

Aplikasi Konsep Fizik Dalam Menyelesaikan Masalah Yang Berasaskan STEM Bagi Pelajar Tingkatan Enam Atas

Lee Jun Hung,* Fatin Aliah Phang Abdullah, Muhammad Abd Hadi Bunyamin

Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia

*Email : jhlee810104@yahoo.com

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk menentukan tahap minat pelajar terhadap fizik, tahap pelajar mengaplikasikan konsep fizik dan kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM. Seramai 160 orang pelajar tingkatan enam atas dari enam buah sekolah menengah sekitar Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian. Alat kajian yang digunakan ialah Ujian Keupayaan Fizik yang berasaskan STEM (STEM-FIZ), Soal Selidik Minat Pelajar Terhadap Fizik (MINFIZ) dan temubual. Data daripada MINFIZ dan STEM-FIZ dianalisis secara kuantitatif manakala data temubual dianalisis secara kualitatif. Keputusan MINFIZ menunjukkan pelajar berminat terhadap fizik dengan min skor keseluruhan 73.15 (sisihan piawai = 10.21). Keputusan STEM-FIZ menunjukkan tahap aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah rendah dengan min skor 41.7 (sisihan piawai = 30.64). Analisis kolerasi Pearson menunjukkan tidak terdapat hubungan signifikan ($r = 0.109$ dan $P = 0.169$) antara minat pelajar terhadap fizik dengan aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM. Analisis temubual menunjukkan bahawa kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM ialah kegagalan pelajar menguasai konsep fizik dan matematik, P&P yang sehalu dan tidak memusatkan pelajar serta latihan yang jarang disemak dan dibincang.

Kata kunci: Aplikasi, Konsep Fizik, Penyelesaian Masalah, STEM, Sains Teknologi Kejuruteraan & Matematik, Tingkatan Enam

PENGENALAN

Sistem pendidikan di Malaysia lebih mengutamakan perkembangan teknologi maklumat dan komunikasi (ICT) dalam pendidikan serta ekonomi di antara tahun 2001 hingga 2010 (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2001). Zaman sains, teknologi dan masyarakat dalam ekonomi dunia telah dilanjutkan dengan zaman STEM di mana STEM ialah ringkasan bagi Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (Ramaley, 2009). Kebelakangan ini, pendidikan STEM telah menjadi tumpuan utama bagi kebanyakan negara moden (Kuenzi, 2008). Secara ringkasnya, pendidikan STEM ialah satu pendekatan dalam P&P yang mengaplikasi kandungannya dengan pengetahuan serta kemahiran sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (Maryland State Board of Education, 2012).

Menurut Mellors-Bourne (2011), STEM bukan sahaja merujuk kepada bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik sahaja tetapi juga termasuk bidang perubatan, pembinaan dan juga bidang-bidang yang melibatkan pengetahuan dan kemahiran saintifik.

Selain itu, bidang STEM juga melibatkan bidang matematik, sains semula jadi, kejuruteraan, komputer serta teknologi maklumat, masyarakat dan sikap atau tingkah laku sains yang mengandungi unsur-unsur psikologi, ekonomi, sosiologi serta sains politik (Jones, 2008; Green, 2007).

Masalah pelajar tidak dapat mengaplikasi konsep fizik dan kemahiran saintifik yang dipelajari dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dan juga aktiviti-aktiviti dalam kehidupan harian semakin merisaukan (Baldwin, 2009). Akibat daripada itu, pelajar sekolah menghadapi kesukaran untuk memahami konsep yang abstrak dan menyebabkan pelajar tidak dapat mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Kipnis, 2009).

Menurut Çalik dan Ayas (2005), salah satu punca pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep yang dipelajari ke dalam aktiviti harian ialah pelajar tidak memahami asas bagi teori mata pelajaran tersebut. Kebanyakan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik yang dipelajari untuk menyelesaikan masalah terhadap keadaan sebenar atau masalah berasaskan STEM disebabkan pelajar tidak boleh memahami konsep fizik yang dipelajari sepenuhnya (Zembylas, 2005; Hu dan Rebello, 2012). Apabila seseorang pelajar tidak memahami asas teori sesuatu konsep fizik, maka pelajar tersebut tidak boleh menyelesaikan masalah dalam pelbagai keadaan serta mengaplikasi konsep fizik tersebut dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Kajian Edmunds (2008) mendapati bahawa pelajar menghadapi kesukaran dalam memahami asas teori dan konsep fizik serta mengaplikasi konsep fizik dan juga konsep matematik untuk menyelesaikan masalah. Pelajar yang menghadapi masalah bagi mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM juga menghadapi kesukaran dalam mengaplikasi konsep matematik untuk menyelesaikan masalah. Hal ini diperkuatkan

lagi dengan dapatan kajian Zaiton dan Shaharom (2008) yang menunjukkan bahawa tahap aplikasi konsep fizik untuk menyelesaikan masalah bagi pelajar di sekolah masih berada pada tahap yang rendah.

Minat pelajar terhadap fizik ialah satu faktor utama bagi pelajar untuk memahami konsep fizik dan mengaplikasikannya dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Ornek et al., 2007). Aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah dipengaruhi oleh minat pelajar terhadap fizik (Doménech et al., 2007; Lock dan Glackin, 2009). Walau bagaimanapun, didapati pelajar sekolah semakin tidak berminat terhadap mata pelajaran Fizik (Mallory, 2004). Pelajar yang tidak mempunyai minat yang tinggi terhadap fizik mempunyai kesungguhan yang lebih rendah untuk memahami konsep fizik yang diajar dan diterangkan oleh guru (Zuraida et al., 2006). Akibatnya, apabila pelajar tidak berminat dalam belajar fizik, mereka tidak akan memberikan perhatian dan semangat yang sepenuhnya untuk menguasai sesuatu konsep fizik yang diajar oleh guru (Md. Nawawi, 1994; Baharin et al., 2007). Oleh itu, minat pelajar memainkan peranan yang penting untuk memotivasikan pelajar dalam belajar dan memahami konsep fizik yang diajar oleh guru di sekolah dan seterusnya mengaplikasikannya dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dalam aktiviti harian.

