

KESAN PEMBELAJARAN BERASASKAN CONTOH-MASALAH DAN PEMBELAJARAN PEMUSATAN GURU TERHADAP USAHA MENTAL PELAJAR DALAM DOMAIN TEORI LITAR

Noor Hisham Jalani
jnhisham@gmail.com

Lai Chee Sern
lcsern@uthm.edu.my

Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
86400 Batu Pahat, Johor
Malaysia

Abstract: In the domain of Circuit Theory, the main goal of the experiment was to investigate a hypothesis that Example-Problem-Based Learning (EPBL) would lead to less mental effort during the test phase and learning phase than Teacher-Centred Learning (TCL) strategy. The participants were 38 vocational diploma-level students who were novices in completing the given tasks. As a means of data collection, the nine-point mental effort rating scale was used to indicate how much mental effort they put in after completing the problem during test phase and learning phase. The reliability of mental effort rating scale showed a reliability coefficient (Cronbach's alpha) of .95 (test phase) and .79 (learning phase). It was hypothesized and confirmed that EPBL would lead to less mental effort invested during the learning phase than the TCL approach. However, the results showed that there was not a significant main effect of instructional approach on mean mental effort invested during the test phase.

Keywords: example-problem-based learning, mental effort

PENGENALAN

Teori beban kognitif (Sweller, 1988) membezakan beban kognitif mengikut tiga jenis yang berbeza, iaitu *intrinsic*, *extraneous*, dan *germane*. Beban kognitif *intrinsic* adalah beban yang disebabkan oleh kesukaran yang terdapat pada kandungan pembelajaran sesuatu domain. Beban *extraneous* pula merupakan beban yang tidak memberi kesan yang positif terhadap pembelajaran, sebaliknya beban *germane* membantu meningkatkan pembelajaran (Van Gog, Paas & Van Merriënboer, 2004). Ketiga-tiga beban tersebut mesti dalam had sumber mental iaitu jumlah beban kognitif pada ingatan kerja. Beban *intrinsic* tidak boleh diubah dengan pendekatan pembelajaran, namun tahap pengetahuan seseorang boleh mempengaruhinya. Dengan lain perkataan, pelajar yang mempunyai pengetahuan dalam domain lebih mengalami beban *intrinsic* yang lebih rendah berbanding pelajar yang tiada pengetahuan dalam domain (De Jong, 2010). Bagaimanapun, beban *germane* dan *extraneous* boleh diubah dan berkadar songsang antara satu sama lain (Van Gog, Paas, & Van Merriënboer, 2006). Justeru, matlamat kepada pembelajaran yang berkesan ialah ia mesti mampu mengurangkan jumlah beban *extraneous* dan memupuk beban *germane*.

Beban kognitif pada umumnya dianggap sebagai konstruk yang mewakili beban terhadap sistem kognitif ketika melaksanakan tugas tertentu (Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998; Wiebe, Roberts, & Behrend, 2010). Secara konsepnya, ia dianggap sebagai dimensi berasaskan tugas (iaitu, beban mental) dan dimensi berasaskan pelajar (iaitu, usaha mental) di mana kedua-duanya memberi kesan terhadap prestasi. Beban mental adalah merujuk kepada beban yang dikenakan oleh tuntutan tugas (Sweller et al., 1998). Galy, Cariou, dan Mélan (2012) pula mentakrifkan beban mental sebagai tuntutan kognitif terhadap tugas. Tuntutan-tuntutan ini mungkin berkaitan dengan aspek tugas *intrinsic* seperti elemen intra-aktiviti dan tugas *extraneous* yang berkaitan dengan reka bentuk pengajaran (Sweller et al., 1998). Manakala usaha mental pula merujuk kepada jumlah keupayaan kognitif atau sumber yang sebenarnya diperuntukkan untuk memenuhi tuntutan tugas (De Jong, 2010; Sweller et al., 1998).

Persoalan bagaimana untuk menentukan beban kognitif adalah sukar kerana sifat multidimensi dan saling-hubungan yang kompleks antara prestasi, beban mental dan usaha mental (Sweller et al., 1998). Kerumitan ini boleh digambarkan seperti berikut: dalam had keupayaan kognitif pelajar, mereka boleh mengimbangi peningkatan dalam beban mental (contohnya, meningkatnya kerumitan sesuatu tugas) dengan memperuntukkan lebih banyak usaha

mental, sekali gus berupaya mengekalkan tahap prestasi. Oleh itu, Sweller et al. (1998) menegaskan bahawa beban kognitif yang berkaitan dengan tahap prestasi tidak boleh dirujuk berdasarkan pengukuran berasaskan tugas dan prestasi. Sebaliknya, pengukuran usaha mental mampu memberikan maklumat penting tentang beban kognitif berbanding pengukuran beban mental dan prestasi (Sweller et al., 1998). Pendapat ini turut dipersetujui oleh Kirschner dan Kirschner (2012) di mana tahap usaha mental sepatutnya digunakan sebagai satu konsep untuk membantu menentukan usaha seseorang untuk cuba secara aktif memproses maklumat yang disampaikan.

