



KEBERKESANAN PERMAINAN PENDIDIKAN TERHADAP PEMBELAJARAN HUKUM NEWTON

[THE EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL GAMES ON NEWTON'S LAWS LEARNING]

^{*1}Siti Nursaila Alias & ²Faridah Ibrahim

^{1&2}Pusat Pengajian Pendidikan Jarak Jauh
Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang

*Corresponding author: eylaa86@gmail.com

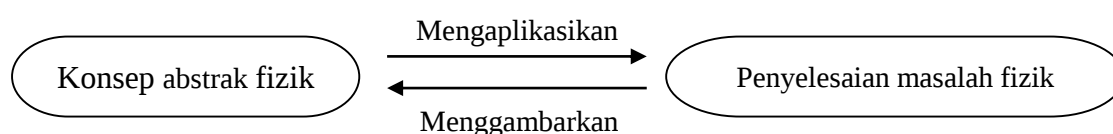
ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effectiveness of Newton's Laws educational games in improving Newton's Laws achievement and instructional efficiency. Two educational games were developed, namely educational games with self-explanation (DPK) and educational games without self-explanation (TPK). Based on Rapid Prototyping model, these educational games were developed in Malay Language and the contents were arranged according to Form Four Physics syllabus. Unity3D software was used as the main software in developing the educational games. A total of 196 students attended Physics play activities for two hours. Analyses of Newton's Laws Test, mental load and interviews were conducted to examine the effectiveness of these Newton's Laws educational games. The findings show that the students' achievement and instructional efficiency in Newton's Laws improved with the use of the educational games. This research concludes that the educational games mode plays an important role in increasing the students' achievement and learning instructional efficiency with the DPK mode is the most effective and efficient. The educational games mode serves as a scaffold for the formation of a coherent mental model and automatic schema.

Keywords: Educational games, Newton's Laws, Physics, achievement, instructional efficiency

1.0 PENGENALAN

Pengajaran dan pembelajaran (P&P) fizik bertujuan untuk mengaplikasikan konsep abstrak dalam penyelesaian masalah (Leonard, Dufresne, & Mestre, 1996) dan menggambarkan konsep abstrak daripada penyelesaian masalah (William & Beatty, 2005) seperti pada Rajah 1.



Rajah 1: Tujuan pengajaran dan pembelajaran fizik

Pengajaran fizik disampaikan dalam dua bentuk; iaitu pengetahuan konseptual dan prosedural. Pengetahuan konseptual merupakan pengetahuan yang perlu dikuasai sebelum menyelesaikan pengetahuan prosedural (Rittle-Johnson & Star, 2009; Matthews & Rittle-Johnson, 2008). Kebanyakan pelajar lebih menguasai pengetahuan prosedural berbanding pengetahuan konseptual walhal pengetahuan konseptual merupakan dasar kepada sesuatu pembelajaran (Zakaria, Mohd Nordin, & Ahmad, 2007; Rittle-Johnson *et al.*, 2001).

Pengetahuan konseptual adalah pengetahuan yang menerangkan mengapa sesuatu konsep digunakan dalam pembelajaran (Canobi, 2009; Rittle-Johnson, Star, & Durkin, 2009). Pengetahuan prosedural menerangkan bagaimana sesuatu proses dilakukan dalam pembelajaran (Zakaria, Mohd Nordin, & Ahmad, 2007; Shepherd, 2007). Pengetahuan prosedural juga melibatkan peraturan (*rules*) dan langkah-langkah penyelesaian masalah (Star & Newton, 2009; Rittle-Johnson *et al.*, 2001). Penyelesaian masalah secara analogi seringkali digunakan dalam pembelajaran fizik di mana ia memberi penekanan kepada latih tubi berbentuk soalan lazim. Latih tubi yang banyak tidak menjamin pemahaman konseptual (Kim & Pak, 2001).

Tanggapan negatif terhadap pembelajaran fizik seperti fizik merupakan matapelajaran yang sukar (Halim *et al.*, 2014), bersifat abstrak (Nordin & Ling, 2011) dan membosankan (Kinzie & Joseph, 2008). Tanggapan ini muncul apabila pembelajaran tradisional tidak interaktif (Neo & Rafi, 2007) dan hanya menggunakan media statik seperti buku teks dan lakaran di papan hitam (Stelzer *et al.*, 2009) tanpa mengambil kira ciri-ciri yang terdapat pada domain pembelajaran.

Mod pembelajaran tradisional melibatkan penggunaan buku teks (Stelzer *et al.*, 2009; Neo & Rafi, 2007). Buku teks berperanan membekalkan maklumat dalam bentuk media statik; iaitu teks, aktiviti dan gambar (Selvarajah, 2010; Awang Itam, 2006) bagi mengkonkritkan konsep fizik yang abstrak. Namun begitu, penggunaan media statik dalam menyampaikan domain pembelajaran yang dinamik akan menyebabkan kesukaran pada pelajar untuk membuat gambaran gerakan di dalam minda mereka (Feng-Qi & Timothy, 2012; Rieber, 1989). Keadaan ini akan membebankan proses kognitif mereka.

Mod pembelajaran tradisional yang menggunakan media statik dan penyelesaian masalah secara analogi tidak mencapai tujuan P&P fizik kerana tidak menekankan kepada pengetahuan konseptual. Maka, kajian ini membangunkan bahan pembelajaran yang dinamik dengan elemen bimbingan dan bantuan bagi menjadikan pembelajaran lebih bermakna.