Kajian dari Lavonen et al. (2005), William et al. (2003) dan Juuti et al. (2004) menunjukkan bahawa minat pelajar adalah sangat penting dan akan membantu pelajar dalam mempelajari mata pelajaran Fizik di sekolah kerana ia adalah satu dorongan atau motivasi yang amat penting bagi pelajar untuk terus belajar dan memahami sesuatu konsep fizik. Oleh yang demikian, minat pelajar terhadap fizik merupakan faktor yang boleh mempengaruhi pelajar bagi mengaplikasi konsep fizik yang dipelajari ke dalam aktiviti harian dan menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Masalah kekurangan guru yang berkemahiran dalam pengajaran mata pelajaran Fizik berasaskan STEM masih wujud dalam sistem pendidikan di Malaysia mahupun sekolah kerajaan atau sekolah jenis kebangsaan (Wan Jalaini, 2012). Kebanyakan guru hanya mempunyai pengetahuan dan kemahiran asas pedagogi dalam mengajar mata pelajaran opsyen masing-masing sahaja (Baldwin, 2009). Guru mata pelajaran Fizik hanya dilatih untuk mengajar fizik sahaja dan ini menyebabkan guru tersebut hanya mengajar pelajar mereka menyelesaikan masalah-masalah dalam aktiviti harian dengan konsep fizik sahaja tetapi bukan berdasarkan konsep pelbagai (konsep sains, matematik, teknologi dan kejuruteraan) secara serentak. Oleh itu, guru yang mengajar mata pelajaran Fizik mempunyai kemahiran yang sangat terhad dalam mengajar dan membimbing pelajar untuk mengaplikasi konsep fizik yang telah dipelajari ke dalam bidang STEM.

Kegagalan guru dalam mengajar sesuatu konsep fizik yang abstrak akibat daripada kekurangan pengetahuan pedagogi dan pengalaman juga adalah satu punca yang mengakibatkan pelajar tidak minat terhadap fizik dan situasi ini seterusnya akan mengakibatkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam penyelesaian masalah serta mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Doménech et al., 2007). Selain itu, kegagalan guru untuk menghubungkaitkan sesuatu konsep fizik yang diajar kepada pelajar juga adalah satu faktor yang menghalang kefahaman pelajar terhadap konsep fizik tersebut dan seterusnya mengaplikasikannya dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Mäntylä dan Koponen, 2007). Pelajar yang belajar konsep fizik tidak dapat melihat bagaimana konsep fizik yang dipelajari oleh mereka berkaitan dengan kehidupan sekeliling mereka. Ini bukan sahaja boleh menghalang proses pemahaman pelajar terhadap fizik, malah juga akan menghalang pelajar mengaplikasi konsep fizik ke dalam aktiviti harian dan menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Pengajaran yang hanya memusatkan guru dan secara sahala hanya memberi peluang kepada pelajar untuk menyelesaikan masalah secara teori (menjawab soalan-soalan dalam bahan cetakan) tetapi tidak menyediakan peluang kepada pelajar-pelajar untuk mengaplikasi konsep fizik yang telah dipelajari ke dalam aktiviti harian dan menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Ahmad Nurulazam et al., 2004). Aktiviti-aktiviti "*hands-on*" dan "*minds-on*" sangat diperlukan bagi P&P dalam mata pelajaran Fizik (Wang, 2009). Dalam senario ini, pelajar tidak diberi peluang yang secukupnya untuk melibatkan diri dalam konsep yang diajar oleh guru dan keadaan ini telah menyebabkan pelajar tidak memahami konsep fizik sepenuhnya dan juga tidak berminat terhadap fizik (Wu, 2006). Akibat daripada situasi ini, pelajar tidak akan menghayati konsep fizik yang dipelajari dan pelajar tidak akan mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM walaupun masalah tersebut adalah masalah yang mudah dan ringkas.

P&P yang berbentuk sahala atau "*spoon-feed*" juga adalah satu faktor yang menyebabkan pelajar tidak dapat mengaplikasi fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM kerana kaedah P&P sedemikian bagi mata pelajaran Fizik bukan sahaja tidak dapat menambahkan minat pelajar terhadap pembelajaran fizik, malah ia juga tidak menggalakkan pemikiran pelajar (Chin dan Kayalvizhi, 2005). Namun demikian, masih terdapat guru yang mengajar mata pelajaran Fizik secara "*spoon feed*" dan membimbing pelajar menyelesaikan masalah secara "*cook book*" (Halpern, 2002). Kekurangan aktiviti perbincangan antara pelajar dengan guru dalam kelas terhadap konsep fizik telah menghalang pemahaman pelajar terhadap fizik (Shy-Jong, 2007). P&P sedemikian bukan sahaja tidak menggalakkan pemikiran pelajar untuk memahami konsep fizik, tetapi juga tidak mendorong pelajar untuk menyelesaikan masalah secara kreatif dan kritis. Hal ini telah menyebabkan pelajar tidak dapat mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dalam aktiviti-aktiviti harian.

Dalam pada itu, P&P guru yang terlalu mementingkan teori sehingga mengabaikan pengetahuan sedia ada pada pelajar menyebabkan pelajar tidak dapat menghubungkan konsep fizik baru yang dipelajari dengan pengetahuan sedia ada dan akibat daripada itu pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik untuk menyelesaikan masalah berasaskan STEM (Braund dan Driver, 2005). Selain itu, P&P bagi mata pelajaran Fizik yang tidak berunsur teknik dan kemahiran dalam penyelesaian masalah berasaskan STEM juga adalah satu kekangan yang menghalang pelajar dalam mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Walsh et al., 2007). Oleh itu, kegagalan guru dalam mengajar sesuatu teori atau konsep fizik yang tidak disertakan dengan aktiviti-aktiviti yang melibatkan pelajar serta dihubungkan dengan pengetahuan sedia ada pada pelajar bukan sahaja akan menghalang pemahaman pelajar terhadap konsep fizik tersebut, maka ia juga akan menjadi kekangan yang menghalang pelajar mengaplikasikan konsep fizik tersebut dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Dalam proses mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM, bukan sahaja konsep fizik sahaja diperlukan, malah konsep matematik, kemahiran saintifik dan kemahiran matematik dan sebagainya juga diperlukan serentak untuk menyelesaikan sesuatu masalah (Kim dan Pak, 2001). Walau bagaimanapun, bukan sahaja faktor luaran seperti masalah-masalah dalam P&P yang menjadi kekangan bagi pelajar untuk mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah berasaskan STEM, maka faktor daripada pelajar sendiri seperti kelemahan dalam matematik juga merupakan satu kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah berasaskan STEM.

