	Sig.	R2	Sumbangan
	B	Ralat Piawai	Beta				
Penguasaan Asas Fizik	0.429	0.071	0.490	6.005	0.000	0.513	51.3%
Penguasaan Asas Matematik	0.412	0.076	0.445	5.452	0.000	0.659	14.7%
Pemalar	5.176	4.103		1.261	0.211		

Jadual 7 menunjukkan penguasaan asas fizik menyumbang lebih banyak terhadap keupayaan aplikasi konsep fizik berbanding dengan penguasaan asas matematik sebanyak 51.3 peratus (Beta = 0.490, t = 6.005, Sig = 0.000 dan R² = 0.513). Manakala penguasaan asas matematik hanyalah menyumbang sebanyak 14.7 peratus sahaja. Daripada dapatan regresi tersebut dapat dibuat persamaan regresi seperti berikut:

$$Y = 5.176 + 0.490 \chi_1 + 0.445 \chi_2$$

Di mana;

- Y - Aplikasi konsep fizik
- X₁ - Penguasaan konsep asas fizik
- X₂ - Penguasaan konsep asas matematik

Pemalar (Constant) = 5.176

Ralat = 4.103

Analisis Temu Bual

Analisis temu bual terhadap lima orang pelajar mendapati bahawa terdapat tiga faktor utama yang menjadi halangan kepada kegagalan pelajar mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian. Faktor pertama kegagalan pelajar dalam menyelesaikan masalah fizik yang berasaskan kehidupan seharian disebabkan pelajar tidak menguasai asas dan konsep-konsep fizik dengan mantap. Hasil sintesis data menunjukkan kesemua pelajar gagal menguasai sepenuhnya persamaan asas gerakan di mana masing-masing gagal memahami persamaan gerakan apabila tidak dapat menyatakan tepat persamaan yang sesuai digunakan berdasarkan soalan yang diberikan. Manakala pelajar P1 dan P3 gagal menyatakan nilai pecutan sesuatu objek ketika dilontar ke atas dan jatuh bebas dengan betul. Kesemua pelajar juga tidak menguasai konsep halaju objek ketika mencapai ketinggian maksimum.

Hasil sintesis juga mendapati empat orang pelajar gagal menguasai Prinsip Keabadian Tenaga iaitu pelajar P1, P3, P4 dan P5. Selain daripada itu, kesemua pelajar gagal menguasai penggunaan persamaan gerakan, Prinsip Keabadian Tenaga dan konsep Gerakan Membulat di dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ. Kekangan yang wujud dalam diri pelajar berkaitan dengan penggunaan konsep-konsep ini telah menyebabkan pelajar gagal dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ dan mendapat markah di bawah paras 40 markah. Jadual 8 menunjukkan ringkasan sintesis penguasaan konsep fizik.

JADUAL 8. Sintesis penguasaan konsep fizik.

Bil	Konsep Fizik	Pelajar Yang Gagal Menguasai Konsep				
		P1	P2	P3	P4	P5
1.	Persamaan gerakan	√	√	√	√	√
2.	Pecutan objek semasa lontaran ke atas dan jatuh bebas.	√		√		
3.	Halaju objek ketika ketinggian maksimum.	√	√	√	√	√
4.	Prinsip keabadian tenaga	√		√	√	√
5.	Penggunaan persamaan gerakan dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ	√	√	√	√	√
6.	Penggunaan prinsip keabadian tenaga dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ	√	√	√	√	√
7.	Penggunaan konsep gerakan membulat dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ	√	√	√	√	√

Faktor kedua pula merupakan kelemahan pelajar dalam penguasaan asas matematik terutamanya dalam tajuk trigonometri. Jadual 9 memaparkan halangan yang mempengaruhi pelajar dalam menguasai asas Trigonometri dalam menyelesaikan masalah fizik.

JADUAL 9. Halangan yang mempengaruhi pelajar dalam menguasai asas Trigonometri dalam menyelesaikan masalah fizik.