Kajian ini memfokuskan kepada pembelajaran hukum Newton. Pembelajaran hukum Newton seringkali dianggap sukar untuk difahami (Ismail & Ayop, 2016; Phang & Noor Izyan, 2012) kerana domain pembelajaran yang dinamik (Lewalter, 2003; Palmer, 2001). Penggunaan media statik dalam pembelajaran hukum Newton akan membebankan proses kognitif pelajar (Siti Maisyarah, 2013; Sweller, 1994). Jadi, perisian pendidikan yang mempunyai ciri-ciri dinamik diperlukan bagi membantu pelajar membuat gambaran. Topik hukum Newton juga terdiri daripada banyak elemen yang berinteraksi sehingga menjejaskan pencapaian pelajar dalam topik hukum Newton (Ismail & Ayop, 2016; Phang & Noor Izyan, 2012).

Dapatan kajian diagnostik menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar dapat mengenal pasti jenis daya yang terlibat pada sesuatu jasad. Namun begitu, mereka menghadapi masalah untuk menterjemahkan maksud daya apabila daya-daya tersebut saling berinteraksi sehingga

menyebabkan mereka tidak dapat menentukan konsep leraian daya dan paduan daya. Permasalahan ini berlaku kerana pelajar salah dalam mentafsirkan jenis pergerakan jasad daripada bentuk ayat kepada bentuk rajah dan rumus akibat daripada penggunaan buku teks yang berbentuk statik. Penerangan isi kandungan dengan hanya berasaskan teks dan grafik statik dalam buku teks tidak dapat menyingkirkan salah konsep dalam kalangan pelajar kerana mereka sukar untuk menggambarkan dengan jelas melalui mata kasar (Yenilmez & Tekkaya, 2006). Keadaan ini menyebabkan pelajar gagal menyelesaikan masalah hukum Newton dengan lengkap.

Setelah mengetahui jurang pembelajaran hukum Newton, pengkaji mendapati bahawa penyelesaian bagi mengatasinya adalah dengan membangunkan perisian pendidikan yang berasaskan permainan dan berbentuk dinamik agar dapat membantu pelajar mevisualisasikan isi pembelajaran sehingga dapat membentuk peraturan (Tasker & Dalton, 2008). Jadi, pemilihan mod pembelajaran yang efektif dan efisien perlu sejajar konstruktif dengan domain pembelajaran, pengetahuan sedia ada dan kebolehan pelajar (Sweller, 1988; Hegarty, 1993).

Skrin paparan permainan pendidikan dibahagikan kepada dua bentuk, iaitu permainan pendidikan dengan penerangan sendiri (DPK) dan permainan pendidikan tanpa penerangan sendiri (TPK). Mod DPK menggabungkan pelbagai media dinamik dan penerangan sendiri sebagai bantuan dan bimbingan bagi memastikan pelajar membuat penjelasan pengetahuan konseptual kepada diri mereka sendiri. Manakala mod TPK hanya menggabungkan pelbagai media dinamik seperti animasi dan grafik autentik.

Pemilihan permainan pendidikan samada DPK atau TPK dapat mengkonkritkan pembelajaran yang abstrak dan mempercepatkan pemahaman pelajar. Persoalannya ialah adakah mod DPK akan memberikan kesan yang lebih baik terhadap pencapaian dan kecekapan pembelajaran pelajar berbanding mod TPK dan mod tradisional.

2.0 SOROTAN KAJIAN

2.1 Jurang Pembelajaran Hukum Newton

Permasalahan pembelajaran hukum Newton berlaku apabila pelajar tidak dapat mengaplikasikan konsep-konsep abstrak dalam hukum Newton; iaitu leraian daya dan paduan daya. Kajian mendapati bahawa pencapaian pelajar dalam pembelajaran hukum Newton adalah rendah (Ismail & Ayop, 2016; Syuhendri, 2015). Berdasarkan analisis kajian lepas, pengkaji mendapati bahawa permasalahan dalam pembelajaran hukum Newton dipengaruhi oleh pemahaman istilah (Phang & Noor Izyan, 2012; Angela, 2011).

Daya mempunyai banyak elemen kritikal dan saling berinteraksi (Ismail & Ayop, 2016; Phang & Noor Izyan, 2012). Keadaan ini menyebabkan pelajar mengambil daya sebagai suatu yang terpisah-pisah (*fragment*) (Phang & Noor Izyan, 2012; Angela, 2011). Hasil interaksi elemen kritikal yang salah menyebabkan pelajar gagal mengenal pasti jenis pergerakan jasad (pegun, halaju seragam dan pecutan). Keadaan ini disebabkan oleh pengajaran guru yang menekankan kepada model verbal dan model statik. Ini menyebabkan pelajar tidak dapat mengkonkritkan pembelajaran hukum Newton dan memerlukan pelajar membuat gambaran dalam minda sehingga meningkatkan beban minda mereka (Nordin & Ling, 2011). Oleh itu, permainan pendidikan diperlukan sebagai perancah luar bagi membentuk model dinamik sehingga mengkonstruksi skema secara sedar atau automatik.

2.2 Permainan Pendidikan

Permainan pendidikan (*educational game*) merupakan pembelajaran tidak formal yang melibatkan teknologi dalam pendidikan (Echeverria *et al.*, 2011; Paraskeva *et al.*, 2010). Ia dapat menarik perhatian pelajar untuk melibatkan diri dalam proses P&P secara aktif (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014; Woo, 2014). Permainan pendidikan juga merupakan BBM untuk belajar tanpa paksaan (Birova, 2013; Johari & Sharina, 2012) sehingga ia memberikan kesan yang positif dalam pembelajaran (Masson, Bub, & Lalonde, 2011; Kalantzis & Cope, 2010).