Beberapa kajian sebelum ini menunjukkan beberapa variasi waktu bila usaha mental diukur. Sesetengah pengkaji menjalankan pengukuran usaha mental selepas fasa pembelajaran, manakala sesetengah pengkaji menjalankannya selepas fasa ujian (Tuovinen & Paas, 2004). Usaha mental yang diukur selepas fasa ujian digunakan untuk menentukan kecekapan relatif keadaan, manakala usaha mental yang diukur selepas fasa pembelajaran digunakan untuk menentukan kecekapan pembelajaran.

USAHA MENTAL FASA PEMBELAJARAN

Selain beban *intrinsic* yang disebabkan oleh kerumitan sesuatu domain, beban *extraneous* dan *germane* pula disebabkan oleh reka bentuk pengajaran. Beban kognitif *extraneous* tidak berkesan untuk pembelajaran dan tidak menyumbang kepada hasil pembelajaran malahan boleh memudaratkan. Sebaliknya, beban kognitif *germane* pula berkesan untuk pembelajaran (Sweller et al., 1998). Dalam erti kata lain, apabila tugasan pembelajaran adalah tinggi dengan beban *extraneous*, ia memerlukan tahap pelaburan usaha mental yang tinggi, tetapi usaha yang dilaburkan dalam proses ini tidak menyumbang kepada pembelajaran bahkan boleh menghalang pembelajaran. Sebaliknya, sekiranya tugasan pembelajaran adalah tinggi dalam beban kognitif *germane*, ia juga turut memerlukan tahap pelaburan usaha mental yang tinggi, tetapi usaha yang dilaburkan ini menggalakkan pembelajaran. Justeru, tujuan utama penyelidikan Teori Beban Kognitif adalah untuk mencari kaedah pembelajaran yang mengurangkan beban *extraneous* dan meningkatkan beban *germane*.

Bagaimanapun, kadar usaha mental yang dilaburkan semasa fasa pembelajaran tidak diketahui sama ada pelaburan tersebut adalah relevan (*germane*) atau tidak (*extraneous*) untuk proses pembelajaran sekiranya tidak mengambil kira hasil pembelajaran (Van Gog & Paas, 2008). Menurut Van Gog dan Paas (2008), apabila diketahui dua kumpulan pelajar (kumpulan A dan kumpulan B) mempunyai tahap kepakaran yang sama (iaitu, beban *intrinsic* yang dikenakan oleh bahan pembelajaran adalah sama) dan kedua-duanya menunjukkan purata usaha mental yang tinggi semasa pembelajaran dengan dua kaedah pembelajaran yang berbeza (kaedah A untuk kumpulan A; dan, kaedah B untuk kumpulan B), namun tidak diketahui sama ada relevan atau tidak usaha mental yang telah dilaburkan. Bagaimanapun, sekiranya diketahui juga hasil pembelajaran kumpulan B adalah tinggi berbanding kumpulan A, maka dapat disimpulkan bahawa tahap usaha mental yang dilaburkan oleh kumpulan B yang belajar menggunakan kaedah B adalah lebih berkesan untuk pembelajaran berbanding tahap usaha mental yang sama yang dilaburkan oleh kumpulan A yang belajar menggunakan kaedah A (Van Gog & Paas, 2008).

USAHA MENTAL FASA UJIAN

Dengan meningkatkan tahap kepakaran atau pengetahuan awal, pelajar semakin memperoleh dan mengautomatiskan tugas berkaitan skema kognitif yang mengurangkan beban *intrinsic* (Van Gog & Paas, 2008). Oleh itu, pelajar yang mempunyai tahap kepakaran yang lebih mampu untuk mencapai tahap prestasi yang sama atau lebih tinggi dengan pelaburan usaha mental yang sedikit. Ini juga menunjukkan bahawa pelajar yang berjaya mendapat lebih banyak pengetahuan semasa fasa pembelajaran akibat daripada kaedah pembelajaran yang berkesan seharusnya mengalami beban kognitif yang kurang apabila melengkapkan tugas semasa fasa ujian berbanding pelajar yang menggunakan kaedah pembelajaran yang kurang berkesan.

Sebagai contoh, pertimbangkan dua kumpulan pelajar (kumpulan A dan kumpulan B) belajar dengan dua kaedah pembelajaran yang berbeza (kaedah A untuk kumpulan A, dan kaedah B untuk kumpulan B) yang kedua-duanya berjaya mencapai skor min ujian pencapaian yang tinggi, iaitu sebanyak 80% menjawab dengan betul. Kumpulan A mencatatkan skor min empat (daripada sembilan) untuk usaha mental semasa fasa ujian manakala kumpulan B mencatatkan skor min tujuh (daripada sembilan). Sekiranya hasil pembelajaran hanya bergantung pada skor ujian pencapaian, kesimpulan bahawa kedua-dua kaedah pembelajaran adalah sama-sama berkesan adalah kurang tepat (Van Gog & Paas, 2008). Namun, sekiranya skor usaha mental diambil kira, ia menjadi jelas bahawa kualiti pembelajaran kumpulan A adalah lebih tinggi berbanding kumpulan B. Dalam kata lain, pelajar dalam kumpulan A telah mendapat kepakaran yang lebih berbanding pelajar dalam kumpulan B.