Bil	Faktor halangan	Pelajar yang terlibat				
		P1	P2	P3	P4	P5
1.	Gagal menguasai persamaan	√	√	√	√	√
2.	Tidak faham konsep asas trigonometri	√		√		√
3.	Tidak melakukan ulang kaji					√

Didapati, kesemua pelajar menyatakan halangan utama yang mempengaruhi pelajar menguasai penggunaan Trigonometri ialah kerana mereka gagal menguasai persamaan yang perlu digunakan. Di samping itu, pelajar P1, P3 dan P5 menyatakan bahawa mereka tidak faham asas penggunaan Trigonometri di dalam penyelesaian masalah fizik. Namun demikian, hanya pelajar P5 menyatakan semua sebab di atas merupakan punca dia tidak dapat mengaplikasikan konsep trigonometri untuk menyelesaikan masalah dalam ujian KUPAYAAN-FIZ. Di samping dengan tidak membuat ulang kaji.

Faktor terakhir yang dikenal pasti melalui temu bual dengan pelajar disebabkan oleh latihan yang jarang disemak dan dibincangkan oleh guru dengan pelajar. Sebahagian besar pelajar mengakui bahawa perbincangan terhadap latihan yang diberikan oleh guru sangat membantu dalam memahami lagi pembelajaran fizik.

VI. PERBINCANGAN

Dapatan Data Ujian

Berdasarkan hasil kajian, didapati tahap penguasaan asas fizik, asas matematik dan tahap keupayaan aplikasi konsep fizik bagi topik Mekanik berada pada tahap sederhana. Berdasarkan Model Penemuan Pembelajaran Bruner, penguasaan asas yang tidak memuaskan dapat diubah kepada penguasaan yang mantap dengan mendorong pelajar untuk belajar secara sendiri dengan terlibat dalam konteks kehidupan seharian. Pembelajaran yang melibatkan kehidupan seharian akan membangkitkan perasaan ingin tahu pelajar untuk terus berusaha sehingga dapat menyelesaikan masalah dengan mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari melalui pembelajaran mendalam. Dengan meningkatnya tahap penguasaan konsep asas iaitu penguasaan asas fizik dan asas matematik, tahap keupayaan aplikasi konsep fizik juga akan turut meningkat.

Seiring dengan dapatan kajian ini, penguasaan asas fizik dan penguasaan asas matematik merupakan pemboleh ubah yang signifikan yang memberikan peramal terhadap aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan sebenar bagi pelajar tingkatan enam bawah. Penguasaan asas fizik yang kukuh akan meningkatkan keupayaan aplikasi konsep fizik pelajar. Seperti mana yang dinyatakan oleh Cedric (1993) iaitu penguasaan konsep asas fizik yang kukuh akan membantu dalam mengembangkan lagi konsep baru yang diperolehi menjadi lebih bermakna. Oleh itu, apabila pelajar mempunyai penguasaan asas fizik yang baik, berkemungkinan pelajar dapat menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian dengan lebih berkesan. Menyokong pernyataan Meor & Hatimah (2010) yang menyatakan kefahaman pelajar terhadap sesuatu konsep amat bergantung kepada penguasaan sedia ada pelajar terhadap sesuatu konsep pembelajaran.

Kajian ini mendapati bahawa pengetahuan asas matematik turut menyumbang walaupun dengan peratusan yang rendah kepada keupayaan pelajar dalam menyelesaikan masalah fizik dalam konteks kehidupan harian. Ini adalah konsisten dengan kenyataan Vinitzky-Pinsky & Galili (2014) dan Clark et al. (2013) iaitu pengetahuan asas dalam matematik turut menyumbangkan kepada kejayaan pelajar di dalam kelas fizik. Matematik dan fizik mungkin menggunakan konstruk yang sama seperti pembezaan dan penerbitan tetapi dalam perspektif yang berbeza. Melihat kepada konsep yang sama tetapi dari sudut yang berbeza akan memberikan pelbagai pendekatan, makna dan penggunaan yang berbeza.

Pengiraan sesuatu kuantiti di dalam fizik melibatkan kedua-dua aplikasi pengetahuan konsep dan keupayaan untuk melakukan pembezaan dan pengamiran seperti dalam kalkulus. fizik menekankan proses penyelesaian yang ideal menerusi teori yang terlibat dan menggunakan fungsi Matematik untuk mencari perubahan sesuatu kuantiti (Clark et al. 2013).

Perbincangan Data Temu Bual

Daripada hasil analisis data temu bual, terdapat dua halangan utama pelajar dalam mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian. Halangan yang pertama ialah kelemahan konsep fizik dan matematik manakala halangan ke dua berpunca daripada faktor pengajaran guru.

