

Keberkesanan Modul Pembelajaran Bagi Topik Graf Gerakan Linear Fizik Tingkatan Empat

Effectiveness of Learning Modules for Topics Linear Motion Graph Fourth Form Physics

Norul Naim Makhtar¹, Siti Nursaila Alias^{1*}, Anis Nazihah Mat Daud¹, Norlia Mat Nor²

¹Department of Physics, Faculty of Science and Mathematics, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak, Malaysia

²Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

*Corresponding author: anasaila@fsmt.upsi.edu.my

Received: June 2023; **Published:** November 2023

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk menentukan keberkesanan modul pembelajaran Graf Gerakan Linear (PGeL) ke atas pelajar Tingkatan Empat. Reka bentuk kajian ini ialah kajian pembangunan yang melibatkan pembangunan modul pembelajaran PGeL berlandaskan model reka bentuk instruksional ASSURE. Modul tersebut dibangunkan dengan menerapkan elemen tongkolan, mnemonik, simulasi interaktif, pendekatan POE (meramal, memerhati dan menerangkan) dan teknik grafik. Keberkesanan modul PGeL dikaji menggunakan reka bentuk kuasi eksperimen. Seramai 94 orang pelajar sekolah menengah di sebuah zon Kuala Lumpur dipilih sebagai responden kajian menggunakan teknik pensampelan rawak berkelompok yang terdiri daripada dua kumpulan; kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Keberkesanan modul pembelajaran PGeL ditentukan melalui set soalan ujian pra dan ujian pasca. Analisis data dijalankan menggunakan perisian *Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Dapatan kajian menunjukkan bahawa modul pembelajaran PGeL yang dibangunkan mempunyai nilai kesahan muka dan kesahan kandungan yang tinggi iaitu 97.1% dan 95.3%. Set soalan ujian pra dan ujian pasca digunakan untuk mengumpul maklumat pencapaian pelajar dalam topik Graf Gerakan Linear. Analisis jawapan pelajar mengikut konteks mendapati kumpulan rawatan mempunyai peningkatan pencapaian yang lebih baik berbanding kumpulan kawalan. Peningkatan pencapaian terbaik kumpulan rawatan adalah dalam konteks penyelesaian masalah. Analisis ujian-t sampel bebas pula menunjukkan bahawa tidak terdapat perbezaan yang signifikan bagi min skor ujian pra antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan [$t(92, p = 0.824) = -0.223, p > 0.05$]. Analisis ujian-t sampel bebas juga menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan bagi min skor ujian pasca antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan [$t(92, p = 0.000) = 10.919, p < 0.05$]. Manakala, analisis ujian-t sampel bebas menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan bagi pencapaian kumpulan rawatan dengan pencapaian kumpulan kawalan [$t(92, p = 0.000) = 12.622, p < 0.05$]. Kesimpulannya, modul pembelajaran PGeL yang dibangunkan berkesan untuk meningkatkan pencapaian pelajar tingkatan empat bagi topik Graf Gerakan Linear. Implikasi kajian ini ialah modul pembelajaran PGeL yang dibangunkan sesuai digunakan sebagai bahan bantu belajar bagi topik Graf Gerakan Linear.

Kata kunci: Model ASSURE, Graf Gerakan Linear

ABSTRACT

The study aimed to determine the effectiveness of the Linear Motion Graph learning module (PGeL) among Form Four students. The design of this study is the developmental research which involves the development of the PGeL learning module based on the ASSURE instructional design model. The

module was developed by applying chunking elements, mnemonic, interactive simulations, POE approach (predict, observe and explain) and graphics techniques. The effectiveness of the PGeL module was investigated using the quasi-experimental design. A total of 94 secondary school students in Kuala Lumpur zone were selected as respondents using the cluster random sampling technique and consist of two groups; the treatment group and the control group. The effectiveness of the PGeL learning module was determined using pre-test and post-test question sets. Data analysis was carried out using the Statistical Package for the Social Science (SPSS) software. The findings showed that the developed PGeL learning module had high face validity and content validity of 97.1% and 95.3%, respectively. The pre-test and post-test questions were used to collect information on student achievement in the Linear Motion Graph topic. Analysis of student responses in context found that the treatment group showed a better improvement in achievement compared to the control group, with the best improvement being in problem-solving contexts. Independent samples *t*-test analysis showed that there was no significant difference in the pre-test score between the treatment group and the control group [$t(92, p = 0.824) = -0.223, p > 0.05$]. Independent samples *t*-test analysis also showed that there was a significant difference in the post-test score between the treatment group and the control group [$t(92, p = 0.000) = 10.919, p < 0.05$]. Furthermore, independent samples *t*-test analysis showed that there was a significant difference in achievement between the treatment group and the control group [$t(92, p = 0.000) = 12.622, p < 0.05$]. In conclusion, the developed PGeL learning module is effective in improving the achievement of form four students in the Linear Motion Graph topic. The implication of this study is that the PGeL learning module is suitable for use as a learning aid for the Linear Motion Graph topic.

Keywords: ASSURE model, Linear Motion Graph

1. PENDAHULUAN

Mata pelajaran fizik menerangkan konsep yang tidak dapat dilihat melalui pemerhatian dengan mata kasar mengenai perkara yang berlaku dalam kehidupan harian (Mufit et al., 2020; Saprudin et al., 2019) seperti graf yang digunakan sebagai perwakilan bagi menggambarkan pergerakan sesuatu jasad. Hal ini menyebabkan pelajar mengalami kesukaran untuk menguasai mata pelajaran fizik (Mazlena Murshed, 2020; Norbaizura Nordin & Rozidawati Awang, 2021; Norezan Ibrahim et al., 2019). Salah satu kesukaran yang dihadapi oleh pelajar adalah mentafsir graf yang mewakili maklumat yang kompleks dalam mata pelajaran fizik (Amin et al., 2020; Antwi et al., 2018; Norbaizura Nordin, 2019; Norbaizura Nordin & Rozidawati Awang, 2021; Phage, 2018). Antara kesukaran pelajar dalam mentafsir graf adalah pelajar tidak dapat memilih pernyataan yang tepat mengenai halaju sesuatu jasad berdasarkan graf sesaran-masa (*s-t*) yang diberikan serta pelajar tidak dapat menentukan nilai halaju sesuatu jasad berdasarkan graf sesaran-masa(*s-t*) yang diberikan.

Graf perlu ditafsir dengan pengetahuan dan cara yang betul bagi memahaminya. Maka, dalam standard kandungan bagi Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) bagi mata pelajaran fizik, pelajar dilatih untuk mentafsir graf melalui topik Graf Gerakan Linear. Terdapat tiga jenis graf yang mewakili pergerakan suatu objek, iaitu graf sesaran-masa (*s-t*), graf halaju-masa (*v-t*) dan graf pecutan-masa (*a-t*) yang perlu dipelajari (KPM, 2018). Ketiga-tiga Graf Gerakan Linear ini berkaitan antara satu dengan yang lain menyebabkan pelajar perlu meneliti maklumat serta bentuk pada graf bagi memahami pergerakan yang diwakili oleh graf tersebut (Ceuppens et al., 2019; Echevarría et al., 2020; Klein et al., 2020; Núñez et al., 2022a; Sarkity et al., 2021).

Bagi soalan mengenal pasti Graf Gerakan Linear yang sepadan berdasarkan graf yang diberikan, pelajar perlu memilih graf halaju-masa (*v-t*) atau graf pecutan-masa (*a-t*) yang sepadan bagi graf sesaran-masa (*s-t*) yang diberikan, memilih graf pecutan-masa (*a-t*) atau graf sesaran-masa (*s-t*) yang sepadan bagi graf halaju-masa (*v-t*) yang diberikan serta memilih graf halaju-masa (*v-t*) atau graf sesaran-masa (*s-t*) yang sepadan bagi graf pecutan-masa (*a-t*) yang

diberikan. Amin et al., (2020) mendapati 88.09 peratus pelajar tidak dapat menjawab dengan tepat manakala Núñez et al., (2022a) pula mendapati 46.0 peratus pelajar tidak dapat menjawab soalan Graf Gerakan Linear bagi bentuk yang sama. Perkara ini memberi gambaran pelajar mengalami kesukaran untuk memilih suatu bentuk graf yang sepadan dengan graf yang diberikan.