Selain itu, kelemahan pelajar dalam matematik merupakan salah satu kekangan bagi pelajar dalam mengaplikasikan konsep fizik untuk menyelesaikan masalah STEM (Byun et al., 2008). Oleh yang demikian, kelemahan pelajar dalam penguasaan matematik telah menjadi satu kekangan utama yang menyebabkan pelajar tidak boleh merancang dan menggunakan konsep matematik untuk menyelesaikan masalah dan secara langsung pelajar tidak dapat mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM (Kim dan Pak, 2001; Byun et al., 2008).

METODOLOGI

Kajian yang dijalankan adalah berbentuk tinjauan dan pendekatan campuran (*mixed methods approaches*) digunakan untuk menganalisis data dan maklumat yang dikumpul. Kajian yang menggunakan kaedah tinjauan ini menggunakan satu ujian keupayaan yang dikenali Ujian Keupayaan Fizik yang berasaskan STEM (STEM-FIZ) dan satu set Soal Selidik Minat Pelajar Terhadap Fizik (MINFIZ) digunakan untuk tujuan mengumpul data dan maklumat. Data yang dikumpul daripada STEM-FIZ dan MINFIZ dianalisis secara kuantitatif masing-masing bagi tujuan mengkaji tahap aplikasi konsep fizik bagi pelajar tingkatan enam atas dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dan juga mengkaji tahap minat pelajar terhadap mata pelajaran Fizik yang diajar di sekolah.

Dapatan analisis data dan maklumat bagi STEM-FIZ dirujuk supaya empat orang pelajar dari dua sekolah yang tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dikenal pasti dan dipilih untuk mengikuti sesi temubual secara individu. Data dan maklumat yang dikumpul daripada temubual dianalisis secara kualitatif bagi tujuan mengenal pasti kekangan-kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah berasaskan STEM.

Populasi bagi pelajar tingkatan enam atas di daerah Johor Bahru, Pontian dan Kulaijaya ialah 192 orang (sumber daripada Jabatan Pelajaran Negeri Johor, 2012). Walau bagaimanapun, seramai 160 orang pelajar tingkatan enam atas aliran sains yang mengikuti mata pelajaran Fizik di sekitar daerah Johor Bahru, Pontian dan Kulaijaya dipilih untuk mewakili populasi responden dalam kajian.

Alat kajian yang digunakan dalam kajian ialah STEM-FIZ (Aras Kesukaran, $P = 0.50$ dan Indeks Diskriminasi, $D = 0.90$) dan MINFIZ (Pekali Kebolehppercayaan, $r = 0.897$). STEM-FIZ yang dibina terdiri daripada tiga soalan terbuka yang berasaskan STEM. Walau bagaimanapun, soalan dalam STEM-FIZ hanya meliputi empat topik utama daripada enam topik utama dalam sukatan Fizik STPM Baharu (MPM, 2012). Data yang dikumpul daripada STEM-FIZ bertujuan untuk menentukan tahap pelajar mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM. Jadual 1 menunjukkan julat skor tahap pelajar mengaplikasikan konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dalam STEM-FIZ.

Jadual 1: Julat Skor Merentas Tahap Pelajar Mengaplikasikan Konsep Fizik Dalam Menyelesaikan Masalah Yang Berasaskan STEM

Tahap	Julat Markah
Sangat Tinggi	66.87 Dan Ke Atas
Tinggi	56.76 - 66.86
Sederhana	46.69 - 56.75
Rendah	36.73 - 46.68
Sangat Rendah	36.72 Dan Ke Bawah

Soal selidik MINFIZ dibina oleh penyelidik dengan merujuk dan ubahsuai daripada soal selidik ROSE FIN yang digunakan dalam kajian Trumper (2006). Soal selidik MINFIZ yang dibina terdiri daripada 22 item berbentuk skala Likert dan bertujuan untuk mengukur tahap minat pelajar terhadap fizik. Setiap item mempunyai empat gerak balas iaitu (i) Sangat Berminat, (ii) Berminat, (iii) Tidak Berminat, (iv) Sangat Tidak Berminat. Selaras dengan sistem pendidikan bagi mata pelajaran SM di Malaysia, semua item dalam soal selidik MINFIZ dibina dalam dwibahasa dan semua item dibina adalah berdasarkan lima konstruk dalam ROSE FIN (Trumper, 2006) iaitu (i) Cahaya, warna dan sinaran, (ii) Gelombang bunyi, (iii) Tenaga dan elektrik dan (iv) Teknologi. Tahap minat pelajar terhadap fizik adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Julat skor merentas tahap minat pelajar terhadap fizik

Bil	Julat Nilai Min		Status Sikap
	Dalam Bentuk Skor Asal	Dalam Bentuk Peratus	
1	0.00 – 0.79	0.00 - 19.99	Tidak Berminat
2	0.80 – 1.59	20.00 - 39.99	Kurang Berminat
3	1.60 – 2.39	40.00 - 59.99	Sederhana Berminat
4	2.40 – 3.19	60.00 - 79.99	Berminat
5	3.20 – 4.00	80.00 -100.00	Sangat Berminat

Dengan merujuk kepada dapatan STEM-FIZ dan MINFIZ, pekali kolerasi Pearson ditentukan untuk melihat hubungan antara pelajar mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dengan minat pelajar terhadap fizik.