Kelemahan Konsep Fizik Dan Matematik

Kelemahan pelajar dalam pemahaman konsep fizik dan matematik terbahagi kepada beberapa sudut. Antaranya ialah kelemahan dari sudut formula dan persamaan daya, keseimbangan daya, melukis gamba rajah daya, penggantian nilai daya ke dalam persamaan, konsep Trigonometri dan formula Trigonometri. Nguyen & Rebello (2009) di dalam kajian yang menyiasat kesukaran pelajar dalam memindahkan penyelesaian masalah melalui perwakilan menegaskan bahawa sebilangan besar pelajar tidak memahami formula dan persamaan bagi suatu kuantiti fizik. Isu ini membuktikan bahawa bukan sahaja pelajar sekolah menengah yang berhadapan dengan masalah ini, namun turut berkait dengan pelajar pra universiti iaitu pelajar tingkatan enam. Hal ini juga menunjukkan bahawa prinsip, konsep dan formula merupakan elemen penting yang perlu difahami dan dikuasai pelajar bagi menyelesaikan sesuatu masalah (Mateycik et al., 2009).

Selain daripada itu, penyelidik turut mendapati responden juga menghadapi masalah dalam menulis persamaan dengan tanda matematik yang betul. Jika sesuatu daya itu bertukar arah, tanda matematiknya juga turut bertukar. Menurut Sherin (2001), arah sesuatu daya akan mempengaruhi nilai kuantiti fizik yang bertindak pada daya tersebut di mana ia sepadan dengan nilai pemboleh ubah dan persamaan yang sesuai digunakan. Seterusnya, responden juga di dapati mengalami kesukaran untuk menentukan sesuatu nilai di dalam persamaan fizik. Dalam konsep daya, kebanyakan responden menggunakan nilai daya yang salah untuk pengiraan dalam gambar rajah daya mereka. Penemuan ini adalah bertepatan dengan hasil kajian Cui et al. (2007) yang mendapati kebanyakan pelajar tidak dapat menentukan pemboleh ubah yang perlu dikamirkan atau dibezakan. Ini menunjukkan bahawa masalah pemahaman daya masih lagi menjadi satu isu yang membelenggu pelajar. Hal ini menunjukkan bahawa pembelajaran sendiri pelajar masih kurang berlaku di mana pelajar masih mengharapkan pertolongan daripada guru untuk menyelesaikan masalah pengamiran dan pembezaan. Maka, Model Penemuan Pembelajaran Bruner perlu diterapkan dan dipraktikkan kepada pelajar agar masalah ini dapat diatasi dan seterusnya akan membawa kepada kejayaan pelajar dalam mengaplikasikan konsep Fizik dalam menyelesaikan masalah kehidupan seharian.

Faktor-faktor yang dikenal pasti dalam temu bual ini adalah selari dengan penemuan kajian Byun et. al (2008) dan Zaiton & Shaharom (2008). Oleh yang demikian, amatlah penting pihak pelaksana terutamanya guru mengambil serius tentang hal ini. Hal ini menunjukkan bahawa pembelajaran sendiri tidak betul-betul dipraktikkan dalam sesi pembelajaran kerana pelajar masih lagi bergantung kepada guru untuk menyediakan formula berbanding berusaha untuk memahami masalah yang dihadapi dengan usaha sendiri. Selain daripada itu pelajar juga keliru

dengan 'bahasa' di dalam fizik dan 'bahasa' di dalam matematik. Menurut Redish & Kuo (2015), simbol dan persamaan di dalam fizik mempunyai makna dan kegunaan yang lebih mendalam berbanding dengan makna bagi matematik. Hasil kajian mendapati pelajar tidak diajar secukupnya penggunaan matematik (persamaan, simbol dan maknanya) untuk dibawa ke dalam pembelajaran fizik. Oleh yang demikian, Redish & Kuo (2015) mencadangkan dua penyelesaian kepada masalah ini iaitu guru fizik mengulang ajar kaedah matematik di dalam kelas fizik atau pun mensyaratkan pelajar untuk lulus Matematik dengan jayanya sebelum mendaftar subjek fizik.