PERNYATAAN MASALAH

Kaedah pembelajaran secara penyelesaian-masalah yang menggunakan pendekatan Pembelajaran Pemusatan Guru (PPG) dikatakan menjadi punca kegagalan pelajar aliran vokasional dalam menguasai teori dan kemahiran menyelesaikan masalah, terutama dalam domain Teori Litar yang mempunyai beban kognitif *intrinsic* yang tinggi (Engelhardt & Beichner, 2004; Streveler et al., 2008). Berdasarkan pemerhatian yang dijalankan, kaedah pembelajaran perlu disesuaikan dengan tahap pencapaian akademik pelajar aliran vokasional yang biasanya kurang cemerlang (Agodini, Uhl, & Novak, 2004) dan sering menghadapi masalah dalam domain yang berasaskan matematik (Zeynivandnezhad, Ismail, & Yusof, 2012). Mendedahkan pelajar dengan penyelesaian-masalah tidak mampu meningkatkan prestasi pencapaian kesemua pelajar terutamanya pelajar novis yang kurang pengetahuan awal dalam domain. Kaedah pembelajaran tersebut melibatkan aktiviti *extraneous* yang tidak berkaitan dengan prestasi domain (Tarnizi & Bayat, 2012). Beban kognitif *extraneous* yang tinggi terhasil mengakibatkan kekurangan sumber-sumber kognitif dan menjadi penyebab mengapa aktiviti kognitif yang bermanfaat tidak dapat dilaksanakan (Van Gog et al., 2006). Oleh sebab beban kognitif *extraneous* boleh menjejaskan pembelajaran, ia harus dielakkan (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006; Renkl et al., 1998).

Justeru, pelajar novis perlu dibimbing sepenuhnya terutamanya semasa fasa awal pembelajaran (Renkl, 2005; Van Gog, Paas, & Van Merriënboer, 2008). Paas, Renkl, dan Sweller (2003) mencadangkan Pembelajaran Berasaskan Contoh (PBC) yang dijangka mampu mengurangkan beban kognitif *extraneous* yang tidak berkesan semasa pembelajaran (Sweller, 1988; Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998; Van Merriënboer & Sweller, 2005). Menurut Renkl dan Atkinson (2003), contoh-kerja merupakan model penyelesaian-masalah yang terdiri daripada tiga komponen: pernyataan masalah, langkah-langkah penyelesaian, dan penyelesaian akhir bagi masalah tersebut. Bagaimanapun, mendedahkan contoh-kerja secara berterusan walaupun tahap pengetahuan pelajar telah meningkat dikhuatiri akan menyebabkan proses pembelajaran menjadi pasif, kerana maklumat yang diberi dianggap berulang sehingga pelajar tidak berusaha ke arah pemahaman yang mendalam (Van Gog, Kester, & Paas, 2011).

Kaedah menggandingkan contoh-kerja dan diikuti penyelesaian-masalah yang dikenali sebagai Pembelajaran Berasaskan Contoh-Masalah (PBCM) pula walaupun secara teorinya mungkin mendatangkan kesan yang positif terhadap hasil pembelajaran, namun secara praktiknya konsep sebegini masih kurang diterokai oleh penyelidik. Dari perspektif beban kognitif, PBCM tidak perlu memperuntukkan usaha mental yang besar untuk mencari penyelesaian masalah kerana prosedur penyelesaian ditunjukkan dalam contoh-kerja pada peringkat awal pembelajaran. Seterusnya, ruang kognitif yang besar yang ditinggalkan setelah kepakaran meningkat akan dimanfaatkan dengan latihan penyelesaian-masalah bagi mengukuhkan lagi pengetahuan pelajar. Dengan itu, prestasi pencapaian ujian yang tinggi dengan mengekalkan usaha mental yang rendah akan meningkatkan kecekapan pembelajaran (Paas & Van Merriënboer, 1993). Kajian ini bertujuan mengenal pasti sama ada pengajaran menggunakan kaedah PBCM boleh memberikan kesan yang lebih baik terhadap usaha mental pelajar berbanding dengan pengajaran menggunakan kaedah PPG semasa menyelesaikan tugas di fasa ujian dan fasa pembelajaran dalam domain Teori Litar kepada pelajar aliran vokasional di Malaysia

PERSOALAN KAJIAN

Kajian ini dijalankan untuk menjawab persoalan kajian seperti berikut:

- i. Adakah terdapat perbezaan usaha mental pelajar semasa menyelesaikan ujian dalam domain Teori Litar antara kumpulan PBCM dan PPG?
- ii. Adakah terdapat pengurangan usaha mental pelajar semasa menyelesaikan tugas dalam domain Teori Litar setelah mengikuti pengajaran menggunakan kaedah PBCM?