Selain itu, sejumlah empat orang pelajar dengan dua orang pelajar masing-masing daripada dua sekolah yang berbeza dengan skor markah yang terendah dalam STEM-FIZ telah menjadi responden dalam temubual. Walau bagaimanapun, hasil temubual dianalisis secara kualitatif dan secara manual seperti kaedah analisis kandungan yang dicadangkan oleh Wilson (2009) untuk mengesan kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Dalam kajian yang dijalankan, semua responden diberi masa sebanyak 45 minit untuk menyelesaikan semua masalah dalam STEM-FIZ tanpa merujuk kepada sebarang bahan rujukan. Guru mata pelajaran Fizik yang terlibat hanya sebagai pemantau sahaja dalam kajian. Selepas itu semua pelajar diminta memberi maklum balas terhadap soal selidik MINFIZ tanpa had masa.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Jadual 3 menunjukkan rumusan skor pelajar dalam STEM-FIZ. Daripada analisis data STEM-FIZ, seramai 90 orang atau 56.25% pelajar menunjukkan pencapaian antara kosong markah hingga 36.72 markah manakala 11 orang atau 6.87% pelajar menunjukkan pencapaian antara 36.73 markah hingga 46.68 markah. Selain itu, sebanyak 9 orang atau 5.63% pelajar menunjukkan pencapaian antara 46.69 markah hingga 56.75 markah manakala seramai 8 orang atau 5.00% pelajar menunjukkan pencapaian 56.67 markah hingga 66.86 markah. Walau bagaimanapun, terdapat 42 orang atau 26.25% pelajar menunjukkan pencapaian antara 66.87 markah dan ke atas.

Walaupun bagaimanapun, keputusan menunjukkan markah terendah yang diperolehi oleh pelajar dalam STEM-FIZ ialah kosong markah dan markah tertinggi ialah 93 markah. Secara keseluruhannya, seramai 90 orang atau 56.25% pelajar berada pada tahap sangat rendah, 11 orang atau 6.87% pelajar berada pada tahap rendah, 9 orang atau 5.63% pelajar berada pada tahap sederhana, 8 orang atau 5.00% berada pada tahap tinggi dan 42 orang atau 26.25% pelajar berada pada tahap sangat tinggi.

Jadual 3: Skor pelajar dalam ujian keupayaan STEM-FIZ

Bil	Markah	Tahap	Kekerapan (n)	Peratus (%)
1	0.00 hingga 36.72 (Minimum: 0.00)	Sangat Rendah	90	56.25
2	36.73 hingga 46.68	Rendah	11	6.87
3	46.69 hingga 56.75	Sederhana	9	5.63
4	56.76 hingga 66.86	Tinggi	8	5.00
5	66.87 dan ke atas (Maksimum: 93.00)	Sangat Tinggi	42	26.25
Jumlah			160	100.0

Jadual 4 menunjukkan skor pelajar bagi STEM-FIZ mengikut tahap aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM bagi soalan 1 dalam STEM-FIZ, seramai 51 orang atau 31.9% pelajar memperoleh skor antara 0 hingga 2 markah dan 29 orang atau 18.1% pelajar memperoleh skor antara 3 hingga 4 markah manakala 7 orang atau 4.4% pelajar memperoleh skor antara 5 markah hingga 6 markah. Walau bagaimanapun, seramai 13 orang atau 8.1% pelajar memperoleh skor antara 7 hingga 8 markah manakala 60 orang atau 37.5% pelajar memperoleh skor 9 hingga 10 markah. Keputusan ini menunjukkan bahawa tahap aplikasi konsep fizik gerakan projektil bagi 51 orang atau 31.9% pelajar dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah sangat rendah dan 29 orang atau 18.1% pelajar pada tahap rendah manakala 7 orang atau 4.4% pelajar berada pada tahap sederhana. Walau bagaimanapun, tahap seramai 13 orang atau 8.1% dan 60 orang atau 37.5% pelajar masing-masing menunjukkan tahap aplikasi konsep fizik gerakan projektil dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah pada tahap yang tinggi dan sangat tinggi.

Jadual 4: Skor pelajar bagi STEM-FIZ mengikut tahap aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM

Soalan	Skor	Tahap	Kekerapan (n)	Peratus (%)
1	0 – 2	Sangat Rendah	51	31.9
	3 – 4	Rendah	29	18.1
	5 - 6	Sederhana	7	4.4
	7 - 8	Tinggi	13	8.1
	9 – 10	Sangat Tinggi	60	37.5
	Jumlah		160	100.0
2	Skor	Tahap	Kekerapan (n)	Peratus (%)
	0 – 2	Sangat Rendah	88	55.0
	3 – 4	Rendah	7	4.4
	5 - 6	Sederhana	23	14.4
	7 - 8	Tinggi	14	8.7
	9 – 10	Sangat Tinggi	28	17.5
	Jumlah		160	100.0
3	Skor	Tahap	Kekerapan (n)	Peratus (%)
	0 – 2	Sangat Rendah	98	61.3
	3 – 4	Rendah	10	6.2
	5 - 6	Sederhana	9	5.6
	7 - 8	Tinggi	20	12.5
	9 – 10	Sangat Tinggi	23	14.4
	Jumlah		160	100.0

Bagi soalan 2 dalam STEM-FIZ, seramai 88 orang atau 55.0% pelajar memperoleh skor antara 0 hingga 2 markah dan 7 orang atau 4.4% pelajar memperoleh skor antara 3 hingga 4 markah manakala 23 orang atau 14.4% pelajar memperoleh skor antara 5 markah hingga 6 markah. Walau bagaimanapun, seramai 14 orang atau 8.7% pelajar memperoleh skor antara 7 hingga 8 markah manakala 28 orang atau 17.5% pelajar memperoleh skor 9 hingga 10 markah. Oleh yang demikian, keputusan ini menunjukkan bahawa tahap aplikasi konsep fizik prinsip keabadian tenaga dan leraian daya bagi 88 orang atau 55.0% pelajar dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah sangat rendah dan 7 orang atau 4.4% pelajar pada tahap rendah manakala 23 orang atau 14.4% pelajar berada pada tahap sederhana. Walau bagaimanapun, tahap seramai 14 orang atau 8.7% dan 28 orang atau 17.5% pelajar masing-masing menunjukkan tahap aplikasi konsep fizik dalam prinsip keabadian tenaga dan leraian daya dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah pada tahap yang tinggi dan sangat tinggi.

