



UNIVERSITI
PENDIDIKAN
SULTAN IDRIS
اونيورسيتي قنديديقن سلطان ادريس

SULTAN IDRIS EDUCATION UNIVERSITY

VOLUME 1, ISSUE 1 (2025)

E-PROSIDING PROJEK PENYELIDIKAN TAHUN AKHIR JABATAN FIZIK UPSI

PENYUNTING

SHAHRUL KADRI AYOP
THO SIEW WEI
LILIA ELLANY MOHTAR
ANIS DIYANA HALIM
MUHAMMAD NOORAZLAN ABD AZIS
MOHD FAUDZI UMAR

FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS



**E-PROSIDING
PROJEK PENYELIDIKAN TAHUN AKHIR
JABATAN FIZIK UPSI**

**FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

DISUNTING OLEH:

**SHAHRUL KADRI AYOP
THO SIEW WEI
LILIA ELLANY MOHTAR
ANIS DIYANA HALIM
MUHAMMAD NOORAZLAN ABD AZIS
MOHD FAUDZI UMAR**

**HAK MILIK JABATAN FIZIK
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
2025**

Hak Cipta Terpelihara

© Fakulti Sains dan Matematik, UPSI 2025.

Tiada bahagian daripada terbitan ini boleh diterbitkan semua, disimpan untuk pengeluaran atau dikeluarkan ke dalam sebarang bentuk sama ada dengan cara elektronik, gambar serta rakaman dan sebagainya tanpa kebenaran Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Segala kesahihan maklumat yang terkandung tidak mewakili atau menggambarkan pendirian mahupun pendapat Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris. Penulis adalah bertanggungjawab sepenuhnya untuk memastikan kesahihan kandungan manuskrip. Pembaca atau pengguna perlu berusaha sendiri untuk mendapatkan maklumat yang tepat sebelum menggunakan sebarang maklumat yang terkandung di dalamnya. Pandangan yang terdapat dalam buku ini merupakan pandangan ataupun pendapat penulis dan tidak semestinya menunjukkan pendapat Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Diterbitkan oleh:

Jabatan Fizik,
Fakulti Sains dan Matematik,
Universiti Pendidikan Sultan Idris
Kampus Sultan Azlan Shah
35900 Tanjung Malim, Perak
Tel: +605-450 4655
Website: <http://fsmt.upsi.edu.my/>

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan setinggi kesyukuran dipanjatkan ke hadrat Allah S.W.T atas limpah kurnia dan rahmat-Nya kerana e-prosiding ini dapat disempurnakan dengan jayanya. Buku e-prosiding ini merupakan kompilasi artikel-artikel hasil penyelidikan dan inovasi pelajar yang telah dibentangkan dalam Simposium Projek Penyelidikan Tahun Akhir Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Simposium ini berperanan sebagai satu platform bagi para pelajar mempamerkan hasil penyelidikan mereka yang berteraskan kreativiti dan inovasi dalam bidang STEM khususnya. E-Prosiding Projek Penyelidikan Tahun Akhir Jabatan Fizik UPSI Volume 1, Issue 1 (2025) ini menghimpunkan 19 artikel yang dihasilkan di bawah penyeliaan pensyarah-pensyarah di Jabatan Fizik. Artikel-artikel ini merangkumi pelbagai tema dan pendekatan yang mencerminkan kefahaman serta keupayaan pelajar dalam mengaplikasikan teori sains dan pedagogi ke arah penyelesaian masalah sebenar dan pembangunan ilmu dalam pendidikan.

Sekalung penghargaan dan tahniah diucapkan kepada semua penulis, penyelia, serta pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam penerbitan naskhah ini. Usaha dan komitmen yang diberikan telah menjadikan kompilasi ini satu hasil kerja yang bernilai tinggi.

Selaras dengan moto Fakulti Sains dan Matematik, “Mempupuk Minda Kreatif,” diharapkan e-prosiding ini dapat menjadi wahana yang menyemai budaya penyelidikan dan inovasi dalam kalangan pelajar serta menyumbang kepada pengembangan ilmu yang bersifat dinamik dan aplikatif. Semoga penerbitan ini menjadi sumber inspirasi, rujukan, dan panduan kepada para pelajar, pendidik, serta penyelidik dalam memperkukuh tradisi keilmuan dan memartabatkan bidang Fizik pada peringkat nasional dan antarabangsa.

Sekian.

Sidang Penyunting

JAWATANKUASA

SIDANG PENYUNTING

Shahrul Kadri Ayop
Tho Siew Wei
Lilia Ellany Mohtar
Anis Diyana Halim
Muhammad Noorazlan Abd Azis
Mohd Faudzi Umar

PANEL PENILAI

Afiq Radzwan
Ahmad Kamal Ariffin
Anis Nazihah Mat Daud
Faridah Lisa Supian
Husnul Fuad Zein
Izan Roshawaty Mustapa
Lilia Ellany Mohtar
Mazlina Mat Darus
Mohd Ikhwan Hadi Yaacob
Mohd Norzaidi Mat Nawi
Mohd Syahruman Mohd Azmi
Muhamad Safuan Bin Mat Yeng @ Mat Zin
Nurul Syafiqah Yap Abdullah
Rosazley Ramly
Roszairi Haron
Siti Nursaila Alias
Tho Siew Wei
Wan Zul Adli Wan Mokhtar

SENARAI KANDUNGAN

Tahap Penguasaan Kemahiran Proses Sains Pelajar Fizik Tingkatan 4 di Daerah Perak Tengah.....	1
<i>Level of Mastery of Science Process Skills Among Form 4 Physics Students in Perak Tengah District.....</i>	<i>1</i>
Hubungan Antara Persepsi dan Sikap Pelajar Sekolah Menengah di Sungai Petani Terhadap Pembelajaran Fizik.....	9
<i>Relationship Between Perception and Attitude of High School Students in Sungai Petani Towards Physics Learning.....</i>	<i>9</i>
Pembangunan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Subtopik Prinsip Bernoulli dan Tahap Penerimaannya Dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik	17
<i>The Development of a Structured Inquiry-Based Teaching E-Module for the Bernoulli Principle Subtopics and Its Acceptance Level Among Physics Trainee Teachers</i>	<i>17</i>
Pembangunan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Konsep Hukum Gas dan Tahap Penerimaannya Dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik	27
<i>The Development of a Structured Inquiry-Based Teaching E-Module for the Gas Law Concept and Its Acceptance Level Among Physics Trainee Teachers.....</i>	<i>27</i>
The Development of The Smartphone-Based Learning Module on the Applications of Photoelectric Effect and Its Usability among Physics Training Teachers.....	37
<i>Pembangunan Modul Pembelajaran Berasaskan Telefon Pintar terhadap Aplikasi Kesan Fotoelektrik dan Kebolehgunaannya di kalangan Guru Pelatih Fizik.....</i>	<i>37</i>
Development and Usability of a Smartphone Based-Learning Module on Harmonic Oscillators among Physics Teachers Trainee at Sultan Idris Education University (UPSI).....	44
<i>Pembangunan dan Kebolehgunaan Modul Pembelajaran Berasaskan Telefon Pintar bagi Pengayun Harmonik dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik di Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI)</i>	<i>44</i>
Pembangunan Dan Kebolehgunaan Permainan Gelombang Bingo Dalam Kalangan Pelajar Fizik Tingkatan Empat	51
<i>The Development And Usability Of Gelombang Bingo Games Among Form Four Physics Students</i>	<i>51</i>
Pembangunan dan Kebolehgunaan Permainan Gelungan Kapsul bagi Topik Daya dan Gerakan I Pelajar Tingkatan Empat	57
<i>Development and Usability of the Gelungan Kapsul Game for the Topic of Force and Motion I Among Form Four Student.....</i>	<i>57</i>
Pembangunan Kit Pembelajaran Phyoplens Bagi Subtopik Pembentukan Imej Oleh Kanta Cembung dan Analisis Kebolehgunaan Dalam Kalangan Pelajar Fizik Tingkatan 4.....	65

<i>Development of Phyoplens Learning Kit for the Subtopic of Image Formation by Convex Lens and The Usability Analysis Among Form 4 Physics Students.</i>	65
The Secondary Schools Physics Students' Readiness and Perceived Understanding of Light and Optic Nature-Based Learning: A Survey Study	73
<i>Kesediaan dan Pemahaman Pelajar Fizik Sekolah Menengah Terhadap Pembelajaran Berasaskan Alam Sekitar Mengenai Cahaya dan Optik: Kajian Tinjauan.....</i>	73
Developing & Evaluating the Usability of AI Chatbot Technology as a Learning Aid in Teaching and Learning Quantum Physics & Nuclear Physics with Secondary School Students (PhotonPal).....	78
<i>Membangunkan & Menilai Kebolehgunaan Teknologi Chatbot AI sebagai Alat Pembelajaran dalam Pengajaran dan Pembelajaran Fizik Kuantum & Fizik Nuklear dengan Pelajar Sekolah Menengah (PhotonPal).....</i>	78
Pembangunan Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang Permukaan Air Berasaskan Arduino dan Kebolehgunaannya Kalangan Guru Fizik	86
<i>Development of an Arduino-based Water Surface Wave Generation Demonstration Kit and Its Usability among Physics Teachers.....</i>	86
Hubungan Tahap Pencapaian Fizik Dengan Jangkaan Fizik Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat	93
<i>Relationship Between Physics Achievement and Physics Expectations Among Form Four Students</i>	93
Pembangunan Dan Kebolehgunaan Kit Kepler Orbital Bagi Subtopik Hukum Kepler Dan Kebolehgunaannya Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat.....	99
<i>Development and Usability of the Kepler Orbital Kit for the Kepler's Laws Subtopic and Its Usability Among Form Four Students</i>	99
Pembangunan dan Kebolehgunaan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino Dalam Kalangan Pelajar Fizik Tingkatan Empat	109
<i>Development and Usability of Arduino-Based Boyle Law Kit Among Form 4 Physics</i>	109
<i>Students</i>	109
Pembangunan Kit Pembelajaran “Pocilearn” bagi Subtopik Litar dan Kebolehgunaannya dalam Kalangan Pelajar Sains Tingkatan 2	117
<i>Development of the “PociLearn” Learning Kit for the Subtopic of Circuits and Its Usability Among Form 2 Science Students.....</i>	117
Pembangunan Modul Pembelajaran eM-PICK Bagi Pembentukan Imej Dan Kebolehgunaan Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat.....	124
<i>The Development of the eM-PICK Learning Module for the Formation of Image and Its Usability Among Form Four Students</i>	124
Pembangunan Laman Web Studio Akademi Interferens dan Kebolehgunaannya dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4.....	131

<i>Development of the Academic Studio Interference Website and Its Usability Among Form Four Students</i>	<i>131</i>
---	------------

Pembangunan Papan Permainan Pusingan Haba Sebagai Bahan Pentaksiran dan Kebolehgunaanya dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4	137
---	------------

<i>Development of Papan Permainan Pusingan Haba As Assessment Material and Usability among Form 4 Students</i>	<i>137</i>
--	------------

Tahap Penguasaan Kemahiran Proses Sains Pelajar Fizik Tingkatan 4 di Daerah Perak Tengah

Level of Mastery of Science Process Skills Among Form 4 Physics Students in Perak Tengah District

Alya Syazwiena Ahmad¹ & Anis Diyana Halim^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: anis.diyana@fsmt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mengetahui tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar Fizik tingkatan 4 di Daerah Perak Tengah. Reka bentuk bagi kajian ini adalah kajian kuantitatif menggunakan kaedah tinjauan. Sampel bagi kajian ini adalah seramai 108 orang yang terdiri daripada 50 orang pelajar lelaki dan 58 orang pelajar perempuan menggunakan persampelan rawak berstrata. Lokasi kajian adalah sekolah di Daerah Perak Tengah, Perak. Instrumen bagi kajian ini adalah ujian kemahiran proses sains yang diadaptasi daripada kajian lepas. Data kajian ini dianalisis menggunakan Excel dan The Statistical Program for the Social Science (SPSS) versi 27. Hasil dapatan kajian menunjukkan bahawa tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar memiliki peratusan yang tinggi pada tahap cemerlang (42.6%) dan baik (50.90%). Terdapat 6 kemahiran berada pada tahap cemerlang iaitu memerhati (87.50%), mengelas (95.68%), membuat inferens (83.96%), mengawal pembolehubah (87.96%), mendefinisi secara operasi (88.27%) dan membuat hipotesis (80.32%). 3 kemahiran proses sains berada pada tahap baik iaitu mengukur dan menggunakan nombor (78.01%), meramal (76.16%) dan mengeksperimen (65.12%). Manakala 3 kemahiran proses sains berada di tahap sederhana iaitu berkomunikasi (52.16%), menggunakan perhubungan ruang dan masa (52.78%) dan mentafsir data (54.32%). Dapatan kajian menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan pada tahap penguasaan kemahiran proses sains antara jantina ($p=0.324$). Hasil kajian ini memberi maklumat kepada guru Fizik di daerah Perak Tengah untuk mengatur strategi pengajaran bagi memupuk penguasaan kemahiran proses sains pelajar.

Kata kunci: kemahiran proses sains, tahap penguasaan, jantina

Abstract

This study aimed to examine the level of mastery of science process skills among Form Four Physics students in Perak Tengah District. This research employed quantitative survey design. The sample consisted of 108 students, comprising 50 male and 58 female students, selected through stratified random sampling. The study was conducted in schools within the Perak Tengah District, Perak. The instrument was used science process skills test adapted from previous research. Data were analyzed with the use of Excel and Statistical Program for the Social Sciences (SPSS) version 27. The findings revealed that student's overall mastery of science process skills was high, with 42.6% at excellent level and 50.9% at good level. Six skills were found at excellent level: observing (87.5%), classifying (95.68%), inferring (83.96%), controlling variables (87.96%), defining operationally (88.27%) and hypothesizing (80.32%). Three skills were at good level; measuring and using numbers (78.01%), predicting (76.16%) and experimenting (65.12%). Meanwhile, three skills were at the moderate level; communicating (52.16%), using space time relationship (52.78%) and interpreting data (54.32%). The study also showed no significant difference in the level of science process skills mastery between male and female ($p=0.324$). These findings provide valuable insight for Physics teacher in the Perak tengah district to design effective teaching strategies to enhance student's science process skills.

Keywords: science process skill, level of mastery, gender

PENGENALAN

Kemahiran proses sains merupakan kemahiran yang mempunyai peranan besar dalam menjalankan pembelajaran secara inkuiri (Karim & Osman, 2020). Penerapan kemahiran proses sains dapat membantu pelajar dalam mendalami dan memahami pendidikan sains. Ini seiring dengan matlamat kurikulum sains yang berhasrat untuk menyediakan pelajar dengan pengetahuan berkaitan sains dan memiliki kemahiran sains dan teknologi agar mereka dapat mencari penyelesaian masalah serta membuat keputusan seharian mengikut sikap saintifik dan nilai murni (KPM, 2011). Kemahiran proses sains terdiri dari 12 kemahiran iaitu kemahiran memerhati, kemahiran mengelas, kemahiran mengukur dan menggunakan nombor, kemahiran menyatakan inferens, kemahiran meramal, kemahiran berkomunikasi, kemahiran menggunakan perhubungan ruang dan masa, kemahiran mentafsir data., kemahiran mendefinisi secara operasi, kemahiran mengawal pembolehubah, kemahiran membina hipotesis dan mengeksperimen. Setiap kemahiran ini mempunyai definisi dan peranan kepada pengetahuan pelajar. Melalui penguasaan kemahiran proses sains, pelajar dapat membentuk kemahiran berfikir secara kreatif, kritis, analitis dan sistematik.

Tahap penguasaan kemahiran proses sains sering dikaitkan dengan pencapaian pelajar. Pelajar yang mempunyai keputusan yang rendah dalam subjek sains merupakan pelajar yang mempunyai tahap penguasaan dalam kemahiran proses sains yang rendah misalnya tidak menguasai kemahiran menganalisis pembolehubah, membuat hipotesis, membuat inferens, membuat pemerhatian dan memberi takrifan secara operasi (Chai et al., 2021). Kajian lepas mendapati kemahiran proses sains pelajar tingkatan 4 di daerah Kerian berada di tahap yang sederhana (Yew & Tajuddin, 2015). Hal ini berlaku disebabkan oleh pelajar mempelajari sains dengan cara menghafal konsep, teori dan prinsip yang ada. Dapatan kajian lepas juga menunjukkan pelajar sains kurang menguasai kemahiran mendefinisi secara operasi berbanding kemahiran proses sains yang lain.

Tahap penguasaan kemahiran proses sains juga sering dikaitkan dengan jantina pelajar. Menurut Tek dan Hasaan (2013) tahap penguasaan kemahiran proses sains di antara pelajar lelaki dan perempuan di Selangor menunjukkan tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar perempuan lebih baik berbanding pelajar lelaki terutamanya dalam kemahiran mengelas. Namun dapatan kajian ini tidak selari dengan dapatan kajian yang dijalankan oleh Nordin dan Poat (2010) yang menunjukkan penguasaan tahap kemahiran proses sains pelajar lelaki lebih cemerlang berbanding pelajar perempuan terutamanya dalam kemahiran mengeksperimen. Oleh kerana terdapat pelbagai dapatan yang tidak selari hasil dari kajian lepas, maka kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar fizik tingkatan empat. Kajian ini dijalankan dengan memfokuskan kepada pelajar di daerah Perak Tengah, Perak kerana masih kurangnya kajian yang dijalankan ke atas pelajar fizik di daerah ini.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian ini adalah kajian tinjauan yang menggunakan data kuantitatif. Kajian tinjauan adalah penyelidikan yang dilaksanakan untuk mengumpul data daripada responden menggunakan pelbagai kaedah antaranya soal selidik atau temubual untuk mendapatkan

pandangan atau maklumat yang berkaitan.

Populasi Dan Sampel Kajian

Populasi bagi kajian ini adalah 150 orang pelajar Fizik tingkatan 4 yang terdiri daripada 5 buah sekolah di daerah Perak Tengah. Sekolah yang terlibat adalah SMK Seri Iskandar, SMKA Sultan Azlan Shah, SMK Muzaffar Shah, SMK Dato Abdul Rahman Yaakub dan SMK Lambor Kiri. Sampel kajian ini terdiri daripada 108 orang pelajar Fizik tingkatan 4. Kaedah persampelan rawak berstrata digunakan untuk mendapatkan bilangan pelajar lelaki dan pelajar perempuan. Persampelan rawak berstrata digunakan untuk memastikan bilangan responden pelajar lelaki dan pelajar perempuan adalah seimbang agar objektif ketiga kajian ini dapat dicapai dengan baik.

Instrumen Kajian

Instrumen soal selidik bagi kajian ini terdiri daripada dua bahagian iaitu bahagian A dan Bahagian B. Bahagian A adalah borang demografi responden dan bahagian B adalah ujian kemahiran proses sains. Ujian tersebut diadaptasi daripada Ujian Kemahiran Proses Sains (UKPS) Ong Eng Tek (2011). Soalan bagi ujian tersebut dibahagikan kepada 12 konstruk. Ini adalah untuk memastikan persoalan kedua dalam kajian berkaitan dengan tahap penguasaan setiap kemahiran proses sains dapat di analisis.

Kaedah Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan perisian Excel dan SPSS. Skor pelajar akan dikira melalui jumlah jawapan yang dijawab dengan betul. Skor pelajar akan tukarkan kepada peratusan. Kemudian nilai peratusan min dan kekerapan markah pelajar akan dikira., Tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar akan diinterpretasi melalui peratusan skor yang dirujuk dalam sistem peperiksaan berdasarkan Jadual 1 di bawah.

Jadual 1. *Skor (peratusan) dan Tahap Penguasaan*

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

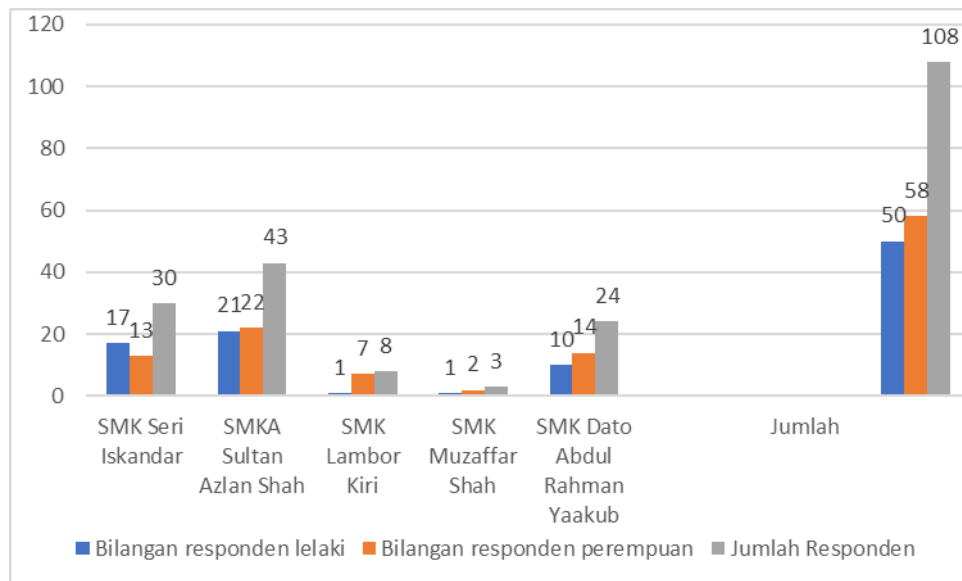
Seterusnya bagi persoalan ke 3 iaitu perbezaan tahap penguasaan kemahiran proses sains dengan jantina pelajar, analisis ujian T tidak bersandar dilaksanakan. Ujian T tidak bersandar digunakan kerana kajian yang dijalankan adalah untuk membandingkan min di antara dua kumpulan yang berbeza. Ini adalah untuk menganalisis perbezaan di antara min skor ujian kemahiran proses sains pelajar dengan jantina pelajar.

DAPATAN KAJIAN

Dapatan bagi kajian ini ujian statistik deskriptif dan inferensial telah digunakan bagi menjawab persoalan kajian.

Latar Belakang Responden

Responden yang terlibat adalah seramai 108 orang pelajar yang terdiri daripada 5 buah sekolah yang berbeza di daerah Perak Tengah, Perak. Rajah 1 menunjukkan bahawa bilangan pelajar lelaki yang menjadi responden adalah seramai 50 orang bersamaan dengan 46.3% manakala untuk bilangan pelajar perempuan yang menjadi responden adalah seramai 58 orang iaitu mewakili 53.7% dari jumlah keseluruhan sampel.



Rajah 1. Taburan Responden

Tahap Penguasaan Kemahiran Proses Sains

Tahap penguasaan pelajar dianalisis berdasarkan skor peratusan bagi ujian kemahiran proses sains. Penentuan bagi tahap penguasaan mempunyai 5 tahap iaitu tahap penguasaan yang cemerlang, tahap penguasaan yang baik, tahap penguasaan yang sederhana, tahap penguasaan yang lemah dan tahap penguasaan yang sangat lemah. Skor min, peratusan min dan kekerapan pelajar dalam tahap penguasaan kemahiran proses sains secara keseluruhan dinilai untuk menentukan tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar. Berdasarkan Jadual 3, peratus dan kekerapan tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar yang tertinggi adalah di tahap baik iaitu sebanyak 50.9% (55 pelajar). Seterusnya sebanyak 42.6% (46 pelajar) berada di tahap cemerlang dan diikuti dengan tahap lemah sebanyak 6.5% (7 pelajar). Ini menunjukkan bahawa majoriti pelajar mempunyai tahap penguasaan yang cemerlang dan baik dalam kemahiran proses sains dengan hanya segelintir pelajar yang berada di tahap sederhana.

Jadual 2. Taburan skor tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar

Skor Keseluruhan	Skor (Peratusan)	Bilangan pelajar	Peratusan Kekerapan	Tahap Penguasaan
32-40	80-100	46	42.60%	Cemerlang
24-31	60-70	55	50.90%	Baik
16-23	40-59	7	6.50%	Sederhana

Tahap Penguasaan Bagi Setiap Kemahiran Proses Sains

Bagi menjawab persoalan kajian yang kedua bagi kajian ini, analisis deskriptif dilakukan bagi setiap kemahiran dalam kemahiran proses sains. Analisis deskriptif yang digunakan adalah peratusan min. Jadual 4 menunjukkan bahawa pelajar mempunyai peratusan min tertinggi dalam kemahiran mengelas iaitu (95.68%). Ini menunjukkan bahawa tahap penguasaan pelajar dalam kemahiran mengelas adalah cemerlang. Bukan kemahiran mengelas sahaja pelajar mempunyai tahap penguasaan yang cemerlang, pelajar juga mempunyai tahap penguasaan yang cemerlang dalam beberapa kemahiran proses sains yang lain iaitu kemahiran memerhati (87.50%), membuat inferens (83.96%), mengawal pembolehubah (87.96%), mendefinisi secara operasi (88.27%) dan membuat hipotesis (80.32%). Bukan itu sahaja terdapat beberapa kemahiran yang berada dalam tahap penguasaan yang baik. Misalnya kemahiran mengukur dan menggunakan nombor (78.01%) dan meramal (76.16%). Namun terdapat juga beberapa kemahiran proses sains yang berada pada tahap penguasaan yang sederhana. Kemahiran tersebut adalah kemahiran berkomunikasi (52.16%), menggunakan perhubungan ruang dan masa (52.78%), mentafsir data (54.32%) dan mengeksperimen (65.12%).