Kandungan dalam permainan pendidikan disusun mengikut sukatan pelajaran (Echeverria *et al.*, 2011; Dondi & Moretti, 2007) bagi memastikan kandungan pembelajaran terjamin (Maizatul *et al.*, 2014). Ciri-ciri permainan dalam permainan pendidikan pula dapat meningkatkan motivasi (Noor Azli *et al.*, 2015; Deterding *et al.*, 2011) dan keseronokan dalam pembelajaran (Sweetser & Wyeth, 2005; Vorderer *et al.*, 2004).

Permainan pendidikan berkeupayaan membantu pelajar membina perwakilan mental untuk domain pembelajaran yang dinamik (Shih & Alessi, 1994; Augustine, 1991). Sekiranya mod tradisional digunakan untuk menyampaikan domain pembelajaran yang dinamik, pelajar terpaksa membina perwakilan mental secara sendiri (Lewalter, 2003) dan meningkatkan beban minda mereka. Oleh itu, dengan penggunaan permainan pendidikan tahap pemahaman bertambah berbanding mod tradisional (Harun & Tasir, 2003; Lewalter, 2003).

Penggunaan permainan pendidikan adalah selaras dengan model ARCS (Keller, 1987) bagi merangsang pembelajaran. Empat komponen dalam model ARCS seperti pada Jadual 1.

Jadual 1: Model ARCS (Keller, 1987)

Bil	Komponen	Penerangan
1	Perhatian (<i>Attention</i>)	Ciri-ciri dalam permainan pendidikan menyebabkan wujud perasaan ingin tahu dan dapat menarik perhatian pelajar untuk terus bermain
2	Relevan (<i>Relevant</i>)	Membenarkan pelajar mempelajari pelbagai kemahiran baru dalam permainan pendidikan
3	Keyakinan (<i>Confident</i>)	Menggunakan maklum balas dalam permainan pendidikan agar dapat meningkatkan keyakinan pelajar untuk mencapai matlamat permainan
4	Kepuasan (<i>Satisfaction</i>)	Apabila pelajar dapat melalui sesuatu tahap cabaran dalam permainan pendidikan, mereka akan mencuba tahap cabaran yang seterusnya bagi mendapat kepuasan dalam bermain

Kajian yang dijalankan oleh Ito (2008) menunjukkan permainan pendidikan hanya berbentuk latihan tubi yang telah didigitalkan. Keadaan ini menyebabkan pelajar mudah bosan kerana ketiadaan faktor keasyikan. Selain itu, kebanyakan permainan pendidikan di pasaran mempunyai matlamat permainan yang tidak selari dengan objektif pembelajaran (Ertzberger, 2008; Sandford *et al.*, 2006). Oleh itu, usaha untuk mengintegrasikan permainan dalam kurikulum pendidikan dan keseronokan bermain diperlukan.

Pendekatan alternatif digunakan dalam kajian ini adalah permainan pendidikan bagi menyelesaikan masalah dalam pembelajaran hukum Newton. Permainan pendidikan dapat membantu pelajar mengkonstruksi skema melalui pengetahuan sedia ada dengan pengetahuan baru.

2.3 Penerangan Kendiri

Pembelajaran melibatkan integrasi maklumat baru ke dalam pengetahuan sedia ada. Penerangan sendiri diperlukan bagi membantu proses integrasi ini. Ini kerana penerangan sendiri merupakan penjelasan kepada diri sendiri dalam usaha untuk memahami pengetahuan baru (Sweller, 2010; Chi, 2009).

Pelajar yang tidak membuat penerangan sendiri tidak akan mengekod maklumat tersebut dalam memori mereka (Calin-Jageman & Ratner, 2005; Van Lehn & Jones, 1993). Penerangan sendiri berperanan untuk melengkapkan pemahaman pelajar dalam sesuatu topik yang bercanggah (De Leeuw & Chi, 2003). Penerangan sendiri dapat memudahkan proses pengkodean maklumat baru yang telah dibaiki ke dalam memori dan meningkatkan kefahaman pelajar (Renkl & Atkinson, 2003).

Keadaan ini menunjukkan bahawa pembelajaran lebih efektif dan efisien melalui pengintegrasian permainan pendidikan dengan penerangan sendiri untuk penyelesaian masalah hukum Newton. Penerangan sendiri ini dapat membimbing dan mengekalkan tumpuan pelajar untuk membuat penjelasan selari dengan pemikiran mereka (Cowling & Birt, 2016; Calin-Jageman & Ratner, 2005).

2.4 Kecekapan Pembelajaran

Pembelajaran yang berkesan adalah pembelajaran yang efektif dan efisien. Dalam kajian ini, skor min pencapaian menggambarkan pembelajaran yang efektif dan skor min kecekapan pembelajaran menggambarkan pembelajaran yang efisien. Apabila ada dua mod pembelajaran yang menunjukkan pencapaian yang sama, kecekapan pembelajaran digunakan bagi menentukan mod pembelajaran yang lebih berkesan (Moir, Shawna, & Laurice, 2016).