HIPOTESIS KAJIAN

Hipotesis-hipotesis kajian adalah seperti berikut:

- H₀₁: Tidak terdapat perbezaan signifikan secara statistik dalam skor min usaha mental (semasa fasa ujian) antara kumpulan eksperimen (PBCM) dan kumpulan kawalan (PPG)
- H₀₂: Tidak terdapat perbezaan signifikan secara statistik dalam skor min usaha mental (semasa fasa pembelajaran) antara kumpulan eksperimen (PBCM) dan kumpulan kawalan (PPG)

KAEDAH KAJIAN

Bahagian ini juga memfokuskan aspek reka bentuk kajian, prosedur kajian, peserta kajian, domain kajian, instrumentasi kajian, serta pengumpulan dan analisis data.

Reka Bentuk Kajian

Dalam kajian ini, kaedah eksperimen tulen dengan reka bentuk kumpulan kawalan ujian-pra ujian-pos (*pre-test post-test control group design*) digunakan (Campbell & Stanley, 1963). Menurut Mertler dan Charles (2008), reka bentuk kajian ini adalah kukuh kerana sumber-sumber ralat yang berpotensi telah dikurangkan. Tambahan pula, reka bentuk kajian ini adalah yang paling sesuai apabila kumpulan diagihkan secara rawak dan melibatkan satu kumpulan yang diberi rawatan (Shadish, Cook, & Campbell, 2002).

Jadual 1: Reka bentuk kumpulan kawalan ujian-pra ujian-pos

	Kumpulan	Ujian-Pra	Rawatan	Ujian-Pos
R	E ₁	O ₁	X _{PBCM} O ₂	O ₃
R	E ₂	O ₁	X _{PPG} O ₂	O ₃

Merujuk Jadual 1, peserta kajian (R) diagihkan secara rawak kepada dua kumpulan eksperimen (E). Pada minggu pertama eksperimen, usaha mental yang diperuntukkan semasa menyelesaikan tugas dalam ujian-pra diukur (O₁). Pengukuran semasa ujian-pra bertujuan untuk menentukan usaha mental awal peserta sebelum rawatan diberikan. Seterusnya, fasa rawatan bermula pada minggu kedua hingga minggu kesembilan eksperimen. Kedua-dua kumpulan diberikan rawatan dengan dua kaedah pembelajaran yang berbeza, iaitu Pembelajaran Berasaskan Contoh-Masalah (X_{PBCM}), dan Pembelajaran Pemusatan Guru (X_{PPG}). Di akhir setiap sesi rawatan, pelaburan usaha mental (O₂) yang diperuntukkan untuk proses pembelajaran diukur. Ujian-pos pula diberikan pada minggu kesepuluh eksperimen dan sekali lagi usaha mental yang diperuntukkan dalam menyelesaikan tugas diukur (O₃).

Peserta Kajian

Peserta kajian adalah seramai 38 orang yang terdiri daripada pelajar Diploma Teknologi Mekatronik di dua buah institut latihan kemahiran awam di Malaysia. Taburan jantina agak seimbang antara kumpulan eksperimen dan kawalan di mana kumpulan eksperimen terdiri daripada 19 orang pelajar; 84.2% ($n = 16$) lelaki dan 15.8% ($n = 3$) perempuan manakala kumpulan kawalan pula terdiri daripada 19 orang pelajar; di mana 89.5% ($n = 17$) lelaki dan 10.5% ($n = 2$) perempuan. Purata umur pelajar ialah 20.82 ($SD = 0.87$). Berdasarkan kepada ujian-pra yang dilaksanakan seminggu awal sebelum fasa pembelajaran, pengetahuan awal berkaitan Teori Litar kesemua peserta adalah setara.

Domain Kajian

Domain yang dipilih dalam kajian ini adalah Teori Litar dan pemilihannya berdasarkan beberapa justifikasi berikut:

- (i) Domain tersebut adalah modul teras yang wajib diambil oleh semua pelajar Diploma Teknologi Mekatronik.
- (ii) Domain tersebut memberikan pengetahuan asas teori berkaitan kejuruteraan elektrik kepada pelajar Diploma Teknologi Mekatronik.
- (iii) Domain tersebut mengandungi beban kognitif *intrinsic* yang tinggi sehingga memerlukan usaha mental bersesuaian yang merupakan pemboleh ubah kajian yang dikaji.

PROSEDUR PELAKSANAAN KAJIAN PENGAJARAN

Pembelajaran Berasaskan Contoh-Masalah: Sepanjang 8 minggu sesi rawatan, modul PBCM yang mengandungi bahan aktiviti pengajaran bercetak berkaitan topik di dalam domain Teori Litar diberikan kepada peserta. Penerangan dalam bentuk bahan bercetak bertujuan mengelakkan gangguan kepada tumpuan pelajar sekiranya diberi penerangan secara lisan (Lai, Spöttl, & Straka, 2011). Setiap minggu, pelajar menerima satu contoh-kerja dan satu penyelesaian-masalah. Setiap dua jam kitaran proses PBCM melibatkan tiga peringkat utama pembelajaran iaitu:

- (i) Peringkat pendedahan: Pelajar menerima penerangan ringkas/kuliah pendek bagi memberikan pengetahuan asas prinsip-prinsip dan konsep-konsep bagi setiap sub-topik dari fasilitator.
- (ii) Peringkat pemahaman: Bagi memahami bagaimana untuk mengaplikasikan prinsip-prinsip dalam domain, setiap pelajar diberi contoh-kerja dalam bentuk bercetak yang lengkap dengan langkah penyelesaian dan jawapan akhir. Pelajar secara individu dikehendaki mengkaji dan memahami setiap langkah penyelesaian kepada masalah tersebut secara penjelasan-kendiri.
- (iii) Peringkat pengukuhan: Seterusnya, pelajar diberikan pula dengan latihan penyelesaian-masalah yang hampir sama dengan contoh-kerja bertujuan untuk meningkatkan kepantasan dan ketepatan menyelesaikan masalah. Penyelesaian-masalah ini diselesaikan secara berkumpulan antara empat hingga lima orang.

Pembelajaran Pemusatan Guru: Prosedur untuk kumpulan kawalan adalah mengikut kaedah pembelajaran sedia ada. Kaedah *chalk-and-talk* biasanya dominan dalam menyampaikan secara lisan maklumat dan fakta-fakta, menjelaskan terma, simbol, konsep, dan prosedur (Abdulah, Tarmizi, & Abu, 2010) berkaitan topik Teori Litar. Pelajar pula bertindak sebagai pelajar pasif, hanya mendengar penerangan yang meliputi pengetahuan dan memahami maklumat yang disampaikan (Yong, 2005). Oleh kerana topik-topik ini mengandungi sejumlah besar konsep dan prinsip, pendekatan pengajaran secara kuliah sering menjadi kaedah utama pengajaran. Seterusnya, pelajar diberikan masalah berkaitan topik yang diajar untuk diselesaikan secara individu. Pengajaran ini berlangsung selama 8 minggu, selari dengan kumpulan eksperimen.

Instrumen Kajian

Di dalam kajian ini, selepas setiap masalah yang diberikan semasa fasa ujian dan fasa pembelajaran, pelajar dikehendaki untuk menunjukkan berapa banyak usaha mental yang telah mereka peruntukkan bagi memenuhi keperluan tugas-tugas tersebut. Usaha mental mereka diukur dengan menggunakan skala bercetak uni-dimensi 9-titik yang dibangunkan oleh Paas (1992) (skala dari (1) “sangat rendah usaha mental” hingga (9) “sangat tinggi usaha mental”). Skala ini telah banyak digunakan dalam penyelidikan pendidikan (lihat, Paas et al., 2003; Van Gog et al., 2011; Van Gog & Paas, 2008). Dalam kajian ini skor purata usaha mental fasa ujian adalah skor purata 30 soalan dalam ujian prestasi, manakala skor purata usaha mental fasa pembelajaran adalah skor purata 8 soalan yang setiap satunya diberikan di akhir sesi pembelajaran. Kebolehpercayaan instrumen untuk mengukur usaha mental di dalam kajian ini adalah mencukupi. Nilai alpha Cronbach bagi usaha mental fasa ujian adalah .97 bagi kumpulan rawatan dan .95 untuk semua data, manakala bagi usaha mental fasa pembelajaran adalah .92 bagi kumpulan rawatan dan .79 untuk semua data.

DAPATAN KAJIAN

Paas dan Van Merriënboer (1993) memperincikan usaha mental kepada dua keadaan: julat antara 1 hingga 4 menandakan keadaan usaha mental rendah, manakala julat antara 5 hingga 9 menandakan keadaan usaha mental tinggi. Berdasarkan julat tersebut, seramai 10 orang pelajar dalam keadaan usaha mental rendah dan 9 orang pelajar dalam keadaan usaha mental tinggi bagi kedua-dua kumpulan eksperimen dan kawalan semasa fasa ujian-pos. Bagi fasa pembelajaran pula, terdapat 7 orang pelajar dalam keadaan usaha mental tinggi dalam kumpulan eksperimen, dan 17 orang pelajar dalam keadaan usaha mental tinggi dalam kumpulan kawalan. Sebaliknya, terdapat 12 orang pelajar dalam keadaan usaha mental rendah dalam kumpulan eksperimen manakala 2 orang pelajar berada dalam keadaan usaha mental rendah dalam kumpulan kawalan semasa fasa pembelajaran. Ringkasan dapatan ini ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Bilangan pelajar dengan keadaan usaha mental

Fasa Pengukuran	Kumpulan	Bilangan Pelajar (<i>n</i>)	
		Usaha Mental Rendah (Julat 1 – 4)	Usaha Mental Tinggi (Julat 5 – 9)
Ujian-Pos	Eksperimen	10	9
	Kawalan	10	9
Pembelajaran	Eksperimen	12	7
	Kawalan	2	17