Jadual 3. *Skor Min Bagi Setiap Kemahiran Proses Sains*

Kemahiran Proses Sains	Skor Markah	Jumlah Betul	Skor Min	Peratusan Min	Tahap Penguasaan
Memerhati	4	378	3.50	87.50	Cemerlang
Mengelas	3	310	2.87	95.68	Cemerlang
Mengukur Dan Menggunakan Nombor	4	337	3.12	78.01	Baik
Membuat Inferens	3	272	2.52	83.96	Cemerlang
Meramal	4	329	3.05	76.16	Baik
Berkomunikasi	3	169	1.56	52.16	Sederhana
Menggunakan Perhubungan Ruang Dan Masa	3	171	1.58	52.78	Sederhana
Mentafsir Data	3	176	1.63	54.32	Sederhana
Mengawal Pembolehubah	3	285	2.64	87.96	Cemerlang
Mendefinisi Secara Operasi	3	286	2.65	88.27	Cemerlang
Membuat Hipotesis	4	347	3.21	80.32	Cemerlang
Mengeksperimen	3	211	1.95	65.12	Baik

Tahap Penguasaan Kemahiran Proses Sains Mengikut Jantina

Bagi persoalan ke tiga, nilai skor min bagi pelajar lelaki dan pelajar perempuan dianalisis

kemudian ujian-t tidak bersandar digunakan bagi mendapat signifikan antara tahap penguasaan kemahiran proses sains dengan jantina.

Jadual 4. *Tahap penguasaan kemahiran proses sains merentas jantina*

Jantina	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai t	Df	Signifikan
Lelaki	50	75.55	1.65	1.65	106	0.324
Perempuan	58	77.15	1.71	1.71		

**nilai signifikan, $p > 0.05$*

Berdasarkan Jadual 5, nilai p lebih besar daripada 0.05 ($p > 0.05$). Ini bermakna hipotesis nol di terima iaitu tiada perbezaan pada tahap penguasaan kemahiran proses sains dengan jantina pelajar.

PERBINCANGAN KAJIAN

Berdasarkan analisis kajian deskriptif yang telah dilaksanakan, pelajar Fizik tingkatan 4 di daerah Perak Tengah menunjukkan penguasaan kemahiran proses sains yang baik, dengan skor min 30.55 dan peratusan min 73.18%. Dari 108 pelajar yang terlibat, 55 orang mempunyai tahap penguasaan yang baik. Dapatan ini seiring dengan kajian Sulaiman dan Mahat (2010) yang menunjukkan peratusan min 79.08% di daerah Skudai, Johor. Kefahaman pelajar terhadap kemahiran proses sains mungkin dipengaruhi oleh minat mereka dalam bidang ini, yang menekankan bahawa sikap positif pelajar terhadap sains memberi kesan kepada penguasaan mereka. Keputusan analisis juga menunjukkan bahawa pelajar sering membuat latihan yang melibatkan kemahiran proses sains. Hal ini kerana berdasarkan teori behaviorisme, apabila pelajar diberi pelaziman terhadap sesuatu perkara dan akan membuatkan proses pembelajaran semakin meningkat.

Keputusan analisis dalam Jadual 4 menunjukkan bahawa terdapat enam kemahiran yang dikuasai pelajar dengan cemerlang, termasuk kemahiran memerhati dan mengelas dengan peratusan min masing-masing 87.50% dan 95.68%. Kajian lepas juga mengesahkan tahap cemerlang dalam kemahiran ini dengan peratusan 87%. Kecemerlangan ini dikaitkan dengan cara pembelajaran dan latihan yang konsisten. Kemahiran membuat inferens juga berada pada tahap tinggi, dengan peratusan 86.99%. Dapatan ini menunjukkan kemampuan yang baik dalam membuat kesimpulan berdasarkan pemerhatian. Selain itu, kemahiran mengawal pembolehubah mencapai peratusan min 87.76%, menandakan pemahaman pelajar terhadap konsep sains. Kemahiran mendefinisi secara operasi dan membuat hipotesis juga menunjukkan penguasaan cemerlang dengan peratusan min 88.27% dan 80.32%. Namun, terdapat kemahiran seperti mengukur dan menggunakan nombor yang berada pada tahap baik dengan peratusan min 78.01%. Kemahiran meramal dan mengeksperimen juga dinyatakan berada pada tahap baik, dengan pelajar mampu membuat ramalan yang tepat berdasarkan eksperimen. Namun, kemahiran berkomunikasi, menggunakan perhubungan ruang dan masa, serta mentafsir data berada pada tahap sederhana, dengan peratusan min masing-masing 52.16% dan 54.32%. Ini menunjukkan perlunya lebih banyak latihan untuk meningkatkan kemahiran tersebut di kalangan pelajar.

Berdasarkan analisis data, tidak terdapat perbezaan signifikan dalam tahap penguasaan kemahiran proses sains antara pelajar lelaki dan perempuan, dengan nilai signifikan (p) 0.324, yang lebih besar daripada 0.05. Ini menunjukkan bahawa jantina tidak mempengaruhi penguasaan kemahiran tersebut. Dapatan ini selari dengan kajian lepas yang juga mendapati tiada perbezaan signifikan berdasarkan jantina. Keputusan kajian menunjukkan bahawa jantina pelajar tidak memberi kesan kepada tahap penguasaan pelajar dalam kemahiran proses sains.

KESIMPULAN

Bagi kajian ini, kesimpulan yang dapat dirumuskan daripada hasil kajian adalah tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar Fizik tingkatan 4 di daerah Perak Tengah adalah di tahap yang baik. Meskipun tahap penguasaan pelajar adalah baik, namun ianya masih boleh dipertingkatkan agar tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar berada pada tahap yang tinggi. Namun begitu, tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar di daerah ini menunjukkan bahawa tiada pelajar yang lemah dalam kemahiran proses sains. Dari kajian ini adalah tahap penguasaan bagi setiap kemahiran proses sains pelajar Fizik tingkatan 4 di daerah Perak Tengah secara keseluruhannya berada di tahap yang memuaskan. Ini kerana tahap terendah bagi kemahiran proses sains pelajar di daerah ini adalah pada tahap sederhana. Kajian ini menunjukkan bahawa jantina pelajar tidak memberi kesan kepada tahap penguasaan kemahiran proses sains pelajar. Oleh kerana ini, hipotesis awal kajian ini gagal ditolak. Ini menunjukkan bahawa kedua-dua pelajar dapat menguasai kemahiran ini dengan baik.

PENGHARGAAN

Saya bersyukur kehadiran Illahi kerana dengan limpah kurniaNya dapat juga saya menyiapkan tugas projek akhir tahun yang diusahakan selama ini. Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia saya atas tunjuk ajar yang diberikan dari masa ke masa. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada ibu, ayah saya dan kawan saya yang memberi sokongan untuk saya terus berusaha menyiapkan projek ini. \

RUJUKAN

- Ariffin, N., Atan, N. A., Yusof, S. M., Said, M. N. H. M., & Tahir, L. (2023). Pembelajaran sains menerusi web berdasarkan kontinum pemikiran visualisasi dalam meningkatkan kemahiran proses sains murid. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 7(2), 72–83. <https://doi.org/10.11113/itlj.v7.136>
- Ahmad, N. F. ., & Iksan, Z. . (2021). Penerapan Kemahiran Proses Sains melalui Pembelajaran Sains Berasaskan Permainan Digital: Application of Science Process Skills through Digital Game- Based Science Learning. *Jurnal Sains Insani*, 6(1), 75-81. <https://doi.org/10.33102/sainsinsani.vol6no1.246>.
- Azman, N., & Mohd Yusoff, H. (2018). Pencapaian Akademik Murid Lelaki dan Perempuan: Peranan Sokongan Pembelajaran dan Keterlibatan Murid. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 15(2), 257–287. <https://doi.org/10.32890/mjli2018.15.2.10>
- Chai, W. L., Siew, N. M., & Lee, B. N. (2021). Kesahan dan Kebolehpercayaan Modul Pembelajaran Berasaskan Pengintergrasian Model Pembelajaran Inkuiri 5E dan Koperatif. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 6(8), 339–351. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i8.950>
- Nordin, A. B., Azman, N. B., & Ibrahim, N. H. B. (2010). Tahap Penguasaan Kemahiran Membuat Hipotesis Dan Mendefinisi Secara Operasi Di Kalangan Pelajar Kimia Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor.
- Novitasari, Ika & Astuti, Yuni & Safahi, Luthpi & Rakhmawati, Ismi. (2023). Science Process Skills: Exploring Students' Interpretation Skills Through Communication Skills. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*. 14. 123-130. <http://dx.doi.org/10.24042/biosfer.v14i1.17860>
- Lockman, N. L., & Noordin, S. (2008). Tahap Penguasaan Kemahiran Meramal Dan Kemahiran mengawal Pembolehubah Dalam Kalangan Pelajar pendidikan Kimia
- Sembak, S., & Abdullah, N. (2017). Pengetahuan dan pelaksanaan Kemahiran Proses Sains (KPS) dalam dalam

- kalangan guru: Knowledge and implementation of Science Process Skills (KPS) in among the teachers. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 7(1), 56-67.
- Sulaiman, S., & Aziz, R. (2010). Tahap penguasaan kemahiran membuat inferens, membuat hipotesis dan mentafsir data dalam kalangan pelajar tahun empat Ijazah Sarjana Muda Sains Serta Pendidikan (Sains). 1-10
- Kamaruddin, M. I. B., & Razali, N. A. B. M. (2008). Tahap Penguasaan Kemahiran Membina Inferens Dan Mentafsir Data Dalam Kalangan Pelajar Tahun Satu, Dua Dan Empat Program Kimia Universiti Teknologi Malaysia, Fakulti Pendidikan Universiti Teknologi Malaysia, *Universiti Teknologi Malaysia*
- Kamrin, S & Noordin, S (2008) Tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis pelajar sains tingkatan 4. *Jurnal Universiti Pendidikan Teknologi Malaysia*, 13 (58-72)
- Tek, O. E., & Hassan, B. H. M. (2013). Penguasaan kemahiran proses sains asas dalam kalangan murid sekolah rendah di Selangor berdasarkan jantina, lokasi sekolah dan aras tahun. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 3(2), 77-90

**Hubungan Antara Persepsi dan Sikap Pelajar Sekolah Menengah di
Sungai Petani Terhadap Pembelajaran Fizik**
*Relationship Between Perception and Attitude of High School Students in Sungai Petani
Towards Physics Learning*

Muhammad Izzuddin Mohd Fadzil¹ & Anis Diyana Halim^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900

Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: anis.diyana@fsmpt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini dijalankan untuk mengkaji hubungan antara persepsi dan sikap pelajar Tingkatan Empat aliran sains di Sungai Petani, Kedah terhadap pembelajaran Fizik. Objektif kajian ini adalah untuk mengkaji persepsi dan sikap pelajar serta menentukan hubungan antara kedua-duanya. Sampel melibatkan 320 pelajar dari lapan buah sekolah di Sungai Petani. Reka bentuk kajian adalah kajian korelasi dengan instrumen soal selidik. Terdapat tiga bahagian dalam soal selidik ini iaitu Bahagian A ialah demografi, Bahagian B ialah persepsi pelajar terhadap pembelajaran fizik dan Bahagian C ialah sikap pelajar terhadap pembelajaran fizik. Data dianalisis dengan statistik deskriptif dan ujian korelasi Spearman Rho. Hasil kajian menunjukkan tahap persepsi dan sikap pelajar terhadap pembelajaran Fizik adalah tinggi (Min = 4.05, SP = 0.847) dan (Min = 4.07, SP = 0.846). Selain itu, dapatan kajian juga menunjukkan terdapatnya hubungan ($r = 0.449$, $p = <0.001$) menunjukkan hubungan yang kuat antara persepsi dan sikap pelajar terhadap pembelajaran Fizik. Implikasi daripada kajian ini mencadangkan bahawa peningkatan dalam persepsi positif pelajar dapat dicapai dengan strategi pengajaran yang lebih berkesan dan menarik. Oleh itu, guru dan pendidik disarankan untuk memberi perhatian kepada cara pelajar memahami dan merasakan pembelajaran Fizik. Menggunakan pendekatan yang menyokong pemahaman dan penerapan konsep Fizik dapat mempebaiki sikap pelajar secara holistik dan meningkatkan prestasi akademik pelajar dalam subjek ini.

Kata kunci: Persepsi, Sikap, Pembelajaran Fizik, Kajian Kuantitatif, Korelasi

Abstract

This study was conducted to examine the relationship between the perceptions and attitudes of Form Four science stream students in Sungai Petani, Kedah, towards learning Physics. The objective of this study is to investigate the students' perceptions and attitudes and to determine the relationship between both. The sample involved 320 students from eight schools in Sungai Petani. The research design is correlational with a questionnaire instrument. There are three sections in this questionnaire, namely Section A is demographics, Section B is students' perceptions of learning physics and Section C is students' attitudes towards learning physics. Data were analyzed using descriptive statistics and Spearman Rho correlation tests. The results indicate that the level of students' perceptions and attitudes towards learning Physics is high (Mean = 4.05, SD = 0.847) and (Mean = 4.07, SD = 0.846). Additionally, the findings also show that there is a relationship ($r = 0.449$, $p < 0.001$) indicating a strong relationship between students' perceptions and attitudes towards learning Physics. The implications from this study suggest that improvements in students' positive perceptions can be achieved through more effective and engaging teaching strategies. Therefore, teachers and educators are advised to pay attention to how students understand and feel about learning Physics. Using approaches that support the understanding and application of Physics concepts can holistically improve their attitudes and enhance students' academic performance in this subject.

Keywords: Perception, Attitude, Physics Learning, Quantitative Study, Correlation

PENGENALAN

Pembelajaran Fizik sering dianggap sebagai subjek yang sukar dan mencabar oleh pelajar. Antara masalah yang dihadapi oleh pelajar termasuk kesulitan dalam menganalisis grafik, menterjemahkan persamaan algebra ke dalam konsep Fizik, menghubungkan konsep Fizik dengan fenomena nyata, dan melakukan pengiraan matematik. Masalah-masalah tersebut menyebabkan pelajar kurang berminat terhadap subjek Fizik seterusnya menimbulkan persepsi dan sikap yang negatif terhadap subjek ini. Tambahan pula, masalah ini menghalang pelajar daripada berfikir di luar kotak dan berfikir pada aras yang lebih tinggi. Kesannya, pelajar akan kurang bersemangat untuk belajar Fizik dan mencatat keputusan yang tidak memuaskan.

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar mempunyai pelbagai persepsi terhadap pembelajaran Fizik. Menurut Noorzana Khamis dan Fatin Aliah Phang (2021), persepsi pelajar aliran sains di daerah Johor Bahru terhadap pembelajaran Fizik berada pada tahap yang tinggi. Suasana pembelajaran yang kondusif membantu menambah pengetahuan pelajar sekaligus meningkatkan persepsi yang positif. Namun, dapatan kajian sebelumnya juga menunjukkan bahawa pelajar mempunyai persepsi negatif terhadap pembelajaran Fizik. Menurut Azlina Mazlan dan Nik Ahmad Faris Nik Abdullah (2021), hasil temu bual yang dijalankan menunjukkan bahawa pelajar merasakan Fizik amat sukar. Ini berpunca daripada kegagalan mereka dalam peperiksaan yang lalu yang memberi kesan mendalam kepada diri mereka.

Di samping itu, dapatan kajian memperlihatkan bahawa pelajar mempunyai pelbagai sikap terhadap pembelajaran Fizik. Menurut Noorzana Khamis dan Fatin Aliah Phang (2021), sikap pelajar aliran sains di daerah Johor Bahru terhadap pembelajaran Fizik berada pada tahap yang tinggi. Sikap yang positif membolehkan pelajar belajar Fizik dengan lebih mudah. Namun, menurut Abdul Kadir et al. (2016) sikap pelajar aliran sains di Selangor terhadap pembelajaran Fizik berada pada tahap yang rendah. Kesukaran dalam sesuatu subjek akan mempengaruhi sikap pelajar untuk terus belajar mengenai subjek tersebut. Dapatan kajian lepas juga menunjukkan terdapat hubungan yang lemah antara persepsi dan sikap pelajar. Di Selangor, kajian menunjukkan bahawa hubungan antara persepsi dan sikap pelajar aliran sains terhadap pembelajaran Fizik adalah lemah (Abdul Kadir et al., 2016). Namun, dapatan kajian lain menunjukkan bahawa terdapat hubungan yang kuat antara persepsi dan sikap pelajar. Berdasarkan kajian Azlina Mazlan dan Nik Ahmad Faris Nik Abdullah (2021), persepsi dan sikap pelajar semakin positif setelah diperkenalkan kepada kaedah pembelajaran yang baharu.

Secara keseluruhan, pelbagai dapatan telah diperolehi mengenai persepsi, sikap, dan hubungan antara keduanya dalam konteks pembelajaran Fizik. Hasil yang berbeza ini menunjukkan bahawa keputusan yang diperolehi tidak konsisten. Selain itu, berlakunya kekurangan penyelidikan di kawasan Sungai Petani mengenai persepsi dan sikap pelajar terhadap pembelajaran Fizik juga ketara. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menentukan tahap persepsi, sikap, dan hubungan antara persepsi dan sikap pelajar di Sungai Petani terhadap pembelajaran Fizik.

METODOLOGI

Reka bentuk kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk korelasi dengan pendekatan penyelidikan kuantitatif.

Reka bentuk ini dipilih kerana ia melibatkan pengukuran hubungan antara dua pemboleh ubah iaitu persepsi dan sikap. Kajian ini bertujuan untuk meneliti hubungan antara persepsi dan sikap pelajar di Sungai Petani terhadap pembelajaran Fizik. Bagi tujuan pengumpulan data, satu set soal selidik digunakan untuk mengenal pasti persepsi dan sikap pelajar terhadap pembelajaran Fizik berdasarkan aspek demografi, persepsi dan sikap.

Populasi dan sampel kajian

Kajian ini melibatkan populasi pelajar tingkatan empat dari sekolah menengah di kawasan Dun Bakar Arang, Sungai Petani. Sampel kajian dipilih melalui teknik pensampelan rawak mudah daripada populasi yang terdiri daripada 320 pelajar tingkatan empat dari lapan buah sekolah menengah di kawasan tersebut. Saiz sampel kajian adalah seramai 320 orang pelajar. Teknik pensampelan rawak mudah digunakan bagi mengumpulkan data daripada lapan buah sekolah ini untuk tujuan analisis data deskriptif dan inferens.

Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam kajian ini adalah satu set soal selidik yang telah diadaptasi daripada penyelidik terdahulu, Noorzana Khamis dan Fatin Aliah Phang (2021). Adaptasi ini bertujuan untuk memastikan soal selidik tersebut sesuai dengan konteks kajian yang melibatkan pelajar sekolah menengah. Soal selidik ini dibahagikan kepada tiga bahagian utama. Bahagian A mengandungi maklumat demografi responden seperti jantina, bangsa dan nama sekolah. Bahagian B memberikan fokus kepada persepsi responden terhadap pembelajaran Fizik. Soalan-soalan yang dikemukakan bertujuan untuk mendapatkan pandangan pelajar mengenai cara pengajaran, bahan pembelajaran dan suasana pembelajaran dalam Fizik. Bahagian C pula berkaitan dengan sikap responden terhadap pembelajaran Fizik. Bahagian ini menuntut pelajar untuk meluahkan pandangan dan perasaan pelajar terhadap subjek Fizik.

Untuk mengukur respon dari pelajar, setiap item dalam soal selidik menggunakan skala Likert lima mata. Responden diminta untuk memberi jawapan berdasarkan skala berikut: 1 untuk “Sangat tidak setuju”, 2 untuk “Tidak setuju”, 3 untuk “Tidak pasti”, 4 untuk “Setuju” dan 5 untuk “Sangat setuju”. Penggunaan skala Likert ini membolehkan peneliti mendapatkan maklumat yang lebih terperinci dan tepat mengenai persepsi dan sikap pelajar terhadap pembelajaran Fizik.

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Analisis Persepsi Pelajar Terhadap Pembelajaran Fizik

Dalam kajian ini, nilai min ditentukan berdasarkan purata skala yang diberikan oleh pelajar bagi setiap item dalam soal selidik untuk setiap bahagian persepsi dan sikap. Jadual 1 menunjukkan interpretasi min berdasarkan skala likert dalam soal selidik (Sa’adiah et al., 2020).

Jadual 1. *Interprestasi min berdasarkan skala likert*

Skor Min	Interpretasi
3.67 – 5.00	Tinggi
2.34 – 3.66	Sederhana
1.00 – 2.33	Rendah

Jadual 2 menunjukkan analisis bagi persepsi pelajar tingkatan empat aliran sains di Sungai Petani, Kedah terhadap pembelajaran Fizik. Analisis persepsi pelajar Tingkatan Empat aliran sains terhadap pembelajaran Fizik menunjukkan bahawa item P16 yang menyatakan “Saya beranggapan lawatan sambil belajar ke tempat-tempat yang ada kaitan dengan sains dan teknologi amat penting” mencatatkan nilai min tertinggi (Min = 4.19, SP = 0.869). Sebaliknya, item P3 dan P15 merekodkan nilai min terendah (Min = 3.94, SP = 0.809) dan (Min = 3.94, SP = 0.865). Ini menunjukkan pandangan pelajar tentang peluang melaksanakan projek Fizik dan kesan negatif ilmu Fizik terhadap alam sekitar. Secara keseluruhan, semua item di bahagian B menunjukkan nilai min yang tinggi dengan purata (Min = 4.05, SP = 0.847). Ini menunjukkan pandangan positif pelajar terhadap pembelajaran Fizik.

Jadual 2. Min dan Sisihan Piawai bagi Persepsi pelajar terhadap pembelajaran Fizik

Kod	Item	Min	SP	Interpretasi
P1	Saya selalu mendapat peluang mengendalikan eksperimen di makmal.	4.06	0.819	Tinggi
P2	Saya beranggapan aktiviti yang dijalankan di sekolah saya akan membantu saya faham konsep fizik dengan berkesan.	4.03	0.832	Tinggi
P3	Saya beranggapan saya akan berpeluang melaksanakan projek fizik.	3.94	0.809	Tinggi
P4	Guru fizik disekolah saya kerap mendedahkan tentang peluang kerjaya yang akan dikecapi dalam bidang fizik.	3.99	0.855	Tinggi
P5	Saya beranggapan saya akan berpeluang untuk berfikir dan memberi pendapat semasa pengajaran dan pembelajaran fizik di dalam kelas.	4.01	0.836	Tinggi
P6	Saya beranggapan cara pengajaran fizik di sekolah saya dapat membantu menambah minat saya terhadap fizik.	4.02	0.843	Tinggi
P7	Saya beranggapan guru fizik di sekolah saya akan selalu menggunakan pendekatan yang kreatif dan inovatif semasa mengajar.	4.12	0.854	Tinggi
P8	Saya percaya guru fizik biasanya mempunyai pengetahuan yang luas tentang fizik.	4.16	0.873	Tinggi
P9	Saya beranggapan guru fizik di sekolah saya menunjukkan teknik pengendalian yang berkesan tentang penggunaan peralatan makmal.	4.18	0.832	Tinggi
P10	Guru sains saya selalu menggalakkan pelajar-pelajar membaca artikel sains atau fizik.	3.97	0.913	Tinggi
P11	Guru sains saya berkongsi artikel sains dengan pelajar-pelajar dalam kelas.	4.02	0.845	Tinggi
P12	Saya beranggapan guru fizik di sekolah saya menggalakkan pelajar-pelajar untuk menyertai pertandingan inovasi dan reka bentuk.	4.09	0.842	Tinggi

P13	Saya beranggapan guru fizik di sekolah saya selalu menggalakkan pelajar-pelajar untuk menggunakan ilmu pengetahuan fizik supaya menghasilkan produk atau idea yang memberi faedah kepada masyarakat dan negara.	4.10	0.837	Tinggi
P14	Saya beranggapan guru fizik di sekolah saya selalu menggalakkan pelajar-pelajar untuk menggunakan ilmu pengetahuan fizik supaya menghasilkan produk atau idea yang menjana keuntungan ekonomi negara.	4.05	0.825	Tinggi
P15	Saya percaya ilmu fizik dapat merosakkan alam sekitar sekiranya tidak digunakan dengan betul.	3.94	0.865	Tinggi
P16	Saya beranggapan lawatan sambil belajar ke tempat-tempat yang ada kaitan dengan sains dan teknologi amat penting.	4.19	0.869	Tinggi
Min keseluruhan = 4.05		SP	= 0.847	Tinggi

Analisis Sikap Pelajar Terhadap Pembelajaran Fizik

Jadual 3 menunjukkan analisis bagi sikap pelajar tingkatan empat aliran sains di Sungai Petani, Kedah terhadap pembelajaran Fizik. Analisis terhadap item di bahagian C menunjukkan bahawa nilai min tertinggi dicatatkan oleh item S1 iaitu “Saya beranggapan ilmu fizik berguna kepada saya” (Min = 4.21, SP = 0.844). Sebaliknya, item S7 yang menyatakan “Saya suka mengikuti perkembangan terkini dalam bidang fizik” memperoleh nilai min terendah (Min = 3.90, SP = 0.885). Walau bagaimanapun, secara keseluruhan nilai min bagi setiap item dalam bahagian C adalah tinggi dengan purata (Min = 4.07, SP = 0.846).