Berdasarkan skala beban minda, pengkaji mengukur skor min kecekapan pembelajaran dengan menggunakan rumus berikut (Paas & Van Merriënboer, 1993):

$$\text{Skor min kecekapan pembelajar an} = \frac{\text{Skor z} - \text{Beban minda}}{\sqrt{2}}$$

Skor-z ialah jarak sesuatu skor dari min yang diukur menggunakan unit sisihan piawai. Skor-z digunakan untuk membuat perbandingan antara skor pencapaian seseorang pelajar dengan pelajar lain mengikut kumpulan mod pembelajaran masing-masing. Skor-z dikira dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Skor z} = \frac{\text{Skor mentah} - \text{Skor min}}{\text{Sisihan piawai}}$$

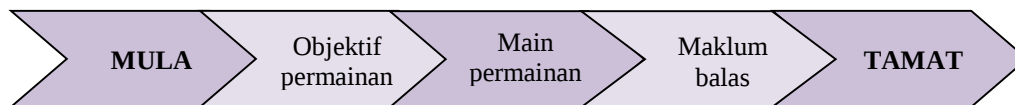
Kecekapan pembelajaran dihitung bagi setiap pelajar mengikut kumpulan pelajar, iaitu kumpulan pelajar yang menggunakan mod DPK, mod TPK dan mod tradisional. Kecekapan

pembelajaran diuji bagi melihat keberkesanan penggunaan permainan pendidikan dalam membantu proses pembelajaran pelajar. Sekiranya pelajar mendapat pencapaian dan kecekapan pembelajaran yang tinggi, ini menunjukkan bahawa permainan pendidikan yang digunakan oleh pelajar berkesan dan berkeupayaan dalam membantu meningkatkan kefahaman pelajar. Namun begitu, sekiranya pencapaian pelajar adalah tinggi dan kecekapan pembelajaran adalah rendah, maka permainan pendidikan kurang berkesan dalam membantu proses pembelajaran mereka.

3.0 REKABENTUK DAN PEMBANGUNAN PERMAINAN PENDIDIKAN

Pengkaji telah membangunkan permainan pendidikan yang mengintegrasikan elemen pendidikan dan elemen permainan yang berkaitan dengan situasi sebenar pelajar. Pengkaji juga telah membangunkan permainan pendidikan hukum Newton dalam Bahasa Melayu bagi mendaulkan bahasa kebangsaan (Abd Rahman & Abdullah, 2011). Permainan pendidikan direka bentuk berdasarkan situasi sebenar dalam bentuk penceritaan untuk merangsang motivasi pembelajaran dan menggalakkan penglibatan aktif pelajar dalam pembelajaran (Markey, Power, & Booker, 2003).

Permainan pendidikan dengan penerangan sendiri (DPK) dan permainan pendidikan tanpa penerangan sendiri (TPK) dibangunkan menggunakan perisian *Unity3D*. Perisian *Unity3D* adalah satu alat pengarang yang boleh mewujudkan persekitaran pembelajaran yang interaktif. Aliran permainan mod DPK dan TPK seperti pada Rajah 2.



Rajah 2: Aliran permainan Dunia Newton

Skrin menu utama pada Rajah 3 menunjukkan terdapat dua permainan dalam permainan pendidikan, iaitu 'Bekalan Makanan' dan 'Mangsa Banjir'. Permainan 'Bekalan Makanan' menyampaikan pembelajaran dalam komponen mengufuk dan permainan 'Mangsa Banjir' menyampaikan pembelajaran dalam komponen mencancang.



Rajah 3: Skrin menu utama dalam Dunia Newton

Skrin paparan permainan pendidikan dengan penerangan sendiri (DPK) dan permainan pendidikan tanpa penerangan sendiri (TPK) seperti pada Rajah 4 dan 5 mempunyai isi kandungan yang sama dan ia hanya berbeza dengan kewujudan penerangan sendiri.



Rajah 4: Paparan DPK dengan penerangan sendiri

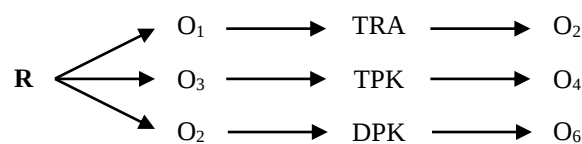


Rajah 5: Paparan TPK tanpa penerangan sendiri

4.0 METODOLOGI KAJIAN

4.1 Reka bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk eksperimen yang boleh menguji hipotesis bagi menentukan hubungan berbentuk sebab dan akibat (*cause and effect*) seperti pada Rajah 6. Reka bentuk ini juga berupaya menghasilkan bukti yang kukuh berkenaan hubungan sebab dan akibat (Gay & Airasian, 2003).



dengan

- R : Pengagihan rawak
- O₁, O₃ dan O₅ : Ujian pra hukum Newton
- O₂, O₄ dan O₆ : Ujian pasca hukum Newton
- TRA : Mod tradisional
- TPK : Permainan pendidikan **TANPA** penerangan sendiri
- DPK : Permainan pendidikan **DENGAN** penerangan sendiri

Rajah 6: Reka bentuk eksperimen

4.2 Instrumen Kajian

Instrumen kajian yang digunakan dalam kajian ini terdiri daripada instrumen pencapaian dan instrumen kecekapan pembelajaran. Instrumen pencapaian adalah ujian pra dan ujian pasca. Instrumen kecekapan pembelajaran adalah beban minda. Ujian pra diberikan sebelum rawatan pembelajaran manakala ujian pasca dan beban minda diberikan selepas rawatan pembelajaran.