Pengaruh Pengajaran Guru

Kepakaran guru dalam pengajaran seperti teknik penyoalan dan teknik untuk mendapatkan maklum balas pelajar merupakan komponen yang penting dan bermakna di dalam pembelajaran pelajar (Erdogan & Campbell, 2008; Voerman et al., 2012). Kajian-kajian sebelum ini (Deci, Koestner & Ryan, 1999; Erdogan & Campbell 2008) juga menunjukkan teknik penyoalan guru secara mendalam dan maklum balas guru terhadap pertanyaan pelajar dapat meningkatkan pembelajaran, kefahaman dan motivasi pelajar. Hasil temu bual dengan responden di dalam kajian ini mendapati sesi penyoalan ada diterapkan dalam sesi pengajaran guru tetapi tidak dilakukan secara mendalam. Soalan-soalan yang diutarakan oleh guru tidak merangsang minda dan tidak menggalakkan pemikiran divergen berlaku kerana jawapan kepada setiap persoalan boleh didapati terus daripada buku rujukan atau pun nota. Ini boleh menyebabkan pelajar tidak bermotivasi dan tidak kreatif.

Selain daripada teknik penyoalan guru, penyediaan latihan oleh guru juga merupakan salah satu saluran yang boleh menjadi akses kepada pelajar dalam meningkatkan tahap keupayaan aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berkisar dengan kehidupan seharian (Deardorff, 2001). Menyingkap hasil temu bual kajian ini, didapati guru-guru bagi kesemua responden memberikan latihan selepas sesi pengajaran tamat. Namun demikian, penyelidik mendapati soalan-soalan yang diberikan banyak menjurus kepada soalan jenis pengiraan semata-mata dan kurang melibatkan aplikasi konsep Fizik dalam kehidupan seharian.

Keadaan ini boleh menjadi salah satu punca responden tidak berupaya untuk mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian di dalam ujian KEUPAYAAN-FIZ. Seperti dapatan kajian ini menunjukkan sumbangan konsep asas fizik adalah utama kepada keupayaan pelajar dalam menyelesaikan masalah dalam konteks kehidupan seharian dibandingkan dengan keupayaan asas matematik. Maka, guru fizik seharusnya menekankan kepada pengajaran fizik secara konseptual jika dibandingkan mengajar fizik yang biasa dilihat dalam amalan sedia ada iaitu berfokuskan penyelesaian masalah fizik seperti menyelesaikan masalah matematik.

Di samping itu juga, dapatan temu bual juga mendapati pihak guru kurang melakukan penyemakan dan perbincangan terhadap latihan yang dibekalkan. Sebagai contoh, responden P2, P4 dan P5 menyatakan bahawa guru ada melakukan penyemakan tetapi tidak mengadakan perbincangan jika tiada permintaan daripada pelajar. Dapatan ini menunjukkan bahawa pelajar gagal belajar secara mandiri dengan aktif seperti mana yang disarankan dalam Model Pembelajaran Penemuan Bruner.

VII. KESIMPULAN

Dapatan kajian menunjukkan tahap penguasaan asas fizik, asas matematik dan keupayaan aplikasi konsep fizik pelajar berada pada tahap yang sederhana. Kajian juga menunjukkan bahawa terdapat hubungan yang signifikan antara tahap penguasaan asas fizik dengan matematik, penguasaan asas fizik dengan keupayaan aplikasi konsep fizik dan penguasaan asas matematik dengan keupayaan aplikasi konsep fizik. Selain itu, penguasaan asas fizik adalah sumbangan utama kepada keupayaan penyelesaian masalah dalam konteks kehidupan seharian.

Hasil kajian ini menunjukkan bahawa penguasaan asas bagi konsep fizik dan matematik perlu diperkukuhkan sejak dari awal tingkatan empat lagi. Apabila tahap penguasaan telah mantap, maka ia akan memacu pembelajaran fizik yang lebih cemerlang. Selain daripada itu, tahap penguasaan asas pelajar juga turut disumbangkan oleh faktor pengajaran guru. Oleh yang demikian, para guru perlu meningkatkan kaedah pengajaran fizik dengan menggunakan pelbagai alternatif baru yang lebih menarik agar tahap penguasaan fizik dapat dimantapkan dari semasa ke semasa. Sementelah juga dengan guru-guru pelatih yang mana perlu didedahkan dengan penguasaan asas konsep di peringkat awal pembelajaran lagi. Antara kaedah yang boleh dilaksanakan ialah dengan menghasilkan sebuah modul pengajaran fizik yang menekankan elemen penguasaan asas fizik yang lebih mendalam agar dapat meningkatkan lagi tahap keupayaan aplikasi fizik pelajar untuk menyelesaikan masalah yang berasaskan kehidupan seharian.