Jadual 3. Min dan Sisihan Piawai bagi Sikap pelajar terhadap pembelajaran Fizik

Kod	Item	Min	SP	Interpretasi
S1	Saya beranggapan ilmu fizik berguna kepada saya.	4.21	0.844	Tinggi
S2	Saya beranggapan topik-topik dalam mata pelajaran fizik berkaitan dengan hidup saya.	4.09	0.831	Tinggi
S3	Saya beranggapan ilmu yang saya perolehi daripada fizik boleh digunakan dalam kehidupan seharian saya.	3.99	0.889	Tinggi
S4	Saya beranggapan fizik boleh menambahbaik hidup saya.	4.08	0.812	Tinggi
S5	Saya beranggapan fizik penting terhadap pembangunan negara.	4.16	0.817	Tinggi
S6	Saya beranggapan fizik perlu dipelajari oleh semua pelajar.	4.03	0.879	Tinggi
S7	Saya suka mengikuti perkembangan terkini bidang fizik.	3.90	0.885	Tinggi
S8	Saya suka melakukan eksperimen berkaitan dengan fizik di makmal.	4.09	0.886	Tinggi
S9	Saya beranggapan mata pelajaran fizik mengandungi aktiviti atau projek yang mengajar saya berfikir secara kreatif dan kritis.	4.11	0.821	Tinggi

S10	Saya beranggapan mata pelajaran fizik mengandungi aktiviti atau projek yang menggalakkan saya mengeksplorasi dan menyiasat.	4.00	0.806	Tinggi
S11	Saya beranggapan mata pelajaran fizik boleh menyediakan pengetahuan asas kepada saya untuk meneruskan pengajian yang lebih mendalam dalam fizik.	4.10	0.837	Tinggi
Min keseluruhan = 4.07			SP = 0.846	Tinggi

Keputusan ini menunjukkan bahawa pelajar memiliki sikap positif terhadap pembelajaran Fizik. Dapatan ini membuktikan bahawa pelajar tidak hanya menganggap Fizik sebagai subjek yang bergantung kepada pemahaman teori semata-mata malah sebagai bidang yang menarik serta relevan dalam kehidupan seharian. Kajian Sheldrake et al. (2017) menegaskan bahawa sikap positif pelajar mempunyai hubungan yang erat dengan pencapaian akademik. Pelajar yang berminat dalam subjek ini lebih cenderung untuk terlibat secara aktif dalam sesi pembelajaran serta meningkatkan keterlibatan pelajar dalam eksperimen dan penyelesaian masalah.

Ujian Kenormalan

Kajian ini menggunakan ujian Kolmogorov-Smirnov untuk menganalisis kenormalan data dengan melibatkan 320 responden yang melebihi jumlah minimum iaitu 50 responden. Berdasarkan Jadual 4, hasil ujian bagi pemboleh ubah persepsi menunjukkan nilai signifikan ($p = < 0.001$), mengesahkan bahawa data tidak bertabur secara normal memandangkan nilai p ini lebih rendah daripada 0.05.

Ujian yang sama juga dijalankan untuk pemboleh ubah sikap dengan keputusan yang serupa ($p = < 0.001$). Ini menunjukkan bahawa data bagi sikap juga tidak bertabur secara normal. Kesimpulannya, kedua-dua pemboleh ubah ini akan dianalisis menggunakan analisis Spearman Rho untuk mengetahui hubungan antara persepsi dan sikap pelajar.

Jadual 4. *Ujian Normaliti bagi pemboleh ubah persepsi dan sikap*

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
Persepsi	0.092	320	< 0.001
Sikap	0.088	320	< 0.001

Analisis Hubungan antara Persepsi dan Sikap Pelajar terhadap Pembelajaran Fizik

Analisis korelasi Spearman Rho digunakan dalam kajian ini untuk mengukur dan menganalisis hubungan antara dua pemboleh ubah iaitu persepsi dan sikap yang berskala julat atau nisbah. Jadual 5 menunjukkan interpretasi bagi kekuatan korelasi (Dancey dan Reidy, 2004).

Jadual 5. *Interpretasi pekali korelasi Spearman Rho*

Pekali Korelasi, r	Interpretasi Kekuatan Korelasi
≥ 0.70	Sangat Kuat
0.40 – 0.69	Kuat
0.30 – 0.39	Sederhana
0.20 – 0.29	Lemah

0.01 – 0.19	Tiada Hubungan
-------------	----------------

Berdasarkan Jadual 6, hasil analisis menunjukkan adanya hubungan yang kuat dan signifikan antara persepsi dan sikap pelajar Tingkatan Empat aliran sains di Sungai Petani, Kedah terhadap pembelajaran Fizik. Nilai pekali korelasi yang diperoleh ($r = 0.449$, $p = < 0.001$). Ini membolehkan hipotesis nol (H_0) ditolak, menandakan bahawa terdapat hubungan signifikan antara kedua-dua pemboleh ubah tersebut.

Jadual 6. *Analisis Korelasi Spearman Rho antara Persepsi dan Sikap*

Persepsi	Sikap	
	Pekali Korelasi, r	0.449
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	< 0.001
	N	320

Penemuan ini sejajar dengan kajian Good et al. (2019) yang menyatakan bahawa pelajar dengan sikap positif lebih proaktif dalam sesi pembelajaran serta terlibat dalam aktiviti penyelesaian masalah dan eksperimen. Dalam konteks teori behaviorisme, hubungan ini dapat dijelaskan melalui konsep pengukuhan sosial. Interaksi positif antara pelajar dan guru memberikan kesan yang baik terhadap motivasi serta tingkah laku pembelajaran pelajar (Skinner, 2022). Apabila pelajar merasakan sokongan dan dorongan daripada guru, pelajar lebih cenderung untuk membentuk persepsi dan sikap positif terhadap Fizik.

Kajian Wangshuk et al. (2022) mengesahkan bahawa interaksi positif dalam kelas dapat meningkatkan kegembiraan serta motivasi pelajar untuk belajar. Suasana pembelajaran yang interaktif membolehkan pelajar berpeluang untuk berkomunikasi dan berkolaborasi dengan rakan sebaya dan guru. Ini membantu memperkukuh kedua-dua persepsi dan sikap mereka terhadap subjek ini. Ia menunjukkan bahawa guru perlu memainkan peranan sebagai penggerak dalam mewujudkan persekitaran pembelajaran yang menyokong serta mendorong penglibatan aktif pelajar.

KESIMPULAN

Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar tingkatan empat aliran sains di Sungai Petani, Kedah mempunyai persepsi dan sikap yang tinggi terhadap pembelajaran Fizik dengan nilai min masing-masing (Min = 4.05, SP = 0.847) dan (Min = 4.07, SP = 0.846). Analisis normaliti mengesahkan bahawa data bagi kedua-dua pemboleh ubah tidak bertabur secara normal. Analisis inferens menggunakan pekali korelasi Spearman mendapati terhadap hubungan positif yang signifikan antara persepsi dan sikap pelajar ($r = 0.449$, $p = < 0.001$). Ini menunjukkan bahawa peningkatan dalam persepsi positif pelajar dapat dicapai melalui strategi pengajaran yang lebih menarik dan berkesan. Oleh itu, guru dan pendidik perlu memberi perhatian kepada cara pelajar memahami dan menghayati pembelajaran Fizik bagi meningkatkan sikap dan prestasi akademik pelajar dalam subjek ini.

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan sokongan dan bantuan dalam menjayakan kajian ini. Pertama sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia yang telah memberikan bimbingan dan nasihat

yang berharga sepanjang proses penyelidikan ini.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pelajar Tingkatan Empat aliran sains di Sungai Petani yang telah meluangkan masa untuk menjawab soal selidik dan memberikan maklumat yang diperlukan untuk kajian ini. Tanpa kerjasama dan sokongan pelajar, kajian ini tidak mungkin dapat dilaksanakan. Seterusnya, penghargaan juga kepada rakan-rakan dan keluarga yang sentiasa memberi dorongan dan motivasi kepada saya untuk menyelesaikan projek ini. Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Fakulti Sains dan Matematik atas segala kemudahan dan sumber yang disediakan untuk menyokong penyelidikan ini. Semoga hasil kajian ini dapat memberi manfaat kepada semua pihak dan menjadi sumbangan yang bermakna dalam bidang pendidikan Fizik.

RUJUKAN

- Abdul Kadir, M. N. B., Abdul Karim, M. M. & Abd. Rahman, N. (2016). Sikap Pelajar Terhadap Pembelajaran Fizik dan Hubungannya dengan Pencapaian dalam Kalangan Pelajar Sains. *Jurnal Personalia Pelajar*, 19(1). <http://www.ukm.my/personalia/publication-category/jilid-1/>.
- Amerstorfer, C. M., & Frein von Münster-Kistner, C. (2021). Student Perceptions of Academic Engagement and Student-Teacher Relationships in Problem-Based Learning. *Frontiers in Psychology*, 12(12). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.713057>
- Dancey, C. and Reidy, J. (2004) *Statistics without Maths for Psychology: using SPSS for Windows*. Prentice Hall, London
- Good, M., Maries, A., & Singh, C. (2019). Impact of traditional or evidence-based active-engagement instruction on introductory female and male students' attitudes and approaches to physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2). <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.15.020129>
- Krejcie, R.V., & Morgan, D.W., (1970). *Determining Sample Size for Research Activities*. Educational and Psychological Measurement.
- Noorzana Khamis, & Fatin Aliah Phang. (2021). The Influence of Stream Selection with the Interest, Attitude and Perception of Form Three Students on Physics Subjects/Pengaruh Pemilihan Aliran dengan Minat, Sikap Dan Persepsi Pelajar Tingkatan Tiga Terhadap Mata Pelajaran Fizik. *Sains Humanika*, 13(3). <https://doi.org/10.11113/sh.v13n3.1813>
- Sa'adiah Mohamad, Muhamad Akasah Hamzah & Farkhruzi Osman. (2020). Persepsi Pelajar Terhadap Manfaat dan Keinginan Menggunakan Snake & Ladder Digital Game Board dalam Pembelajaran Berasaskan Permainan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 2(3), 126-134. <http://myjms.moe.gov.my/index.php/jdpd>.
- Sheldrake, R., Mujtaba, T. & Reiss, M.J. Students' Changing Attitudes and Aspirations Towards Physics During Secondary School. *Res Sci Educ* 49, 1809–1834 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9676-5>
- Skinner, B. F. (2022). Reinforcement theory and its implications for education. *Journal of Educational Psychology*, 114(3), 298-310.
- Wangshuk, P., Seden, K., & Utha, K. (2022). The Study on the Relationship between Students' Learning Motivation and their Achievement in Physics. *Asia-Pacific Journal of Educational Management Research*, 7(2), 41–54. <https://doi.org/10.21742/ajemr.2022.7.2.04>.
- Zetty Zuryanty Zawawi, & Ruhizan Mohammad Yasin. (2023). Tahap Pengintegrasian STEM dalam Meningkatkan Kesedaran Murid Terhadap Tenaga Boleh Diperbaharui. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 8(6), e002386–e002386. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i6.2386>.

Pembangunan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Subtopik Prinsip Bernoulli dan Tahap Penerimaannya Dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik

The Development of a Structured Inquiry-Based Teaching E-Module for the Bernoulli Principle Subtopics and Its Acceptance Level Among Physics Trainee Teachers

Siti Nur Hafizah Mohamad Noor¹, Anis Nazihah Mat Daud^{2*} & Mohd Norzaidi Mat Nawi³

^{1, 2, 3} Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: anis.md@fsmt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli dalam mata pelajaran Fizik Tingkatan Lima dan menentukan tahap penerimaannya dalam kalangan guru pelatih Fizik. Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian pembangunan berdasarkan lima fasa model reka bentuk instruksional ADDIE iaitu Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan, dan Penilaian. Sampel kajian ini terdiri daripada 55 orang guru pelatih Fizik semester 7 Universiti Pendidikan Sultan Idris yang dipilih menggunakan teknik pensampelan rawak mudah. Kajian ini menggunakan borang soal selidik sebagai instrumen kajian. Data kajian dianalisis secara deskriptif untuk mencari peratus persetujuan pakar, nilai min (M) dan sisihan piawai (SP). Analisis dapatan kajian menunjukkan bahawa modul tersebut mempunyai tahap kesahan muka (100%) dan kesahan kandungan (99%) yang tinggi. Modul tersebut juga mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek persepsi kebolegunaan ($M = 3.81$; $SP = 0.32$), persepsi kemudahan penggunaan ($M = 3.82$; $SP = 0.31$), sikap ($M = 3.79$; $SP = 0.40$) dan niat perilaku ($M = 3.85$; $SP = 0.33$) serta secara keseluruhan ($M = 3.82$; $SP = 0.34$). Implikasi kajian ini ialah e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur yang dibangunkan boleh digunakan untuk membantu guru dalam merancang dan melaksanakan pengajaran dengan lebih teratur, meningkatkan pemahaman pelajar tentang Prinsip Bernoulli dan menarik minat pelajar untuk mempelajari subtopik tersebut.

Kata kunci: e-modul, inkuiri berstruktur, Prinsip Bernoulli, tahap penerimaan, guru pelatih Fizik

Abstract

This research aims to develop a structured inquiry-based teaching e-module for the Gas Law concept of Physics Form Four and to determine its acceptance level among Physics trainee teachers. This research employed the development research design according to five phases of the ADDIE instructional model, those are Analyse, Design, Development, Implementation and Evaluation. The sample of this research consists of 55 seventh-semester Physics trainee teachers of Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) were selected using a simple random sampling technique. This research utilized a questionnaire as the instrument of the research. The finding of this research were analyzed using the descriptive statistic analysis to calculate the expert agreement percentage, mean (M), and standard deviation (SD). The analysis showed that the module had very high face validity (100%) and content validity (99%). The module also had a high acceptance level among Physics trainee teachers in terms of perceived usability ($M = 3.81$; $SD = 0.32$), perceived ease of use ($M = 3.82$; $SD = 0.31$), attitude ($M = 3.79$; $SD = 0.40$) and behavioural intention ($M = 3.85$; $SD = 0.33$) and in overall ($M = 3.82$; $SD = 0.34$). The implications of this study indicated that the developed structured inquiry-based teaching e-module can be used by teachers to plan and and conduct lessons more systematically, enhance students' understanding of Bernoulli's Principle and increase students' interest in learning the subtopic.

Keywords: e-module, structured inquiry, Bernoulli Principle, acceptance level, Physics trainee teachers

PENGENALAN

Perkembangan pesat dalam bidang pendidikan Sains menuntut penggunaan pendekatan pengajaran yang lebih inovatif dan interaktif. Dalam konteks pendidikan Fizik, penguasaan konsep asas seperti Prinsip Bernoulli amat penting kerana ia menjadi asas kepada kefahaman pelbagai fenomena dalam kehidupan seharian dan aplikasi teknologi. Namun begitu, topik ini sukar difahami oleh murid kerana mereka keliru tentang hubungan antara halaju bendalir dan tekanan (Surmaini et al., 2021; Saputra et al., 2024). Justeru, guru pelatih Fizik memerlukan satu bentuk bahan bantu mengajar (BBM) yang mampu menyokong proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) dengan lebih berkesan. Namun, kebanyakan guru pelatih menghadapi masalah untuk merancang dan memilih kaedah PdP yang bersesuaian untuk sesi PdP ketika latihan mengajar (Halim & Ghani, 2025).

Kaedah pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur merupakan satu pendekatan yang berfokus kepada penglibatan aktif murid dalam membina pengetahuan melalui soal selidik, eksperimen, dan perbincangan terarah. Melalui pendekatan ini, murid bukan sahaja memahami Prinsip Bernoulli dari sudut teori, tetapi juga berupaya mengaitkannya dengan situasi harian seperti aliran udara, penerbangan kapal terbang, dan fungsi penyembur racun serangga. Bagi guru pelatih Fizik, penggunaan inkuiri berstruktur dapat meningkatkan kemahiran pedagogi, membentuk pemikiran kritis, dan menggalakkan pembelajaran bermakna yang berpusatkan murid (García-Ruiz, Lupión-Cobos, & Blanco-López, 2022; Lehesvuori et al., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, pembangunan e-modul berasaskan inkuiri berstruktur muncul sebagai satu alternatif yang berpotensi mempertingkatkan keberkesanan PdP fizik. E-modul ini mengintegrasikan teks, grafik, animasi, dan simulasi interaktif yang dapat membantu guru pelatih menyampaikan konsep Prinsip Bernoulli dengan lebih jelas dan menarik. Selain itu, penggunaan e-modul memberi fleksibiliti kepada guru pelatih untuk mengakses bahan pengajaran pada bila-bila masa serta menyesuaikan kaedah pembelajaran mengikut keperluan dan tahap penguasaan murid (Zaidi, Mat Daud & Alias, 2022).

Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap pembangunan e-modul ini perlu diteliti bagi memastikan keberkesanan dan kesesuaiannya dalam konteks pendidikan masa kini. Penerimaan yang positif bukan sahaja menggambarkan keberkesanan modul dalam meningkatkan kefahaman konsep, tetapi juga menunjukkan kesediaan guru pelatih untuk mengintegrasikan teknologi dalam PdP mereka pada masa hadapan. Oleh itu, kajian ini memberi tumpuan kepada pembangunan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli serta menilai tahap penerimaannya dalam kalangan guru pelatih Fizik sebagai usaha menyokong pengajaran sains yang lebih kreatif, inovatif, dan efektif (Davis, 1989; Teo, 2011).

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian pembangunan kerana kajian ini dijalankan untuk membangunkan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip

Bernoulli. Kajian ini juga menggunakan pendekatan kuantitatif iaitu borang soal selidik untuk menentukan tahap penerimaan modul yang dibangunkan dalam kalangan guru pelatih Fizik.

Pembangunan E-modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur bagi Subtopik Prinsip Bernoulli

Dalam kajian ini, e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli dibangunkan berdasarkan 5 fasa yang terdapat dalam model reka bentuk instruksional ADDIE iaitu Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan dan Penilaian seperti yang dirumuskan dalam Jadual 1.

Jadual 1. *Fasa pembangunan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli berdasarkan model reka bentuk instruksional ADDIE*

Fasa	Penerangan
Analisis	➤ Analisis kajian lepas untuk mengenal pasti masalah yang dihadapi oleh murid ketika belajar subtopik Prinsip Bernoulli.
Reka Bentuk	➤ Pemilihan teori pembelajaran dan pendekatan yang sesuai untuk digunakan
	➤ Penentuan reka bentuk dan kandungan e-modul
Pembangunan	➤ Pembangunan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur
	➤ Proses kesahan e-modul yang dibangunkan
	➤ Pelaksanaan kajian rintis
Pelaksanaan	➤ Pelaksanaan kajian sebenar
Penilaian	➤ Analisis data

Populasi dan Sampel Kajian

Seramai 58 orang guru pelatih Fizik semester 7 Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) dipilih sebagai populasi kajian. Hal ini demikian kerana populasi kajian ini telah mengambil kursus KPD3016. Maka, mereka mengetahui kriteria modul pengajaran yang sesuai untuk sesi PdP. Sampel kajian ini terdiri daripada 55 orang yang dipilih menggunakan teknik pensampelan secara rawak mudah berdasarkan jadual penentuan saiz sampel Krejcie dan Morgan (1970).

Instrumen Kajian

Satu borang soal selidik yang diadaptasi daripada instrumen kajian yang digunakan dalam kajian Ghani et al., (2019) telah digunakan sebagai instrumen kajian ini. Borang tersebut digunakan untuk menentukan tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan daripada empat konstruk iaitu persepsi kebolegunaan, persepsi kemudahan penggunaan, sikap dan niat perilaku berdasarkan Model Penerimaan Teknologi (Davis, 1989). Skala Likert empat mata digunakan untuk menilai tahap penerimaan modul tersebut iaitu 1 (sangat tidak setuju, STS), 2 (tidak setuju, TS), 3 (setuju, S) dan 4 (sangat setuju, SS). Seramai 3 orang pakar dipilih untuk menentukan kesahan instrumen kajian ini. Analisis kesahan

menunjukkan bahawa borang tersebut mempunyai nilai peratusan persetujuan pakar yang tinggi untuk kesahan muka dan kesahan kandungan iaitu 93% dan 96% (Nordin, 1995). Instrumen kajian tersebut juga mempunyai tahap kebolehpercayaan yang tinggi iaitu 0.97 (Lim, 2007), menunjukkan borang tersebut sesuai digunakan oleh guru pelatih Fizik.

Analisis Data

Dapatan kajian sebenar dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif untuk menentukan nilai min (M) dan sisihan piawai (SP) bagi menentukan tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli.

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

E-modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Subtopik Prinsip Bernoulli

E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli telah dibangunkan dengan berpanduan teori pembelajaran konstruktivisme dan model reka bentuk instruksional ADDIE. Paparan utama bagi modul yang dibangunkan ditunjukkan dalam Rajah 1(a). Kandungan modul tersebut disusun berdasarkan 4 fasa PdP iaitu cungkil idea (fasa 1), penstrukturan idea (fasa 2), pengaplikasian (fasa 3) dan pentaksiran (fasa 4) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 (b). Fasa 1 melibatkan aktiviti mencungkil idea murid bagi Subtopik Prinsip Bernoulli berdasarkan situasi sebenar yang ditunjukkan [Rajah 1 (c)]. Fasa 2 pula melibatkan aktiviti penerokaan berasaskan kaedah pembelajaran inkuiri berstruktur menggunakan simulasi tiub venturi [Rajah 1 (d)]. Kaedah pembelajaran inkuiri berstruktur dipilih untuk meningkatkan kefahaman murid terhadap konsep Prinsip Bernoulli (Barnayha, et al., 2024; Salim & Tiawa, 2015) manakala simulasi dipilih untuk membantu murid memahami konsep yang abstrak atau proses yang kompleks (Salame & Samson, 2019). Fasa 3 pula melibatkan aktiviti projek mini iaitu kapal terbang kertas [Rajah 1 (e)]. Fasa terakhir pula melibatkan penilaian kefahaman murid terhadap konsep Prinsip Bernoulli seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 (f).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Rajah 1. (a) paparan utama modul yang dibangunkan, (b) paparan utama susunan pelaksanaan kandungan modul, (c) paparan fasa set induksi, (d) paparan fasa penstrukturan idea, (e) fasa aplikasi idea dan (f) fasa penutup

Kesahan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Subtopik Prinsip Bernoulli

Kesahan muka dan kesahan kandungan bagi e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli telah dinilai oleh 3 orang pakar. Analisis kesahan menunjukkan bahawa modul tersebut mempunyai nilai peratus persetujuan pakar yang tinggi untuk kesahan muka (100%) dan kesahan kandungan (99%) seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2. Maka, modul tersebut mempunyai tahap kesahan muka dan kesahan kandungan yang tinggi (Nordin, 1995).

Jadual 2. Kesahan muka dan kesahan kandungan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli

Pakar	Kesahan Muka (%)	Kesahan Kandungan (%)
1	100	96
2	100	100
3	100	100
Purata	100	99

Tahap Penerimaan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Subtopik Prinsip Bernoulli Dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik

Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli ditentukan berdasarkan respon borang soal selidik yang diperoleh daripada 55 orang guru pelatih Fizik semester 7 UPSI.

Persepsi Kebolehgunaan

Jadual 3 menunjukkan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek persepsi kebolehgunaan. Analisis dapatan kajian menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa modul yang dibangunkan dapat dijadikan sebagai bahan bantu mengajar bagi subtopik Prinsip Bernoulli ($M = 3.84$; $SP = 0.37$). Hal ini demikian kerana kandungan modul tersebut disusun berdasarkan kandungan pembelajaran subtopik Prinsip Bernoulli Fizik Tingkatan Lima. Majoriti responden juga bersetuju bahawa modul yang dibangunkan dapat menjimatkan masa guru untuk merancang pengajaran bagi subtopik Prinsip Bernoulli ($M = 3.80$; $SP = 0.40$) dan membantu guru menjalankan sesi pengajaran dengan lancar ($M = 3.80$; $SP = 0.45$). Hal ini demikian kerana kandungan modul tersebut disusun berdasarkan empat fasa PdP iaitu cangkil idea, penstrukturan idea, pengaplikasian dan pentaksiran. Maka, guru pelatih Fizik boleh menggunakan modul tersebut untuk mengajar subtopik Prinsip Bernoulli ketika menjalani latihan mengajar kelak. Majoriti responden juga bersetuju bahawa modul yang dibangunkan dapat membantu guru untuk melaksanakan pembelajaran aktif di dalam kelas ($M = 3.81$; $SP = 0.39$) dan menarik minat pelajar mempelajari topik Prinsip Bernoulli ($M = 3.81$; $SP = 0.39$). Hal ini demikian kerana modul tersebut dibangunkan berdasarkan teori pembelajaran konstruktivisme. Menurut Zakaria (2016), pelaksanaan PdP berasaskan teori pembelajaran konstruktivisme mampu meningkatkan penglibatan murid dalam pembelajaran. Secara keseluruhan, modul yang dibangunkan mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek persepsi kebolehgunaan ($M = 3.81$; $SP = 0.32$).

Jadual 3. *Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli dari aspek persepsi kebolehgunaan*

No.	Pernyataan	M	SP
1	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dapat dijadikan sebagai bahan bantu mengajar bagi subtopik Prinsip Bernoulli.	3.84	0.37
2	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dapat menjimatkan masa guru untuk merancang pengajaran bagi subtopik Prinsip Bernoulli.	3.80	0.40
3	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dapat membantu guru menjalankan sesi pengajaran dengan lancar.	3.80	0.45
4	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dapat membantu guru untuk melaksanakan pembelajaran aktif di dalam kelas.	3.81	0.39
5	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur membantu guru untuk menarik minat murid mempelajari topik Prinsip Bernoulli.	3.81	0.39
Keseluruhan		3.81	0.32

Persepsi kemudahan penggunaan

Jadual 4 pula menunjukkan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek persepsi kemudahan penggunaan. Analisis dapatan kajian menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa modul yang dibangunkan senang untuk digunakan ($M = 3.85$; $SP = 0.36$), manual penggunaan modul tersebut mudah difahami ($M = 3.84$; $SP = 0.42$), bersifat mesra pengguna ($M = 3.82$; $SP = 0.39$), boleh digunakan pada bila-bila masa sahaja ($M = 3.82$; $SP = 0.39$) dan boleh digunakan di mana-mana sahaja ($M = 3.78$; $SP = 0.46$). Hal ini menunjukkan bahawa modul tersebut menerapkan konsep e-pembelajaran yang boleh digunakan pada bila-bila masa dan di mana-mana (Najib, Abu Bakar & Othman, 2016). Secara keseluruhan, modul yang dibangunkan mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek persepsi kemudahan penggunaan ($M = 3.82$; $SP = 0.31$).