Ujian pra dan ujian pasca mengandungi 12 soalan subjektif tentang topik hukum Newton untuk pengukuran pencapaian. Soalan-soalan ujian pra dan ujian pasca adalah sama dari segi kandungan tetapi susunan soalan telah dirombakkan. Ujian pasca turut mengandungi satu soalan beban minda untuk pengukuran kecekapan pembelajaran. Skor keseluruhan bagi kedua-dua instrumen ini ialah 100 markah dan masa untuk menjawab adalah 90 minit. Soalan yang terkandung dalam ujian pra dan ujian pasca telah disediakan oleh pengkaji bersama-sama dengan penyelia.

4.3 Prosedur Rawatan Pembelajaran

Kajian lapangan seperti pada Jadual 2 terbahagi kepada tiga fasa, iaitu Fasa 1: Ujian pra hukum Newton, Fasa 2: Rawatan kajian dan Fasa 3: Ujian pasca hukum Newton dan beban minda.

Jadual 2: Prosedur pelaksanaan rawatan pembelajaran

Fasa	Aktiviti	Jangka Masa
Fasa 1: Sebelum pembelajaran	Melaksanakan ujian pra hukum Newton	90 minit
Empat minggu kemudian		
Fasa 2: Semasa rawatan	Menggunakan mod pembelajaran, iaitu mod DPK, TPK dan TRA	2 jam
Rehat 10 minit		
Fasa 3: Selepas pembelajaran	Melaksanakan ujian pasca hukum Newton dan beban minda	90 minit

5.0 DAPATAN KAJIAN

5.1 Pencapaian hukum Newton

Ujian hukum Newton merupakan soalan subjektif yang mengandungi 12 soalan subjektif tentang topik hukum Newton untuk pengukuran pencapaian. Ujian hukum Newton bertujuan menentukan sejauhmana rawatan pembelajaran hukum Newton mempengaruhi kefahaman pelajar. Jadual 3 menunjukkan statistik deskriptif bagi ketiga-tiga mod pembelajaran yang dikaji, iaitu mod DPK, mod TPK dan mod TRA. Daripada jadual ini, didapati bahawa skor min pencapaian bagi mod DPK memperoleh skor min yang tertinggi, iaitu 63.39 markah dan diikuti oleh skor min pencapaian bagi mod TPK, iaitu 35.12 markah. Skor min pencapaian bagi mod tradisional adalah yang terendah sekali, iaitu 23.44 markah.

Jadual 3: Statistik deskriptif bagi ketiga-tiga mod pembelajaran untuk skor min pencapaian

	Mod Pembelajaran		
	DPK (N = 67)	TPK (N = 66)	TRA (N = 63)
Min	63.39	35.12	23.44
Sisihan Piawai	14.94	13.96	12.08

Jadual 4 menunjukkan ujian ANOVA satu-hala. Jadual ini menunjukkan bahawa skor min pencapaian pelajar bagi ketiga-tiga mod pembelajaran berbeza secara signifikan dengan $F(2, 193) = 146.388, p < 0.05$.

Jadual 4: ANOVA satu-hala berdasarkan ketiga-tiga mod pembelajaran untuk skor min pencapaian

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	55279.320	2	27639.660	146.388	.000
Within Groups	36440.496	193	188.811		
Total	91719.816	195			

Jadual 5 menunjukkan skor min pencapaian bagi ketiga-tiga mod pembelajaran, iaitu mod DPK, mod TPK dan mod tradisional dianalisis menggunakan *Post-Hoc* dengan Tukey HSD. Analisis ini membandingkan pencapaian pelajar bagi setiap mod pembelajaran untuk mengenal pasti sama ada terdapat perbezaan yang signifikan.

Jadual 5: Analisis perbandingan *Post-Hoc* dengan Tukey HSD untuk skor min pencapaian

(I) Mod Pembelajaran	(J) Mod Pembelajaran	Mean Difference (I-J)	Sig.
DPK	TPK	28.267*	.000
	TRA	39.944*	.000
TPK	DPK	-28.267*	.000
	TRA	11.677*	.000
TRA	DPK	-39.944*	.000
	TPK	-11.677*	.000

Signifikan * $p < 0.05$

5.2 Kecekapan Pembelajaran hukum Newton

Soalan beban minda untuk pengukuran kecekapan pembelajaran. Jadual 6 menunjukkan statistik deskriptif bagi ketiga-tiga mod pembelajaran yang dikaji, iaitu mod DPK, mod TPK dan mod TRA. Daripada jadual ini, didapati bahawa skor min kecekapan pembelajaran bagi mod DPK memperoleh skor min yang tertinggi, iaitu 2.98 markah dan diikuti oleh skor min kecekapan pembelajaran bagi mod TPK, iaitu 2.35 markah. Skor min kecekapan pembelajaran bagi mod tradisional adalah yang terendah sekali, iaitu 1.16 markah.

Jadual 6: Statistik deskriptif bagi ketiga-tiga mod pembelajaran untuk skor min kecekapan pembelajaran

	Mod Pembelajaran		
	DPK (N = 67)	TPK (N = 66)	TRA (N = 63)
Min	2.98	2.35	1.16
Sisihan Piawai	0.79	0.77	0.61

Jadual 7 menunjukkan ujian ANOVA satu-hala. Jadual ini menunjukkan bahawa skor min kecekapan pembelajaran pelajar bagi ketiga-tiga mod pembelajaran berbeza secara signifikan dengan $[F(2,193) = 102.944, p < 0.05]$.