Analisis Usaha Mental Fasa Ujian: ANCOVA

Hipotesis pertama diuji menggunakan analisis kovarians. Hipotesis ini merujuk kepada perbezaan skor min usaha mental yang dilaburkan oleh pelajar semasa menyelesaikan tugas fasa ujian dalam ujian-pos setelah melalui

satu daripada dua pendekatan pengajaran iaitu PBCM dan PPG. Dalam analisis ini, kovariat adalah skor usaha mental dalam ujian-*pra*. Keputusan ujian ANCOVA dalam Jadual 3 menunjukkan bahawa tidak terdapat kesan pemboleh ubah tidak bersandar iaitu “Kumpulan” yang signifikan terhadap pemboleh ubah bersandar iaitu ujian-*pos* [$F(1, 38) = .694, p > .05$]. Oleh itu, hipotesis nol (H_{01}) gagal ditolak; tiada perbezaan signifikan secara statistik dalam skor min usaha mental semasa fasa ujian antara kumpulan eksperimen (PBCM) dan kumpulan kawalan (PPG).

Jadual 3: Keputusan ujian ANCOVA

Sumber	Jumlah Jenis III	Kuasadua dk	Kuasadua Min	<i>F</i>	Tahap Signifikan
Model Diperbetul	14.359 ^a	2	7.179	6.697	.003
Intercept	.077	1	.077	.072	.790
Usaha_Pra	14.254	1	14.254	13.297	.001
Kumpulan	.744	1	.744	.694	.410
Ralat	37.521	35	1.072		
Jumlah	907.641	38			
Jumlah Diperbetul	51.880	37			

a. R Squared = .277 (Adjusted R Squared = .235)

Jadual 4 menunjukkan perbandingan skor min skala usaha mental semasa fasa ujian-*pos* antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan. Kedua-dua kumpulan menunjukkan perbezaan di mana skor min kumpulan eksperimen ialah 4.80 dengan sisihan piawai ialah 1.30; manakala skor min kumpulan kawalan ialah 4.69 dengan sisihan piawai ialah 1.09. Secara purata usaha mental dari ujian-*pra* ke ujian-*pos* berkurangan sebanyak 1.34 bagi kumpulan eksperimen dan 0.91 bagi kumpulan kawalan.

Jadual 4: Min dan sisihan piawai bagi usaha mental fasa ujian

Kumpulan	Ujian	Min	Sisihan Piawai (<i>SD</i>)
Eksperimen	Pra	6.14	.75
	Pos	4.80	1.30
Kawalan	Pra	5.61	.92
	Pos	4.69	1.09

Analisis Usaha Mental Fasa Pembelajaran: Ujian-*t* Untuk Sampel Bebas

Hipotesis kedua pula diuji dengan menggunakan ujian-*t* untuk sampel bebas. Hipotesis ini merujuk kepada perbezaan skor min usaha mental yang dilaburkan oleh pelajar semasa menyelesaikan tugas fasa pembelajaran dalam ujian-*pos* setelah melalui satu daripada dua pendekatan pengajaran iaitu PBCM dan PPG. Bagi menguji kehomogenan varians, ujian-*F* (Levene Test) telah dijalankan. Didapati nilai *F* tidak signifikan ($F = 2.723, p > .05$), maka data tersebut dikatakan homogen.

Jadual 5: Skor usaha mental fasa pembelajaran mengikut kumpulan rawatan

Kumpulan	Min	Sisihan Piawai (<i>SD</i>)	Nilai- <i>t</i>	Tahap Signifikan
Eksperimen	3.723	1.159	-4.197	0.000
Kawalan	5.147	0.917		

Berdasarkan Jadual 5 didapati nilai-*t* bagi perbandingan skor usaha mental semasa menyelesaikan tugas fasa pembelajaran bagi kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan ialah $t = -4.197$ dan tahap signifikan $p = 0.000$. Tahap signifikan ini lebih kecil daripada .05 ($p < .05$). Oleh itu, hipotesis nol (H_{02}) ditolak; terdapat perbezaan signifikan secara statistik dalam skor min usaha mental (semasa fasa pembelajaran) antara kumpulan eksperimen (PBCM) dan kumpulan kawalan (PPG).

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Kesan PBCM Terhadap Usaha Mental Fasa Ujian: Penemuan menunjukkan bahawa pelajar, tidak kira daripada kaedah PBCM mahupun PPG melabur dalam jumlah yang sederhana usaha mental semasa fasa ujian, masing-masing (dengan $M = 4.80, SD = 1.30$; dan $M = 4.69, SD = 1.09$). Keputusan menunjukkan tiada perbezaan signifikan secara statistik dalam skor min usaha mental semasa fasa ujian antara kumpulan PBCM dan kumpulan