Jadual 4. *Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli dari aspek persepsi kemudahan penggunaan*

No.	Pernyataan	M	SP
1	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur senang untuk digunakan.	3.85	0.36
2	Manual penggunaan modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur mudah difahami.	3.84	0.42
3	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bersifat mesra pengguna.	3.82	0.39
4	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur boleh digunakan pada bila-bila masa sahaja.	3.82	0.39
5	Modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur boleh digunakan di mana-mana sahaja.	3.78	0.46
Keseluruhan		3.82	0.31

Sikap

Jadual 5 pula menunjukkan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek sikap. Analisis dapatan kajian menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa pengajaran menggunakan modul yang dibangunkan adalah satu idea yang baik ($M = 3.85$; $SP = 0.40$) serta mereka berasa seronok terhadap penggunaan modul tersebut ($M = 3.80$; $SP = 0.49$), suka menggunakan modul tersebut ($M = 3.76$; $SP = 0.58$) dan percaya bahawa penggunaan modul tersebut dalam sesi PdP pada masa hadapan adalah satu idea yang baik ($M = 3.78$; $SP = 0.53$). Hal ini menunjukkan bahawa guru pelatih mempunyai sikap yang positif untuk menggunakan modul tersebut dalam sesi PdP. Majoriti responden juga bersetuju bahawa penggunaan modul tersebut dapat membantu murid melibatkan diri secara aktif dalam sesi PdP. Hal ini demikian kerana teori pembelajaran konstruktivisme diaplikasikan dalam pembangunan kerana modul tersebut pelaksanaan PdP berasaskan teori pembelajaran konstruktivisme mampu meningkatkan penglibatan murid dalam pembelajaran (Zakaria, 2016). Secara keseluruhan, modul yang dibangunkan mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek sikap ($M = 3.79$; $SP = 0.40$).

Jadual 5. Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli dari aspek sikap

No.	Pernyataan	M	SP
1	Pengajaran menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur adalah satu idea yang baik.	3.85	0.40
2	Saya berasa seronok terhadap penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur.	3.80	0.49
3	Saya percaya penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dapat membantu murid melibatkan diri secara aktif dalam sesi pengajaran dan pembelajaran.	3.75	0.48
4	Saya suka menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur.	3.76	0.58
5	Saya percaya bahawa penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi pengajaran dan pembelajaran saya pada masa hadapan adalah satu idea yang baik.	3.78	0.53
Keseluruhan		3.79	0.40

Niat Perilaku

Jadual 6 pula menunjukkan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek niat perilaku. Analisis dapatan kajian menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa mereka akan menggunakan modul yang dibangunkan dalam sesi PdP semasa latihan mengajar pada masa akan datang ($M = 3.89$; $SP = 0.31$), menggunakan modul tersebut secara kerap dalam sesi PdP semasa menjalankan latihan mengajar ($M = 3.84$; $SP = 0.42$), menjangkakan bahawa mereka akan menggunakan modul tersebut dalam sesi PdP pada masa akan datang ($M = 3.87$; $SP = 0.34$) dan menjangkakan bahawa mereka akan menggunakan modul tersebut secara kerap dalam sesi PdP pada masa akan datang ($M = 3.78$; $SP = 0.53$). Hal ini menunjukkan bahawa guru pelatih berminat untuk menggunakan modul tersebut dalam sesi PdP mereka ketika latihan mengajar. Secara keseluruhan, modul yang dibangunkan mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek niat perilaku ($M = 3.85$; $SP = 0.33$).

Jadual 6. Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli dari aspek niat perilaku

No.	Pernyataan	M	SP
1	Saya akan menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi pengajaran dan pembelajaran semasa latihan mengajar pada masa akan datang.	3.89	0.31
2	Saya menjangkakan bahawa saya akan menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi pengajaran dan pembelajaran pada masa akan datang.	3.87	0.34
3	Saya akan menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur secara kerap dalam sesi pengajaran dan pembelajaran semasa menjalankan latihan mengajar.	3.84	0.42

4	Saya menjangkakan bahawa saya akan menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur secara kerap dalam sesi pengajaran dan pembelajaran pada masa akan datang.	3.78	0.53
Keseluruhan		3.85	0.33

Keseluruhan Dapatan

Jadual 7 pula merumuskan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli secara keseluruhan. Berdasarkan Jadual 7, tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan adalah tinggi dari aspek persepsi kebolegunaan ($M = 3.81$; $SP = 0.32$), persepsi kemudahan penggunaan ($M = 3.82$; $SP = 0.31$), sikap ($M = 3.79$; $SP = 0.40$), niat perilaku ($M = 3.85$; $SP = 0.33$) dan secara keseluruhan ($M = 3.82$; $SP = 0.34$). Dapatan ini menunjukkan bahawa guru pelatih Fizik mempunyai sikap yang positif terhadap modul tersebut.

Jadual 7. Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli secara keseluruhan

Aspek	M	SP	Tahap Penerimaan
Persepsi kebolegunaan	3.81	0.32	Tinggi
Persepsi kemudahan penggunaan	3.82	0.31	Tinggi
Sikap	3.79	0.40	Tinggi
Niat perilaku	3.85	0.33	Tinggi
Keseluruhan	3.82	0.34	Tinggi

KESIMPULAN

Sebuah e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi subtopik Prinsip Bernoulli Fizik Tingkatan Lima telah berjaya dibangunkan dalam kajian ini. Modul tersebut mempunyai tahap kesahan muka dan kesahan kandungan yang tinggi. Guru pelatih Fizik juga mempunyai tahap penerimaan yang tinggi terhadap modul yang dibangunkan dari empat aspek iaitu persepsi kebolegunaan, persepsi kemudahan penggunaan, sikap dan niat perilaku. Namun, kajian ini hanya menentukan tahap penerimaan modul tersebut dalam kalangan guru pelatih Fizik. Maka, satu kajian lanjutan perlu dilaksanakan untuk menentukan keberkesanan penggunaan modul tersebut untuk meningkatkan kefahaman murid bagi subtopik Prinsip Bernoulli.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakam penghargaan kepada Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sumbangan yang diberikan untuk kajian ini.

RUJUKAN

- Barnayha, A. S. P., Come, G. B., Cruz, A. S. D., Emborgo, I. H. B., Quita, M. J. C., Taña, R. J. G., & Toke, R. U. (2024). Improving students' conceptual understanding in chemistry through structured inquiry-based learning. *Ignatian International Journal for Multidisciplinary Research*, 2(6), 421-430.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., & Blanco-López, Á. (2022). Effects of an inquiry-based science education training program on pre-service teachers: A mixed-methods case study. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), em2186.
- Ghani, M. T. A., Hamzah, M., Ramli, S., Ab, W., Daud, A. W., Romli, T. R. M., & Mokhtar, N. N. M. (2019). A questionnaire-based approach on technology acceptance model for mobile digital game-based learning. *Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE)*, 5(14), 11-21.
- Halim, M. S. A., & Ghani, M. T. A. (2025). Pengalaman latihan praktikum dan implikasinya terhadap kecekapan guru novis. *Malaysian Journal of Islamic Studies (MJIS)*, 9(1), 88-109.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Lehesvuori, S., Viiri, J., Joutsenlahti, J., & Nieminen, P. (2023). Student-centredness in physics laboratory teaching sessions. *International Journal of Science Education*, 45(4), 623-642.
- Lim, C. H. (2007). *Penyelidikan pendidikan: Pendekatan kuantitatif dan kualitatif*. McGraw-Hill Malaysia.
- Najib, H. M., Bakar, N. R. A., & Othman, N. (2017). E-pembelajaran dalam kalangan pelajar di sebuah institusi pengajian tinggi Selangor. Attarbawiy: *Malaysia Online Journal of Education*, 1(1), 74-82.
- Nordin, A. B. (1995). *Penilaian Afektif*. Masa Enterprise.
- Salame, I. I., & Samson, D. (2019). Examining the implementation of PhET Simulations into general chemistry laboratory. *International Journal of Environmental & Science Education*, 14(4), 207-217.
- Salim, K., & Tiawa, D. H. (2015). Implementation of structured inquiry based model learning toward students' understanding of geometry. *International Journal of Research in Education and Science*, 1(1), 75-83.
- Saputra, Satriawan, M., Hermanto, I. M., Habibullah, M., Rosmiati, N., & Lusiyan, D. (2024). Development of Predict-Observe-Write (POW) learning model to improve student's understanding of concepts on the topic of fluids. *Journal of Physics. Conference Series*, 2684, 012005.
- Surmaini, N., Syafe'i, I., & Diani, R. (2021). An analysis of students' physics misconceptions in online learning using the four-tier diagnostic test with certainty of response index (CRI). *Journal of Physics. Conference Series*, 1796, 012099.
- Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), 2432-2440.
- Yusuf, M. O., & Al-Banawi, N. (2013). The use of ICT in teaching and learning in Saudi Arabia: Perspectives from teachers. *International Journal of Education and Development using ICT*, 9(3), 16-23.
- Zaidi, S. N. A., Mat Daud, A. N. & Alias, S. N. (2022). Development of an interactive learning module for the gas law topic and its usability among physics trainee teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309, 012084.
- Zakaria, S. N. (2016). Kesan pendekatan konstruktivisme dan pendekatan tradisional dalam pengajaran dan pembelajaran komponen sastera Bahasa Melayu. *Jurnal Pendidikan Bahasa Melayu*, 5, 12-21.

Pembangunan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Konsep Hukum Gas dan Tahap Penerimaannya Dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik

The Development of a Structured Inquiry-Based Teaching E-Module for the Gas Law Concept and Its Acceptance Level Among Physics Trainee Teachers

Zaslinah Zamalul Kiram Alam Sah¹, Anis Nazihah Mat Daud^{2*} & Mohd Norzaidi Mat Nawi³

^{1, 2, 3} Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: anis.md@fsmt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini dijalankan adalah untuk membangunkan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas Fizik Tingkatan Empat dan menentukan tahap penerimaan modul tersebut dalam kalangan guru pelatih Fizik Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). Reka bentuk kajian ini ialah kajian pembangunan berdasarkan model instruksional ADDIE. Seramai 55 orang guru pelatih Fizik semester 7 UPSI telah dipilih sebagai sampel kajian ini menggunakan teknik pensampelan rawak mudah. Instrumen kajian ini ialah borang soal selidik yang digunakan untuk menentukan tahap penerimaan modul yang dibangunkan dalam kalangan guru pelatih. Data kajian yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif untuk mengira nilai peratus persetujuan pakar, min (M) dan sisihan piawai (SP). Analisis kajian menunjukkan bahawa modul yang dibangunkan mempunyai nilai peratus persetujuan pakar yang sangat tinggi untuk kesahan muka dan kesahan kandungan iaitu 96% dan 99%. Modul yang dibangunkan juga mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek persepsi kebolegunaan ($M = 3.83$; $SP = 0.32$), persepsi kemudahan penggunaan ($M = 3.83$; $SP = 0.31$), sikap ($M = 3.86$; $SP = 0.27$) dan niat perilaku ($M = 3.84$; $SP = 0.30$). Secara keseluruhan, tahap penerimaan modul tersebut adalah tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik UPSI ($M = 3.84$; $SP = 0.30$). Implikasi kajian ini ialah e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur yang dibangunkan sangat sesuai digunakan oleh guru pelatih Fizik sebagai bahan bantu mengajar dalam sesi pengajaran dan pembelajaran bagi konsep Hukum Gas untuk Fizik Tingkatan Empat.

Kata kunci: e-modul, inkuiri berstruktur, Hukum Gas, tahap penerimaan, guru pelatih Fizik

Abstract

This study aims to develop a structured inquiry-based teaching e-module for the Gas Law concept of Physics Form Four and to determine its acceptance level among Physics trainee teachers of Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). This research design was a development study according to the ADDIE instructional model. A total of 55 seventh-semester UPSI Physics trainee teachers were selected as the sample of the study using a simple random sampling technique. The instrument of the study was questionnaire which was used to determine the acceptance level of the developed module among trainee teachers. The obtained data were analyzed using the descriptive statistic analysis to calculate the expert agreement percentage, mean (M), and standard deviation (SD). The analysis showed that the developed module had very high expert agreement percentages for face validity and content validity, which were 96% and 99%, respectively. The module also demonstrated a high acceptance level among Physics trainee teachers in terms of perceived usability ($M = 3.83$; $SD = 0.32$), perceived ease of use ($M = 3.83$; $SD = 0.31$), attitude ($M = 3.86$; $SD = 0.27$), and behavioural intention ($M = 3.84$; $SD = 0.30$). Overall, the acceptance level of the module was high among UPSI Physics trainee teachers ($M = 3.84$; $SD = 0.30$). The implications of this study indicated that the developed structured inquiry-based teaching e-module is very suitable to be used by Physics trainee teachers as a teaching aid in teaching and learning sessions for the Gas Law concept of Physics Form Four.

Keywords: e-module, structured inquiry, Gas Law, acceptance level, Physics trainee teachers

PENGENALAN

Perkembangan teknologi digital dalam pendidikan telah membuka ruang yang luas bagi inovasi dalam penyampaian ilmu, termasuk pembangunan bahan pengajaran berbentuk elektronik atau e-modul. E-modul merupakan medium pembelajaran yang interaktif, fleksibel dan mesra pengguna, sekali gus mampu meningkatkan keberkesanan proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) (Herawati & Muhtadi, 2018). Dalam konteks pendidikan Sains, khususnya Fizik, penggunaan e-modul dapat membantu murid memahami konsep abstrak melalui penyampaian visual, animasi serta aktiviti interaktif yang sukar diterangkan apabila menggunakan kaedah konvensional (Sari, Daud & Faradhillah, 2022).

Antara konsep Fizik yang sukar untuk difahami oleh murid ialah Hukum Gas. Konsep ini melibatkan pemahaman tentang hubungan antara tekanan, isipadu dan suhu yang sering menimbulkan salah faham atau miskonsepsi dalam kalangan pelajar (Çakmakci, 2010; Jauhariyah, et al., 2018; Aprilia, 2020; Yalcin & Yalcin, 2020; Zaidi, Mat Daud & Alias, 2022). Maka, mereka akan cenderung untuk menghafal formula berbanding memahami konsep sebenar. Maka, bahan bantu mengajar (BBM) yang menarik dan memberi gambaran sebenar perlu dibangunkan untuk meningkatkan kefahaman murid terhadap Hukum Gas.

Kaedah inkuiri berstruktur merupakan salah satu kaedah pengajaran yang sesuai diterapkan dalam pembangunan e-modul. Hal ini demikian kerana kaedah tersebut menekankan pembelajaran berasaskan penyiasatan, soalan panduan serta aktiviti eksperimen maya yang dapat memupuk kemahiran berfikir aras tinggi dalam kalangan murid (Banchi & Bell, 2008; Pedaste et al., 2015). Inkuiri berstruktur juga memberi sokongan kepada murid yang kurang berpengalaman dalam pembelajaran inkuiri, sekali gus membantu mereka membina pemahaman konsep secara berperingkat (Minner, Levy, & Century, 2010).

Selain pembangunan modul, tahap penerimaan pengguna merupakan aspek penting yang perlu dinilai. Guru pelatih Fizik, sebagai bakal pendidik, perlu mempunyai kesediaan serta sikap positif terhadap penggunaan e-modul dalam sesi PdP mereka. Penerimaan ini akan mempengaruhi keberkesanan penggunaan e-modul dan seterusnya memastikan keberlangsungan inovasi digital dalam pendidikan Sains (Davis, 1989; Teo, 2011). Oleh itu, kajian ini memfokuskan kepada pembangunan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas serta menilai tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul tersebut.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian ini ialah kajian pembangunan kerana kajian ini melibatkan pembangunan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas menggunakan model reka bentuk instruksional ADDIE. Kajian ini juga menggunakan pendekatan kuantitatif secara tinjauan untuk menentukan tahap penerimaan modul yang dibangunkan dalam kalangan guru pelatih Fizik.

Pembangunan E-modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur bagi Konsep Hukum Gas

E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas dibangunkan berdasarkan model reka bentuk instruksional ADDIE yang terdiri daripada 5 fasa iaitu Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan dan Penilaian. Jadual 1 merumuskan pelaksanaan

model reka bentuk instruksional ADDIE untuk membangunkan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas.

Jadual 1. *Pelaksanaan model reka bentuk instruksional ADDIE untuk membangunkan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas*

Fasa	Penerangan
Analisis	➤ Menenal pasti masalah yang dihadapi oleh murid ketika belajar konsep Hukum Gas berdasarkan kajian lepas
Reka Bentuk	➤ Memilih teori pembelajaran dan pendekatan yang sesuai untuk digunakan
	➤ Menentukan reka bentuk dan kandungan e-modul
Pembangunan	➤ Membangunkan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur
	➤ Proses kesahan e-modul yang dibangunkan
	➤ Pelaksanaan kajian rintis
Pelaksanaan	➤ Pelaksanaan kajian sebenar
Penilaian	➤ Analisis data

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian ini terdiri daripada 58 orang guru pelatih Fizik semester 7 Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). Populasi kajian ini dipilih kerana mereka telah mengambil kursus KPD3016. Maka, mereka mengetahui ciri-ciri modul pengajaran yang sesuai untuk sesi PdP. Berdasarkan jadual penentuan saiz sampel Krejcie dan Morgan (1970), bilangan minimum sampel adalah seramai 55 orang. Sampel kajian ini dipilih menggunakan teknik pensampelan secara rawak mudah untuk menentukan tahap penerimaan mereka terhadap modul yang dibangunkan.

Instrumen Kajian

Instrumen kajian ini ialah borang soal selidik yang diadaptasi daripada instrumen kajian yang digunakan dalam kajian Ghani et al., (2019). Borang tersebut digunakan untuk menentukan tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas yang terdiri daripada empat konstruk iaitu persepsi kebolegunaan, persepsi kemudahan penggunaan, sikap dan niat perilaku berdasarkan Model Penerimaan Teknologi (Davis, 1989). Keempat-empat konstruk tersebut dinilai menggunakan skala Likert empat mata iaitu 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (setuju, S) dan 4 (sangat setuju). Analisis kesahan daripada 3 orang pakar mendapati bahawa borang tersebut mempunyai tahap kesahan muka (100%) dan kesahan kandungan (100%) yang tinggi (Nordin, 1995). Analisis data kajian rintis yang dijalankan pula mendapati bahawa borang tersebut mempunyai tahap kebolehpercayaan yang tinggi iaitu 0.96 (Lim, 2007). Dapatan ini menunjukkan borang tersebut sesuai digunakan oleh populasi sasaran iaitu guru pelatih Fizik.

Analisis Data

Data yang dikumpul dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif bagi mengira nilai min (M) dan sisihan piawai (SP) untuk menentukan tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas.

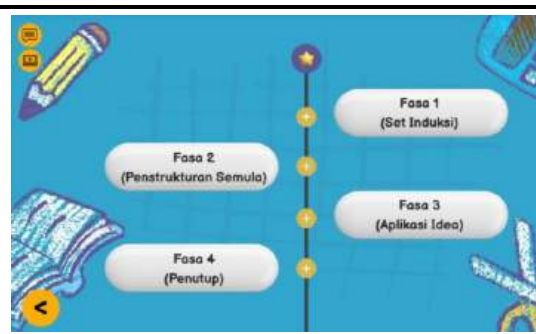
DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

E-modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Konsep Hukum Gas

E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas telah dibangunkan dengan berpandukan teori pembelajaran konstruktivisme dan model reka bentuk instruksional ADDIE. Rajah 1 (a) menunjukkan paparan utama bagi modul yang dibangunkan. Kandungan modul tersebut disusun berdasarkan 4 fasa PdP iaitu fasa 1 (set induksi), fasa 2 (penstrukturan idea), fasa 3 (aplikasi idea) dan fasa 4 (penutup) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 (b). Fasa set induksi melibatkan aktiviti mencungkil idea murid tentang konsep Hukum Gas berdasarkan situasi sebenar yang berlaku dalam kehidupan harian [Rajah 1 (c)]. Fasa penstrukturan idea pula melibatkan pelaksanaan kaedah pembelajaran inkuiri berstruktur menggunakan simulasi PhET [Rajah 1 (d)]. Kaedah pembelajaran inkuiri berstruktur dipilih untuk meningkatkan kefahaman murid terhadap konsep Hukum Gas (Barnayha, et al., 2024; Salim & Tiawa, 2015). Penggunaan simulasi PhET pula bertujuan untuk membantu murid mengaitkan hubungan antara tekanan, isipadu dan suhu untuk konsep Hukum Gas (Salame & Samson, 2019). Fasa aplikasi idea pula melibatkan penyelesaian masalah berkaitan dengan konsep yang dipelajari pada fasa penstrukturan idea [Rajah 1 (e)]. Fasa terakhir iaitu penutup pula melibatkan rumusan dan latihan pengukuhan konsep yang dipelajari. Terdapat tiga bahan yang disediakan untuk fasa penutup iaitu kuiz kilat, nota kilat dan latihan pengukuhan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 (f).



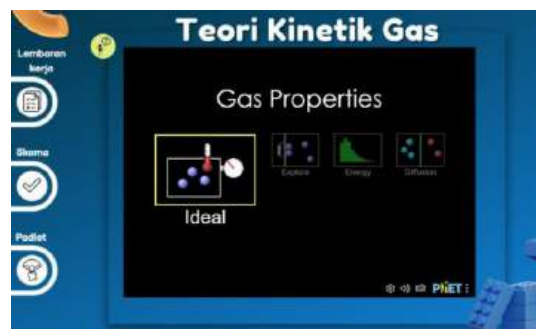
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Rajah 1. (a) paparan utama modul yang dibangunkan, (b) paparan utama susunan pelaksanaan kandungan modul, (c) paparan fasa set induksi, (d) paparan fasa penstrukturan idea, (e) fasa aplikasi idea dan (f) fasa penutup

Kesahan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Konsep Hukum Gas

Seramai tiga orang pakar telah dipilih untuk menentukan kesahan muka dan kesahan kandungan bagi e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas. Dapatan kajian menunjukkan bahawa modul yang dibangunkan mempunyai nilai kesahan muka (96%) dan kesahan kandungan (99%) yang tinggi (Nordin, 1995) seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2. Kesahan muka dan kesahan kandungan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas

Pakar	Kesahan Muka (%)	Kesahan Kandungan (%)
1	96	100
2	100	96
3	93	100
Purata	96	99

Tahap Penerimaan E-Modul Pengajaran Berasaskan Inkuiri Berstruktur Bagi Konsep Hukum Gas Dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik

Seramai 55 orang guru pelatih Fizik semester 7 UPSI telah menjawab borang soal selidik yang diedar untuk menentukan tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas dari aspek persepsi kebolegunaan, persepsi kemudahan penggunaan, sikap dan niat perilaku.

Persepsi Kebolegunaan

Dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek persepsi kebolegunaan ditunjukkan dalam Jadual 3. Berdasarkan Jadual 3, majoriti responden bersetuju bahawa modul yang dibangunkan dapat memudahkan guru untuk mengajar topik Hukum Gas ($M = 3.80$; $SP = 0.40$) dan meningkatkan keberkesanan pengajaran guru

terhadap topik Hukum Gas ($M = 3.84$; $SP = 0.37$). Hal ini demikian kerana kandungan modul tersebut disusun berdasarkan kandungan pembelajaran topik Hukum Gas Fizik Tingkatan Empat. Maka, guru pelatih Fizik boleh menggunakan modul tersebut untuk mengajar topik Hukum Gas ketika menjalani latihan mengajar kelak. Majoriti responden juga bersetuju bahawa modul yang dibangunkan dapat meningkatkan prestasi pengajaran guru ($M = 3.84$; $SP = 0.37$), meningkatkan keberkesanan sesi PdP yang dijalankan ($M = 3.80$; $SP = 0.40$) dan sangat berguna untuk digunakan dalam sesi PdP ($M = 3.87$; $SP = 0.34$). Hal ini demikian kerana kandungan modul tersebut disusun berdasarkan kaedah pembelajaran inkuiri berstruktur, yang terbukti dapat meningkatkan kefahaman murid (Barnayha, et al., 2024; Salim & Tiawa, 2015). Secara keseluruhan, guru pelatih Fizik mempunyai tahap penerimaan yang tinggi terhadap modul yang dibangunkan dari aspek persepsi kebolegunaan ($M = 3.83$; $SP = 0.32$).

Jadual 3. *Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas dari aspek persepsi kebolegunaan*

No.	Pernyataan	M	SP
1	E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini dapat meningkatkan prestasi pengajaran guru.	3.84	0.37
2	E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini dapat meningkatkan keberkesanan sesi PdP yang dijalankan.	3.80	0.40
3	E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini dapat memudahkan guru untuk mengajar topik Hukum Gas.	3.80	0.40
4	E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini dapat meningkatkan keberkesanan pengajaran guru terhadap topik Hukum Gas.	3.84	0.37
5	Saya mendapati bahawa e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini adalah sangat berguna untuk digunakan dalam sesi PdP.	3.87	0.34
Keseluruhan		3.83	0.32

Persepsi kemudahan penggunaan

Jadual 4 pula menunjukkan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek persepsi kemudahan penggunaan. Berdasarkan Jadual 4, majoriti responden bersetuju bahawa modul yang dibangunkan mudah untuk digunakan ($M = 3.87$; $SP = 0.34$), cara untuk menggunakan e-modul tersebut sangat mudah untuk dipelajari ($M = 3.84$; $SP = 0.37$) dan boleh dikuasai dengan sangat mudah ($M = 3.84$; $SP = 0.37$), interaksi bersama e-modul tersebut dapat dilakukan dengan jelas ($M = 3.78$; $SP = 0.42$) dan dapat difahami dengan mudah ($M = 3.85$; $SP = 0.38$) serta navigasi dalam modul tersebut membolehkan pengguna untuk mencari informasi dengan mudah ($M = 3.78$; $SP = 0.42$). Dapatan ini menunjukkan bahawa modul tersebut sesuai digunakan oleh pengguna sasaran iaitu guru pelatih Fizik. Hal ini demikian kerana BBM yang dilengkapi dengan paparan yang mesra pengguna dapat membantu meningkatkan kefahaman murid terhadap konsep yang dipelajari (Jimoyiannis & Komis, 2001). Secara keseluruhan, guru pelatih Fizik mempunyai tahap penerimaan yang tinggi terhadap modul yang dibangunkan dari aspek persepsi kemudahan penggunaan ($M = 3.83$; $SP = 0.31$).