Bagi soalan 3 dalam STEM-FIZ, seramai 98 orang atau 61.3% pelajar memperoleh skor antara kosong hingga 2 markah dan 10 orang atau 6.2% pelajar memperoleh skor antara 3 hingga 4 markah manakala 9 orang atau 5.6% pelajar memperoleh skor antara 5 markah hingga 6 markah. Walau bagaimanapun, seramai 20 orang atau 12.5%

pelajar memperoleh skor antara 7 hingga 8 markah manakala 23 orang atau 14.4% pelajar memperoleh skor 9 hingga 10 markah. Oleh yang demikian, keputusan ini menunjukkan bahawa tahap aplikasi konsep fizik prinsip gerakan membulat bagi 98 orang atau 61.3% pelajar dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah sangat rendah dan 10 orang atau 6.2% pelajar pada tahap rendah manakala 9 orang atau 5.6% pelajar berada pada tahap sederhana. Walau bagaimanapun, tahap seramai 20 orang atau 12.5% dan 23 orang atau 14.4% pelajar masing-masing menunjukkan tahap aplikasi konsep fizik dalam gerakan membulat dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM adalah pada tahap yang tinggi dan sangat tinggi.

Jadual 5 menunjukkan min skor pelajar secara keseluruhan bagi STEM-FIZ. Markah maksimum dan minimum yang diperolehi oleh pelajar bagi soalan 1, dua dan tiga dalam STEM-FIZ masing-masing ialah 100.0 markah dan kosong markah. Sebagai tambahan, min skor bagi soalan 1 dalam STEM-FIZ ialah 55.2 markah dengan sisihan piawai (SP) = 40.09 markah manakala majoriti pelajar mendapat skor markah penuh iaitu 10 markah bagi soalan 1. Selain itu, min skor bagi soalan 2 dalam STEM-FIZ ialah 39.6 markah dengan SP = 37.33 markah manakala majoriti pelajar mendapat skor markah kosong markah dalam soalan 2. Walau bagaimanapun, min skor bagi soalan 3 dalam STEM-FIZ ialah 30.4 markah dengan SP = 37.44 markah manakala majoriti pelajar mendapat skor markah kosong dalam soalan 3.

Jadual 5: Min skor pelajar secara keseluruhan bagi STEM-FIZ

Soalan	Min (Skor Pelajar)	Tahap	Sisihan Piawai	Mod
1	55.2 (Minimum = 0.0 Maksimum = 100.0)	Sederhana	40.09	100.00
2	39.6 (Minimum = 0.0 Maksimum = 100.0)	Rendah	37.33	0.00
3	30.4 (Minimum = 0.0 Maksimum = 100.0)	Sangat Rendah	37.44	0.00
Keseluruhan	41.7 (Minimum = 0.0 Maksimum = 93.3)	Rendah	30.64	13.33

Justeru itu, tahap pelajar mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM bagi soalan 1 dalam STEM-FIZ adalah sederhana. Walau bagaimanapun, tahap pelajar mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM bagi soalan 2 dan 3 dalam STEM-FIZ masing-masing adalah rendah dan sangat rendah.

Secara ringkasnya, markah maksimum dan minimum yang diperolehi oleh pelajar bagi STEM-FIZ masing-masing ialah 93.3 markah dan 0 markah. Tambahan lagi, min skor keseluruhan bagi STEM-FIZ ialah 41.2 markah dengan SP keseluruhan ialah 30.64 markah. Ini menunjukkan bahawa tahap pelajar tingkatan enam atas mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM bagi STEM-FIZ adalah rendah.

Jadual 6 menunjukkan keterangan min skor pelajar bagi MINFIZ mengikut item. Didapati majoriti pelajar berminat terhadap kesemua item kecuali item 15 dan 16 adalah sangat berminat.

Secara keseluruhannya, dapatan kajian daripada soal selidik MINFIZ menunjukkan tahap minat pelajar terhadap fizik ialah berminat dengan skor min keseluruhan ialah 2.93 (SP = 0.494).

Jadual 6: Keterangan min skor pelajar bagi MINFIZ mengikut item

Item	Min	Sisihan Piawai	Status Sikap
1	2.91	0.807	Berminat
2	2.67	0.783	Berminat
3	2.84	0.853	Berminat
4	2.73	0.760	Berminat
5	2.65	0.729	Berminat
6	3.10	0.892	Berminat
7	3.03	0.808	Berminat
8	2.69	0.818	Berminat

9	2.94	0.909	Berminat
10	2.91	0.903	Berminat
11	2.80	0.867	Berminat
12	3.03	0.709	Berminat
13	2.93	0.789	Berminat
14	2.91	0.835	Berminat
15	3.21	0.782	Sangat Berminat
16	3.35	0.762	Sangat Berminat
17	2.95	0.899	Berminat
18	2.95	0.853	Berminat
19	2.73	0.846	Berminat
20	2.98	0.858	Berminat
21	3.14	0.776	Berminat
22	2.99	0.836	Berminat
Keseluruhan	2.93	0.409	Berminat

Jadual 7: Minat pelajar terhadap fizik bagi MINFIZ mengikut konstruk

Bil	Konstruk	Item	Min Item	Sisihan Piawai Item	Min Konstruk	Purata Sisihan Piawai Konstruk	Status Sikap
1	Cahaya, Warna Dan Sinaran	1	2.91	0.807	2.84	0.812	Berminat
		2	2.67	0.783			
		4	2.73	0.760			
		8	2.69	0.818			
		11	2.80	0.867			
		12	3.03	0.709			
		17	2.95	0.899			
		18	2.95	0.853			
2	Gelombang Bunyi	3	2.84	0.853	2.81	0.790	Berminat
		5	2.65	0.729			
		13	2.93	0.789			
3	Tenaga Dan Elektrik	20	2.98	0.858	3.04	0.823	Berminat
		21	3.14	0.776			
		22	2.99	0.836			
4	Teknologi	6	3.10	0.892	3.02	0.842	Berminat
		7	3.03	0.808			
		9	2.94	0.909			
		10	2.91	0.903			
		14	2.91	0.835			
		15	3.21	0.782			
		16	3.35	0.762			
		19	2.73	0.846			

Jadual 7 menunjukkan minat pelajar terhadap fizik mengikut konstruk. Konstruk pertama terdiri daripada lapan item seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7. Min bagi konstruk pertama iaitu cahaya, warna dan sinaran ialah 2.84 (SP = 0.812). Oleh yang demikian, ini menunjukkan bahawa pelajar tingkatan enam atas di sekitar Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian adalah berminat terhadap fizik bagi cahaya, warna dan sinaran.