Pelajar juga menghadapi masalah untuk mengenal pasti Graf Gerakan Linear berdasarkan pernyataan (Amin et al., 2020; Klein et al., 2020; Skrabankova et al., 2020; Vaara & Sasaki, 2019). Dalam kajian Amin et al., (2020) mendapati 79.1 peratus pelajar tidak dapat menjawab soalan mengenal pasti Graf Gerakan Linear berdasarkan pernyataan manakala Hernández et al., (2021) mendapati 40.2 peratus pelajar tidak dapat menjawab bagi soalan yang sama. Pelajar perlu memilih salah satu daripada tiga jenis Graf Gerakan Linear berdasarkan pernyataan mengenai keadaan pergerakan sesuatu objek yang diberikan.

Kefahaman dan penguasaan strategi penyelesaian masalah diperlukan dalam menjawab soalan berbentuk penyelesaian masalah Graf Gerakan Linear. Didapati pelajar gagal menyelesaikan masalah yang berkaitan kecerunan graf (Amin et al., 2020; Ceuppens et al., 2019; Klein et al., 2019; Núñez et al., 2022b; Zajkov & Gegovska-Zajkova, 2020) dan luas di bawah graf (Amin et al., 2020; Klein et al., 2019, 2020, 2021; Núñez et al., 2022a; Zajkov & Gegovska-Zajkova, 2020). Pelajar tidak dapat membuat perkaitan antara rumus dengan graf menyebabkan mereka tidak mengetahui bahawa kuantiti fizik yang ditentukan dapat diperolehi daripada kecerunan graf (Amin et al., 2020; Phage, 2018). Perkara ini menyebabkan pelajar tidak menentukan kecerunan bagi dua titik sebaliknya terus mengambil nilai bacaan pada paksi-y sebagai nilai bagi kecerunan graf (Amin et al., 2020; Zajkov & Gegovska-Zajkova, 2020; Zavala et al., 2017). Hal ini menunjukkan pelajar tidak mengetahui bahawa nilai bagi suatu kuantiti fizik dapat ditentukan berdasarkan formula, sebagai contoh pecutan bersamaan dengan halaju bahagi masa tetapi tidak memahami nilai pecutan pada suatu graf halaju-masa ($v-t$) iaitu tidak memahami cara kuantiti fizik dapat ditentukan melalui graf yang diberikan.

Bagi mengatasi masalah ini, bahan pembelajaran yang selari dengan PAK-21 bagi aktiviti pengajaran dan pembelajaran (PdP) yang dilaksanakan seperti penggunaan multimedia dan teknologi. Modul pembelajaran yang dilengkapi dengan teknik tongkolan bagi meningkatkan ingatan dan memudahkan pemprosesan maklumat (Dunleavy et al., 2022; Nia & Ekaningsih, 2020; Norris & Kalm, 2021; Suppawittaya & Yasri, 2021). Bagi memberikan gambaran konkrit mengenai keadaan pergerakan dengan bentuk graf, penggunaan simulasi dalam modul pembelajaran disediakan (Özcan et al., 2020; Rehman et al., 2021; Tuyboevna, 2021). Grafik pula digunakan untuk mengurangkan beban kognitif (Mayer et al., 2020; Richter et al., 2018). Teknik POE digunakan untuk meningkatkan kemahiran pelajar dalam menyelesaikan masalah (Fitriani et al., 2020; Setyadi et al., 2019) dan simulasi PhET pula digunakan bagi membandingkan bentuk graf yang terhasil bagi fasa meramal dan memerhati dalam POE. Hal ini adalah kerana simulasi PhET dapat digunakan untuk menggambarkan konsep yang abstrak (Özcan et al., 2020; Rehman et al., 2021; Tuyboevna, 2021) seperti pergerakan dan graf. Masalah dipecahkan kepada kepada bahagian-bahagian yang lebih kecil melalui teknik tongkolan supaya masalah tersebut lebih mudah untuk diselesaikan (Rumack, 2021; Zhang et al., 2021).

Objektif kajian yang ingin dicapai dalam adalah untuk membangunkan modul pembelajaran bagi topik Graf Gerakan Linear dan kemudiannya menguji keberkesanan modul pembelajaran PGeL berbanding dengan pembelajaran tradisional bagi topik Graf Gerakan Linear untuk mata pelajaran fizik tingkatan empat. Oleh itu, terdapat dua persoalan kajian perlu dijawab iaitu: (i) Apakah nilai kesahan muka dan kandungan bagi modul pembelajaran PGeL yang dibangunkan?; (ii) Adakah terdapat perbezaan yang signifikan di antara min skor pencapaian bagi kumpulan rawatan dengan kumpulan kawalan?.

Hipotesis kajian berdasarkan persoalan kajian ini adalah:

H₀₁: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pra bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear ($\mu_{\text{pra-G}} = \mu_{\text{pra-T}}$).

H₀₂: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pasca bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear ($\mu_{\text{pasca-G}} = \mu_{\text{pasca-T}}$).

H₀₃: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor pencapaian antara kumpulan rawatan dengan min skor pencapaian kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear ($\mu_{\text{pencapaian-G}} = \mu_{\text{pencapaian-T}}$).

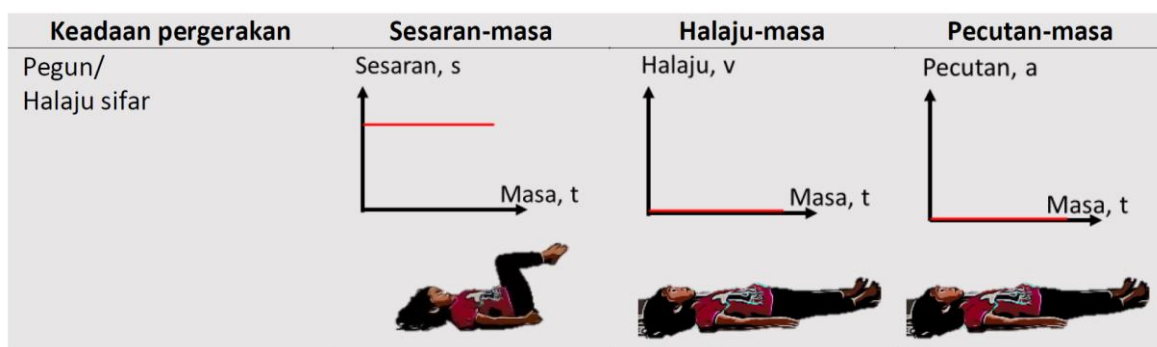
2. METODOLOGI

2.1. Reka Bentuk Kajian Pembangunan

Kajian pembangunan dijalankan bagi membina modul pembelajaran PGeL dengan berpandukan model reka bentuk instruksional ASSURE. Model ini dipilih kerana keupayaannya untuk membangunkan modul pembelajaran yang mengintegrasikan penggunaan teknologi (Bujeng et al., 2019). Pembangunan bahan pembelajaran serta aktiviti yang mengintegrasikan teknologi dan media menggunakan model ASSURE (Baity Bujeng, 2019; Chu et al., 2021; Gyedu et al., 2020; Norbaizura Nordin et al., 2019; Punia Turiman et al., 2019; Ramadhani & Fitri, 2020; Rasdi et al., 2021).