Jadual 4. Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas dari aspek persepsi kemudahan penggunaan

No.	Pernyataan	M	SP
1	Saya mendapati bahawa e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini mudah untuk digunakan.	3.87	0.34
2	Cara untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini sangat mudah untuk dipelajari.	3.84	0.37
3	Cara untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini boleh dikuasai dengan sangat mudah.	3.84	0.37
4	Interaksi bersama e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini dapat dilakukan dengan jelas.	3.78	0.42
5	Interaksi bersama e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini dapat difahami dengan mudah.	3.85	0.38
6	Navigasi dalam e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur ini membolehkan pengguna untuk mencari informasi dengan mudah.	3.78	0.42
Keseluruhan		3.83	0.31

Sikap

Dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek sikap pula ditunjukkan dalam Jadual 5. Berdasarkan Jadual 5, majoriti responden bersetuju bahawa penggunaan modul tersebut dapat menggalakkan pelajar untuk melibatkan diri secara aktif dalam sesi PdP ($M = 3.82$; $SP = 0.39$). Hal ini demikian kerana e-modul tersebut dibangunkan berdasarkan teori pembelajaran konstruktivisme. Menurut Zakaria (2016), pelaksanaan PdP berasaskan teori pembelajaran konstruktivisme mampu meningkatkan penglibatan murid dalam pembelajaran. Majoriti responden juga bersetuju bahawa pelaksanaan pengajaran menggunakan modul yang dibangunkan adalah satu idea yang baik ($M = 3.89$; $SP = 0.31$), berasa positif terhadap penggunaan modul tersebut dalam sesi PdP ($M = 3.89$; $SP = 0.31$), menyokong penggunaan modul tersebut dalam sesi PdP ($M = 3.85$; $SP = 0.38$) dan percaya bahawa penggunaan modul tersebut dalam sesi PdP pada masa hadapan merupakan satu idea yang baik ($M = 3.84$; $SP = 0.37$). Hal ini menunjukkan bahawa guru pelatih Fizik mempunyai sikap yang positif untuk menggunakan modul tersebut dalam sesi PdP. Secara keseluruhan, guru pelatih Fizik mempunyai tahap penerimaan yang tinggi terhadap modul yang dibangunkan dari aspek sikap ($M = 3.86$; $SP = 0.27$).

Jadual 5. Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas dari aspek sikap

No.	Pernyataan	M	SP
1	Melaksanakan pengajaran menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur adalah satu idea yang baik.	3.89	0.31
2	Saya berasa positif terhadap penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi PdP.	3.89	0.31
3	Saya percaya bahawa penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dapat bantu menggalakkan murid untuk melibatkan diri secara aktif dalam sesi PdP.	3.82	0.39

4	Saya secara amnya menyokong penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi PdP.	3.85	0.38
5	Saya percaya bahawa penggunaan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi PdP pada masa hadapan merupakan satu idea yang baik.	3.84	0.37
Keseluruhan		3.86	0.27

Niat Perilaku

Jadual 6 pula menunjukkan dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan dari aspek niat perilaku. Berdasarkan Jadual 6, majoriti responden bersetuju bahawa mereka berhasrat untuk menggunakan modul tersebut dengan kerap untuk menguasai kaedah pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dengan lebih baik ($M = 3.80$; $SP = 0.40$). Hal ini menunjukkan bahawa modul yang dibangunkan boleh membantu guru pelatih Fizik untuk menguasai pelaksanaan kaedah pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dalam sesi PdP. Majoriti responden juga bersetuju bahawa mereka berhasrat untuk menggunakan modul tersebut dengan kerap dalam proses PdP ($M = 3.84$; $SP = 0.37$), bercadang untuk menggunakan modul tersebut secara berulang-ulang sebanyak mungkin dalam sesi PdP ($M = 3.85$; $SP = 0.36$), berminat untuk menggunakan modul tersebut sepanjang menjadi guru pelatih dan sebagai guru sebenar pada masa hadapan ($M = 3.82$; $SP = 0.39$) dan bercadang untuk menggunakan modul tersebut untuk topik-topik Fizik yang lain ($M = 3.91$; $SP = 0.29$). Hal ini menunjukkan bahawa guru pelatih berminat untuk menggunakan modul tersebut dalam sesi PdP mereka. Secara keseluruhan, guru pelatih Fizik mempunyai tahap penerimaan yang tinggi terhadap modul yang dibangunkan dari aspek niat perilaku ($M = 3.84$; $SP = 0.30$).

Jadual 6. *Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas dari aspek niat perilaku*

No.	Pernyataan	M	SP
1	Saya berhasrat untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dengan kerap untuk menguasai kaedah pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dengan lebih baik.	3.80	0.40
2	Saya berhasrat untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur dengan kerap dalam proses pengajaran dan pembelajaran.	3.84	0.37
3	Saya berminat untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur sepanjang menjadi guru pelatih dan sebagai guru sebenar pada masa hadapan.	3.82	0.39
4	Saya bercadang untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur secara berulang-ulang sebanyak mungkin dalam sesi PdP.	3.85	0.36
5	Saya bercadang untuk menggunakan e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur untuk topik-topik Fizik yang lain.	3.91	0.29
Keseluruhan		3.84	0.30

Keseluruhan Dapatan

Dapatan kajian untuk tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas secara keseluruhan dirumuskan dalam Jadual 7. Berdasarkan Jadual 7, tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap modul yang dibangunkan adalah tinggi dari aspek persepsi kebolehgunaan ($M = 3.83$; $SP = 0.32$), persepsi kemudahan penggunaan ($M = 3.83$; $SP = 0.31$), sikap ($M = 3.86$; $SP = 0.27$), niat perilaku ($M = 3.84$; $SP = 0.30$) dan secara keseluruhan ($M = 3.84$; $SP = 0.30$). Hal ini menunjukkan bahawa modul tersebut sesuai untuk kegunaan guru pelatih Fizik dalam sesi PdP.

Jadual 7. Tahap penerimaan guru pelatih Fizik terhadap e-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas secara keseluruhan

Aspek	M	SP	Tahap penerimaan
Persepsi kebolehgunaan	3.83	0.32	Tinggi
Persepsi kemudahan penggunaan	3.83	0.31	Tinggi
Sikap	3.86	0.27	Tinggi
Niat perilaku	3.84	0.30	Tinggi
Keseluruhan	3.84	0.30	Tinggi

KESIMPULAN

E-modul pengajaran berasaskan inkuiri berstruktur bagi konsep Hukum Gas Fizik Tingkatan Empat telah berjaya dibangunkan dalam kajian ini. Dapatan kajian menunjukkan bahawa kesahan muka dan kesahan kandungan modul yang dibangunkan mempunyai nilai peratus persetujuan pakar yang tinggi. Modul tersebut juga mempunyai tahap penerimaan yang tinggi dalam kalangan guru pelatih Fizik dari aspek persepsi kebolehgunaan, persepsi kemudahan penggunaan, sikap dan niat perilaku. Namun, kajian ini hanya menentukan tahap penerimaan modul yang dibangunkan dalam kalangan guru pelatih Fizik. Maka, satu kajian lanjutan perlu dilaksanakan untuk menentukan kesesuaian penggunaan modul tersebut sebagai BBM dalam sesi PdP bagi konsep Hukum Gas.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan diucapkan kepada Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sumbangan yang diberikan untuk kajian ini.

RUJUKAN

- Aprilia, V. (2020). Kesulitan siswa kelas XI IPA SMA Negeri Kota Palangka Raya tahun ajaran 2018/2019 dalam memahami hukum-hukum gas. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(2), 255-263.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Barnayha, A. S. P., Come, G. B., Cruz, A. S. D., Emborgo, I. H. B., Quita, M. J. C., Taña, R. J. G., & Toke, R. U. (2024). Improving students' conceptual understanding in chemistry through structured inquiry-based learning. *Ignatian International Journal for Multidisciplinary Research*, 2(6), 421-430.
- Çakmakci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449–455.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.

- Ghani, M. T. A., Hamzah, M., Ramli, S., Ab, W., Daud, A. W., Romli, T. R. M., & Mokhtar, N. N. M. (2019). A questionnaire-based approach on technology acceptance model for mobile digital game-based learning. *Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE)*, 5(14), 11-21.
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191.
- Jauhariyah, M. N. R., Suprpto, N., Admoko, S., Setyarsih, W., Harizah, Z. & Zulfa, I. (2018). Students' misconceptions profile on chapter gas kinetic theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 997, 012031.
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Lim, C. H. (2007). *Penyelidikan pendidikan: Pendekatan kuantitatif dan kualitatif*. McGraw-Hill Malaysia.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Nordin, A. B. (1995). *Penilaian Afektif*. Masa Enterprise.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Salame, I. I., & Samson, D. (2019). Examining the implementation of PhET Simulations into general chemistry laboratory. *International Journal of Environmental & Science Education*, 14(4), 207-217.
- Salim, K., & Tiawa, D. H. (2015). Implementation of structured inquiry based model learning toward students' understanding of geometry. *International Journal of Research in Education and Science*, 1(1), 75-83.
- Sari, M. N., Daud, M., & Faradhillah, F. (2022). Pengembangan e-modul fluida untuk pemahaman konsep siswa menggunakan aplikasi flip pdf professional. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 8(1), 35-44.
- Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), 2432–2440.
- Yalcin, F. A. & Yalcin, M. (2020). Turkish primary teacher candidates' conceptual understandings of gases. *Science Education International*, 31, 255-262.
- Zaidi, S. N. A., Mat Daud, A. N. & Alias, S. N. (2022). Development of an interactive learning module for the gas law topic and its usability among physics trainee teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309, 012084.
- Zakaria, S. N. (2016). Kesan pendekatan konstruktivisme dan pendekatan tradisional dalam pengajaran dan pembelajaran komponen sastera Bahasa Melayu. *Jurnal Pendidikan Bahasa Melayu*, 5, 12–21.

The Development of The Smartphone-Based Learning Module on the Applications of Photoelectric Effect and Its Usability among Physics Training Teachers

Pembangunan Modul Pembelajaran Berasaskan Telefon Pintar terhadap Aplikasi Kesan Foelektrik dan Kebolehgunaannya di kalangan Guru Pelatih Fizik

Muhammad Fahmi Amayah¹ & Mohd Faudzi Umar^{1*}

¹Department of Physics, Faculty of Science and Mathematics, Sultan Idris Education University, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

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

Abstract

This study focuses on developing a smartphone-based learning module on the Photoelectric Effect for Physics trainee teachers. The sample consists of 52 semester-7 UPSI Physics trainee teachers selected through simple random sampling. The module was developed using the ADDIE model, encompassing analysis, design, development, implementation, and evaluation phases. Instruments for the study included face and content validity assessment forms and a usability questionnaire. Expert validation, conducted by two Physics lecturers and a school teacher with over five years of teaching experience, confirmed a high content validity score of 1 using CVI. Usability data were analysed through SPSS, yielding frequency, percentage, mean, and standard deviation values. Reliability analysis of the module, based on a pilot study, revealed a Cronbach's Alpha value of 0.8. Usability constructs demonstrated good levels: perceived usefulness (mean = 3.801, s.d = 0.39), ease of use (mean = 3.786, s.d = 0.424), ease of learning (mean = 3.763, s.d = 0.466), and satisfaction (mean = 3.796, s.d = 0.399). These findings suggest the module effectively meets its objectives where it gives implication in enhancing pedagogical skills, particularly in integrating technology into teaching practices.

Keywords: development, learning module, photoelectric effect

Abstrak

Kajian ini memfokuskan kepada pembangunan modul pembelajaran berasaskan telefon pintar mengenai Kesan Foelektrik untuk guru pelatih Fizik. Sampel terdiri daripada 52 orang guru pelatih Fizik UPSI semester-7 dipilih melalui persampelan rawak mudah. Modul ini dibangunkan menggunakan model ADDIE, merangkumi fasa analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Instrumen kajian termasuk borang penilaian kesahan muka dan kandungan serta soal selidik kebolehgunaan. Pengesahan pakar, yang dikendalikan oleh dua pensyarah Fizik dan seorang guru sekolah yang mempunyai pengalaman mengajar lebih lima tahun, mengesahkan skor kesahan kandungan yang tinggi iaitu 1 menggunakan CVI. Data kebolehgunaan dianalisis melalui SPSS, kekerapan menghasilkan, peratusan, min, dan nilai sisihan piawai. Analisis kebolehpercayaan modul, berdasarkan kajian rintis, mendedahkan nilai Alpha Cronbach sebanyak 0.8. Konstruk kebolehgunaan menunjukkan tahap yang baik: dirasakan kebergunaan (min = 3.801, s.d = 0.39), kemudahan penggunaan (min = 3.786, s.d = 0.424), kemudahan pembelajaran (min = 3.763, s.d = 0.466), dan 6 = kepuasan, s.d = 0.399). Dapatan ini mencadangkan modul ini memenuhi objektifnya dengan berkesan di mana ia memberi implikasi dalam meningkatkan kemahiran pedagogi, terutamanya dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam amalan pengajaran.

Kata kunci: pembangunan, modul pembelajaran, kesan foelektrik

INTRODUCTION

Physics experiments are a fundamental aspect of secondary school science education, providing students with hands-on opportunities to explore and understand the principles that govern the natural world. These experiments bring theoretical concepts to life, allowing students to observe phenomena, test hypotheses, and develop a deeper understanding of scientific ideas. Physics experiments also serve as a motivational and educational tool that make learning more attractive and engaging, encouraging active participation and deeper involvement in the learning process (Dominik Miškář, 2019). However, many schools face challenges, such as limited equipment, outdated resources, or tight schedules, which can make it harder to fully engage students in these experiments. According to Menchafou (2023), inadequate resources, such as laboratory equipment and trained teachers, pose significant barriers to the effective use of experiments in teaching physics. To overcome these hurdles, teachers are finding new ways to make experiments more interactive and accessible, often using technology to enhance the learning experience.

Research-based learning modules are vital for enhancing physics education in secondary schools, as hands-on experiments help students understand complex concepts. Marzan (2019) found that contextualized modules improve comprehension and retention compared to traditional methods. Smartphone-based tools, like Phyphox, make physics experiments more interactive, cost-effective, and adaptable, benefiting both students and teachers. Phyphox also enables complex experiments using low-cost materials, making it ideal for schools with limited resources (Franklin & André Scheidegger Laia, 2023). These tools support modern teaching practices, transforming the educational experience by making physics more engaging and easier to grasp. By integrating technology, such as smartphone-based modules, physics education can become more interactive and inclusive, catering to diverse classroom environments and remote learning settings.

The development of a smartphone-based learning module transforms teaching and learning, making it more interactive and easier to understand, particularly for the photoelectric effect. This approach modernizes the learning experience, prepares future teachers to integrate technology, and enhances student engagement through digital tools and innovative methods (None Syafaruddin et al., 2024). As modern technology reshapes education, teachers must adapt to 21st-century learning. This study focuses on creating and evaluating a smartphone-based learning module for the photoelectric effect, aiming to improve Physics education in secondary schools.

The integration of hands-on experiments into Physics education is crucial for bridging theory with practice and fostering student engagement. However, many secondary schools continue to face limitations such as insufficient laboratory equipment, outdated resources, and time constraints, which hinder the effective implementation of experimental learning. These challenges highlight the need for innovative, cost-effective, and accessible teaching tools that can enhance students' understanding of complex Physics concepts while addressing resource constraints. Smartphone-based applications, such as Phyphox, provide a practical opportunity to modernize Physics education by transforming traditional experiments into interactive, portable, and low-cost activities. Motivated by these challenges and opportunities, this study aims to develop the smartphone-based learning module experiment on the applications of photoelectric effect and evaluate the usability among physics training teachers. The goal is to support teachers in using technology and prepare learners and educators to meet 21st-century educational demands.

METHODOLOGY

Research Design

This study is a developmental research that uses the ADDIE model as a reference for the development of teaching modules. The ADDIE model provides a clear, step-by-step framework that guides educators through the process of module development, ensuring that all critical aspects are considered and addressed (Chang & Abidin, 2024). There are five phases in the ADDIE model which are analysis, design, development, implementation and evaluation which have been presented in Table 1:

Table 1. *Research activities based on the ADDIE model*

Phases	Activities
Analysis	Analyse objectives, scope and sample of study. Analysis, evaluate and determine the right selection of technology for the project
Design	Design learning material, delivery methods, and teaching aids.
Development	Develop an experiment activity and experiment set up with a proper application via smartphone (PhyPhox). Face and content validity of the module by three experts.
Implementation	Pilot testing (15 Physics Trainee Teachers of semester 5). Conduct a survey based on usability questionnaire (USE)
Evaluation	Calculate reliability metrics (Cronbach's Alpha). Analyse the usability of the module using collected data. The evaluation phase of the ADDIE model ensures that the effectiveness of the module is assessed, allowing for continuous improvement based on feedback from learners and educators (Isnani et al., 2024).

Population and Sample

This study involves a study sample from the population of trainee Physics teachers in semesters 5 and 7 at Sultan Idris Education University. A total of 15 people were selected to conduct the pilot study, while 52 people were selected to conduct the actual study where the number of samples was taken into account using the simple random sampling method.

Instrument & Data Analysis

The research instrument used usability questionnaire. The usability of module is measured by questionnaire that adapted of Lund (2001). Face and content validity is determined through the Content Validity Index (CVI) by three experts consisting of two UPSI Physics lecturers and a physics subject teacher. A usability questionnaire was conducted through a Google Form distributed online to find out the level of module usability from perceive of usefulness, perceive ease of use, perceive ease of learning and perceive of satisfaction. This questionnaire uses a four-point Likert scale that ranging from 1 (Strongly Disagree), 2 (Disagree), 3 (Agree) and 4 (Strongly Disagree).

Data for the face and content validity of the questionnaire were analysed using the Content Validity Index formula to measure the CVI value. Meanwhile, data for reliability using SPSS software to obtain Cronbach's Alpha coefficient values and usability data were analysed to

obtain mean scores and standard deviations.

RESULTS AND DISCUSSION

Module Development

The smartphone-based learning module was developed using the PhyPhox app, selected for its ability to display light sensor data both graphically and numerically. PhyPhox supports scientific literacy by facilitating data collection, analysis, and interpretation (Evains et al., 2024). Its user-friendly interface makes it accessible to training teachers (Figure 1).



Figure 1. PhyPhox user-interface

The next process in the development process of this module is to select and provide tools and equipment that are easily available. A list of tools and apparatus such as led lights, rulers, solar cells, voltmeters, wires and smart phones have been selected as the main tools in conducting photoelectric effect experiments. The selection of solar cells as one of the tools in this experiment is to receive the photons emitted by the LED in addition to help students to understand the application of the photoelectric effect in daily life.



Figure 2. Photoelectric Effects experiment set-up

Validity & Realibility

Instrument validity is done based on the judgment of three selected experts and the Content Validity Index (CVI) formula is used to measure the CVI value. Items with an I-CVI of 0.78 or higher are considered to have good content validity when rated by 3 or more experts. Therefore, a CVI of 1.0, which indicates unanimous agreement, is certainly considered good (Polit et al., 2007).

A pilot study was carried out to see the reliability of the questionnaire items before carrying out the actual study. The sample size for the proposed pilot study was 15 respondents consisting of physics trainee teachers in the 5th semester. The collected data was analysed using SPSS software. Cronbach's Alpha value obtained is 0.87 which is shown in Table 3. According to Hari (2024), in educational settings, a Cronbach's alpha of 0.70 or higher is generally considered acceptable for measuring learning outcomes. Thus, those items can be used toward the sample of real study.

Table 3. *Cronbach's Alpha value obtained through the analysis of a pilot study*

Construct	Number of Items	Cronbach Alpha Coefficient Value
Usefulness	7	0.92
Ease of Use	11	0.93
Ease of Learning	4	0.81
Satisfaction	6	0.81
Overall		0.87

Usability of the the Module

The results presented in Table 4 indicate that the smartphone-based learning module developed for the subtopic of the Photoelectric Effect achieved a high level of usability among Physics trainee teachers. The mean scores for all constructs which are usefulness (3.80), ease of use (3.78), ease of learning (3.76), and satisfaction (3.79) suggest that the module effectively meets its intended goals. The highest mean score, achieved in the usefulness construct (3.80), highlights the module's practical relevance and ability to support trainee teachers in delivering complex physics concepts.

Table 4: *Mean score and standard deviation on real study of usability*

Construct	Mean Score	Standard Deviation
Usefulness	3.80	0.39
Ease of Use	3.78	0.42
Ease of Learning	3.76	0.46
Satisfaction	3.79	0.39
Overall	3.78	0.41

According to Nur et al. (2022) it indicates that the module is perceived as a valuable resource by trainee teachers, supporting their ability to teach complex physics concepts effectively. The slightly lower mean score for ease of learning (3.76) suggests that while the module is generally straightforward, minor improvements could enhance the learning curve for users. This suggests that while the module is generally accessible, additional support could help

users understand and use it more effectively. For example, training sessions could make a big difference by teaching participants how to set up experiments, handle data, and solve common problems with the app (Kaczmarek, 2024).

The construct for satisfaction (3.79) indicates that the module provides an engaging and fulfilling user experience, further solidifying its value in an educational setting. The findings of this study are in line with the study conducted by (Wayan Suana et al., 2023) that shows the teachers report high satisfaction and plan to continue using smartphone-based experiments, indicating their perceived value in enhancing student motivation and learning outcomes.

Additionally, smartphone sensors can effectively measure physical quantities and visualize processes in real-time, which enhances students' understanding and engagement with the material (Raharja et al., 2024). In overall, mean and overall standard deviations for all construct are 3.78 and 0.41 which shows the high level of interpretation. Therefore, it can conclude that development of smartphone-based learning module on the subtopic photoelectric effect obtained a good perception of usability from training teachers for all four constructs.

CONCLUSION

This study successfully developed and evaluated a smartphone-based learning module on the photoelectric effect, designed to enhance the teaching and learning of Physics through an interactive, technology-driven approach. Using the Phyphox application, the module effectively integrates real-time experimentation with theoretical understanding, allowing trainee teachers to explore Physics concepts in a more engaging and accessible way. The findings demonstrated high levels of usability across all constructs—usefulness, ease of use, ease of learning, and satisfaction—indicating that the module meets its pedagogical objectives and supports meaningful learning experiences. The high CVI = 1.00 and strong reliability (Cronbach's Alpha = 0.871) further confirm that the instrument and module are both valid and consistent. Overall, the integration of smartphone-based experiments provides an innovative solution to common challenges such as limited laboratory access and resource constraints. This approach not only enhances conceptual understanding and motivation among students but also equips future Physics teachers with practical experience in technology-enhanced pedagogy, aligning with the educational demands of the 21st century.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our gratitude to the Faculty of Science and Mathematics for providing the platform to publish our work in the e-proceeding as an initiative to foster publication amongst undergraduate students in Sultan Idris Education University.

REFERENCES

- Chang, L., & Mohamad Jafre Bin Zainol Abidin. (2024). Instructional Design of Classroom Instructional Skills Based on the ADDIE Model. *Technium Social Sciences Journal*, 55, 167–178.
- Dominik Miškář. (2019). Physics experiment as a dominant educational element. *AIP Conference Proceedings*, 2152, 030024–030024.
- Evains, A. C., Anggereni, S., & Lanto, M. S. (2024). Enhancing Science Process Skills in Physics Education: The Impact of the Phyphox Smartphone Application in High School Laboratories. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 3(1), 9-18.
- Franklin, M., & André Scheidegger Laia. (2023). Abordagem quantitativa da polarização da luz: Explorando a Lei de Malus com o aplicativo PhyPhox. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 45.

- Hari, N. (2024). Comparative Test of Cronbach's Alpha Reliability Coefficient, Kr-20, Kr-21, And Split-Half Method. *Journal of Education Research and Evaluation*, 8(1), 47–57.
- Isnani, V., Fitriyani Ishak, & Sitti Marwiyah. (2024). Pengembangan E-Modul Berbantuan Canva Pada Materi Asmaul Husna. *Indonesian Journal of Islamic Educational Review*, 1(1), 57–64.
- Kaczmarek, Ł. (2024). Pocket Lab App - a simple program with AI assistance for smartphone- guided experiments. *Research Square* (Research Square).
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire. *Usability interface*, 8(2), 3-6.
- Marzan, J. N. T. (2018). Contextualized Modules in Physics for Junior High School Students. *The Vector: International Journal of Emerging Science, Technology and Management*, 27(1).
- Menchafou, Y., Aaboud, M., & Chekour, M. (2023). Effectiveness of Real and Computer-Assisted Experimental Activities in Moroccan Secondary School Physics Education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(16).
- Nur, S., Anis, & Alias, S. N. (2022). Development of an Interactive Learning Module for the Gas Law Topic and Its Usability among Physics Trainee Teachers. *Journal of Physics Conference Series*, 2309(1), 012084–012084.
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in nursing & health*, 30(4), 459-467.
- Raharja, E. P., Irianti, M., Lestari, R. D., Londong, C. M., & Mudumi, S. (2024). Analyzing Physics Experiment using Sensor Smartphone in Traveling Carnival. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1247–1254.
- Syafaruddin Syafaruddin, Amiruddin Amiruddin, & Andi Ibbar. (2024). Challenges and Strategies For Effective Resource Utilization In Secondary Schools. *International Journal of Education Language Literature Arts Culture and Social Humanities*, 2(2), 116–125.
- Wayan Suana, Agus Suyatna, I Wayan Distrik, & Novinta Nurulsari. (2023). Bimtek Praktikum Fisika Berbantuan Sensor pada HP Android Bagi Guru-Guru Fisika SMA Di Lampung. *Ruang Pengabdian Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 52–61.
- Youssef Menchafou, Morad Aaboud, & Chekour, M. (2023). Effectiveness of Real and Computer-Assisted Experimental Activities in Moroccan Secondary School Physics Education. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(16), 16–29.