Selain itu, konstruk kedua terdiri daripada tiga item seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7. Min bagi konstruk kedua iaitu gelombang bunyi ialah 2.81 (SP = 0.790). Oleh yang demikian, ini menunjukkan bahawa pelajar tingkatan enam atas di sekitar Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian adalah berminat terhadap fizik bagi gelombang bunyi.

Justeru itu, konstruk ketiga terdiri daripada tiga item seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7. Min bagi konstruk ketiga iaitu tenaga dan elektrik ialah 3.04 (SP = 0.823). Oleh yang demikian, ini menunjukkan bahawa pelajar tingkatan enam atas di sekitar Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian adalah berminat terhadap fizik bagi tenaga dan elektrik.

Walau bagaimanapun, konstruk keempat terdiri daripada lapan item seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7. Min bagi konstruk keempat iaitu teknologi ialah 3.02 (SP = 0.842). Oleh itu, ini menunjukkan bahawa pelajar tingkatan enam atas di sekitar Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian adalah berminat terhadap fizik bagi teknologi.

Jadual 8: Taburan skor pelajar bagi MINFIZ mengikut status sikap

Bil	Julat Skor		Status Sikap	Kekerapan (n)	Peratus (%)
	Skor Asal	Skor Dalam Peratus			
1	0.00 – 0.79	0.00 – 19.99	Tidak Berminat	0	0.0
2	0.80 – 1.59	20.00 – 39.99	Kurang Berminat	1	0.6
3	1.60 – 2.39	40.00 – 59.99	Sederhana Berminat	13	8.1
4	2.40 – 3.19	60.00 – 79.99	Berminat	112	70.0
5	3.20 – 4.00	80.00 – 100.00	Sangat Berminat	34	21.3
Jumlah				160	100.0

Jadual 8 menunjukkan taburan skor pelajar bagi MINFIZ mengikut status sikap. Dapatan kajian menunjukkan bahawa tidak ada pelajar yang tidak berminat terhadap fizik dan hanya 1 orang atau 0.6% pelajar menunjukkan kurang berminat terhadap fizik. Selain itu, terdapat 13 orang atau 8.1% pelajar mempunyai minat yang sederhana terhadap fizik. Walau bagaimanapun, terdapat 112 orang atau 70% pelajar berminat terhadap fizik manakala seramai 34 orang atau 21.3% pelajar sangat berminat terhadap fizik.

Jadual 9: Minat pelajar terhadap fizik secara keseluruhan

Keterangan	Skor Keseluruhan	
	Min	Sisihan Piawai
Skor Asal	2.93	0.409
Skor Dalam Peratus	73.15	10.21
Status Sikap	Berminat	

Secara keseluruhannya, min skor bagi pelajar dalam MINFIZ ialah 2.93 (SP = 0.409) atau dalam peratus ialah 73.15 (SP = 10.21). Tambahan lagi, kebanyakan atau majoriti pelajar mendapat skor 2.91 atau dalam peratus 72.73. Oleh yang demikian, datapan kajian soal selidik MINFIZ menunjukkan bahawa pelajar tingkatan enam atas adalah berminat terhadap fizik. Sebagai kesimpulan, minat pelajar tingkatan enam atas terhadap fizik secara keseluruhan adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 9.

Analisis hubungan antara aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dengan minat pelajar terhadap fizik ditunjukkan dalam Jadual 10. Keputusan menunjukkan nilai perkali kolerasi Pearson ialah 0.109 dan paras signifikan yang ditunjukkan ialah 0.169. Ini menunjukkan bahawa terdapat hubungan yang sangat lemah sehingga boleh diabaikan serta hubungan yang tidak signifikan di antara aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dengan minat pelajar terhadap fizik dalam kalangan pelajar tingkatan enam atas di sekolah menengah atas.

Jadual 10 : Analisis hubungan antara aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dengan minat pelajar terhadap fizik

Bil	Skor	Min	Sisihan Piawai	Pekali Korelasi Pearson, R	Aras Signifikan, p
1	Skor Min Keseluruhan Pelajar Dalam STEM-FIZ	41.75	30.64	0.109	0.169
2	Skor Pelajar Dalam MINFIZ	73.15	10.21		

Kekangan yang wujud pada individu pelajar yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM ialah pelajar tidak menguasai kebanyakan konsep fizik yang telah diajar oleh guru dalam P&P. Walau bagaimanapun, pelajar tidak dapat mengingat konsep fizik dan juga persamaan fizik kerana tidak diberi peluang untuk membuat ulangkaji dan juga sikap pelajar yang terlalu bergantung kepada senarai persamaan yang disediakan dalam buku log. Perkara ini juga adalah kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM. Justeru itu, rumusan bagi kekangan yang wujud pada individu pelajar yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM ditunjukkan dalam Jadual 11.

Jadual 11: Rumusan bagi kekangan yang wujud pada individu pelajar yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM

Tema	Jenis Kekangan
Penguasaan konsep fizik	i. Pelajar tidak menguasai kebanyakan konsep fizik yang telah diajar oleh guru
Penguasaan matematik	i. Pelajar tidak menguasai matematik
Lain-lain	i. Pelajar tidak dapat mengingat konsep fizik dan juga persamaan fizik ii. Pelajar tidak diberi peluang untuk membuat ulangkaji iii. Pelajar terlalu bergantung kepada senarai persamaan yang disediakan dalam buku log

Justeru itu, kekangan yang wujud dalam P&P bagi mata pelajaran Fizik yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM ialah pelajar tidak boleh mengimbas kembali kebanyakan konsep fizik yang telah diajar oleh guru dan juga pelajar tidak berminat terhadap kaedah pengajaran guru. Oleh yang demikian, pelajar tidak boleh menguasai konsep fizik yang telah diajar oleh guru dalam kelas dengan sepenuhnya.