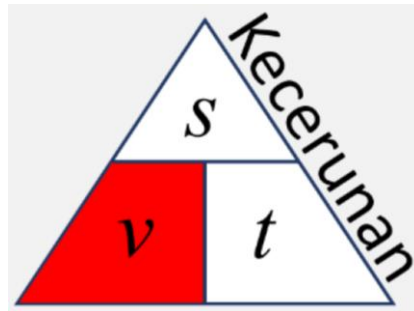
Modul pembelajaran PGeL mengandungi lima unit. Unit 1 dan Unit 2 bertujuan memberi pengetahuan dan kemahiran untuk menterjemah graf. Unit 3 dan Unit 4 pula memerlukan pelajar untuk mengaplikasi pengetahuan mengenai kecerunan graf dan luas di bawah graf bagi menyelesaikan masalah. Akhirnya, pelajar dapat menyelesaikan masalah yang kompleks dalam Unit 5. Topik Graf Gerakan Linear dibahagikan kepada unit-unit kecil membantu pelajar memahami dan mengekalkan kefahaman pelajar mengenainya (Cheng et al., 2015). Latihan yang diberikan kepada pelajar juga dimulakan daripada mudah kepada sukar (Zhang et al., 2020). Perkara ini membantu pelajar bagi menyusun, menyimpan dan menggunakan pengetahuan mereka.

Selain itu, maklumat yang dikelompokkan mengikut kategori tertentu dapat membantu pelajar mengingat (Suppawittaya & Yasri, 2021). Perkara ini dilakukan bagi mengatasi masalah sumber kognitif yang terhad. Tongkolan dilakukan bagi maklumat yang dikelompokkan mengikut keadaan pergerakan pegun, bergerak dengan halaju seragam, bergerak dengan halaju bertambah dan bergerak dengan halaju berkurang bersama dengan tiga bentuk Graf Gerakan Linear. Penyusunan maklumat ini memberi gambaran kepada pelajar mengenai hubungan antara suatu Graf Gerakan Linear dengan yang lain. Rajah 1 menunjukkan tongkolan yang dilakukan mengenai keadaan pergerakan dan bentuk graf. Sebagai contoh, keadaan seseorang berbaring dikaitkan dengan graf dengan garisan graf selari dengan paksi $y = 0$. Keadaan seseorang berbaring dengan kaki diangkat selari dengan lantai pula mewakili graf dengan garisan selari dengan paksi-x iaitu dengan nilai y yang positif.



Rajah 1. Tongkolan bagi keadaan pergerakan dan bentuk Graf Gerakan Linear

Mnemonik visual digunakan bagi memberi gambaran mengenai rumus dan penentuan kuantiti fizik yang berkaitan dengan topik Graf Gerakan Linear seperti kuantiti fizik yang diwakili oleh kecerunan, kuantiti fizik yang dapat ditentukan melalui luas di bawah graf, halaju purata, serta sesaran dan jarak. Rajah 2 merupakan mnemonik visual bagi menggambarkan kuantiti fizik yang dapat ditentukan daripada kecerunan graf. Mnemonik visual ini memberi gambaran bahawa kecerunan bagi graf halaju-masa (v - t) mewakili nilai pecutan.

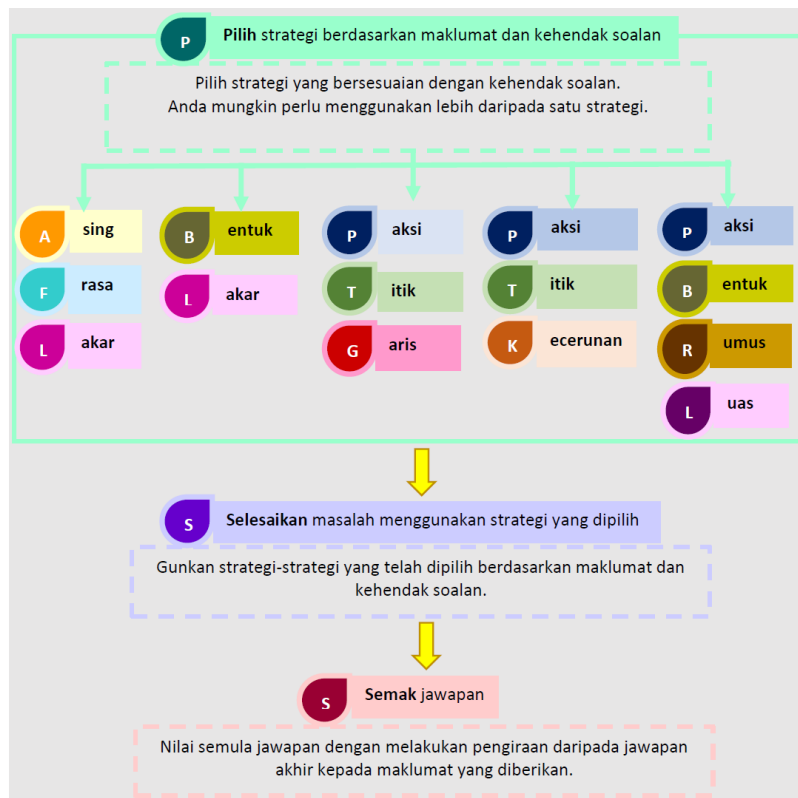


Rajah 2. Mnemonik visual bagi mengingatkan kuantiti fizik yang ditentukan melalui kecerunan graf

Mnemonik abjad digunakan bagi mewakili strategi melakar bentuk graf (AFL), mengubah bentuk graf (BL), memplot graf bagi suatu situasi (PTG), menganalisis graf berdasarkan kecerunan (PTK), menganalisis graf berdasarkan luas di bawah graf (PBRL) dan strategi menyelesaikan masalah (PSS). Abjad yang mewakili huruf utama suatu frasa disusun supaya dapat berfungsi sebagai pembayang bagi maklumat supaya mudah untuk diingati (Freeman-Green et al., 2015; Lubin & Polloway, 2016; Mostafa & El Midany, 2017).

Simulasi interaktif memberikan gambaran konkrit mengenai konsep fizik yang abstrak (Batuyong & Antonio, 2018; Hasyim et al., 2020; Rustana et al., 2020; Wiemann et al., 2008). Selain itu, suatu idea dapat disahkan dengan menggunakan simulasi interaktif. (Batuyong & Antonio, 2018). Kedua-dua perkara ini menyebabkan simulasi interaktif PhET digunakan dalam modul pembelajaran PGeL. Simulasi interaktif PhET iaitu *The Moving Man* telah dipilih kerana simulasi ini dapat menggambarkan pergerakan yang berbeza dan memaparkan graf serentak dengan pergerakan. Terdapat beberapa tujuan penggunaan simulasi dalam modul ini iaitu sebagai gambaran konkrit supaya membantu murid membezakan graf juga gerakan dalam keadaan pegun, halaju seragam, halaju bertambah dan halaju berkurang pada Unit 1 dan sebagai alat untuk pemerhatian dijalankan dalam aktiviti POE bagi Unit 3 dan Unit 4. Rakaman simulasi yang disimpan dalam *Google Drive* dilakukan sebagai persediaan sekiranya pelajar menghadapi masalah untuk menggunakan simulasi PhET dan dapat dicapai melalui pautan dalam bentuk kod QR.

Fungsi grafik dalam pembelajaran adalah sebagai organisasi, perkaitan dan mnemonik (Ahmad Zamzuri Mohamad Ali, 2021). Penggunaan grafik dalam pembelajaran adalah untuk meningkatkan daya ingatan (Sweller, 1994). Grafik organisasi berfungsi untuk menunjukkan hubungan suatu maklumat dengan maklumat lain seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Hubungan maklumat tersebut iaitu langkah dalam strategi penyelesaian masalah dapat ditunjukkan dengan menggunakan anak panah. Selain itu, grafik sebagai perkaitan pula ditunjukkan melalui graf dan jadual (Ahmad Zamzuri Mohamad Ali, 2021). Graf berfungsi menunjukkan pergerakan iaitu perubahan sesaran terhadap masa, perubahan halaju terhadap masa dan perubahan pecutan terhadap masa. Jadual pula digunakan untuk menyusun maklumat kepada kumpulan tertentu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Melalui cara ini, maklumat mudah dilihat berdasarkan ciri-ciri suatu kumpulan.