PPG. Saiz kesan ($d = 0.09$) adalah kecil dengan kuasa $r = .04$. Keputusan ini adalah selari dengan dapatan Nievelstein et al. (2013) yang mendapati bahawa tiada perbezaan dalam usaha mental yang dilaburkan semasa fasa ujian. Satu penjelasan ialah mungkin tiada perbezaan antara kedua-dua kumpulan kerana kesukaran yang terdapat pada sesuatu topik (Wouters, Paas, & Van Merriënboer, 2010) yang perlu diselesaikan oleh pelajar. Selain itu, ketidakupayaan pelajar dalam tugas berasaskan matematik yang disebabkan oleh kekurangan pengetahuan awal mereka juga menyumbang kepada dapatan tersebut. Seperti yang diterangkan dalam bahagian metodologi, para peserta kajian ini adalah pelajar aliran vokasional yang kebanyakannya hanya lulus mata pelajaran matematik di peringkat Sijil Pelajaran Malaysia (SPM). Menurut Agodini, Uhl, dan Novak (2004), pelajar dengan pencapaian awal yang rendah lebih cenderung untuk melanjutkan pelajaran dalam bidang vokasional. Oleh kerana keadaan ini, pelajar vokasional menghadapi kesukaran yang besar dalam memahami makna pemboleh ubah dan prinsip-prinsip yang berkaitan pengiraan (Stark, 2004).

Kesan kaedah pembelajaran bukan hanya bergantung pada prestasi ujian, tetapi juga usaha mental yang dilaburkan dalam menyelesaikan tugas dalam ujian tersebut (Van Gog & Paas, 2008). Justeru, prestasi ujian dan usaha mental merupakan elemen penting dalam hasil pembelajaran. Kombinasi pengukuran prestasi ujian dan usaha mental akan memberikan petunjuk yang lebih jelas dari segi kecekapan skema kognitif yang diperoleh dan diautomasikan akibat daripada pengajaran. Ia menjadi petunjuk terhadap kualiti kaedah pembelajaran yang berbeza.

Kesan PBCM Terhadap Usaha Mental Fasa Pembelajaran: Skor usaha mental semasa fasa pembelajaran bagi pelajar dalam kumpulan PBCM ($M = 3.72$, $SD = 1.16$) adalah lebih rendah berbanding skor usaha mental bagi pelajar dalam kumpulan PPG ($M = 5.15$, $SD = 0.92$). Dapatan kajian menunjukkan terdapat perbezaan signifikan secara statistik dalam min skor usaha mental fasa pembelajaran antara kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan. Saiz kesan ($d = 1.36$) adalah besar dengan kuasa $r = .56$. Keputusan kajian ini menyokong kenyataan Sweller (1988) di mana pembelajaran melalui contoh-kerja dan disusuli dengan penyelesaian-masalah dapat memberikan sebahagian daripada kapasiti ingatan-kerja kerana pelajar tidak perlu untuk mencari penyelesaian dengan menggunakan cara yang tidak berkesan. Ini melegakan sumber kognitif yang kemudiannya boleh digunakan untuk mengkaji langkah-langkah penyelesaian secara sendiri, yang mungkin menjana beban kognitif *germane* semasa proses pembelajaran, dan dengan itu memudahkan pembelajaran (Lai et al., 2011).

Menurut Van Gog dan Paas (2008), pengukuran usaha mental semasa fasa pembelajaran boleh memberikan maklumat yang berguna kepada pereka dan penyelidik kaedah pembelajaran. Sebagai contoh, sekiranya beban *intrinsic* adalah sama, dua kaedah pembelajaran (kaedah A dan kaedah B) membawa kepada hasil pembelajaran yang sama tetapi kaedah A memerlukan pelaburan usaha mental yang kurang berbanding kaedah B, maka adalah lebih wajar untuk mempraktikkan kaedah A dalam pembelajaran. Pelaburan usaha mental yang tinggi tidak menjamin prestasi pembelajaran yang berhasil (Lai, 2010). Justeru frasa "hasil pembelajaran yang sama" adalah perlu merangkumi lebih daripada skor prestasi, iaitu juga usaha mental yang dilaburkan (Van Gog & Paas, 2008).

Kesimpulannya, penggunaan kaedah PBCM dalam modul Teori Litar dapat memberi kesan positif terhadap pelaburan usaha mental pelajar aliran vokasional. Terdapat penurunan usaha mental yang signifikan selepas pelajar menggunakan kaedah PBCM dalam sesi pembelajaran. Bagaimanapun, kesan positif ini tidak berlaku semasa pelajar menyelesaikan tugas dalam fasa ujian. Hal ini menunjukkan bahawa kaedah PBCM ini berkesan untuk digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran dalam domain Teori Litar, tetapi tidak berkesan dalam mengurangkan beban mental yang ditanggung oleh pelajar vokasional dalam menjawab soalan semasa fasa ujian.