Jadual 12: Rumusan bagi kekangan yang wujud dalam P&P mata pelajaran Fizik yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM

Tema	Jenis Kekangan
Pengajaran guru fizik terhadap sesuatu konsep fizik dalam kelas	i. Pelajar tidak boleh mengimbas kembali kebanyakan konsep fizik yang telah diajar oleh guru ii. Pelajar tidak berminat terhadap kaedah pengajaran guru
Penglibatan guru dan pelajar dalam aktiviti P&P	i. Tidak ada perbincangan kumpulan diadakan dalam P&P ii. Kurang aktiviti yang melibatkan pelajar dalam P&P bagi mata pelajaran Fizik iii. Guru hanya melibatkan pelajar dengan

	menyoal soalan dalam P&P iv. Soalan yang ditanya oleh guru kurang mencabar minda pelajar
Latihan melibatkan aplikasi konsep fizik dalam penyelesaian masalah	i. Kekerapan guru menyediakan latihan kepada pelajar adalah kurang ii. Guru kurang menyediakan latihan yang memerlukan pelajar mengaplikasi konsep fizik dalam penyelesaian masalah iii. Kekerapan guru menyemak latihan pelajar adalah kurang iv. Kekerapan guru membincang dan membetulkan kesilapan yang dilakukan oleh pelajar adalah kurang

Selain itu, tidak ada aktiviti perbincangan secara berkumpulan dilakukan antara guru dengan pelajar manakala aktiviti yang melibatkan pelajar bagi membantu pemahaman pelajar terhadap pembelajaran dan pemahaman terhadap sesuatu konsep fizik yang diajar oleh guru dalam P&P juga adalah kurang. Walau bagaimanapun, guru hanya melibatkan pelajar dengan menyoal soalan yang berbentuk definisi di mana jawapan bagi soalan yang disoal boleh didapatkan terus daripada nota atau isi pengajaran guru dalam P&P. Soalan yang kurang mencabar minda pelajar telah menyebabkan pelajar tidak berminat dan juga tidak akan belajar bersungguh-sungguh dalam menguasai sesuatu konsep fizik. Justeru itu, P&P yang sehalu dan tidak melibatkan pelajar dengan pelbagai aktiviti dalam P&P bukan sahaja melemahkan minat dan semangat pelajar dalam mempelajari konsep fizik, maka juga menjadi satu kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Bukan begitu sahaja, kekerapan guru menyediakan latihan kepada pelajar adalah kurang dan ini telah menyebabkan peluang bagi pelajar mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah juga adalah kurang. Walau bagaimanapun, guru kurang menyediakan latihan yang memerlukan pelajar mengaplikasi konsep dalam menyelesaikan masalah kerana guru lebih cenderung menyediakan latihan berbentuk penyelesaian masalah yang melibatkan pengiraan sahaja. Secara tidak langsung, perkara ini telah menjadi salah satu kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM.

Walaupun bagaimanapun, kekerapan yang kurang bagi guru untuk menyemak latihan yang telah dibuat oleh pelajar juga adalah kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM. Tambahan pula guru tidak membincangkan dan membetulkan dengan segera terhadap kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dalam latihan yang disemak telah menjadi kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM. Rumusan bagi kekangan yang wujud dalam P&P mata pelajaran Fizik yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM telah ditunjukkan dalam Jadual 12.

KESIMPULAN

Hasil kajian yang dijalankan merentas 160 orang pelajar tingkatan enam atas dari daerah Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian diringkaskan seperti berikut:

1. Tahap pelajar tingkatan enam atas mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dalam kalangan pelajar tingkatan enam atas di Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian adalah rendah dengan min skor keseluruhan bagi STEM-FIZ ialah 41.2 markah dengan SP keseluruhan ialah 30.64 markah.
2. Tahap minat pelajar terhadap fizik dalam kalangan pelajar tingkatan enam atas di Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian adalah pada tahap berminat dengan min skor keseluruhan bagi pelajar dalam MINFIZ ialah 2.93 (SP = 0.409) atau dalam peratus ialah 73.15 (SP = 10.21).
3. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara aplikasi konsep fizik dengan minat pelajar terhadap fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dalam kalangan pelajar tingkatan enam atas.

Kekangan yang menyebabkan pelajar tidak boleh mengaplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dalam kalangan pelajar tingkatan enam atas di sekitar Johor Bahru, Kulaijaya dan Pontian ialah (i) Pelajar tidak menguasai kebanyakan konsep fizik dan matematik, (ii) Pelajar tidak mengingati konsep fizik dan juga persamaan fizik, (iii) Pelajar tidak berminat terhadap P&P fizik, (iv) P&P yang sehalu dan kurang merangsangkan minda pelajar, (v) Kekurangan latihan aplikasi konsep fizik dalam menyelesaikan masalah yang berasaskan STEM dan (vi) Kesilapan pelajar semasa membuat latihan tidak dibincangkan dan dibetulkan oleh guru.