Jadual 7: ANOVA satu-hala berdasarkan ketiga-tiga mod pembelajaran untuk skor min kecekapan pembelajaran

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	109.292	2	54.646	102.944	.000
Within Groups	102.451	193	.531		
Total	211.744	195			

Jadual 8 menunjukkan skor min kecekapan pembelajaran bagi ketiga-tiga mod pembelajaran, iaitu mod DPK, mod TPK dan mod tradisional dianalisis menggunakan *Post-Hoc* dengan Tukey HSD. Analisis ini membandingkan kecekapan pembelajaran pelajar bagi setiap mod pembelajaran untuk mengenal pasti sama ada terdapat perbezaan yang signifikan.

Jadual 8: Analisis perbandingan *Post-Hoc* dengan Tukey HSD untuk skor min kecekapan pembelajaran

(I) Mod Pembelajaran	(J) Mod Pembelajaran	Mean Difference (I-J)	Sig.
DPK	TPK	.62999*	.000
	TRA	1.81192*	.000
TPK	DPK	-.62999*	.000
	TRA	1.18192*	.000
TRA	DPK	-1.81192*	.000
	TPK	-1.18192*	.000

Signifikan * $p < 0.05$

Dapatan kajian menunjukkan pencapaian dan kecekapan pembelajaran pelajar yang menggunakan mod DPK lebih baik secara signifikan daripada pelajar yang menggunakan mod TPK dan mod tradisional. Dapatan kajian ini disokong oleh Roy & Chi, (2014), Hsu, Tsai, & Wang (2012), Ionas *et al.* (2012), Masson, Bub, & Lalonde (2011), and Mayer (2011) menunjukkan penerangan sendiri dapat mengintegrasikan pengetahuan baru dalam permainan pendidikan dengan pengetahuan sedia ada pelajar. Penerangan sendiri juga membantu pelajar menkonstruksi model sebab-akibat melalui huraian pergerakan jasad dalam bentuk rajah dan rumus. Penggunaan penerangan sendiri dapat membantu pelajar membuat peraturan (*rules*) bagi konsep hukum Newton. Keadaan ini dapat meningkatkan pencapaian pelajar. Berbeza dalam mod tradisional, pergerakan jasad dinyatakan dalam bentuk ayat. Keadaan ini menyebabkan pelajar gagal membentuk model dinamik dan model sebab-akibat. Dapatan ini menunjukkan permainan pendidikan dengan penerangan sendiri memberikan kesan yang lebih baik terhadap pencapaian hukum Newton berbanding mod tradisional. Oleh

itu, permainan pendidikan dengan penerangan sendiri merupakan pembelajaran yang efektif di mana pelajar bukan sahaja dapat membentuk model dinamik, malah ia juga dapat membentuk model sebab-akibat sehingga menkonstruksi skema automatik (Rosengrant, Van Heuvelen, & Etkina, 2009).

6.0 RUMUSAN

Penggunaan permainan pendidikan bersama-sama dengan penerangan sendiri membantu pelajar mengenal pasti elemen kritikal. Setelah pelajar melalui pelbagai bentuk aktiviti, mereka secara automatik dapat mengenal pasti pergerakan jasad. Keadaan ini dapat membantu pelajar menkonstruksi model sebab-akibat melalui huraian pergerakan jasad dalam bentuk rajah dan rumus. Apabila pelajar melalui aktiviti yang terdiri daripada pelbagai aspek seperti konteks, struktur permukaan dan aras kognitif yang berbeza, mereka dengan sendirinya dapat memilih dan menyusun mengikut aspek masing-masing. Penggunaan penerangan sendiri dapat membantu pelajar membuat peraturan (*rules*) bagi konsep hukum Newton. Keadaan ini membantu pelajar membentuk peraturan mengikut aspek yang ada. Setelah pelajar dapat membentuk peraturan, maka mereka akan lebih mudah menyelesaikan masalah dan tidak memerlukan lagi bantuan daripada penerangan sendiri. Secara tidak langsung mereka dapat membentuk skema automatik. Apabila pembentukan skema automatik berlaku, ia dapat memudahkan memori bekerja ditempatkan sepenuhnya bagi menyelesaikan masalah baru yang tidak lazim.

RUJUKAN

- Abd Rahman, N. & Abdullah, H. (2011, November 5). Pemansuhan PPSMI kekal. *Utusan Malaysia*. Retrieved from http://ww1.utusan.com.my/utusan/info.asp?y=2011&dt=1105&pub=Utusan_Malaysia&sec=Muka_Hadapan&pg=mh_02.htm
- Angela, M. (2011). Teaching Newton's laws to urban middle school students: Strategies for conceptual understanding. *Journal of Curriculum and Instruction*, 5(1), 54-67
- Augustine (1991). *Confessions* (H. Chadwick, Trans.). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Awang Itam, M. (2006). *Sikap guru terhadap keberkesanan buku teks Bahasa Melayu dan penggunaannya di dalam bilik darjah*. (Master dissertation). Universiti kebangsaan Malaysia, Malaysia.
- Birova (2013). Game as a main strategy in language education. *American Journal of Educational Research*, 1(1), 6-10.
- Calin-Jageman, R.J. & Ratner, H.H. (2005). The role of encoding in the self-explanation effect. *Cognition and Instruction*, 23(4), 523-543.
- Canobi, K.H. (2009). Concept-procedure interactions in children's addition and subtraction. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 131-149.
- Chi, M.T.H. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73-105.
- Cowling, M. & Birt, J. (2016). Piloting mixed reality in ICT networking to visualize complex theoretical multi-step problems. In S. Barker, S. Dawson, A. Pardo, & C. Colvin (Eds.), *Show Me The Learning, Proceedings ASCILITE 2016 Adelaide* (pp. 163-168). University of South Australia, Adelaide: Faculty of Society and Design Publications.