REFERENCES

1. L. Halim, *Pendidikan Sains dan Pembangunan Masyarakat Berliterasi Sains*, Bangi: Penerbit UKM, 2013
2. OECD, PISA Results (Volume I): What Students Know and Can Do, Retrieved from https://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf, 2018.
3. M. Edmunds, *Review of the Student Learning Experience in Physics*, Hull: Higher Education Academy Physical Sciences, 2008.
4. M. Niss, Towards a Conceptual Framework, for Identifying Student Difficulties with Solving Real-World Problems in Physics. *Latin American Journal Physics Education*, **6**(1), 3-13 (2012).
5. J. L. Doménech, D. Gil-Pérez, A. Gras-Martí, J. Guisasola, J. Martínez-Torregrosa, J. Salinas, R. Trumper, P. Valdés dan A. Vilches Teaching of Energy Issue: A Debate Proposal for a Global Reorientation, *Science and Education* **16**, 43-64. (2007).
6. M. Çalik dan A. Ayas, A Comparison of Level of Understanding of Eight-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts, *Journal of Research in Science Teaching* **42**(6), 638-667 (2005).
7. M. Zembylas, Three Perspectives on Linking the Cognitive and the Emotional in Science Learning: Conceptual Change, Socio-Constructivism and Poststructuralism, *Studies in Science Education* **41**, 91-116. (2005).
- fd. Hu dan N. S. Rebello, *Characterizing Student Use of Differential Resources in Physics Integration Problems*, Manhattan: Kansas State University, 2012.
8. K. Haryati & H. Lilia, "Mastery of Basic Physics and Mathematical Concepts among Form Sixth Students and its Relationships," Prosiding ICEHOTS, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, 2016, pp. 607-613.

9. E. Kim dan S. J. Pak, Students Do Not Overcome Conceptual Difficulties After Solving 1000 Traditional Problems, *American Journal Physics* **70**(7), 759-765, (2001).
10. E. F. Redish dan E. Kuo, Language of Physics, Language of Math: Disciplinary Culture and Dynamic Epistemology Abstract, *Science and Education* **24**(5), 561–590 (2015).
11. Lembaga Peperiksaan Malaysia, *Kupasan Mutu Jawapan (KMJ) SPM 2014*. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Malaysia, 2014.
12. J. W. Clark, Thompson dan D. B. Mountcastle, Comparing Student Conceptual Understanding of J. R. Thermodynamics in Physics and Engineering. *2012 Physics Education Research Conference*, **105**, 102–105, (2013).
13. T. Byun, S. Ha dan G. Lee, “Identifying Student Difficulty in Problem Solving Process Via The Framework of the House Model (HM), Prosiding Physics Education Research Conference, Edmonton, 2008, pp. 87-90.
14. Z. Daud dan S. Noordin, Tahap Pencapaian Dalam Menyelesaikan Masalah Fizik Bagi Pelajar Tingkatan Empat Di Sekolah Menengah Teknik Daerah Johor Bahru Merentas Jantina, Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains Dan Matematik, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, 2008, pp. 1-9.
15. J. H. Lee, A. P. A. Fatin dan H. A. B. Muhammad, “Aplikasi Konsep Fizik Dalam Menyelesaikan Masalah Yang Berasaskan STEM Bagi Pelajar Tingkatan Enam Atas,” Prosiding 2nd International Seminar on Quality and Affordable Education (ISQAE 2013), Johor Bahru, 2013, pp. 470–481.
16. J. Osborne dan J. Dillon, *Science education in Europe: Critical reflections*, London: The Nuffield Foundation, 2008.
17. Mohamad Najib Abdul Ghafar, *Reka Bentuk Tinjauan Soal Selidik*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia, 2006.
18. R. V. Krejcie dan D. W. Morgan, Determining Sample Sizes For Research Activities, *Educational and Psychological Measurement*, **30**, 607-610 (1970).
19. D. Hestenes, M. Wells dan S. Gregg, Force Concept Inventory. *The Physics Teacher* **30**(March), 141–158 (1992).
20. B. Alias, *Statistik Penyelidikan dalam Pendidikan dan Sains Sosial*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia, 1999.
21. A.S.Y. Razak, “Aktiviti Penyelesaian Masalah Fizik Di Kalangan Bakal Guru Siswazah: Satu Kajian Kes”, Ph.D. Tesis, UKM, Bangi, 2007.
22. Majlis Peperiksaan Malaysia, “Prestasi Keseluruhan STPM Penggal 1 2014”, Putrajaya: Lembaga Peperiksaan Malaysia, 2015.
23. M. A Hadi dan S. Seth, Tahap Pengetahuan Pedagogi Kandungan Pelajar Pendidikan Fizik UTM Dan Hubungannya Dengan Pencapaian Dalam Latihan Mengajar. *Journal of Edupres* **1**(September), 315–322 (2011).
24. L. Vinitsky-Pinsky dan I. Galili, The Need to Clarify the Relationship between Physics and Mathematics in Science Curriculum: Cultural Knowledge as Possible Framework, *Procedia-Social and Behavioral Sciences* **116**, 611–616 (2014).
25. A. G. Cui, N. Rebello, L. Bennett, D. A. Zollman dan D. J. Ozimek, “Transfer of Learning in Problem Solving in the Context of Mathematics and Physics,” in *Learning to Solve Complex Scientific Problems*, edited by D. H. Jonassen, New York: Lawrence Earlbaum Associates, 2007, pp. 1–36.
26. K. Meor dan N. Hatimah, “Tahap Kefahaman Dan Pengaplikasian Konsep Daya Dan Tekanan Dalam Kehidupan Sehari-hari Dalam Kalangan Pelajar Tahun Akhir Program