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih kepada Dr Fatin Aliah Phang Binti Abdullah dan En. Muhammad Abd Hadi Bunyamin atas sumbangan dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Ahmad Nurulazam Mohd Zaid, Zurida Haji Ismail dan Mohd Ali Samsuddin (2004). *Pengajaran Kontekstual: Bolehkah Menjadikan Pengajaran Dan Pembelajaran Sains Efektif?* Georgetown: Universiti Sains Malaysia.
- Baharin Abu, Othman Md. Johan dan Syed Mohd. Shafeq Mansor (2007). *Kepelbagaian Gaya Pembelajaran Dan Kemahiran Belajar Pelajar Universiti Di Fakulti Pendidikan*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Baldwin, R. G. (2009). The Climate for Undergraduate Teaching and Learning in STEM Fields. Dalam Baldwin, R. G. (Ed.) *Improving the Climate for Undergraduate Teaching and Learning in STEM Fields*. (m.s. 9-18). San Francisco: Jossey-Bass.
- Braund, M. dan Driver, M. (2005). Pupils' Perceptions of Practical Science in Primary and Secondary School: Implications for Improving Progression and Continuity of Learning. *Educational Research*. 47(1), 77-91.
- Byun, T., Ha, S. dan Lee, G. (2008). Identifying Student Difficulty in Problem Solving Process Via The Framework of the House Model (HM). *Proceedings of the Physics Education Research Conference*. 23-24 Julai 2008. Edmonton, 87-90.
- Çalik, M. dan Ayas, A. (2005). 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.
- Chin, C. dan Kayalvizhi, G. (2005). What Do Pupils Think of Open Science Investigations? A Study of Singaporean Primary 6 Pupils. *Educational Research*. 47(1), 107-126.
- Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdés, P. dan Vilches, A. (2007). Teaching of Energy Issue: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science and Education*. 16, 43-64.
- Edmunds, M. (2008). *Review of the Student Learning Experience in Physics*. Hull: Higher Education Academy Physical Sciences.
- Green, M. (2007). *Science and Engineering Degrees: 1966–2004*. Arlington: National Science Foundation.
- Halpern, D. F. (2002). *Cognitive Science and the Work of Reform*. Dalam Narum, J. L. dan Conover, K. (Eds.) *Building Robust Learning Environment in Undergraduate Science, Technology, Engineering and Mathematics*. (m.s. 41-43). San Francisco: Jossey-Bass.
- Hu, D. dan Rebello, N. S. (2012). *Characterizing Student Use of Differential Resources in Physics Integration Problems*. Manhattan: Kansas State University.
- Johnson, S. (2008). Teaching Science Out of Door. *School Science Review*. 90(331), 65-70.
- Jones, R. B. (2008). *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Washington: State Educational Technology Directors Association.
- Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R. dan Meisalo, V. (2004). Boys' and Girls' Interests in Physics in Different Contexts: A Finnish Survey. *NorDiNa*. 1(1), 55-79.
- Kementerian Pelajaran Malaysia (2001). *Pembangunan Pendidikan 2001-2010: Perancangan Bersepadu Penjana Kecemerlangan Pendidikan/ Kementerian Pendidikan Malaysia*. Putra Jaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Kim, E. dan Pak, S. J. (2001). Students Do Not Overcome Conceptual Difficulties After Solving 1000 Traditional Problems. *American Journal Physics*. 70(7), 759-765.
- Kipnis, N. (2009). A Law of Physics in the Classroom: The Case of Ohm's Law. *Science and Education*. 18(3-4), 349-382.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action*. Lincoln: University Of Nebraska.
- Lavonen, J., Meisalo, V., Byman, R., Uitto, A. dan Juuti, K. (2005). Pupil Interest in Physics. *NorDiNa*. 2(5). 72-85.
- Lock, R. dan Glackin, M. (2009). Teaching Out of Classroom Science: Implications from the Initial Teacher Training Experience. *School Science Review*. 90(333), 111-118.
- Majlis Peperiksaan Malaysia (2012). *Physics Syllabus and Specimen Papers for STPM*. Putra Jaya: Majlis Peperiksaan Malaysia.
- Mallory, J. L. (2004). *Factor Which Determine Interest or Fear in Physics*. Projek Sarjana Muda, College Of William and Mary, Williamsburg.
- Mäntylä, T. dan Koponen, I. T. (2007). Understanding the Role of Measurements in Creating Physical Quantities: A Case Study of Learning to Quantify Temperature in Physics Teacher Education. *Science and Education*. 16, 291-311.
- Maryland State Board of Education (2012). *Science, Technology, Engineering And Mathematics (STEM) Education*. Baltimore: Maryland State Board of Education

- Md. Nawawi Ismail (1994). *Hubungan Antara Minat Dan Tumpuan Dalam Pelajaran. Psikologi Pendidikan*. Kuala Lumpur: PTS Publication and Distributors Sdn. Bhd.
- Mellors-Bourne, R., Connor, H. dan Jackson, C. (2011). *STEM Graduates in Non-STEM Jobs*. Cambridge: Careers Research and Advisory Centre (CRAC) Ltd.
- Ornek, F., Robinson, W. R. dan Haugam, M. R. (2007). What Make Physics Difficult? *Science Education International*. 18(3), 165-172.
- Ramaley, J. A. (2009). The National Perspective: Fostering the Enhancement of STEM Undergraduate Education. *Improving the Climate for Undergraduate Teaching and Learning in Stem Fields*. (117), 69-82.
- Shy-Jong, J. (2007). A Study Of Students' Construction of Science Knowledge: Talk and Writing in a Collaborative Group. *Educational Research*. 49(1), 65-81.
- Trumper, R. (2006). Factors Affecting Junior High School Students' Interest in Physics. *Journal of Science Education and Technology*. 15(1), 47-58.
- Walsh, L., Howard, R. G. dan Bowe, B. (2007). An Investigation of Introductory Physics Students' Approaches to Problem Solving. *Physic Education Research*. 6(1), 1-16.
- Wan Jalaini Razak (2012, April 13). Muhyiddin Tegur Dong Zong. *Berita Harian*. p. 6.
- Williams, C., Stanisstreet, M., Spall, K., Boyes, E. dan Dickson, D. (2003). Why Aren't Secondary Students Interested in Physics? *Physics Education*. 38(4), 324-329.
- Wilson, E. (2009). *School Based Research: A Guide for Educational Students*. London ; Sage Publication Ltd.
- Wu, K. M. (2008). *Pembinaan Inventory Pengajaran Guru Fizik Berasaskan Teory Kecerdaskan Pelabgai-Pendekatan Konstruktivisme (Model Meedham) Dan Kontekstual (Model Hull) Bagi Pembelajaran Berkomputer*. Disertasi Sarjana, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai.
- Zaiton Daud dan Shaharom Noordin (2008). *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 2008*. 11 - 12 Oktober 2008. Universiti Teknologi Malaysia, 1-9.
- Zuraida Ismail, Syarifah Norhaidah Syed Idros dan Mohd. Ali Samsudin (2006). *Kaedah Mengajar Sains, Panduan Guru Memahami Strategi Pengajaran Dan Pembelajaran Yang Sesuai Bagi Konsep-Konsep Sains*. Kuala Lumpur: PTS Professional Publishing Sdn. Bhd