- De Leeuw, N. & Chi, M.T.H. (2003). *Self-explanation: Enriching a situation model or repairing a domain model?* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “Gamification”. *MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, Tampere, 28 – 30 September 2011* (pp. 9–15). Finland: ACM Digitak Library.
- Dondi, C. & Moretti, M. (2007). A methodological proposal for learning games selection and quality assessment. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 502-512.
- Echeverria, A., Garcia-Campo, C., Nussbaum, M., Gil, F., Vilalta, M., Amestica, M., & Echeverria, S. (2011). A framework for the design and integration of collaborative classroom games. *Computers & Education*, 57, 1127–1136.
- Ertzberger, J. (2008). *An exploration of factors affecting teachers' use of video games as instructional tools*. (Unpublished doctoral dissertation). Pepperdine University, Malibu, CA.
- Feng-Qi, L. & Timothy, J. (2012). Impact of static graphics, animated graphics and mental imagery on a complex learning task. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(1), 91-104.
- Gay, L.R. & Airasian, P. (2003). *Educational research: Competencies for analysis and application (7th ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Halim, L., Yong, T.K., & Meerah, T.S.M. (2014). Overcoming students' misconceptions on forces in equilibrium: An action research study. *Creative Education*, 5, 1032-1042
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *HICSS '14 Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, 6-9 January 2014* (pp. 3025-3034). USA: IEEE Computer Society Washington.
- Harun, J. & Tasir, Z. (2003). *Pengenalan Kepada Multimedia*. Selangor: Venton Publishing (M) Sdn. Bhd.
- Hegarty, S. (1993) Reviewing the literature on integration. *European Journal of Special Needs Education*, 8(3), 194-200.
- Hsu, C.Y., Tsai, C.C., & Wang, H.Y. (2012). Facilitating third graders' acquisition of scientific concepts through digital game-based learning: The effects of self-explanation principles. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 21(1), 71-82.
- Ionas, I.G., Cernusca, D., & Collier, H.L. (2012). Prior knowledge influence on self-explanation effectiveness when solving problems: An exploratory study in Science learning. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(3), 349-358.
- Ismail, A.T. & Ayop, S.K. (2016). Tahap kefahaman dan salah konsep terhadap konsep daya dan gerakan dalam kalangan pelajar tingkatan empat. *Jurnal Fizik Malaysia*, 37(1), 1-12.
- Ito, M. (2008). *Education v. entertainment: A cultural history of children's software*. New York, U.S.: The MacArthur Foundation Digital Media and Learning Initiative.

- Johari, H. & Shahrina, A.R. (2012). Ketagihan penggunaan internet di kalangan remaja sekolah tingkatan 4 di bandaraya Johor Bahru. *Journal of Technical, Vocational & Engineering Education*, 6, 23-43.
- Kalantzis, M. & Cope, B. (2010). Learning by design. *E-Learning and Digital Media*, 7(3), 198-199.
- Keller, J.M. (1987). Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.
- Kim, E. & Pak, S.J. (2001). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *Am. J. Phys.* 70(7), 759-765.
- Kinzie, M.B. & Joseph, D.R.D. (2008). Gender differences in game activity preferences of middle school children: Implications for educational game design. *Educational Technology Research & Development*, 56, 643–663.
- Leonard, W.J., Dufresne, R.J., & Mestre, J.P. (1996). Using qualitative problem-solving strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems. *American Journal of Physics*, 64(12), 1495-1503.
- Lewalter, D. (2003). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*, 13(2), 177-189.
- Maizatul Hayati, M.Y., Md Nasir, M., & Laili Farhana, M.I. (2014). Pendekatan melalui reka bentuk permainan digital dalam proses pengajaran dan pembelajaran kanak-kanak: Isu dan cabaran. *5th International Conference on Education Technology of Adi Buana, Surabaya, 24 Mei 2014* (pp. 1-10). Indonesia: Global Challenges and Reconstruction for Future Education.
- Markey, C., Power, D., & Booker, G. (2003). Using structured games to teach early fraction concepts to students who are deaf or hard of hearing. *American Annals of The Deaf*, 148(3), 251-258.
- Masson, M.E.J., Bub, D.N., & Lalonde, C.E. (2011). Video-game training and naive reasoning about object motion. *Applied Cognitive Psychology*, 25, 166–173.
- Matthews, P. & Rittle-Johnson, B. (2008). In pursuit of knowledge: Comparing self-explanations, concepts and procedures as pedagogical tools. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(1), 1-21.
- Mayer, R.E. (2011). *Multimedia learning and games*. Charlotte, NC: Information Age.
- Moir, K., Shawna, H., & Laurice, M.J. (2016). Evidence-based instruction is not enough: strategies for increasing instructional efficiency. *Intervention in School and Clinic*, 47(2), 67-74.
- Neo, M. & Rafi, A. (2007). Designing interactive multimedia curricula to enhance teaching and learning in the Malaysian classroom- from teacher-led to student-centered experiences. *International Journal of Instructional Media*, 34(1), 51-59.
- Noor Azli, M.M., Hairol Anuar, M.D., Ahmad Nazeer, Z.A., Nur Muizz, M.S., & Intan Fadzlina, A. (2015). Kesan permainan digital dalam pendidikan. *International Conference on Information Technology & Society, Kuala Lumpur, 8-9 June 2015* (pp. 292-297). Malaysia: Proceeding of IC-ITS.
- Nordin, A. & Ling, L.H. (2011). Hubungan sikap terhadap mata pelajaran sains dengan penguasaan konsep asas sains pelajar tingkatan dua. *Journal of Science & Mathematics Educational*, 4, 89-101.