CADANGAN UNTUK KAJIAN SETERUSNYA

Kajian ini adalah terhad kepada satu item tunggal pengukuran beban kognitif iaitu skala 9-mata usaha mental, yang mengukur jumlah usaha mental yang dilaburkan pada satu-satu tugas yang diterima pelajar semasa fasa pembelajaran. Bagaimanapun, item tunggal tersebut tidak mengukur setiap tiga sumber beban kognitif, iaitu, *extraneous*, *germane* dan *intrinsic*. Sebagai contoh, jika dua orang pelajar, masing-masing dari kaedah pengajaran yang berbeza menunjukkan penilaian yang sama (contohnya, 8 mewakili sangat tinggi) pada skala, adalah mustahil untuk menentukan sama ada beban tersebut adalah dari jenis yang sama (sama ada *extraneous*, *germane* atau *intrinsic*). Usaha mental yang dilaburkan semasa fasa pembelajaran perlu diukur untuk mengetahui sama ada pelaburan tersebut adalah relevan (*germane*) atau tidak (*extraneous*) untuk proses pembelajaran (Van Gog & Paas, 2008). Pertimbangan selanjutnya mungkin perlu berhubung pengukuran beban sub-kognitif. Untuk kajian seterusnya, beberapa item yang mengukur sumber setiap beban kognitif mungkin diperlukan.

RUJUKAN

- Abdulah, N. I., Tarmizi, R. A., & Abu, R. (2010). The effects of problem based learning on mathematics performance and affective attributes in learning statistics at form four secondary level. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 370–376. doi:10.1016/j.sbspro.2010.12.052
- Agodini, R., Uhl, S., & Novak, T. (2004). *Factors that influence participation in secondary vocational education*. Princeton, NJ: Mathematica Policy Research. Retrieved from <http://www.mathematica-mpr.com/~media/publications/PDFs/vocationalfactors.pdf>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134.
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98. doi:10.1119/1.1614813
- Galy, E., Cariou, M., & Mélan, C. (2012). What is the relationship between mental workload factors and cognitive load types? *International Journal of Psychophysiology*, 83(3), 269–275. doi:10.1016/j.ijpsycho.2011.09.023
- Kirschner, P., & Kirschner, F. (2012). Mental effort. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Retrieved from [http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/4713/1/Mental Effort - Encyclopedia of the Sciences of Learning - Kirschner-Kirschner.pdf](http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/4713/1/Mental_Effort_-_Encyclopedia_of_the_Sciences_of_Learning_-_Kirschner-Kirschner.pdf)
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Lai, C. S. (2010). Learning with worked-out problems: The impacts of instructional explanation and self-explanation prompts on transfer performance. *Journal of Technical Education and Training (JTET)*, 2(2), 1–14.
- Lai, C. S., Spöttl, G., & Straka, G. A. (2011). *Learning with worked-out problems in manufacturing technology: The effects of instructional explanations and self-explanation prompts on acquired knowledge*. Universitat Bremen.
- Mertler, C. A., & Charles, C. M. (2008). *Introduction to educational research* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Nievelstein, F., Van Gog, T., Van Dijck, G., & Boshuizen, H. P. a. (2013). The worked example and expertise reversal effect in less structured tasks: Learning to reason about legal cases. *Contemporary Educational Psychology*, 38(2), 118–125. doi:10.1016/j.cedpsych.2012.12.004
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429–434.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71.
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors*, 35(4), 737–743.

- Renkl, A. (2005). The worked-out-example principle in multimedia learning. In R. Mayer (Ed.), *Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38(1), 15–22.
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H., & Mandl, H. (1998). Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary Educational Psychology*, 23(1), 90–108.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Stark, R. (2004). Implementing example-based learning and teaching in the context of vocational school education in business administration. *Learning Environments Research*, 7(2), 143–163.
- Streveler, R. A., Litzinger, T. A., Miller, R. L., & Steif, P. S. (2008, July). Learning conceptual knowledge in the engineering sciences: Overview and future research directions. *Journal of Engineering Education*, pp. 279–294.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
- Tarmizi, R. A., & Bayat, S. (2012). Collaborative problem-based learning in mathematics: A cognitive load perspective. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 32, 344–350.
- Tuovinen, J. E., & Paas, F. (2004). Exploring multidimensional approaches to the efficiency of instructional conditions. *Instructional Science*, 32, 133–152.
- Van Gog, T., Kester, L., & Paas, F. (2011). Effects of worked examples, example-problem, and problem-example pairs on novices' learning. *Contemporary Educational Psychology*, 36(3), 212–218.
- Van Gog, T., & Paas, F. (2008). Instructional efficiency: Revisiting the original construct in educational research. *Educational Psychologist*, 43(1), 16–26.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2004). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science*, 32(1-2), 83–98.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2006). Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction*, 16, 154–164.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2008). Effects of studying sequences of process-oriented and product-oriented worked examples on troubleshooting transfer efficiency. *Learning and Instruction*, 18, 211–222.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147–177.
- Wiebe, E. N., Roberts, E., & Behrend, T. S. (2010). An examination of two mental workload measurement approaches to understanding multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 26(3), 474–481. doi:10.1016/j.chb.2009.12.006
- Wouters, P., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2010). Observational learning from animated models: Effects of studying-practicing alternation and illusion of control on transfer. *Instructional Science*, 38, 89–104. doi:10.1007/s11251-008-9079-0

- Yong, L. (2005, July). Using problem based learning in electrical engineering foundation. *The China Papers*, 67–70.
- Zeynivandnezhad, F., Ismail, Z., & Yusof, Y. M. (2012). Mathematics requirements for vocational and technical education in Iran. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 410–415. doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.670