Development and Usability of a Smartphone Based-Learning Module on Harmonic Oscillators among Physics Teachers Trainee at Sultan Idris Education University (UPSI)

Pembangunan dan Kebolehgunaan Modul Pembelajaran Berasaskan Telefon Pintar bagi Pengayun Harmonik dalam Kalangan Guru Pelatih Fizik di Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI)

Jayclyshia Gelang Charle Langie¹ & Mohd Faudzi Umar^{1*}

¹Department of Physics, Faculty of Science and Mathematics, Sultan Idris Education University, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia.

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

Abstract

This study aims to develop a smartphone-based learning module on harmonic oscillators and to examine the perceptions of physics teacher trainees at Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). The research adopts a developmental design using the ADDIE model, involving fifty Bachelor of Physics Education students selected through purposive sampling. The Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use (USE) questionnaire was employed to evaluate the module's usability and user perception. Face and content validity were verified by three experts using the Content Validity Index (CVI). Data were analyzed descriptively using SPSS software. The findings show mean scores of 3.78 (usefulness), 3.72 (ease of use), 3.72 (ease of learning), and 3.81 (satisfaction), indicating high usability and positive acceptance. The results suggest that the module effectively supports interactive, real-time, and hands-on learning, enhancing student engagement compared to traditional methods. In conclusion, the smartphone-based learning module offers an effective tool for educators to explore and understand harmonic oscillation concepts more deeply.

Keywords: smartphone based-learning module, harmonic oscillator, usability.

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan modul pembelajaran berasaskan telefon pintar bagi topik pengayun harmonik serta meneliti persepsi guru pelatih fizik di Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). Reka bentuk kajian ini menggunakan pendekatan pembangunan berasaskan model ADDIE dengan melibatkan lima puluh orang pelajar Sarjana Muda Pendidikan (Fizik) yang dipilih melalui persampelan bertujuan. Soal selidik Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use (USE) digunakan untuk menilai kebolehgunaan dan persepsi pengguna terhadap modul tersebut. Kesahan muka dan kesahan kandungan telah disemak oleh tiga orang pakar menggunakan Indeks Kesahan Kandungan (CVI). Data dianalisis secara deskriptif menggunakan perisian SPSS. Dapatan menunjukkan skor min bagi konstruk kegunaan (3.78), kemudahan penggunaan (3.72), kemudahan pembelajaran (3.72), dan kepuasan (3.81), yang menunjukkan tahap kebolehgunaan dan penerimaan yang tinggi. Hasil kajian mencadangkan bahawa modul ini berkesan dalam menyokong pembelajaran interaktif, masa nyata dan berasaskan amali, sekali gus meningkatkan penglibatan pelajar berbanding kaedah tradisional. Secara keseluruhan, modul pembelajaran berasaskan telefon pintar ini menawarkan alat pengajaran yang berkesan bagi pendidik untuk meneroka dan memahami konsep ayunan harmonik dengan lebih mendalam.

Kata kunci: modul pembelajaran berasaskan telefon pintar, pengayun harmonik, kebolehgunaan.

INTRODUCTION

Education should strike a balance between teaching theoretical knowledge and practical, real-life applications, as it is crucial to present the right amount of content while also providing learners with opportunities to explore and engage with it, fostering critical thinking and creativity (Rapi et al., 2022). When studying Physics, it is essential for students to understand basic concepts, principles, and laws, enabling them to explain these ideas in ways that match their cognitive and intellectual development (Agusti, 2023). It is essential to integrate critical thinking into the curriculum, as it is a skill that must be developed rather than an innate ability (Alameddine & Basher, 2024). A good pedagogical practices through educators encourage students to learn more effectively. Physics subject are benefits well from structured learning modules. A module is systematically structured and designed so that students can engage in self-directed learning with minimal guidance from teachers (Medina & Baraquia, 2023). Integrating technology into modules can revolutionize Physics education, shifting from traditional to modern teaching methods. However, not all educators recognize the benefits of incorporating technology into their teaching practices.

Understanding harmonic oscillators can be difficult for students (Hauko et al., 2018). Students often struggle with this topic due to its concepts such as sinusoidal motion, restoring forces, and phase differences. Another challenges is the lack of effective teaching tools. Utilizing apps as teaching aids can simplify learning about harmonic oscillators (Bani & Masruddin, 2021). Using apps like Phyphox can simplify learning and make the topic more interactive. Furthermore, students' motivation and attitudes can significantly impact their learning. The abrupt shift from traditional educational formats has made it harder to motivate students to acquire new knowledge (Costa et al., 2018). Students' attitudes toward a subject can either enhance or hinder their academic achievement (Assem et al., 2023). A smartphone- based learning module on harmonic oscillators can improve students' motivation and attitudes by offering interactive learning experiences and instant feedback.

This study is motivated by the need to improve students' understanding of difficult Physics concepts, particularly harmonic oscillators, which many learners find abstract and challenging. Traditional teaching methods often make it harder for students to remain motivated and engaged, especially when faced with complex ideas that require visualization and application. To address this issue, the study aims to develop a smartphone-based learning module that not only simplifies the learning process but also enhances interactivity and self-directed exploration. This study aims to design and develop a smartphone-based learning module on harmonic oscillators utilizing the Phyphox application, as well as to examine its usability among trainee Physics teachers at Sultan Idris Education University (UPSI).

METHODOLOGY

Research Design

This study is a developmental research using the ADDIE model to develop the Smartphone Based-Learning Module on Harmonic Oscillators. The ADDIE model is a systematic framework in which consist of five phases which are Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation (Ong, 2024). In this study, the research that based on the ADDIE model are presented in Table 1.

Table 1. *Research activities based on the ADDIE model*

ANALYSIS	Analyse the research objectives, research available resources and the scope of content.
DESIGN	Design an outline module content for Harmonic Oscillation topic then includes concise notes, learning theories, learning strategies, tips for students, and exercises and consider format also colors used for the module.
DEVELOPMENT	Test the materials used in the module's development to ensure whether these materials effectively support the Harmonic Oscillation concept.
IMPLEMENT	Data collection for the face and content validity of the smartphone-based learning module on harmonic oscillators as well as the usability of the module and pilot study also actual study conducted among Physics education students in UPSI.
EVALUATE	Analyse the data obtained from the actual study using descriptive analysis through SPSS then determine the usability and students perception regarding the module.

Sample and Sampling Technique

The population in this study consists of 246 undergraduate students at UPSI who have studied the topic of harmonic oscillation in Physics. There are 50 Physics teacher trainee is chosen through purposive sampling from 246 undergraduate Physics students.

Instrument

This quantitative study is to study aspect of usability of the module where the instrument of the research is a questionnaire adopted from Lund (2001). The questionnaire consisted of four constructs which are usefulness, ease of use, ease of learning, and satisfaction. Each item is evaluated using a four-point Likert scale: Strongly Agree (4), Agree (3), Disagree (2), and Strongly Disagree (1).

The instrument used were validated by experts and tested for reliability through a pilot study. Validity refers to what is the instrument measures and how well it does (Ahmed & Ishtiaq, 2021). Face validity assesses whether the target audience considers the items clear, relevant, and easy to respond to (Mark et al., 2023). Content validity measures the extent to which individual items reflect the theoretical domain of a construct (Mark et al., 2023). In this study, the instrument's validity, both face and content validity was assessed by three experts. Reliability was confirmed through the pilot study.

Table 2. *Distribution of Assessment in the Questionnaire*

Construct	Item
Usefulness	8
Ease of Use	11
Ease of Learning	4
Satisfaction	7

RESULTS AND DISCUSSION

Module Development

The ADDIE model approach was employed in developing the smartphone-based learning module. Firstly, the analysis phase where the smartphone-based harmonic oscillation module was designed by analyzing key elements which are including the research objectives, the importance of the module, the learning approach used, the module's scope, and resource materials. The developed module aims to help students understand and apply the concept of harmonic oscillation in real-life contexts with the assistance Phypox application. In the design phase, the researcher developed the module content based on constructivist learning theory to achieve the objectives identified in the analysis phase. The module includes notes, learning strategies, tips, and exercises. The module includes a brief explanation to support the use of Phypox application. The module shown in Figure 1.



Figure 1. Smartphone Based-Learning Module

The development phase involves printing the smartphone-based learning module on harmonic oscillators to create a technology driven learning guide. Before finalizing, the materials used such as a baby cradle spring, mass, the Phypox application, a flat box, and thread were tested to ensure they effectively support the concept of harmonic oscillation, as shown in Figure 2.

The implementation phase involves collecting data on the face and content validity, as well as assessing the usability of the module. To ensure the validity and reliability of both the module and the questionnaire, the researcher conducted face and content validity assessments using a validation form reviewed by three expert Physics lecturers. The face validity focused on aspects such as text clarity, layout design, technical quality, and safety, while the content validity evaluated the module's relevance with learning outcomes. For the questionnaire, emphasis was placed on four key constructs: usefulness, ease of use, ease of learning, and satisfaction. The validation process yielded a Content Validity Index (CVI) of 1.00, indicating excellent validity. A pilot study was conducted involving 15 Bachelor of Physics Education students at UPSI. Following the guideline by Taber (2018), which states that a Cronbach's alpha value above 0.7 signifies acceptable reliability, the obtained alpha value of 0.948 demonstrates strong internal consistency and high reliability of the questionnaire.

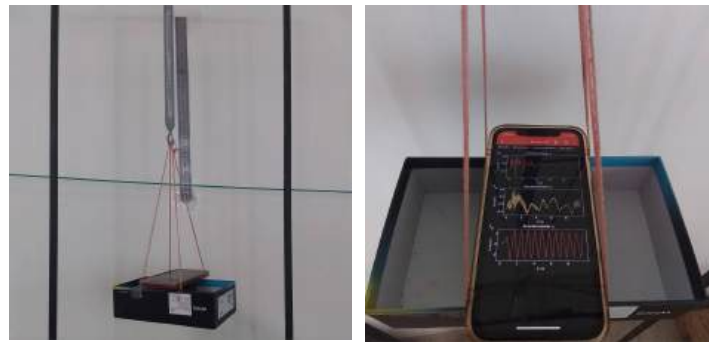


Figure 2. Product Development

Usability of the Module

After data collection was done, the data obtained were analyzed. The purpose of the analysis was to determine the usability and students perceptions on the module . The data were analyzed using the SPSS as it is user-friendly and capable of generating comprehensive results. Table 3 shows the usability of the smartphone-based learning module on harmonic oscillators. According to Alico & Guimba (2015), mean value of 3.25-4.00 indicates a high level of interpretation.

Table 3. Mean Value and Standard Deviation by Construct

Constructs	Item total	Mean	Standard Deviation
Usefulness	8	3.78	0.446
Ease of Use	11	3.72	0.496
Ease of Learning	4	3.72	0.531
Satisfaction	7	3.81	0.493

The data analysis in Table 3 shows a high mean score of 3.78 for the usefulness construct, indicating that the module effectively enhances students' understanding through smartphone technology. Smartphone sensors, when integrated with the Phyphox application, act as portable laboratories, enabling students to conduct real-world experiments in a flexible and accessible manner. This finding is consistent with previous research showing that the application of Phyphox in Physics laboratories significantly improves students' science process skills, with an average mean score of 72.08 (Evains et al., 2023). Beyond technical application, the module also supports interactive learning, fostering critical thinking and encouraging students to explore new concepts in a more engaging way.

For the constructs of ease of use and ease of learning, both recorded mean scores of 3.72. These results suggest that students found the module engaging, user-friendly, and easy to navigate. While Rediansyah (2022) reported that students often faced difficulties in understanding instructions when using smartphone sensor-based experiments, with an average ease level of only 54%, the integration of Phyphox in this study appears to have reduced such barriers. The design of the module supported students in conducting experiments more effectively and improving their laboratory skills.

The satisfaction construct obtained the highest mean score of 3.81, showing that students were highly satisfied with the module. The intuitive design of the Phyphox application, along with its accessibility and flexibility, contributed significantly to this outcome. The fact that it can be used both in classroom settings and at home makes it a valuable alternative when laboratory

facilities are unavailable (Al-Biruni, 2021). This adaptability increases student confidence and supports continuous learning beyond the classroom environment.

Taken together, the findings highlight the potential of the smartphone-based learning module on harmonic oscillators to enhance student engagement, improve laboratory competencies, and strengthen learning outcomes. Its integration of technology with Physics instruction demonstrates how digital tools can bridge the gap between theoretical understanding and practical application, while simultaneously improving students' motivation and satisfaction.

CONCLUSION

This study developed and evaluated a smartphone-based learning module on harmonic oscillators using the Phyphox application to enhance conceptual understanding and engagement among Physics teacher trainees. Guided by the ADDIE model, the module was validated by experts with excellent content validity (CVI = 1.00) and strong reliability (Cronbach's $\alpha = 0.948$). Findings revealed high mean scores for usefulness (3.78), ease of use (3.72), ease of learning (3.72), and satisfaction (3.81), indicating that the module is effective, user-friendly, and engaging. The integration of Phyphox enabled students to perform real-time experiments using smartphone sensors, bridging theory with practice while improving motivation and laboratory skills. Overall, the module demonstrates the potential of mobile technology to make Physics learning more interactive and accessible, particularly in resource-limited settings. Future work could extend this approach to other Physics topics to support digital transformation and active learning in science education..

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our gratitude to the Faculty of Science and Mathematics for providing the platform to publish our work in the e-proceeding as an initiative to foster publication amongst undergraduate students in Sultan Idris Education University.

REFERENCES

- Agusti, R. H., Nasir, M., & Islami, N. (2023). Implementation of Contextual Teaching and Learning Based Physics Module on Newton's Law Material to Improve Critical Thinking Skills of Class X Students. *Journal of Education and Learning Research*, 1(1), 8-19.
- Ahmed, I., & Ishtiaq, S. (2021). Reliability and Validity: Importance in medical research. *Methods*, 12(1), 2401-2406.
- Alameddine, M. A., & Bashir, M. M. (2024). Investigating Strategies for Teaching Critical Thinking in Physics Classrooms. *American Journal of Science Education Research*, 20(2), 17-21
- Al-BiRuNi, J. I. P. F. (2021). Utilization of the phyphox application (physical phone experiment) to calculate the moment of inertia of hollow cylinders. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 10(2), 231-240.
- Assem, H. D., Nartey, L., Appiah, E., & Aidoo, J. K. (2023). A review of students' academic performance in physics: attitude, instructional methods, misconceptions and teachers qualification.. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(1), 84-92.
- Bani, M., & Masruddin, M. (2021). Development of Android-based harmonic oscillation pocket book for senior high school students. *JOTSE: Journal of Technology and Science Education*, 11(1), 93-103.
- Costa, I. P. E., Faria, H. D. C., & Neto, A. S. (2018). Habits of use of new technologies in children and young people. *Gazeta Médica*, 5(4), 11-22.
- Evains, A. C., Anggereni, S., & Lanto, M. S. (2024). Enhancing Science Process Skills in Physics Education: The Impact of the Phyphox Smartphone Application in High School Laboratories. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 3(1), 9-18.
- Hauko, R., Andreevski, D., Paul, D., Šterk, M., & Repnik, R. (2018). Teaching of the harmonic oscillator damped by a constant force: The use of analogy and experiments. *American Journal of Physics*, 86(9), 657-662.

- Medina, E. D., & Baraquia, L. G. (2023). Development and validation of discovery-based modules in teaching chemistry. *Polaris Global Journal of Scholarly Research and Trends*, 2(1), 116-131.
- Mark, S.A., Davina, A. R., & Dragos, I (2023). Face Validity: A Critical but Ignored Component of Scale Construction in Psychological Assessment. *European Journal of Psychological Assessment*, 39(3),153–156.
- Ong Jr, D. (2024). Development of Virtual Science Interactive Learning Materials According To The ADDIE Model. *Diversitas Journal*, 9(1). 1-17.
- Rapi, N. K., Suastra, I. W., Widiarini, P., & Widiiana, I. W. (2022). The influence of flipped classroom-based project assessment on concept understanding and critical thinking skills in physics learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 351-362
- Rediansyah, H. (2022). The Model of Physics Experiments Using Smartphone Sensors in Senior High School 1 Pangkalpinang. *SEAQIS Journal of Science Education*, 2(01), 34-38.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in science education*, 48(1), 1273-1296.

Pembangunan Dan Kebolegunaan Permainan Gelombang Bingo Dalam Kalangan Pelajar Fizik Tingkatan Empat

The Development And Usability Of Gelombang Bingo Games Among Form Four Physics Students

Amirul Izzad Ismail¹ & Siti Nursaila Alias^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Emel: anasaila@fsmpt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini dijalankan adalah bertujuan untuk membangunkan dan mengenalpasti tahap kebolegunaan permainan Gelombang Bingo dalam kalangan pelajar fizik tingkatan empat. Kajian ini adalah berbentuk kajian reka bentuk pembangunan dengan menggunakan model ADDIE. Seramai 80 orang pelajar Fizik tingkatan empat dipilih sebagai populasi. Sampel terdiri daripada 66 orang pelajar Fizik tingkatan empat yang dipilih melalui kaedah persampelan rawak mudah. Instrumen soal selidik bagi kesahan muka dan kesahan kandungan telah disahkan oleh tiga orang pakar. Kajian rintis dijalankan kepada 15 orang pelajar fizik tingkatan 4 di Arau, Perlis yang mempunyai ciri-ciri yang sama dengan sampel kajian sebenar untuk mengenalpasti tahap kebolehppercayaan melalui nilai Alpha Cronbach. Dapatan kajian ini menggunakan peratusan persetujuan pakar iaitu kesahan muka dan kesahan kandungan bagi permainan Gelombang Bingo adalah 90.28% dan 86.67% masing-masing. Nilai pekali Alpha Cronbach yang didapati daripada kajian rintis adalah 0.934. Kaedah analisis data deskriptif digunakan untuk menilai tahap kebolegunaan permainan Gelombang Bingo dengan mengambil nilai skor min dan sisihan piawai daripada perisian Statistic Package for Social Sciences (SPSS). Nilai purata min dan sisihan piawai bagi keseluruhan konstruk adalah (min = 3.64, S.P = 0.627). Kesimpulannya, pembangunan permainan Gelombang Bingo ini telah mencapai objektif kajian di mana dapat dibuktikan mempunyai tahap kebolegunaan yang baik dan tinggi dalam kalangan pelajar Fizik tingkatan empat. Implikasinya, memudahkan pelajar untuk menguasai topik gelombang dalam tahap mengingat (TP1), memahami (TP2), mengaplikasi (TP3), menganalisis (TP4) dan menilai (TP5) serta melibatkan diri secara aktif dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: kebolegunaan, permainan, gelombang, kesahan, kebolehppercayaan, instrumen

Abstract

This study was conducted with the aim of developing and identifying the level of usability of the game "Gelombang Bingo" among form four physics students. This study is in the form of a development design study using the ADDIE model. A total of 80 form four Physics students were selected as the population. The sample consisted of 66 form four Physics students who were selected through a simple random sampling method. The questionnaire instrument for face validity and content validity was confirmed by three experts. A pilot study was conducted on 15 form four physics students in Arau, Perlis who have the same characteristics as the actual study sample to identify the level of reliability through Cronbach's Alpha value. The findings of this study using the percentage of expert agreement which is face validity and content validity for the game "Gelombang Bingo" are 90.28% and 86.67% respectively. Cronbach's Alpha coefficient value obtained from the pilot study is 0.934. Descriptive data analysis methods were used to evaluate the level of usability of the "Gelombang Bingo" game by taking the mean score and standard deviation from the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) software. The average value of the mean and standard deviation for the entire construct is (mean = 3.64, S.P = 0.627). In conclusion, the development of this "Gelombang Bingo" game has achieved the objective of the study where it can be proven to have a good and high level of usability among form four Physics students. The implication is that it makes it easier for students to master the wave topic in the level of remembering (TP1), understanding (TP2), applying (TP3), analyzing (TP4) and evaluating (TP5) as well as being actively involved in the learning process.

Keywords: usability, game, wave, validity, reliability, instrument

PENGENALAN

Kajian ini memberi tumpuan kepada permainan yang bertujuan untuk meningkatkan penglibatan murid terhadap topik gelombang bagi mata pelajaran Fizik yang dapat menarik perhatian murid melalui PdPc yang menyeronokkan. Subjek Fizik merupakan subjek yang seringkali pelajar menghadapi masalah dalam pembelajaran. Terdapat beberapa faktor yang telah dikenal pasti oleh pengkaji bagi mengesan punca-punca berlakunya permasalahan dalam kalangan pelajar untuk mengatasinya dengan lebih awal. Menurut Mazlan & Nik Abdullah (2021), mata pelajaran Fizik merupakan subjek yang dianggap sukar pada pelbagai peringkat pendidikan menyebabkan pelajar kurang berminat terhadap mata pelajaran ini meningkat. Walau bagaimanapun, menurut Muhammad Raflee & Halim (2021), salah satu kurikulum Fizik adalah bertujuan untuk membangunkan kemahiran dalam menyelesaikan masalah dan suatu komponen penting dalam pembelajaran bagi pelajar. Hal ini ditentang kerana pelajar masih mengalami kesukaran untuk memahami topik gelombang bagi mata pelajaran Fizik kerana masih mengalami kekeliruan dan kekurangan pemahaman tentang subjek tersebut. Oleh itu, pengajaran langsung yang disokong dengan permainan dapat memberikan pelajar pemahaman yang lebih baik terhadap konsep Fizik. Pembelajaran berasaskan permainan pendidikan dapat memberi keseronokan kepada pelajar. Secara tidak langsung, pembelajaran secara aktif dapat diwujudkan di dalam bilik darjah sekaligus meningkatkan penguasaan isi kandungan.

Seterusnya, penggunaan elemen-elemen gamifikasi dalam permainan dapat membantu pelajar melibatkan diri dalam pembelajaran. Menurut Hambali & Lubis (2022), gamifikasi merupakan pembelajaran berasaskan permainan yang dapat menjadikan setiap proses pengajaran dan Pembelajaran menjadi lebih menarik. Permainan yang dihasilkan perlu mematuhi syarat gamifikasi. Menurut Dichev & Dicheva (2017), gamifikasi permainan berlaku apabila elemen permainan dimasukkan ke dalam proses pendidikan untuk meningkatkan penglibatan pelajar sewaktu PdP. Elemen lencana semasa aktiviti pembelajaran dapat menarik perhatian pelajar (Hanafiah et al., 2019). Selain itu, elemen jenis ganjaran dapat meningkatkan keseronokan pelajar untuk belajar semasa proses PdP. Permainan gamifikasi ini juga memberi peluang kepada pelajar untuk terlibat secara aktif. Elemen kemajuan bar juga dapat menjadi penanda aras kepada pelajar terhadap perjalanan mereka untuk mencapai objektif (Mazarakis & Bräuer, 2023). Tambahan pula, elemen tahap dalam gamifikasi juga dapat memberikan soalan pelbagai aras berdasarkan kemampuan pelajar (Wirani et al., 2022).

KSSM juga melibatkan penggunaan media atau bahan yang boleh membantu memudahkan proses PdPc iaitu bahan pentaksiran. Permainan merupakan bahan atau medium yang boleh digunakan untuk memudahkan proses pengajaran sekaligus mentaksir kefahaman murid semasa proses PdP. Selain itu, permainan membantu pelajar menjadi lebih bersemangat semasa di dalam kelas dan menarik mereka untuk melibatkan diri dalam proses pembelajaran. Pelajar boleh menjadi lebih tertarik untuk belajar Fizik dengan adanya penggunaan permainan yang inovatif dan unik. Selain itu, penggunaan permainan yang berkesan juga boleh meningkatkan prestasi pembelajaran pelajar dan menarik minat pelajar untuk melibatkan diri dalam proses pengajaran (Bakar & Alias, 2021). Setiap pelajar boleh menyertai aktiviti secara berkumpulan dengan menggunakan permainan ini. Oleh itu, pengkaji mencipta permainan pendidikan yang menarik iaitu permainan Gelombang Bingo yang berkaitan dengan topik gelombang untuk mencapai matlamat untuk menarik perhatian pelajar.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kaedah kajian kuantitatif juga digunakan dalam kajian pembangunan ini. Kajian ini dijalankan untuk membangunkan permainan Gelombang Bingo seperti Rajah 1 bagi mentaksir pelajar dalam topik gelombang. Data bagi kebolegunaan seperti kebergunaan, mudah guna, mudah belajar dan kepuasan terhadap permainan Gelombang Bingo dibangunkan bagi pelajar Fizik tingkatan empat.



Rajah 1. Permainan Gelombang Bingo

Populasi Kajian, Sampel Kajian dan Teknik Persampelan

Pemilihan sampel untuk kajian adalah secara rawak mudah. Sampel ini terdiri daripada kalangan murid daripada dua buah sekolah di kawasan Arau yang mempunyai populasi 80 orang. Seramai 66 orang murid telah dipilih sebagai sampel kajian berdasarkan penentuan saiz sampel (Krejcie & Morgan, 1970) yang menentukan saiz sampel yang bersesuaian dengan saiz populasi kajian. Tiga orang pakar pensyarah dari Jabatan Fizik UPSI telah dipilih.

Instrumen Kajian

Instrumen kajian yang digunakan ialah borang kesahan pakar dan borang soal selidik kebolegunaan untuk permainan Gelombang Bingo telah digunakan sebagai instrumen kajian untuk kajian pembangunan ini. Satu set soal selidik berskala Likert bermata empat telah digunakan dalam kajian ini. Proses memberi maklum balas kepada responden dipermudahkan dengan penggunaan skala Likert. Responden perlu menjawab soal selidik kebolegunaan yang diadaptasi daripada soal selidik kebolegunaan USE yang menggunakan skala Likert (Likert, 1932) empat mata.