Rajah 3. Contoh teknik grafik untuk menunjukkan hubungan antara maklumat

Nuha berjalan dari ruang tamu ke dapur yang berjarak 4 meter dengan halaju seragam 4ms^{-1} dan berhenti untuk minum air selama 2 saat. Nuha kembali semula ke ruang tamu dengan halaju seragam 2ms^{-1} untuk menonton televisyen.

Ruang tamu, Dapur
 $t =$, 4ms^{-1} , 2ms^{-1} , $t =$

Meramal

Masa, t (s)	Halaju, v (ms^{-1})

Graf sesaran-masa
Bentuk & Pengiraan

Masa	
Masa	
Masa	

Merhati

Cuba simulasi PhET atau imbas kod QR bagi video untuk melakukan pemerhatian. Catat graf sesaran-masa, halaju-masa dan pecutan-masa pada ruang di bawah.

- Ubah halaju kepada 4ms^{-1} dan mainkan sehingga sesaran 4m.
- Ubah halaju kepada 0ms^{-1} dan mainkan selama 2 saat.
- Ubah halaju kepada -2ms^{-1} dan mainkan sehingga sesaran 0m.
- Tekan 'playback' dan tekan butang mainkan untuk menonton semula.

Sesaran, s, Halaju, v, Pecutan, a
Masa, t, Masa, t, Masa, t

Merangkan

- Apakah kuantiti fizik yang diwakili oleh luas di bawah graf halaju-masa?
- Adakah terdapat perbezaan antara graf yang diramal dengan graf sebenar? Terangkan jika terdapat perbezaan.

Rajah 4. Aktiviti POE diterapkan dalam menganalisis berdasarkan luas di bawah graf

Pengetahuan sedia ada yang bercanggah dengan konsep yang dipelajari dapat diubah melalui pendekatan POE (Baran & Yasar, 2020; Vaara & Sasaki, 2019; Zulaikha et al., 2021). Pengetahuan pelajar mengenai topik Graf Gerakan Linear dikenal pasti melalui fasa meramal. Kemudian, pelajar melakukan pemerhatian menggunakan simulasi PhET. Akhirnya pelajar mengesahkan ataupun menyatakan perbezaan ramalan yang telah dilakukan dengan pemerhatian daripada simulasi PhET. POE diterapkan dalam menganalisis graf berdasarkan kecerunan dan menganalisis graf berdasarkan luas di bawah graf. Rajah 4 merupakan contoh

penerapan POE bagi menganalisis berdasarkan luas di bawah graf. Elemen yang bersesuaian diterapkan dalam modul bagi memastikan keberkesanan penggunaannya. Oleh itu, ringkasan elemen yang diterapkan pada setiap unit adalah seperti Jadual 1.

Jadual 1. Ringkasan penggunaan strategi, media, teknologi

Unit	Objektif	Tongkolan	Mnemonik	Simulasi komputer	Teknik grafik	POE
1	Mengenal pasti dan menterjemah bentuk-bentuk Graf Gerakan Linear	√	√	√	√	-
2	Melakar bentuk-bentuk Graf Gerakan Linear	√	√	√	√	-
3	Menganalisis kecerunan graf sesaran-masa dan halaju-masa	√	√	√	√	√
4	Menganalisis luas di bawah graf halaju-masa dan pecutan-masa	√	√	√	√	√
5	Menyelesaikan masalah melibatkan Graf Gerakan Linear	√	√	-	√	-

2.2. Reka Bentuk Kajian Kuasi Eksperimen

Bagi menentukan keberkesanan modul pembelajaran PGeL, reka bentuk kajian yang dipilih adalah kajian kuasi eksperimen. Satu kumpulan ditentukan sebagai kumpulan rawatan manakala satu kumpulan lagi ditentukan sebagai kumpulan kawalan seperti dalam Jadual 2. Kedua-dua kumpulan ini juga diuji dengan ujian yang sama sebelum dan selepas pengajaran dan pembelajaran dijalankan. Kumpulan rawatan adalah kumpulan yang diajar dengan menggunakan modul pembelajaran PGeL sebagai kaedah dalam PdP, manakala kumpulan kawalan pula diajar melalui kaedah tradisional yang menggunakan buku teks. Semasa pembelajaran bagi topik Graf Gerakan Linear untuk kumpulan kawalan, guru melaksanakan aktiviti pengajaran yang berpusatkan guru dan menjadikan buku teks sebagai panduan. Kemudian, pengkaji dapat memperoleh kesan daripada kedua-dua kaedah pengajaran melalui kajian kuasi eksperimen yang dijalankan iaitu kedua-dua kumpulan menjawab ujian pra, dan setelah pengajaran dan pembelajaran bagi topik Graf Gerakan Linear berlaku, pelajar menjawab soalan ujian pasca.

Jadual 2. Reka bentuk kajian eksperimen

Rawatan	X ₁	R	X ₂
Kawalan	X ₁	O	X ₂

X₁ = Ujian pra ; X₂ = Ujian pasca

R = Rawatan-kaedah pembelajaran menggunakan modul PgeL ; O = Tanpa rawatan-kaedah tradisional

2.3. Populasi dan sampel kajian

Kajian ini melibatkan pelajar fizik tingkatan empat daripada zon Pudu, Kuala Lumpur iaitu seramai 118 orang sebagai populasi kajian. Kriteria bagi sekolah dalam kajian ini adalah sekolah harian biasa dengan prestasi bagi mata pelajaran fizik yang menurun dalam peperiksaan SPM. Selain itu, kriteria lain yang ditetapkan adalah sekolah tersebut menjalankan PdP bagi mata pelajaran fizik dalam Bahasa Melayu. Bilangan sampel minimum yang diperlukan adalah 91 orang yang ditentukan berlandaskan jadual penentuan saiz sampel (Krejcie & Morgan, 1970). Kumpulan rawatan terdiri daripada 51 orang pelajar yang menjalani pembelajaran menggunakan modul pembelajaran PGeL. Kumpulan kawalan pula melibatkan 43 orang pelajar mengikuti pembelajaran secara tradisional. Teknik pensampelan rawak berkelompok digunakan kerana pelajar mempunyai jadual waktu berbeza bagi setiap kelas menyebabkan pelajar tidak dapat dipilih secara individu.

2.4. Instrumen kajian

Soalan ujian pra dan soalan ujian pasca adalah instrumen yang digunakan dalam topik Graf Gerakan Linear bagi kajian ini. Soalan ujian pra diubah kedudukannya dan digunakan sebagai ujian pasca bagi topik Graf Gerakan Linear bagi memastikan kesetaraan bagi ujian pra dan ujian pasca (Ghazali Darusalam & Sufean Hussin, 2021). Instrumen yang disediakan terdiri daripada 10 soalan objektif dengan satu jawapan yang tepat dan dua soalan struktur. Skor keseluruhan bagi instrumen yang dibina adalah 30 markah manakala masa menjawab adalah 45 minit. Instrumen yang dibina kemudiannya diberikan kepada tiga orang pakar untuk disahkan. Seorang pensyarah universiti dan dua orang guru mata pelajaran fizik dilantik sebagai pakar kesahan instrumen. Nilai kebolehpercayaan instrumen ditentukan melalui kajian rintis. Perkara ini dilakukan untuk memastikan jika instrumen tersebut dapat melakukan pengukuran yang tekal walaupun diulang (Creswell & Creswell, 2017; Ghazali Darusalam & Sufean Hussin, 2021; Othman Talib, 2013).

3. DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

3.1. Kesahan modul pembelajaran PGeL

Kesahan muka dan kesahan kandungan dijalankan terhadap modul pembelajaran PGeL bagi memastikan nilainya adalah baik. Hasil kesahan muka dan kesahan kandungan menggunakan soal selidik berbentuk skala Likert lima mata adalah seperti Jadual 3. Secara keseluruhannya, peratus persetujuan pakar adalah 97.1 peratus bagi kesahan muka dan 93.5 peratus bagi kesahan kandungan. Nilai bagi kedua-dua kesahan muka dan kesahan kandungan adalah baik.