- Paas, F. & van Merriënboer, J. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental-effort and performance measures. *Human Factors*, 35, 737-743.
- Palmer, D. (2001). Student's alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about Gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7), 691-706.
- Paraskeva, F., Mysirlaki, S., & Papagianni, A. (2010). Multiplayer online games as educational tools: Facing new challenges in learning. *Computers & Education*, 54, 498-505.
- Phang, F.A. & Noor Izyan, S. (2012). Pengajaran *Free-Body Diagram* (FBD) dalam menyelesaikan masalah tajuk daya Tingkatan Empat. *Seminar Majlis Dekan Pendidikan IPTA 2012, The Zon Regency, Johor Bahru, 7-9 October 2012* (pp. 1-15). Johor: Universiti Teknologi Malaysia, Faculty of Education.
- Renkl, A. & Atkinson, R.K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skills acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38, 15-22.
- Rieber L.P. (1989). The effects of computer animated elaboration strategies and practice on factual and application learning in an elementary science lesson. *Journal of Educational Computing Research*, 5, 431-444.
- Rittle-Johnson, B. & Koedinger, K.R. (2009). Iterating between lessons concepts and procedures can improve mathematics knowledge. *British Journal of Educational Psychology*, 79, 483-500.
- Rittle-Johnson, B., Siegler, R.S., & Alibali. (2001). Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 346-362.
- Rittle-Johnson, B., Star, J.R., & Durkin, K. (2009). The important of prior knowledge when comparing examples: Influences on conceptual and procedural knowledge of equation solving. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 836-852.
- Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams? *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(1), 1-13.
- Roy, M. & Chi, M.T.H. (2014). The self-explanation principle in multimedia learning. In R. Mayer, (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 2nd Edition (pp. 413-432). http://chilab.asu.edu/papers/MultiM_chapter_final.pdf
- Sandford, R., Ulicsak, M., Facer, K., & Rudd, T. (2006). *Teaching with games: Using commercial off-the-shelf games in formal education*. Bristol, U.K.: Futurelabs.
- Selvarajah, M. (2010). *Penilaian terhadap kualiti buku teks Kemahiran Hidup Tahun 4: Tumpuan kepada guru-guru Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil di Wilayah Persekutuan*. (Master dissertation). Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Shepherd, N. (2007). Archaeology dreaming: Post-apartheid urban imaginaries and the bones of the prestwich street dead. *Journal of Social Archaeology*, 7(1), 3-28.
- Shih, Y.F. & Alessi, S.M. (1994). Mental models and transfer of learning in computer programming. *Journal of Research on Computing in Education*, 262, 154-175.

- Siti Maisyarah. (2013). *Pembangunan dan kesan koswer animasi grafik dalam kalangan pelajar teknikal yang berbeza kecerdasan visual-ruang*. (Master dissertation). Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Malaysia.
- Star, J.R. & Newton, K.J. (2009). The nature and development of expert's strategy flexibility for solving equations. *ZDM Mathematics Education*, 41, 557-567.
- Stelzer, T., Gladding, G., Mestre, J., & Brookes, D. (2009). Comparing the efficacy of multimedia modules with traditional textbooks for learning introductory physics content. *The Physics Teachers*, 77, 184-190.
- Sweetser, P. & Wyeth, P. (2005). Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games. *ACM Computers in Entertainment*, 3(3), 1-24.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 123-138.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 2157-285.
- Syuhendri. (2015). *The effect of conceptual change strategies towards fostering conceptual change in students' understanding of mechanics*. (Doctoral dissertation). Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia.
- Tasker, R. & Dalton, R. (2008). Visualizing the molecular world—design, evaluation, and use of animations. In J.K. Gilbert et al., (eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 103-131). https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4020-5267-5_6
- Van Lehn, K. & Jones, R. (1993). *What mediates the self-explanation effect? Knowledge gaps, schemas or analogies?* Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Vorderer, P., Klimmt, C., & Ritterfeld, U. (2004). Enjoyment: At the heart of media entertainment. *Communication Theory*, 14(4), 388-408.
- William, J. & Beatty, I. (2005). Teaching vs. learning: Changing perspectives on problem solving in physics instruction. *9th Common Conference of the Cyprus Physics Association and Greek Physics Association: Developments and Perspectives in Physics - New Technologies and Teaching of Science, Nicosia, 4-6 Feb 2005* (pp. 1-10). Cyprus: Scientific Reasoning Research Institute & Department of Physics.
- Woo, J.C. (2014). Digital game-based learning supports student motivation, cognitive success and performance outcomes. *Educational Technology & Society*, 17(3), 291-307.
- Yenilmez, A. & Tekkaya, C. (2006). Enhancing students' understanding of photosynthesis and respiration in plant through conceptual change approach. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 81-87.
- Zakaria, E., Mohd Nordin, N., & Ahmad, S. (2007). *Trend pengajaran dan pembelajaran matematik*. Kuala Lumpur: Utusan Publications & Distributors Sdn. Bhd.