Analisis Data

Analisis kesahan soal selidik telah dijalankan dengan menggunakan peratusan persetujuan pakar mengikut nilai yang mengambil kira penilaian purata yang dibuat oleh tiga orang pakar Jabatan Fizik. Hasil kajian rintis dinilai untuk menentukan pekali Alpha Cronbach dengan bantuan program SPSS. Analisis deskriptif digunakan dalam kajian sebenar untuk mendapatkan nilai min dan sisihan piawai untuk setiap item dalam konstruk soal selidik.

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kesahan

Bagi menentukan nilai persetujuan pakar bagi kesahan muka dan kesahan kandungan, peratusan persetujuan pakar digunakan. Oleh itu, dapatan kajian di dalam jadual 1 ini menunjukkan persetujuan yang tinggi di kalangan tiga orang pakar terhadap kesahan muka dan kesahan kandungan permainan Gelombang Bingo.

Jadual 1. *Dapatan bagi peratus persetujuan pakar bagi kesahan*

Pakar	Kesahan Muka (%)	Kesahan Kandungan (%)
Pakar 1	95.83	95.00
Pakar 2	87.50	90.00
Pakar 3	87.50	75.00
Purata Peratusan	90.28	86.67

Jadual 1 menunjukkan dapatan kajian menunjukkan nilai purata peratusan persetujuan pakar untuk kesahan muka (90.28%) dan kesahan kandungan permainan Gelombang Bingo (86.67%) Kebolehgunaan ketiga-tiga panel pakar adalah lebih daripada 70% dan ini menunjukkan nilai kesahan yang diterima untuk setiap item. Hal ini selari dengan dapatan kajian Sidek Mohd Noah dan Jamaluddin Ahmad (2005) yang menyatakan bahawa peratusan kesahan pakar yang melebihi 70% mempunyai kesahan yang baik.

Kebolehpercayaan

Seramai 15 pelajar Fizik tingkatan empat dari sebuah sekolah menengah kebangsaan, Perlis, adalah responden untuk kajian rintis. Oleh itu, untuk menunjukkan perbezaan antara analisis dan kajian sebenar, pekali kebolehpercayaan alpha Cronbach digunakan. Jadual 2 menunjukkan dapatan kajian menunjukkan nilai Alpha Cronbach keseluruhan diperolehi ialah 0.934 yang menunjukkan bahawa tahap kebolehpercayaan yang sangat baik dan berkesan dengan tahap konsistensi yang tinggi (Bond & Fox, 2013). Nilai alpha Cronbach didapati dengan menggunakan perisian SPSS.

Jadual 2. *Kebolehpercayaan instrumen soal selidik*

Bilangan Item	Alpha Cronbach
16	0.934

Kebolehgunaan

Secara keseluruhannya, tahap kebolehgunaan permainan Gelombang Bingo yang dibangunkan dalam kalangan pelajar fizik tingkatan empat boleh ditentukan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3. Permainan Gelombang Bingo yang dibangunkan mempunyai tahap kebolehgunaan yang tinggi dari aspek kebergunaan (min = 3.59, S.P = 0.681), mudah guna (min = 3.62, S.P = 0.638), mudah belajar (min = 3.67, S.P = 0.588) dan kepuasan (min = 3.67, S.P = 0.601). Oleh itu, permainan Gelombang Bingo mempunyai tahap kebolehgunaan bagi keseluruhan konstruk adalah tinggi (min = 3.64) berdasarkan jadual interpretasi skor min (Riduwan, 2020).

Jadual 3 *Analisis keseluruhan min dan sisihan piawai setiap konstruk instrumen*

Konstruk	Skor Min	Sisihan Piawai
Kebergunaan	3.59	0.681
Mudah Digunakan	3.62	0.638
Mudah Dipelajari	3.67	0.588
Kepuasan	3.67	0.601
Keseluruhan	3.64	0.627

KESIMPULAN

Pembangunan permainan Gelombang Bingo telah berjaya dibangunkan dan memperoleh nilai kesahan muka dan kesahan kandungan yang tinggi iaitu sebanyak 90.28% dan 86.67%. Tahap kebolehpercayaan ialah 0.934 bagi keseluruhan konstruk iaitu 16 item keseluruhan. Tahap kebolehgunaan juga dapat dinilai dengan purata min dan sisihan piawai bagi konstruk kebergunaan iaitu (min = 3.59 ,S.P = 0.681), mudah digunakan (min = 3.62 ,S.P = 0.638), mudah belajar (min = 3.67, S.P = 0.588) dan kepuasan (min = 3.67 ,S.P = 0.601) manakala purata min bagi keseluruhan konstruk ialah 3.64 dan nilai sisihan piawai adalah 0.627 yang menunjukkan bahawa tahap kebolehgunaan permainan Gelombang Bingo ini berada pada tahap yang tinggi. Secara keseluruhan, kajian ini telah Berjaya mencapai kedua-dua objektifnya iaitu membangunkan permainan Gelombang Bingo dalam kalangan pelajar Fizik tingkatan empat dan mengenalpasti tahap kebolehgunaan permainan Gelombang Bingo bagi pelajar Fizik tingkatan empat. Oleh hal yang demikian, permainan Gelombang Bingo sesuai untuk digunakan bagi pelajar Fizik tingkatan empat sebagai bahan pentaksiran dalam pembelajaran.

PENGHARGAAN

Penghargaan ini tulus diucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam memberi sokongan secara langsung mahupun tidak langsung sepanjang kajian ini dijalankan. Terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan yang sentiasa membantu dalam setiap kerja. Semoga kajian ini memberi kebaikan dan manfaat kepada bidang Pendidikan terutamanya bidang Fizik.

RUJUKAN

- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2018). Profil Pembelajaran dan Pengajaran Fisika (Getaran-Gelombang) yang Sesuai Abad 21. *Paedagoria: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan*, 8(2), 16-23.
- Bakar, N. F., & Alias, A. (2021). Pengetahuan dan Kemahiran Guru Mengenai Bahan Bantu Mengajar bagi Matematik Awal di Prasekolah [The Knowledge and Skills of Teachers about Teaching Aids for Early Mathematics at Preschool]. *BITARA International Journal of Civilizational Studies and Human Sciences (e-ISSN: 2600-9080)*, 4(4), 124-132.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2013). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Psychology Press.
- Dichev, C., & Dicheva, D. (2017). Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International journal of education technology in higher education*, 14(1), 1-36.
- Hambali, K. B., & Lubis, M. A. (2022). Kepentingan gamifikasi dalam pengajaran dan pemudahcaraan (PDPC) Pendidikan Islam. *Asean Comparative Education Research Journal On Islam And Civilization (ACER-J)*. eISSN2600-769X, 5(1), 58-64.
- Hanafiah, S. H. M., & Teh, K. S. M. (2019). Gamifikasi dalam pendidikan: Satu kajian literatur. *Asian People Journal (APJ)*, 2(2), 31-41.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Sample size determination table. *Educational and psychological Measurement*, 30, 607-610.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*.
- Mazarakis, A., & Bräuer, P. (2023). Gamification is working, but which one exactly? Results from an experiment with four game design elements. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(3), 612-627.
- Mazlan, A., & bin Nik Abdullah, N. A. F. (2021). BBL-Phyeasycs Mengubah Persepsi dan Sikap Pelajar Terhadap Fizik. *Journal on Technical and Vocational Education*, 6(2), 1-9.
- Mohd Noah, S., & Ahmad, J. (2005). Pembinaan modul: Bagaimana membina modul latihan dan modul akademik. University Putra Malaysia.
- Nasir, N. M., & Mansor, M. B. (2021). Cabaran guru dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran di rumah (PdPr): Suatu pemerhatian awal. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(7), 416-421.
- Raflee, S. S. M., & Halim, L. (2021). The effectiveness of critical thinking in improving skills in KBAT problem solving: keberkesanan pemikiran kritis dalam meningkatkan kemahiran dalam penyelesaian masalah KBAT. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 11(1), 60-76.
- Rahim, N. A., Agus, S., & Asikin, N. A. (2021). Minat dan Sikap Pelajar Terhadap Penggunaan Bahan Bantu Mengajar Dalam Pembelajaran dan Pemudahcaraan (PdPC) Dalam Pendidikan Jasmani: Students' Attitude and Interest Towards the Use of Teaching Aids in Learning and Facilitation in Physical Education. *ATTARBAWIY: Malaysian Online Journal of Education*, 5(2), 77-86.
- Rahman, M. N. A., Darus, R., & Mansor, M. A. (2019). Pendekatan Bercerita Berasaskan Kurikulum Berkepelbagaian Budaya Untuk Pembelajaran Literasi Awal Kanak-Kanak. *JuKu: Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik*, 7(3), 28-34.
- Riduwan. (2012). *Skala Pengukuran Variable-variable: Penelitian*. Alfabeta, Bandung.
- Wirani, Y., Nabarian, T., & Romadhon, M. S. (2022). Evaluation of continued use on Kahoot! as a gamification-based learning platform from the perspective of Indonesia students. *Procedia Computer Science*, 197, 545-556.

Pembangunan dan Kebolegunaan Permainan Gelungan Kapsul bagi Topik Daya dan Gerakan I Pelajar Tingkatan Empat

*Development and Usability of the Gelungan Kapsul Game for the Topic of Force and Motion
I Among Form Four Student*

Noor Emy Fazira Zameli¹ & Siti Nursaila Alias^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan
Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Emel: anasaila@fsmt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini untuk membangunkan permainan Gelungan Kapsul dan mengenal pasti kebolegunaan permainan Gelungan Kapsul dalam kalangan pelajar fizik tingkatan empat. Kajian ini adalah berbentuk kajian reka bentuk pembangunan dengan menggunakan model ADDIE. Seramai 66 orang pelajar fizik tingkatan empat dipilih sebagai sampel kajian. Teknik persampelan yang digunakan adalah teknik persampelan rawak mudah. Dapatan kajian menunjukkan bahawa tahap kebolegunaan permainan Gelungan Kapsul adalah amat baik dalam kalangan pelajar tingkatan empat berdasarkan konstruk kebergunaan (min = 3.63, s.p = 0.513), mudah digunakan (min = 3.63, s.p = 0.533), mudah dipelajari (min = 3.61, s.p = 0.543), dan kepuasan (min = 3.70, s.p = 0.482). Kesimpulannya, pembangunan permainan Gelungan Kapsul ini telah mencapai objektif kajian di mana dapat dibuktikan mempunyai tahap kebolegunaan yang baik dan tinggi dalam kalangan pelajar fizik. Implikasinya, penggunaan permainan Gelungan Kapsul dilihat mampu meningkatkan kefahaman pelajar dalam menyelesaikan masalah melibatkan topik Daya dan Gerakan I dengan lebih efisien dan secara tidak langsung melibatkan penglibatan pelajar secara aktif.

Kata kunci: kebolegunaan, permainan, Daya dan Gerakan I, model ADDIE

Abstract

This study was conducted to develop the 'Gelungan Kapsul' game and identify its usability among Form Four Physics students. The study adopted a developmental design approach using the ADDIE model. A total of 66 Form Four Physics students were selected as the study sample through a simple random sampling technique. The findings revealed that the usability level of the 'Gelungan Kapsul' game was very high among Form Four students, based on several constructs: usefulness (mean = 3.63, s.d = 0.513), ease of use (mean = 3.63, s.d = 0.533), ease of learning (mean = 3.61, s.d = 0.543), and satisfaction (mean = 3.70, s.d = 0.482). In conclusion, the development of the 'Gelungan Kapsul' game successfully achieved the objectives of the study, demonstrating a high level of usability among Physics students. The implication is that the use of the 'Gelungan Kapsul' game has the potential to enhance students' understanding in solving problems related to the topic of Force and Motion I more efficiently, while also fostering active student participation in the learning process.

Keywords: usability, game, Force and Motion I, ADDIE model

PENGENALAN

Kajian fizik ialah untuk memahami bagaimana alam semesta ini berfungsi. Oleh sebab itu, ramai pelajar yang menganggap fizik itu susah kerana ilmu fizik yang dimiliki melibatkan alam semesta. Pemikiran tentang fizik itu susah telah bermula dari menengah rendah lagi disebabkan oleh sikap negatif pelajar itu sendiri sehingga berputus asa untuk belajar walaupun pelajaran belum bermula lagi (Abdul Manan et al., 2022). Selain itu, pelajar yang telah mempelajari fizik beranggapan bahawa fizik sukar dan tidak menarik untuk dipelajari. Justeru, pelajar juga jarang didedahkan tentang aplikasi fizik yang wujud dalam kehidupan seharian sehingga pelajar beranggapan bahawa fizik tidak penting dan tidak digunakan di dalam kehidupan seharian pelajar (Adianto et al., 2021).

Terutamanya, pelajar banyak bermasalah bagi topik Daya dan Gerakan dalam memahami konsep dan prinsip yang abstrak. Menurut Setapa et al. (2023), pelajar sering miskonsepsi bagi subtopik graf gerakan linear, perubahan momentum dan juga Hukum Newton. Oleh itu, menurut Nordin (2019), kebanyakan pelajar bermasalah dalam menyelesaikan soalan yang berkaitan dengan konsep fizik sekiranya hanya memberikan gambar rajah dan tidak menerangkan secara terperinci tentang konsep yang digunakan. Antara masalah yang dihadapi oleh pelajar ialah dalam menganalisis gambar rajah graf dengan baik kerana pelajar tidak dapat memilih pernyataan yang bersesuaian mengenai graf yang ditunjukkan contohnya bagi graf sesaran-masa (s-t) kerana pelajar tidak dapat menentukan nilai halaju sesuatu jasad berdasarkan graf yang telah diberikan (Makhtar et.al, 2023).

Oleh sebab itu, permainan ini dibangunkan kerana ianya merupakan pembelajaran berasaskan permainan. Menurut Hambali dan Lubis (2022), menyatakan bahawa pembelajaran berasaskan permainan ini dapat menjadikan proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) menjadi lebih menarik dan menyeronokkan. Justeru, kajian-kajian lepas juga banyak menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan permainan dapat meningkatkan minat pelajar terhadap sesuatu mata pelajaran, meningkatkan pencapaian akademik pelajar serta kemahiran dalam menyelesaikan masalah. Ini kerana ia mampu untuk mengubah persepsi pelajar terhadap mata pelajaran dalam aliran sains (Siong et al., 2018). Oleh sebab itu, gamifikasi dalam pendidikan mempunyai beberapa elemen yang diperlukan yang bertujuan untuk meningkatkan motivasi kepada pemain untuk mencapai matlamat permainan dan secara tidak langsung pelajar akan menjadi lebih aktif dan bersemangat mengikuti proses PdP (Febriansah et al., 2024).

METODOLOGI

Reka bentuk kajian

Reka bentuk kajian ialah pembangunan yang berasaskan model ADDIE. Selain itu, kajian ini berbentuk kajian tinjauan. Kajian ini juga menggunakan pendekatan kuantitatif. Pengkaji menggunakan tinjauan secara deskriptif untuk mengumpul data yang diperlukan semasa analisis keperluan dalam membangunkan permainan Gelungan Kapsul seperti Rajah 1 yang berasaskan pembangunan bahan bantu mengajar (BBM) yang berbentuk permainan bagi membantu pelajar untuk menyelesaikan soalan bagi topik Daya dan Gerakan I. Pengumpulan data dilaksanakan menggunakan borang kesahan pakar dan borang soal selidik kebolegunaan. Data yang diperoleh daripada soalan soal selidik yang diedarkan kepada pelajar dipilih secara persampelan.



Rajah 1. Permainan Gelungan Kapsul

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian ini adalah pelajar tingkatan empat yang mengambil mata pelajaran fizik di sebuah sekolah luar bandar di daerah Machang, Kelantan yang berjumlah seramai 80 orang pelajar. Seramai 66 orang pelajar dipilih berdasarkan jadual Krejcie dan Morgan (1970) menggunakan teknik persampelan rawak mudah.

Instrumen Kajian

Instrumen kajian merupakan soal selidik kebolehgunaan. Borang soal selidik terbahagi kepada lima bahagian iaitu bahagian A (demografi responden), bahagian B (kebergunaan), bahagian C (mudah digunakan), bahagian D (mudah dipelajari) dan bahagian E (kepuasan) yang diadaptasi daripada soal selidik kebolehgunaan USE (Lund, 2001). Borang kesahan pakar ini terbahagi kepada dua bahagian iaitu kesahan muka dan kesahan kandungan. Sebanyak tiga orang pakar dilantik bagi menilai dan memberi kesahan terhadap pembangunan permainan. Dua orang pakar merupakan pensyarah fizik di UPSI dan seorang guru fizik yang berkhidmat di sekolah menengah. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan peratusan persetujuan pakar. Pembangunan kajian ini mencapai peratus persetujuan pakar melebihi 70% dan menunjukkan pembangunan ini berkualiti (Sidek et al., 2005).

Jadual 2: *Peratus Persetujuan bagi Kesahan Soal Selidik Kebolehgunaan*

Peratusan	Kesahan muka (%)	Kesahan kandungan(%)
Pakar 1	80.0	95.3
Pakar 2	95.0	98.4
Pakar 3	85.0	90.6
Purata peratusan (%)	86.7	84.8

Kajian Rintis

Kajian rintis dijalankan terhadap 15 orang pelajar tingkatan 4 di daerah yang sama yang telah mempelajari topik Daya dan Gerakan I. Matlamat kajian rintis adalah untuk mendapatkan maklum balas daripada responden bagi mendapatkan kebolehpercayaan instrumen dengan mengambil nilai alfa Cronbach. Dalam kajian ini, kesemua responden perlu menjawab kesemua soal selidik seperti kajian sebenar. Menerusi nilai alfa Cronbach ini, pengkaji dapat menentukan samada item yang sedia ada sesuai diguna pakai bagi mendapatkan tahap kebolehgunaan permainan Gelungan Kapsul. Skor nilai yang diperolehi melebihi 0.7 – 0.8, jadi ia berada pada tahap baik dan boleh diterima.

Jadual 3. *Kebolehpercayaan (Alfa Cronbach) bagi Soal Selidik Mengikut Konstruk*

Konstruk	Kebolehpercayaan (Alfa)
Kebergunaan	0.921
Mudah Digunakan	0.695
Mudah Dipelajari	0.881
Kepuasan	0.817
Keseluruhan	0.829

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kesahan Permainan Gelungan Kapsul

Kesahan permainan merangkumi reka bentuk permainan, manual penggunaan, soalan dan skema jawapan dalam permainan. Terdapat enam item diukur di dalam kesahan muka iaitu arahan mudah difahami, bebas kesalahan ejaan, gaya bahasa yang mudah difahami, teks mudah dibaca, saiz teks sesuai digunakan dan pemilihan warna yang menarik. Bagi kesahan kandungan terdapat 12 item yang diukur iaitu menepati sasaran, boleh dilaksanakan dengan sempurna, mudah difahami, menepati standard pembelajaran, membantu meningkatkan kefahaman, menerapkan pemikiran berfikir aras tinggi, mengandungi soalan-soalan dari pelbagai aras taksonomi Bloom. Nilai persetujuan kesahan muka dan kesahan kandungan antara tiga panel pakar yang berkecuali dicapai dengan menggunakan nilai peratus persetujuan pakar.

Jadual 4. *Peratus Persetujuan bagi Kesahan Permainan Gelungan Kapsul*

Peratusan	Kesahan Muka (%)	Kesahan Kandungan (%)
Pakar 1	87.5	77.5
Pakar 2	87.5	90.0
Pakar 3	91.7	90.0
Purata peratusan (%)	88.9	85.8

Hasil dapatan kajian bagi nilai purata kesahan muka dan kesahan kandungan bagi permainan Gelungan Kapsul ini dari peratus persetujuan pakar ialah sebanyak 88.9 % dan 85.8 %. Jadi ia menunjukkan bahawa pembangunan ini boleh dijalankan kerana telah melebihi peratus persetujuan minimum iaitu 70% dan disokong oleh Sidek Mohd Noah & Jamaludin Ahmad (2005) dan menunjukkan bahawa pembangunan ini berkualiti dan memenuhi syarat untuk diuji kepada responden. Dengan begitu, persoalan pertama berjaya dijawab kerana tahap kesahan bagi permainan “Gelungan Kapsul” berada pada tahap yang baik.

Soal Selidik Kebolehgunaan Permainan Gelungan Kapsul

Jadual 5 menunjukkan nilai skor min dan sisihan piawai bagi empat konstruk dan item iaitu kebergunaan, mudah digunakan, mudah dipelajari dan kepuasan. Jadual 6 menunjukkan kebolehgunaan permainan Gelungan Kapsul.

Jadual 5. *Nilai Skor Min dan Sisihan Piawai Mengikut Konstruk dan Item*

Konstruk	Item	Skor Min	Sisihan Piawai
Kebergunaan	A1	3.68	0.469
	A2	3.68	0.501
	A3	3.55	0.560
	A4	3.61	0.523
Mudah Digunakan	B1	3.79	0.412
	B2	3.61	0.579
	B3	3.52	0.533
	B4	3.58	0.609
Mudah Dipelajari	C1	3.64	0.572
	C2	3.56	0.530
	C3	3.64	0.515
	C4	3.59	0.554
Kepuasan	D1	3.76	0.432
	D2	3.71	0.495
	D3	3.71	0.456
	D4	3.64	0.545

Jadual 6: *Kebolehgunaan Permainan Gelungan Kapsul*

Konstruk	Skor Min	Sisihan Piawai
Kebergunaan	3.63	0.513
Mudah Digunakan	3.63	0.533
Mudah Dipelajari	3.61	0.543
Kepuasan	3.70	0.482

Majoriti pelajar bersetuju dari konstruk kebergunaan bahawa permainan Gelungan Kapsul membantu mereka memahami topik Daya dan Gerakan I dengan lebih berkesan melalui pelbagai aras soalan yang meningkatkan kefahaman dan mempermudah proses menjawab soalan (Sulaiman et al., 2017). Teori beban kognitif yang diterapkan mempromosikan pembelajaran aktif dengan guru sebagai fasilitator (Amma et al., 2024). Namun, terdapat kekurangan dalam aspek kebergunaan kerana ketiadaan formula dan tips untuk menjawab soalan, serta kebergantungan pada pengetahuan sedia ada pelajar.

Bagi konstruk mudah digunakan, pelajar menghargai manual dan video demonstrasi yang terperinci serta manual penggunaan yang disediakan menggunakan ayat yang panjang tetapi terperinci di mana pelajar dapat mengikuti setiap arahan yang diberikan dan menyatakan semua elemen gamifikasi yang digunakan sehingga dapat meningkatkan motivasi pelajar kerana ia mudah untuk diikuti dan menarik (Ariani, 2020; Febriansah et al., 2024). Namun begitu, saiz permainan yang besar dan keperluan untuk membawa manual mengurangkan fleksibiliti kerana ia memerlukan ruang yang besar. Selain itu, permainan “Gelungan Kapsul” ini mempunyai dua permainan yang perlu dimainkan oleh pelajar menyebabkan pelajar perlu membawa manual untuk bermain permainan ini serta kemungkinan pelajar mengalami kekeliruan sehingga tidak dapat mengenal pasti permainan mana yang pertama untuk dimainkan.

Bagi konstruk mudah dipelajari pula, pelajar mengakui permainan ini mudah difahami dan meningkatkan minat. Hal ini demikian kerana pembelajaran berasaskan permainan dapat meningkatkan minat pelajar terhadap sesuatu mata pelajaran, meningkatkan pencapaian akademik pelajar serta kemahiran dalam menyelesaikan masalah. Ini kerana ia mampu untuk mengubah persepsi pelajar terhadap mata pelajaran dalam aliran sains (Siong et al., 2018). Walaupun begitu, item yang mendapat skor rendah kerana dua format permainan mencetuskan kekeliruan dalam mengingat langkah bermain bagi pelajar.

Konstruk kepuasan mencatat skor tertinggi kerana permainan ini menyeronokkan dan berfungsi dengan baik, sejajar dengan teori konstruktivisme yang menggalakkan penglibatan aktif pelajar, menjadikan proses pembelajaran lebih menarik dan interaktif (Siong et al., 2018; Khalid et al., 2019; Hambali et al., 2022).

Secara keseluruhannya, permainan Gelungan Kapsul mempunyai tahap kebolehgunaan yang tinggi bagi keseluruhan konstruk berdasarkan interpretasi skor min (Harun et al., 2016). Kajian ini menjawab persoalan yang kedua dan objektif yang kedua berjaya dicapai. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa permainan ‘Gelungan Kapsul’ berkesan dalam meningkatkan

pemahaman pelajar terhadap topik Daya dan Gerakan I.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, kajian ini telah membuktikan bahawa pembangunan Permainan Gelungan Kapsul bagi topik Daya dan Gerakan I Daerah Machang berjaya mencapai objektif kajian dan menjawab persoalan-persoalan kajian. Melalui proses analisis data, tahap kebolegunaan modul ini dalam kalangan pelajar fizik tingkatan 4 adalah sangat baik. Pembangunan modul ini berjaya mendapat persetujuan yang tinggi untuk menjadi BBM menarik dan relevan bagi topik Daya dan Gerakan I.