Jadual 3. Kesahan modul PGeL

Pakar	Kesahan Muka (%)	Kesahan Kandungan (%)
1	100	100
2	97.1	92.0
3	94.3	94.0
Purata (%)	97.1	95.3

Ruangan ulasan dan cadangan penambahbaikan yang disertakan bersama instrumen soal selidik kesahan muka dan kesahan kandungan digunakan bagi mengumpul maklum balas pakar mengenai modul PGeL. Pakar kesahan telah memberi ulasan di dalam ruang yang disediakan bagi penyelidik menambah baik modul yang dibangunkan. Hal ini bertujuan agar kelemahan yang terdapat pada modul dapat diperbaiki. Dua orang pakar memberi ulasan mengenai objektif modul PGeL yang berbeza daripada susunan dalam DSKP KSSM fizik. Walaupun susunan objektif bagi setiap unit dalam modul PGeL adalah berbeza berbanding yang telah dinyatakan dalam DSKP KSSM fizik, namun kesemua objektif tersebut dapat dicapai melalui objektif yang disusun dalam modul PGeL. Susunan objektif dalam modul adalah berbeza supaya pelajar dapat menterjemah graf berdasarkan bentuk Graf Gerakan Linear terlebih dahulu dan kemudiannya menyelesaikan masalah berkaitan Graf Gerakan Linear.

Selain itu, salah seorang pakar memberi ulasan mengenai kandungan modul yang panjang dan dikhuatiri tidak dapat diselesaikan dalam tempoh masa yang ditetapkan. Kebolehan sesuatu modul untuk mencapai objektif serta dapat digunakan mengikut masa yang ditetapkan juga memainkan peranan dalam kesahan modul (Wahyuningtyas & Idris, 2020). Hal ini adalah kerana masa yang mencukupi diperlukan bagi pelajar menjalankan aktiviti yang telah disediakan. Daripada kajian rintis yang telah dijalankan, didapati masa yang diperuntukkan untuk menjalankan aktiviti dalam modul PGeL adalah mencukupi. Modul yang disediakan

mempunyai bilangan muka surat yang banyak kerana dilengkapi dengan ruang kosong bagi menjawab soalan. Ruangan kosong untuk menjawab adalah perlu supaya pelajar dapat mencatat maklumat berdasarkan pemerhatian serta menjawab soalan yang dikemukakan.

3.2. *Keberkesanan modul pembelajaran PGeL*

Jadual 4 memaparkan nilai min, sisihan piawai serta skor minimum dan skor maksimum bagi skor ujian pra dan skor ujian pasca bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Nilai min bagi kedua-dua kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan lebih tinggi pada ujian pasca berbanding ujian pra. Berlaku peningkatan bagi skor ujian bagi kedua-dua kumpulan. Nilai min skor ujian pra bagi kumpulan kawalan adalah lebih tinggi daripada kumpulan rawatan tetapi skor ujian pasca bagi kumpulan rawatan adalah lebih tinggi daripada kumpulan kawalan. Peningkatan skor pencapaian bagi kumpulan rawatan adalah lebih besar berbanding kumpulan kawalan daripada segi nilai min. Selain itu, kumpulan rawatan mempunyai nilai sisihan piawai yang lebih besar berbanding kumpulan kawalan pada ujian pra, ujian pasca dan pencapaian. Serakan data bagi kumpulan rawatan adalah lebih besar berbanding kumpulan kawalan dalam kedua-dua ujian serta pencapaian. Nilai minimum dan nilai maksimum bagi kumpulan rawatan adalah hampir sama dengan kumpulan kawalan bagi ujian pra. Perbezaan skor minimum dan skor maksimum yang ketara dapat dilihat pada ujian pasca. Skor minimum dan maksimum adalah lebih besar bagi kumpulan kawalan berbanding dalam ujian pasca bagi kumpulan rawatan.

Jadual 4. Statistik deskriptif bagi ujian pra dan ujian pasca

	Rawatan (N=51)			Kawalan (N=43)		
	Pra	Pasca	Pencapaian	Pra	Pasca	Pencapaian
Min	7.73	18.24	10.49	7.84	13.42	5.58
Sisihan Piawai	2.47	2.17	1.57	2.36	2.08	1.40
Nilai minimum	3	14	7	3	9	3
Nilai maksimum	13	23	14	12	18	8

Selain itu, analisis data mengikut konteks soalan juga dijalankan melalui penentuan peratusan pelajar yang menjawab dengan betul dalam ujian pra dan ujian pasca. Setelah itu perbezaan peratus pelajar menjawab dengan betul ditentukan bagi melihat pencapaian pelajar bagi setiap konteks soalan. Jadual 5 menunjukkan pencapaian pelajar bagi setiap konteks dan kes dalam topik Graf Gerakan Linear bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Didapati kes pengiraan melibatkan kecerunan graf bagi kumpulan rawatan mempunyai pencapaian tertinggi, diikuti dengan kes mengenal pasti kuantiti fizik berdasarkan luas di bawah graf, pengiraan melibatkan luas di bawah graf dan mengenal kuantiti fizik berdasarkan kecerunan graf. Pencapaian pelajar kumpulan kawalan juga adalah lebih baik dalam konteks penyelesaian masalah berbanding konteks menterjemah graf tetapi peratus pencapaiannya adalah lebih rendah berbanding kumpulan rawatan. Oleh itu, unit 3 dalam modul pembelajaran PGeL merupakan unit terbaik dalam meningkatkan pencapaian pelajar fizik bagi topik Graf Gerakan Linear dan diikuti oleh unit 4. Pencapaian pelajar juga didapati meningkat dalam konteks menterjemah graf. Bagi kumpulan rawatan, kes mengenal pasti graf bagi pernyataan yang diberikan mempunyai pencapaian terbaik dan diikuti mengenal pasti graf yang sepadan dengan graf yang diberikan serta pasti pernyataan yang sepadan dengan graf yang diberikan. Pencapaian kumpulan rawatan adalah lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan yang hanya menunjukkan peningkatan pencapaian yang rendah bagi soalan dalam konteks menterjemah graf. Oleh itu, elemen yang diterapkan dalam unit 1 dan unit 2 iaitu elemen tongkolan, mnemonik, simulasi komputer serta teknik grafik telah berjaya membantu meningkatkan

pencapaian pelajar dalam topik Graf Gerakan Linear dengan lebih berkesan berbanding buku teks.

Jadual 5. Perbandingan peratus pelajar yang menjawab dengan betul mengikut konteks dan kes

Konteks	Kes	Rawatan			Kawalan		
		Pra (%)	Pasca (%)	Pencapaian (%)	Pra (%)	Pasca (%)	Pencapaian (%)
Menterjemah Graf	Mengenal pasti pernyataan yang sepadan dengan graf yang diberikan	37.9	55.5	17.6	42.7	47.3	4.6
	Mengenal pasti graf bagi pernyataan yang diberikan	45.5	76.1	30.6	45.1	60.5	15.4
	Mengenal pasti graf yang sepadan berdasarkan graf yang diberikan	24.8	45.1	20.3	28.7	31.0	2.3
Penyelesaian Masalah	Mengenal pasti kuantiti fizik berdasarkan kecerunan graf	42.2	76.5	34.3	39.6	54.6	15.0
	Pengiraan melibatkan kecerunan graf	2.0	74.5	72.5	0	36.1	36.1
	Mengenal pasti kuantiti fizik berdasarkan luas di bawah graf	33.3	72.5	39.2	41.9	69.8	27.9
	Pengiraan melibatkan luas di bawah graf	3.4	41.2	37.8	0.6	21.5	20.9

3.3. Pengujian Hipotesis H_{01} [Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pra bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear ($\mu_{pra-G} = \mu_{pra-T}$)]

Skor ujian pra bagi kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan telah dijalankan analisis ujian-t sampel bebas. Hasil analisis ujian-t sampel bebas untuk skor ujian pra bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan adalah seperti Jadual 6. Perbezaan min pencapaian bagi kedua-dua kumpulan untuk ujian pra adalah sebanyak -0.112. Statistik menunjukkan bahawa nilai t (92, $p = 0.824$) = -0.223, maka $p > 0.05$. Maka, hipotesis nol diterima. Hal ini menunjukkan tidak terdapat perbezaan min yang signifikan bagi skor ujian pra kumpulan rawatan dengan skor ujian pra kumpulan kawalan. Didapati bahawa pencapaian kumpulan rawatan serta kumpulan kawalan adalah setara bagi topik Graf Gerakan Linear sebelum penggunaan modul PGeL. Pelajar kumpulan rawatan adalah setara daripada segi kognitif dengan kumpulan kawalan sebelum intervensi dijalankan (Nurul Huda Kasim, 2019).