- Pendidikan Fizik,” Laporan Penyelidikan, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, 2010.
27. J.L Cedric, A Challenge to Conceptual Change, *Science Education* **77**(3). 293-300. (1993).
 28. D. Zaiton dan N, Shaharom, “Tahap Pencapaian Dalam Menyelesaikan Masalah Fizik Bagi Pelajar Tingkatan Empat Di Sekolah Menengah Teknik Daerah Johor Bahru Merentas Jantina”, Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains Dan Matematik, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, 2008, pp. 1-9.
 29. D. Nguyen dan N. Rebello “Students’ Difficulties in Transfer of Problem Solving Across Representations,” AIP Conference Proceedings, Ann Arbor, MI, 2009. pp. 221–225.
 30. F. Mateycik, D. Jonassen dan N. S. Rebello, “Facilitating Case-based Reasoning in Physics Problem Solving Symposium: Multiple Perspectives on Problem Solving in Physics,” NARST, Garden Grove, CA, 2009, pp. 17-21.
 31. B. L. Sherin, How Students Understand Physics Equations, *Cognition and Instruction* **19**(4), 479-541 (2001).
 32. A. G. Cui, N. Rebello, L. Bennett, D. A. Zollman dan D. J. Ozimek, “Transfer Of Learning in Problem Solving in The Context of Mathematics and Physics,” in *Learning to Solve Complex Scientific Problems*, edited by D. H. Jonassen, New York: Lawrence Earlbaum Associates, 2007, pp. 1–362.
 33. I. Erdogan dan T. Campbell, Teacher Questioning and Interaction Patterns in Class- Rooms Facilitated with Differing Levels of Constructivist Teaching Practice, *International Journal of Science Education* **30**(14), 1891–1914 (2008).
 34. L. Voerman, P. C. Meijer, F. A. J. Korthagen dan R. J. Simons, Types and Frequencies of Feedback Interventions in Classroom Interaction in Secondary Education, *Journal of Teaching and Teacher Education* **28**(8), 1107–1115 (2012).
 35. E. L. Deci, R. Koestner dan M. R. Ryan, A Meta-Analytic Review Of Experiments Examining the Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation, *Psychological Bulletin* **125**, 627–668 (1999).
 36. D. L. Deardorff, “Introductory Physics Students' Treatment of Measurement Uncertainty”, Ph.D. Thesis, North California State University, Fresno, 2001.