Jadual 6. Analisis ujian-t sampel bebas antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan bagi skor ujian pra

	t	df	Sig.	Perbezaan Min
Skor Ujian Pra	-0.223	92	0.824	-0.112

3.4. Pengujian Hipotesis H_{02} [Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor ujian pasca bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear ($\mu_{pasca-G} = \mu_{pasca-T}$)]

Skor ujian pasca bagi kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan diuji dengan ujian-t sampel bebas. Jadual 7 menunjukkan hasil analisis ujian-t sampel bebas bagi skor ujian pasca untuk kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Perbezaan nilai min kedua-dua kumpulan bagi ujian pasca adalah sebanyak 4.817. Statistik menunjukkan bahawa nilai t (92, $p = 0.000$) = 10.919, maka $p < 0.05$. Oleh itu, hipotesis nol ditolak. Ujian-t sampel bebas menunjukkan bahawa terdapat perbezaan min yang signifikan bagi skor ujian pasca kumpulan rawatan dengan skor ujian pasca kumpulan kawalan. Kesimpulannya, pencapaian kumpulan rawatan tidak

setara dengan kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear setelah menggunakan modul PGeL.

Jadual 7. Analisis ujian-t sampel bebas antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan untuk ujian pasca

	t	df	Sig.	Perbezaan Min
Skor Ujian Pasca	10.919	92	0.000	4.817

3.5. Pengujian Hipotesis H_{03} [Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara min skor pencapaian bagi kumpulan rawatan berbanding kumpulan kawalan dalam topik Graf Gerakan Linear ($\mu_{pencapaian-G} = \mu_{pencapaian-T}$)]

Ujian-t sampel bebas dijalankan terhadap min skor pencapaian bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan bagi menentukan kumpulan yang mempunyai pencapaian yang lebih baik. Jadual 8 menunjukkan hasil analisis ujian-t sampel bebas min pencapaian bagi kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Nilai daripada bahagian kesamaan varian diandaikan digunakan kerana varian bagi data adalah homogen. Analisis ujian-t menunjukkan bahawa nilai $t(92, p = 0.000) = 12.622, p < 0.05$. Oleh itu hipotesis nol ditolak. Didapati bahawa pelajar kumpulan rawatan memperoleh pencapaian yang lebih baik dalam topik Graf Gerakan Linear secara signifikan berbanding pelajar kumpulan kawalan. Oleh itu, modul pembelajaran PGeL yang digunakan oleh pelajar dalam kumpulan rawatan didapati memberi kesan yang lebih baik terhadap pencapaian pelajar dalam topik Graf Gerakan Linear berbanding buku teks yang digunakan oleh pelajar dalam kumpulan kawalan.

Jadual 8. Analisis ujian-t sampel bebas bagi kumpulan rawatan

	t	df	Sig.	Perbezaan Min
Skor Ujian Pra-Pasca	12.622	92	0.000	4.928

Dalam kajian ini, peningkatan pencapaian yang lebih baik bagi kumpulan rawatan berkemungkinan disebabkan oleh elemen tongkolan, mnemonik, simulasi interaktif, POE dan teknik grafik membantu dalam proses perubahan kognitif pelajar. Pengkaji telah memilih elemen-elemen ini berdasarkan kepada kajian literatur yang telah dijalankan. Kelebihan elemen-elemen tersebut dalam meningkatkan ingatan, memudahkan proses mengingat semula ataupun dapat meningkatkan pencapaian menjadi faktor elemen-elemen tersebut dipilih.

Unit yang terbaik iaitu unit 3 dan diikuti unit 4 mempunyai elemen yang sama iaitu tongkolan, mnemonik abjad, teknik grafik, simulasi komputer dan teknik POE. Tongkolan yang dilakukan dalam kedua-dua unit adalah melalui pemecahan unit kepada sub unit yang lebih kecil. Pembelajaran bagi kumpulan kawalan pada unit ini adalah berpandukan kepada buku teks yang menggabungkan analisis maklumat bagi kuantiti fizik yang diwakili oleh kecerunan graf dan luas di bawah graf. Perkara ini adalah berbeza dengan penyusunan modul PGeL. Unit 3 dipecahkan kepada sub unit memplot graf bagi suatu situasi dan menganalisis graf berdasarkan kecerunan. Unit 4 pula dipecahkan kepada sub unit mengenal pasti kawasan bagi luas di bawah graf dan menganalisis graf berdasarkan luas di bawah graf. Tongkolan dilakukan bagi membantu pelajar belajar satu demi satu perkara berkaitan dengan unit ini iaitu pelajar belajar cara memplot graf gerakan, menganalisis graf sesaran-masa (s-t) dan graf halaju-masa (v-t) melalui kecerunan graf serta menganalisis graf graf halaju-masa (v-t) dan pecutan-masa melalui luas di bawah graf. Perkara ini membantu pelajar untuk memahami dan mengekalkan kefahaman pada setiap sub unit (Cheng et al., 2015). Penyusunan sub unit yang teratur membolehkan pelajar mengaitkan pengetahuan sedia ada mereka dengan perkara yang baru dipelajari. Selain itu, aplikasi tongkolan bagi soalan penyelesaian masalah membantu pelajar untuk memberikan tumpuan pada satu masalah bagi satu masa (Boncoddio et. al., 2019; Fiorini et al., 2017). Mnemonik seringkali digunakan bersama tongkolan bagi memudahkan suatu

maklumat yang ditongkol untuk diingat (Bellezza et al., 1986). Peningkatan pencapaian bagi soalan penyelesaian masalah menunjukkan penggunaan elemen tongkolan dan mnemonik dengan cara yang bersesuaian dalam modul pembelajaran PGeL. Penggunaan teknik POE bersama simulasi komputer membantu meningkatkan pencapaian pelajar. Hal ini adalah disebabkan pelajar dapat membandingkan perkara yang diketahui sebelum melakukan pemerhatian dengan perkara yang dikenal pasti setelah pemerhatian dijalankan. Melalui cara ini, pelajar dapat mengetahui perkara sebenar berdasarkan pemerhatian. Vaara dan Sasaki (2019) memilih penggunaan teknik POE bersama perisian analisis video dan telefon pintar bagi membantu pelajar mempelajari topik Graf Gerakan Linear. Oleh itu, kajian ini telah memberi suatu pengetahuan baharu bahawa teknologi lain selain daripada perisian analisis video dan telefon pintar dapat yang digunakan untuk fasa pemerhatian dalam teknik POE juga dapat membantu pelajar meningkatkan pencapaian. Penggunaan teknologi yang dirancang dengan baik memberikan kesan yang positif terhadap pencapaian pelajar.

Unit 5 juga memberi fokus kepada konteks penyelesaian masalah iaitu kes pengiraan melibatkan kecerunan graf dan pengiraan melibatkan luas di bawah graf. Unit ini dapat membantu pelajar dalam kes pengiraan melibatkan kecerunan graf dengan lebih baik berbanding dalam kes pengiraan melibatkan luas di bawah graf. Perkara yang sama juga dapat dilihat daripada kajian Klein (2019) yang mendapati kesukaran pelajar dalam menyelesaikan masalah melibatkan luas di bawah graf adalah lebih tinggi berbanding menyelesaikan masalah melibatkan kecerunan graf bagi topik Graf Gerakan Linear. Secara umum, setiap unit mempunyai elemen tongkolan, mnemonik, simulasi komputer serta teknik grafik kecuali unit 3 dan 4 yang mempunyai tambahan elemen POE. Unit 5 mempunyai elemen tongkolan, mnemonik visual, mnemonik abjad dan teknik grafik. Penggunaan elemen tongkolan, mnemonik visual bersama teknik grafik didapati berupaya membantu meningkatkan pemahaman pelajar melalui gambar rajah yang telah dibina. Hal ini menunjukkan grafik yang digunakan untuk membentuk mnemonik visual yang telah dibina dalam unit 5 berkesan untuk menjelaskan fakta dan prosedur (Clark & Lyons, 2011; Mayer 2020; Richter et al., 2018). Selain itu, elemen tongkolan yang digunakan bersama mnemonik abjad bagi menyelesaikan masalah juga didapati memberi kesan yang positif terhadap pencapaian. Park dan Brannon (2014) serta Boncodd et. al. (2019) juga mendapati tongkolan membantu pelajar dalam menjawab soalan penyelesaian masalah dalam mata pelajaran matematik dan fizik. Penyusunan objektif secara berturutan iaitu bermula daripada pelajar mengenali bentuk-bentuk graf, melakar graf berdasarkan situasi serta menganalisis graf berdasarkan kecerunan dan luas di bawah graf membantu pelajar untuk memahami daripada perkara yang mudah sehingga akhirnya pengetahuan digunakan untuk penyelesaian masalah yang lebih kompleks dalam unit 5.

Unit 1 dan unit 2 dalam modul pembelajaran PGeL pula mengkhususkan kepada aspek menterjemah graf. Kedua-dua unit mempunyai elemen tongkolan, mnemonik, teknik grafik serta simulasi komputer. Pelajar dapat mengaitkan pergerakan dengan graf bagi objek tidak bergerak, halaju seragam, halaju meningkat secara seragam atau halaju berkurang secara seragam melalui simulasi komputer yang digunakan. Elemen tongkolan membantu pelajar untuk mengaitkan tiga jenis graf gerakan linear yang dipelajari dengan setiap jenis gerakan. Elemen mnemonik dan teknik grafik pula digunakan bagi membantu pelajar mengingat bentuk-bentuk graf bagi setiap gerakan. Hal ini berbeza dengan kumpulan kawalan yang mempelajari tajuk ini dengan mengenali setiap graf gerakan linear secara berasingan bagi suatu jenis gerakan. Oleh itu, dapat dilihat kumpulan rawatan mempunyai pencapaian yang lebih tinggi berbanding kumpulan kawalan bagi aspek menterjemah graf. Walaubagaimanapun, peningkatan pencapaian dalam konteks menterjemah graf yang tidak sebaik peningkatan pencapaian dalam konteks penyelesaian masalah bagi kumpulan rawatan mungkin disebabkan penggunaan elemen tongkolan dan mnemonik tidak sebaik pada unit 3 dan unit 4. Pelajar mungkin tidak memahami secara mendalam bagi maklumat yang diterapkan elemen tongkolan,

mnemonik dan teknik grafik dalam unit 1 dan unit 2. Hal ini adalah disebabkan maklumat yang terlalu kompleks dilakukan pengelompokan dan susunan dengan cara yang kurang bersesuaian mengakibatkan pelajar tidak dapat memahaminya (Mayer & Moreno, 2002). Mnemonik yang digunakan juga boleh menyebabkan salah faham sekiranya tidak direka dengan baik (Kuo et al., 2015). Selain itu, perbezaan istilah dan bahasa pada simulasi komputer yang dipilih mungkin menyebabkan pelajar memerlukan masa untuk memahami maklumat yang disampaikan melalui simulasi komputer tersebut (Malik et al., 2019; Yunzal & Casinillo, 2020). Panduan daripada guru dapat membantu pelajar menyesuaikan diri dengan simulasi komputer yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Modul yang dimulakan dengan unit untuk mencapai objektif pada aras rendah, iaitu menterjemah graf dan diakhiri dengan penyelesaian masalah yang lebih kompleks menunjukkan pembinaan pengetahuan daripada aras rendah kepada aras tinggi dapat dilaksanakan kepada pelajar di sekolah dengan pencapaian dalam mata pelajaran fizik yang rendah. Melalui aktiviti yang terdapat dalam modul PGeL, pembelajaran berpusatkan pelajar berjaya dilaksanakan bagi memahami Graf Gerakan Linear dengan bantuan minima daripada guru. Hal ini kerana modul yang dibangunkan memerlukan pelajar melakukan pemerhatian, mencatat, meramal, membandingkan serta menerangkan. Pada masa yang sama, pelajar memilih serta menyusun maklumat yang diterima untuk menjadi pengetahuan dengan kefahaman yang kukuh. Kefahaman yang kukuh dapat dilihat melalui peningkatan pencapaian dalam topik Graf Gerakan Linear. Kajian lanjut juga boleh dijalankan dengan membina modul pengajaran yang memfokuskan kepada konteks menterjemah graf memandangkan pencapaian pelajar kumpulan rawatan dalam konteks ini tidak sebaik dalam konteks penyelesaian masalah bagi topik Graf Gerakan Linear.

Penghargaan

Pengkaji ingin menzahirkan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada Kementerian Pelajaran Malaysia yang membantu membiayai penyelidikan ini melalui program Hadiah Latihan Persekutuan (HLP). Sekalung penghargaan juga dirakamkan kepada setiap individu yang memberi sumbangan secara langsung dan tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Amin BD, Sahib EP, Harianto YI, Patandean AJ, Herman, Sujiono EH. (2020). The interpreting ability on science kinematics graphs of senior high school students in South Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 179-186.
- Antwi V, Savelsbergh E, Eijkelhof H. (2018). Understanding kinematics graphs using MBL tools, simulations and graph samples in an interactive engagement context in a Ghanaian university. *Journal of Physics: Conference Series*, 1076(1), 012002.
- Arsy HI, Priyono A, Prasetyo B, Subali B. (2019). Predict-Observe-Explain strategy with group investigation effect on students' critical thinking skills and learning achievement. *Journal of Primary Education*, 8(4), 75-83.
- Baity Bujeng. (2019). *Pembangunan dan kesan modul Multimedia Interaktif Membuat Pakaian (MIMP) terhadap pencapaian, ketekalan ingatan dan motivasi*. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Baran M, Yasar Ş. (2020). The effect of activities based Oon Predict-Observe-Explain (POE) method assisted with games on 10th grade students' physics achievement. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, April.
- Bellezza FS, Basile JM, Hohmann NC. (1986). Mnemonic-device instruction: The promise and the problems. *Journal of Educational Psychology*, 78(5), 424-434.
- Boncoddio RA, Phillips BC, Williams RS, Gomez LM. (2019). Chunking as a cognitive strategy for science problem solving. *Learning and Instruction*, 63, 101195.
- Bujeng B, Kamis A, Hussain MAM, Rahim MB, Soenarto S. (2019). Validity and reliability of multimedia interactive making clothes (MIMP) module for home science subjects. *International Journal of Innovative*

- Technology and Exploring Engineering*, 8(8S), 593-596.
- Ceuppens S, Bollen L, Deprez J, Dehaene W, De Cock M. (2019). 9th grade students' understanding and strategies when solving $x(t)$ problems in 1D kinematics and $y(x)$ problems in mathematics. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 10101.
- Cheng YM, Chen YH, Lin CH. (2015). The Effects of Chunking and Prior Knowledge on Learning Physics Concepts. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 95-105.
- Chu WW, Ong ET, Ayop SK, Mohd Azmi MS, Abdullah AS, Abd Karim NS, Tho SW. (2021). The innovative use of smartphone for sound STEM practical kit: A pilot implementation for secondary classroom. *Research in Science and Technological Education*, 41(3), 1008-1030.
- Creswell JW, Creswell JD. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (fifth). Sage publications.
- Dunleavy S, Kestin G, Callaghan K, McCarty L, Deslauriers L. (2022). Increased learning in a college physics course with timely use of short multimedia summaries. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 10110.
- Echevarría R, Cárdenas H, Flores P, Cueva C, Juscamaíta P, Isabel J. (2020). *Assessment of the influence and impact of video analysis on students' understanding of graphs in kinematics: A low-cost and easy-to-implement alternative*.
- Fiorini S, Lindström P, Bernhard J. (2017). Using scaffolding to teach problem-solving in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010111.
- Fitriani A, Zubaidah S, Susilo H, Al Muhdhar MHI. (2020). The effects of integrated problem-based learning, predict, observe, explain on problem-solving skills and self-efficacy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 85, 45-64.
- Ghazali Darusalam, Sufean Hussin. (2021). *Methodology penyelidikan dalam pendidikan: Amalan dan analisis kajian* (third). Penerbit Universiti Malaya.
- Gyedu AA, Owusu-Darko I, Ofosu EK. (2020). Effect of Geometer's Sketchpad on senior high school students' performance in quadratic graphing. *European Journal of Education and Pedagogy*, 1(1), 1-10.
- Hernández CA, Núñez RP, Gamboa AA. (2021). Gains in active learning of physics: A measurement applying the test of understanding graphs of kinematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2073(1), 012003.
- Klein P, Küchemann S, Brückner S, Zlatkin-Troitschanskaia O, Kuhn J. (2019). Student understanding of graph slope and area under a curve: A replication study comparing first-year physics and economics students. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20116.
- Klein P, Lichtenberger A, Küchemann S, Becker S, Kekule M, Viiri J, Baadte C, Vaterlaus A, Kuhn J. (2020). Visual attention while solving the test of understanding graphs in kinematics: An eye-tracking analysis. *European Journal of Physics*, 41(2), 025701.
- Krejcie VR, Morgan WD. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610.
- Kuo YC, Lee CY, Lin CH. (2015). Effect of teaching method on students' mnemonic instruction preferences, and recall ability. *Journal of Educational Computing Research*, 53(3), 335-354
- Malik AA, Sheikh AM, Elhaj FA. (2019). The Advantages and Disadvantages of Computer Simulation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1234(1), 012013.
- Mayer RE. (2020). Designing multimedia instruction in anatomy: An evidence-based approach. *Clinical Anatomy*, 33(1), 2-11.
- Mayer RE, Moreno R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-119.
- Mazlena Murshed. (2020). The reliability analysis for force concept inventory. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(5), 143-151.
- Mufit F, Asrizal A, Puspitasari R. (2020). Meta-analysis of the effect of cognitive conflict on physics learning. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 6(2), 267-278.
- Nia R, Ekaningsih N. (2020). The effectiveness of chunking strategy in developing student's ability in story retelling. *Prominent*, 3(2), 276-286.
- Norbaizura Nordin. (2019). The study of student's difficulties in learning Physics 1. *International Journal of Modern Education*, 1-16.
- Norbaizura Nordin, Rozidawati Awang. (2021). Pencapaian akademik kursus fizik I pelajar diploma di UTHM. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 3(2), 295-307.
- Norezan Ibrahim, Zakiang MAA, Siti Maftuhah Damio. (2019). *Attitude in learning physics among form four students*, 16(2), 21-42.
- Norris D, Kalm K. (2021). Chunking and redintegration in verbal short-term memory. *Cognition*, 208(5), 872-893.
- Núñez RP, Suárez AAG, Castro WRA. (2022a). Difficulties in the interpretation of kinematics graphs in secondary basic education students. *Journal of Physics: Conference Series*, 2159(1), 012019.
- Núñez RP, Suárez AAG, Castro WRA. (2022b). Interpreting the slope of a straight line in kinematics graphs with

- school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 2163(1), 012011.
- Nurul Huda Kasim. (2019). *Pembangunan modul Pro-STEM bagi topik biodiversiti dan ekosistem serta kesannya terhadap KBAT dan kemahiran abad ke-21*. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Othman Talib. (2013). *Asas penulisan tesis*. Universiti Putra Malaysia.
- Özcan H, Çetin G, Koştur İH. (2020). *The effect of PhET simulation-based Instruction on 6th Grade Students' Achievement Regarding the Concept of Greenhouse Gas*, 31(4), 348-355.
- Park J, Brannon EM. (2014). Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism. *Cognition*, 133(1), 188-200.
- Phage I. (2018). Investigating first year university physics students' ability to integrate algebraic and kinematics graphs. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 10(1), 1-25.
- Punia Turiman, Kamisah Osman, Tengku Siti Meriam Tengku Wook. (2019). Development of ChemDataLog module and determination of its content validity and reliability. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(12), 2265-2277.
- Ramadhani R, Fitri Y. (2020). A project-based learning into flipped classroom for ePUB3 electronic mathematics learning module (eMLM)-based on course design and implementation. *Universal Journal of Educational Research*, 8(7), 3119-3135.
- Rasdi SS, Masnan AH, Hamzah M, Ghazali M. (2021). Development and usability of a teaching module based on board game in the learning of numeric operation among preschoolers National Child Development Research Centre. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Kebangsaan*, 10(2), 71-84.
- Rehman N, Zhang W, Mahmood A, Alam F. (2021). Teaching physics with interactive computer simulation at secondary level. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 14(1), 127.
- Richter J, Scheiter K, Eitel A. (2018). Signaling text–picture relations in multimedia learning: The influence of prior knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 110(4), 544-560.
- Rumack AM. (2021). Chunking the reading: Solving" wordy problems". *Mathematics Teacher: Learning and Teaching*, 114(4), 312-317.
- Saprudin S, Liliarsari S, Prihatmanto AS, Setiawan A. (2019). Profile of pre-service physics teachers' creative thinking skills on wave and optics course. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 6-10.
- Sarkity D, Azhar A, Sundari P. (2021). Students' ability to identify the types of motion of objects through kinematics graphs. *Proceedings of the 1st International Conference on Maritime Education*, 1-8.
- Setyadi IMA, Sudiarta IGP, Mertasari NMS. (2019). The effect of predict-observe-explain (POE) learning model using open- ended problem (OEP) towards students ' mathematical problem solving skill. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 52(3), 133-144.
- Skrabankova J, Popelka S, Beitlova M. (2020). Ability to work with graphs in physics studies related to three typical student group. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 298-316.
- Suppawattaya P, Yasri P. (2021). The comparison of chunking methods to enhance the cognitive capacity of short-term memory to retain textual information among high school students. *International Journal on Research in STEM Education*, 3(1), 27-35.
- Tuyboevna KS. (2021). About the use of interactive method and phet electronic resource in educational process. *Middle European Scientific Bulletin*, 2(1), 49-54.
- Vaara RL, Sasaki DGG. (2019). Teaching kinematic graphs in an undergraduate course using an active methodology mediated by video analysis. *Lumat*, 7(1), 1-26.
- Yunzal JC, Casinillo RD. (2020). Computer Simulation: Advantages and Disadvantages. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 10(11), 328-332.
- Zajkov O, Gegovska-Zajkova S. (2020). First year university students' graph understanding. *Inovacije U Modernom Obrazovanju*, 1-4.
- Zavala G, Tejada S, Barniol P, Beichner RJ. (2017). Modifying the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 1-16.
- Zhang D, Indyk A, Greenstein S. (2021). Effects of schematic chunking on enhancing geometry performance in students with math difficulties and students at risk of math failure. *Learning Disability Quarterly*, 44(2), 82-95.
- Zulaikha DF, Pujianto P, Wiyatmo Y. (2021). Learning activities in physics using students worksheet based on Predict-Observe-Explain (POE). *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 6(3), 208.