PENGHARGAAN

Saya ingin merakamkan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua responden, yang telah meluangkan masa dan memberikan maklum balas yang sangat berharga dalam kajian ini. Tanpa sumbangan dan kerjasama mereka, kajian ini tidak akan dapat dijalankan dengan jayanya. Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada para pakar yang telah memberikan pandangan dan nasihat yang amat berguna sepanjang proses penyelidikan ini. Sekali lagi, penghargaan ini diucapkan dengan sepenuh hati kepada semua yang telah terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Ariani, D. (2020). Gamifikasi untuk Pembelajaran. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, 3(2), 144 – 149.
- Adianto, T., & Rusli, M. A. (2021). Analysis of Student's Difficulties in Solving Physics Problem: Impulse and Momentum Topics. *Unnes Science Education Journal*, 10(1), 24-33.
- Abdul Manan, M., Semail, A., Jaafar, N.A., Ali Amran, A., Shanmugam, R. (2022). Meningkatkan Pencapaian Pelajar H6T4 Menjawab Soalan Gerakan Harmonik Ringkas dengan Menggunakan Teknik $\pm$ Cut Sinusoidal Graph. *JURNAL PENYELIDIKAN JELAI*, 15(1), 95-105.
- Amma, T., Komariyah, S., & Bahrudin, A. (2024). Perencanaan Pembelajaran Mata Pelajaran Pai dalam Kajian Teori Belajar Kognitif. *CENDEKIA: Jurnal Studi Keislaman*, 10(1), 1-18.
- Febriansah, A.T., Syaifuddin, A., & Soepriyanto, Y. (2024). Gamification Developments in Education: Perkembangan Gamifikasi Di Bidang Pendidikan. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 14(2), 177–186.
- Harun, M. A., Hamid, Z., & Abd Wahab, K. (2016). Melahirkan warga yang berketerampilan bahasa: Kajian hubungan antara pengetahuan dengan amalan komunikatif dalam kalangan guru Bahasa Melayu. *Geografia*, 12(9).
- Hambali, K. B., & Lubis, M. A. (2022). Kepentingan gamifikasi dalam pengajaran dan pemudahcaraan (PDPC) Pendidikan Islam. *Asean Comparative Education Research Journal On Islam And Civilization (ACER-J)*. eISSN2600-769X, 5(1), 58-64.
- Khalid, S. N. (2019). Pembangunan Dan Penilai Modul Pengajaran Stem Dalam Bidang Statistik dan Kebarangkalian Dalam Kssm Matematik Tingkatan Dua. *Quality Measurement and Analysis*, 25-34.
- Makhtar, N. N., Alias, S. N., Mat Daud, A. N., & Mat Nor, N. (2023). Effectiveness of Learning Modules for Topics Linear Motion Graph Fourth Form Physics. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 11, 88–102.
- Nordin, N. (2019). Kajian permasalahan pelajar dalam pembelajaran Fizik. *Seri Pacific Hotel Kuala Lumpur, Malaysia*, 240.
- Sidek Mohd Noah & Jamaludin Ahmad. (2005). Pembinaan modul. Bagaimana membina modul latihan dan modul akademik. Serdang: Penerbit Universiti Putra Malaysia.
- Sulaiman, T., Muniyan, V., Madhvan, D., Hasan, R., & Rahim, S. S. A. (2017). Implementation of higher order thinking skills in teaching of science: A case study in Malaysia. *International research journal of education and sciences (IRJES)*, 1(1), 2550-2158.
- Siong, W.W. & Osman, K. (2018). Pembelajaran Berasaskan Permainan dalam Pendidikan STEM dan Penguasaan Kemahiran Abad Ke-21. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Social Sciences and*

Humanities, 3(1), 121–135.

Setapa, M., Abu Samah, N., Abdullah, F. A. P., Ismail, A. K., & Bilal Ali, M. (2023). Keberkesanan Modul Kreatif Fizik Berasaskan Projek Robotik dalam Meningkatkan Tahap Kreativiti Saintifik Pelajar. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 7(1), 12–27.

Pembangunan Kit Pembelajaran Phyoplens Bagi Subtopik Pembentukan Imej Oleh Kanta Cembung dan Analisis Kebolehgunaan Dalam Kalangan Pelajar Fizik Tingkatan 4.

Development of Phyoplens Learning Kit for the Subtopic of Image Formation by Convex Lens and The Usability Analysis Among Form 4 Physics Students.

Evelyn Lin Kong Chu ¹& Mazlina Mat Darus ^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: mazlina.md@fsmt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan mengenalpasti kebolehgunaan kit pembelajaran Phyoplens bagi subtopik pembentukan imej oleh kanta cembung dalam kalangan pelajar Fizik Tingkatan 4. Reka bentuk kajian pembangunan yang menggunakan pendekatan kualitatif dengan model ADDIE telah digunakan dalam kajian ini. Sampel kajian adalah terdiri daripada 32 orang pelajar Fizik Tingkatan 4 di sebuah sekolah di Daerah, Kuantan, Pahang dengan dipilih menggunakan teknik persampelan secara rawak mudah. Borang kesahan pakar dan soal selidik kebolehgunaan Phyoplens telah digunakan sebagai instrumen kajian. Peratus persetujuan pakar diperolehi melalui analisis borang kesahan pakar, manakala analisis kebolehgunaan Phyoplens diperolehi menggunakan perisian SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Kesahan Phyoplens ini telah dinilai oleh tiga orang pakar yang terdiri daripada seorang pensyarah di Jabatan Fizik UPSI dan dua orang guru sekolah menengah yang berpengalaman lebih dari lima tahun. Nilai peratus kesahan muka dan kandungan Phyoplens serta soal selidik kebolehgunaannya adalah 99.59% dan 100% masing-masing. Nilai Cronbach Alpha untuk borang soal selidik ialah 0.914, yang menunjukkan nilai kebolehpercayaan yang baik dan boleh diterima. Tahap kebolehgunaan kit ini telah dinilai sebagai tinggi oleh para responden, dengan nilai purata min 3.82 dan sisihan piawai 0.23. Implikasi kajian menunjukkan bahawa Phyoplens boleh digunakan sebagai bahan bantu mengajar yang baik bagi subtopik pembentukan imej oleh kanta cembung. Kit pembelajaran Phyoplens ini berperanan membantu pelajar Fizik Tingkatan 4 memvisualisasikan konsep fizik yang penting dalam subtopik tersebut.

Kata kunci: Phyoplens, kit pembelajaran, kebolehgunaan, imej, kanta cembung

Abstract

The purpose of this study is to develop and determine the usability of the Phyoplens Learning Kit for the subtopic of image formation by a convex lens among Form 4 Physics students. A developmental research design using a qualitative approach with the ADDIE model was employed in this study. The sample for this study consisted of 32 Form 4 Physics students at a school in the District, Kuantan, Pahang selected using a simple random sampling technique. An expert validation form and a usability questionnaire for the Phyoplens were used as research instruments. The expert agreement percentage was obtained through the analysis of the expert validation form, while the usability analysis of the Phyoplens was conducted using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). The expert agreement percentage was obtained through the analysis of the expert validation form, while the usability analysis of the Phyoplens was conducted using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). The validity of Phyoplens was evaluated by three experts, consisting of a lecturer from the Department of Physics at UPSI and two secondary school teachers with over five years of experience. The face and content validity percentages of the Phyoplens and its usability questionnaire were 99.59% and 100%, respectively. The Cronbach's Alpha value for the questionnaire was 0.914, indicating a good and acceptable level of reliability. The usability level of the kit was rated as high by the respondents, with a mean score of 3.82 and a standard deviation of 0.23. The implications of the study show that the Phyoplens can be used as a good teaching aid for the subtopic of image formation by a convex lens. The Phyoplens Learning Kit serves to help Form 4 Physics students visualize key physics concepts in this subtopic.

Keywords: Phyoplens, learning kit, usability, image, convex lens

PENGENALAN

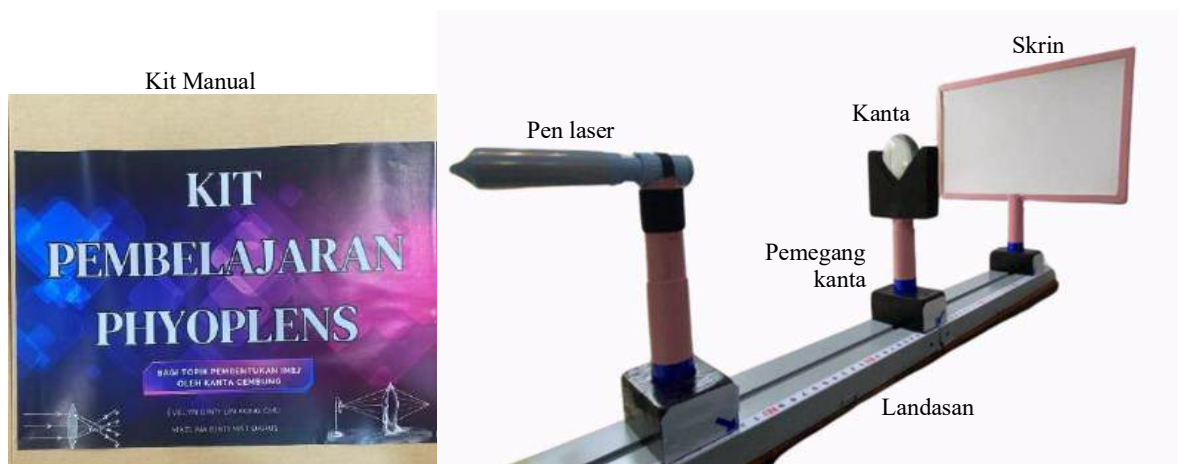
Sistem pendidikan di Malaysia telah mengalami perubahan positif selari dengan pemodenan bagi melahirkan generasi cemerlang yang menjadi tulang belakang kemajuan negara. Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) melancarkan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 untuk meningkatkan akses dan kualiti pendidikan serta mengurangkan kadar keciciran pelajar. Pendekatan Pembelajaran Abad ke-21 (PAK21) diperkenalkan untuk menggalakkan pemikiran kreatif dan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) dengan menekankan komunikasi, kolaborasi, pemikiran kritis, dan etika. Pendidikan STEM juga diperkukuh untuk melahirkan pakar sains yang berdaya saing global sejajar dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan. Namun, penguasaan mata pelajaran Fizik dalam kalangan pelajar masih rendah disebabkan kekurangan bahan bantu mengajar (BBM) yang sesuai dengan konsep abstrak (Abd Samad et al., 2018).

Dalam topik optik, didapati pelajar menghadapi kesukaran untuk menentukan pembentukan imej oleh kanta dan kedudukan imej yang betul kerana kekeliruan dalam memahami bagaimana kedudukan sesuatu objek mempengaruhi ciri-ciri imej yang akan terbentuk (Muklas et al., 2024). Kesukaran ini boleh menjejaskan kefahaman pelajar dalam mempelajari topik yang berkaitan seperti peralatan optik. Langkah memperkukuh pembelajaran boleh diambil dengan memperkenalkan penggunaan BBM seperti kit pembelajaran yang boleh menyokong kefahaman pelajar. Kajian ini membangunkan dan menilai kebolehgunaan kit pembelajaran Phyoplens untuk subtopik pembentukan imej oleh kanta dalam kalangan pelajar Fizik Tingkatan 4. Kit ini dirancang bagi meningkatkan pemahaman konsep melalui aktiviti yang melibatkan pembelajaran aktif, menyeronokkan, dan memupuk kreativiti, serta mempromosikan pembelajaran berasaskan pengalaman yang bermakna.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian pembangunan (Developmental Research) untuk mengkaji kesahan dan kebolehgunaan Kit Pembelajaran Phyoplens bagi topik Pembentukan Imej oleh Kanta dalam kalangan pelajar Tingkatan 4. Kajian ini memberi tumpuan kepada pembangunan dan penilaian kebolehgunaan kit pembelajaran yang dapat membantu pelajar memahami konsep optik serta menyokong sesi pengajaran dan pembelajaran guru di dalam bilik darjah. Rajah 1 menunjukkan model kit pembelajaran Phyoplens yang terdiri daripada kombinasi modul penggunaan kit pembelajaran Phyoplens yang dibina menggunakan aplikasi Canva dan kotak kit yang lengkap bagi menyokong aktiviti pembentukan imej oleh kanta. Manual penggunaan yang dibina bertujuan untuk memberi panduan kepada pelajar tentang cara penggunaan kit pembelajaran tersebut. Manakala kotak kit pembelajaran Phyoplens mengandungi alat-alat seperti, landasan, skrin putih, kanta, sumber cahaya dan papan putih gambar rajah sinar. Kotak kit ini adalah bersifat mudah alih yang membolehkan ianya senang dibawa ke mana-mana serta menjimatkan ruang penyimpanan. Kit Phyoplens ini dilengkapi dengan modul aktiviti yang disusun mengikut Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) bagi membantu pelajar memahami sesuatu konsep melalui pengalaman langsung, termasuk arahan langkah demi langkah, eksperimen berstruktur, soalan refleksi, dan aplikasi dalam kehidupan seharian. Dalam konteks kit pembelajaran Phyoplens, modul ini membimbing pelajar dalam membentuk imej menggunakan kanta melalui eksperimen dan soal jawab yang mendorong ke arah pemikiran kritis.



Rajah 1. Modul aktiviti dan kotak kit pembelajaran Phyoplens

Pendekatan penyelidikan yang digunakan dalam kajian ini ialah pendekatan kuantitatif sepenuhnya. Data dikumpulkan menggunakan soal selidik untuk menilai kebolehgunaan yang diadaptasi daripada soal selidik USE (Lund, 2001) dan dianalisis menggunakan perisian SPSS untuk mendapatkan nilai min dan sisihan piawai. Soal selidik ini terdiri daripada tiga konstruk utama, iaitu kebergunaan, kemudahan penggunaan, dan kepuasan. Data kajian dikumpul sekali sahaja semasa sesi pelaksanaan melalui kaedah edaran borang bercetak kepada responden. Reka bentuk kajian ini dibangunkan berdasarkan model pembangunan ADDIE yang merangkumi lima fasa utama iaitu Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan, dan Penilaian. Semua data dikumpulkan secara sistematik untuk menilai keberkesanan kit pembelajaran Phyoplens dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep pembentukan imej oleh kanta cembung.

Populasi, Sampel dan Teknik Pensampelan

Kajian ini menggunakan kaedah persampelan rawak mudah mudah yang melibatkan seramai 32 orang pelajar Fizik Tingkatan 4 di sebuah sekolah di Daerah, Kuantan, Pahang. Bilangan sampel diambil dengan merujuk Jadual Krejcie dan Morgan (1970). Manakala seramai 15 orang pelajar Tingkatan 4 telah menjadi sampel untuk kajian rintis.

Instrumen Kajian Analisis Data

Borang kesahan pakar digunakan untuk menilai kesahan muka dan kandungan Phyoplens. Borang soal selidik digunakan untuk menilai kebolehgunaan Phyoplens sebagai bahan bantu mengajar yang dapat membantu pelajar Fizik Tingkatan 4 memahami subtopik Pembentukan Imej oleh Kanta Cembung. Borang Soal Selidik terdiri daripada 4 bahagian iaitu bahagian pertama demografi responden, bahagian kedua adalah kebergunaan kit, bahagian kedua ialah kemudahan penggunaan kit dan bahagian terakhir kepuasan penggunaan kit.

Analisis Data

Kajian ini menggunakan peratus persetujuan pakar bagi menilai kesahan muka dan kandungan Phyoplens untuk menilai kesahan. Kebolehpercayaan dinilai selepas menjalankan kajian rintis dan data yang diperoleh dianalisis menggunakan perisian SPSS untuk mencari nilai pekali

Cronbach Alpha dengan merujuk Jadual 1 interpretasi skor Cronbach Alpha adalah seperti berikut:

Jadual 1. *Interpretasi Skor Cronbach Alpha* (Bond & Fox, 2015)

Skor Cronbach Alpha	Tahap Kebolehgunaan
0.90-1.00	Sangat Baik dan efektif dengan tahap konsistensi yang tinggi
0.70-0.98	Baik dan boleh diterima
0.60-0.69	Boleh diterima
<0.60	Item perlu diperbaiki
<0.50	Item perlu digugurkan

Tahap kebolehgunaan *Phyoplens* dianalisis menggunakan perisian SPSS untuk mencari nilai purata min dan sisihan piawai. Nilai purata min dan sisihan piawai menentukan tahap kebolehgunaan menggunakan Jadual 2 Interpretasi Julat min dan Jadual 3 untuk menilai tahap kesepakatan responden.

Jadual 2. *Interpretasi Julat Min* (Harun et al., 2016)

Skor Min	Interpretasi Min
1.00-1.50	Sangat rendah
1.51-2.50	Rendah
2.51-3.50	Sederhana
3.51-4.00	Tinggi

Jadual 3. *Interpretasi Sisihan Piawai* (Zulkarnain et al., 2013)

Nilai Sisihan Piawai	Tafsiran	Kesepakatan
0.00-0.25	Sangat Rendah	Sangat Tinggi
0.26-0.50	Rendah	Tinggi
0.51-0.75	Sederhana	Sederhana
0.76-1.00	Tinggi	Rendah
≥ 1.01	Sangat Tinggi	Sangat Rendah

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian ini merangkumi penilaian peratusan persetujuan pakar, tahap kebolehpercayaan yang diuji semasa kajian rintis, serta penilaian kebolehgunaan untuk kajian sebenar menggunakan borang soal selidik.

Kesahan Pakar

Seramai tiga orang pakar yang terdiri daripada seorang pensyarah daripada Jabatan Fizik Universiti Pendidikan Sultan Idris dan dua orang guru sekolah menengah berpengalaman lebih dari 5 tahun telah dilantik sebagai pakar. Kesahan kit pembelajaran ini dikira menggunakan peratus persetujuan pakar. Nilai peratus persetujuan pakar bagi kesahan muka dan kandungan yang diperolehi bagi Kit Pembelajaran *Phyoplens* adalah sebanyak 99.59% dan borang soal

selidik bagi kebolegunaan adalah sebanyak 100% seperti yang ditunjukkan oleh Jadual 4, Jadual 5 dan Jadual 6. Keputusan menunjukkan bahawa kit pembelajaran Phyoplens yang telah dibangunkan ini berpotensi tinggi dalam menyokong pembelajaran berkaitan topik ini di samping memenuhi keperluan dan mengikut standard kandungan yang telah ditetapkan. Nilai kesahan yang melebihi nilai 70% menunjukkan nilai yang tinggi (Mohd Sidek dan Ahmad Jamaludin, 2005).

Jadual 4. *Dapatan kesahan muka dan kandungan Kit Pembelajaran Phyoplens*

Pakar	Kesahan muka (%)	Kesahan kandungan (%)
1	97.5	100
2	100	100
3	100	100
Purata	99.17	100

Jadual 5. *Dapatan kesahan muka dan kandungan Soal Selidik Kit Pembelajaran Phyoplens*

Pakar	Kesahan muka(%)	Kesahan kandungan (%)
1	100	100
2	100	100
3	100	100
Purata	100	100

Jadual 6. *Dapatan peratusan persetujuan kesahan pakar secara purata*

Peratusan kesahan (%)		
	Kit Pembelajaran <i>Phyoplens</i>	Soal Selidik Kebolegunaan
Kesahan Muka	99.17	100
Kesahan Kandungan	100	100
Purata Skor	99.59	100

Kebolehpercayaan

Dapatan nilai kebolehpercayaan dianalisis perisian SPSS untuk mencari nilai *Cronbach Alpha*. Seramai 15 orang pelajar Tingkatan 4 telah dipilih secara rawak untuk menjalankan kajian rintis untuk menilai kebolehpercayaan soal selidik ini. Menurut Tavakol & Dennick (2011), nilai pekali Alpha Cronbach yang mencapai 0.7 dan ke atas, maka ia mencapai nilai

kebolehpercayaan yang baik serta boleh diterima seperti dalam Jadual 7.

Jadual 7. Dapatan *Nilai Cronbach Alpha*

Nilai Cronbach Alpha	Bilangan Item	Tahap Kebolehpercayaan
0.914	15	Baik dan boleh diterima

Kebolehgunaan

Soal selidik ini terdiri 3 konstruk iaitu kebergunaan, kemudahan dan kepuasan penggunaan Kit Pembelajaran *Phyoplens*. Setiap konstruk mempunyai 5 item. Analisis dekriptif melalui nilai min dan sisihan piawai digunakan untuk menentukan kebolehgunaan permainan ini menggunakan perisian SPSS daripada data yang dikumpul melalui soal selidik kebolehgunaan dalam kajian ini.

Jadual 8. *Nilai purata min dan sisihan piawai keseluruhan konstruk*

Konstruk	Skor Min	Purata Sisihan Piawai
Kebolehgunaan	3.856	0.211
Kemudahan penggunaan	3.794	0.261
Kepuasan	3.800	0.282
Keseluruhan	3.817	0.227

Kajian ini bertujuan untuk menilai tahap kebolehgunaan Kit Pembelajaran *Phyoplens* bagi subtopik pembentukan imej oleh kanta cembung dalam kalangan pelajar Tingkatan 4. Berdasarkan Jadual 8, dapatan kajian, nilai purata min keseluruhan bagi kebolehgunaan kit ini adalah 3.856 dengan sisihan piawai 0.211. Skor min yang berada dalam lingkungan 3.51 hingga 4.00 adalah berada pada tahap yang tinggi (Harun et al., 2016). Hal ini menunjukkan bahawa Kit Pembelajaran *Phyoplens* ini mempunyai kebolehgunaan yang memuaskan dan nilai kesepakatan responden yang sangat tinggi menunjukkan mereka sangat bersetuju dengan kebolehgunaan Kit Pembelajaran *Phyoplens*. Nilai min yang tinggi bagi konstruk kebergunaan menunjukkan bahawa pelajar mendapati kit ini sangat membantu dalam memahami konsep pembentukan imej oleh kanta cembung. Kebergunaan kit ini terbukti apabila pelajar dapat memahami bagaimana sinar cahaya dibiaskan oleh kanta cembung untuk membentuk imej. Penggunaan *Phyoplens* membolehkan pelajar melihat sendiri bagaimana imej terbentuk berdasarkan perubahan kedudukan objek, sesuatu yang sukar dibayangkan melalui teori semata-mata.

Bagi konstruk kemudahan penggunaan, nilai min 3.794 menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar mendapati kit ini mudah digunakan dan difahami tanpa menghadapi kesukaran yang besar. Manual penggunaan yang dilampirkan membantu pelajar menggunakan kit ini dengan mudah. Walau bagaimanapun, terdapat cadangan penambahbaikan seperti menjadikannya lebih ringan supaya lebih mudah untuk dialihkan. Cadangan ini menunjukkan kit mempunyai kelebihan dan kebaikan yang mendorong pelajar menginginkannya menjadi lebih ringan agar lebih mudah di bawa ke mana-mana sekaligus memudahkan proses pembelajaran sendiri.

Konstruk kepuasan mencatatkan nilai min 3.800, yang menunjukkan bahawa pelajar berpuas hati dengan penggunaan kit ini. Tahap kepuasan tinggi ini bukan sahaja meningkatkan minat pelajar terhadap subtopik pembentukan imej oleh kanta cembung, tetapi juga memupuk sikap positif terhadap pembelajaran Fizik secara keseluruhan. Ini selari dengan prinsip Teori Konstruktivisme, yang menekankan pembelajaran melalui pengalaman langsung. Menurut Suparlan (2019) Teori Konstruktivisme menekankan bahawa pembelajaran adalah proses aktif di mana pelajar membina pengetahuan mereka sendiri berdasarkan pengalaman dan interaksi dengan dunia sekitar.

Dalam optik geometri, pelajar sering menghadapi kesulitan dalam memahami arah laluan sinar cahaya apabila melalui kanta cembung, melukis gambar rajah sinar dengan tepat berdasarkan hukum pembiasan, serta membezakan jenis-jenis imej yang terbentuk bergantung kepada kedudukan objek. Kesukaran ini berpunca daripada penggunaan kaedah pengajaran tradisional yang terlalu bergantung pada buku teks dan papan putih tanpa pengalaman praktikal. Oleh itu, *Phyoplens* yang dibangunkan ini memberi penyelesaian berpandukan model fizikal yang membolehkan pelajar menguji sendiri bagaimana imej terbentuk berdasarkan kedudukan objek dan kanta.

Kit yang dibangunkan ini dapat mengatasi kelemahan kaedah pengajaran konvensional yang kurang efektif. Kit ini memberikan pelajar peluang untuk melihat secara langsung bagaimana sinar cahaya bergerak melalui kanta cembung, menguji hipotesis tentang kedudukan imej dengan mengubah jarak objek, serta membandingkan hasil eksperimen dengan gambar rajah sinar dalam buku teks, memperkukuh pemahaman konsep. Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan kit ini meningkatkan pemahaman visual pelajar, sejajar dengan kajian terdahulu oleh Johan (2023) mengenai keberkesanan kit optik dalam pembelajaran Fizik. Kit ini juga menyokong Teori Pembelajaran Sosial kerana ia menggalakkan pembelajaran kolaboratif melalui aktiviti eksperimen secara berkumpulan. Menurut Bandura (1977) Pembelajaran berlaku melalui pemerhatian, peniruan, dan pemodelan.

Secara keseluruhannya, kebolegunaan Kit Pembelajaran *Phyoplens* memberikan penyelesaian kepada masalah yang berkaitan dengan pemahaman konsep pembentukan imej oleh kanta cembung, kesukaran pelajar dalam membayangkan laluan sinar cahaya, serta kurangnya pendekatan interaktif dalam pengajaran Fizik. Kit ini bukan sahaja memudahkan pelajar memahami konsep melalui pendekatan eksperimen secara langsung, tetapi juga meningkatkan minat dan motivasi mereka terhadap pembelajaran sains. Implikasi ini menunjukkan bahawa *Phyoplens* merupakan bahan bantu mengajar yang efektif dan relevan untuk digunakan dalam proses pembelajaran subtopik pembentukan imej oleh kanta cembung.

KESIMPULAN

Kit Pembelajaran *Phyoplens* telah berjaya dibangunkan bagi membantu pelajar mempelajari dan memahami topik pembentukan imej oleh kanta cembung bagi subjek Fizik Tingkatan 4. Analisis data telah dijalankan bagi menilai kesahan melibatkan tiga orang pakar dengan nilai kesahan muka dan kandungan bagi Kit Pembelajaran *Phyoplens* dan soal selidik kebolegunaan melebihi 70% iaitu berada di tahap yang baik. Selain itu, dapatan data daripada soal selidik kebolegunaan kit pembelajaran menunjukkan purata skor min keseluruhan bagi ketiga-tiga konstruk melebihi 3.5, yang menggambarkan tahap kebolegunaan berada pada tahap yang amat baik. Justeru, *Phyoplens* berpotensi besar sebagai bahan bantu mengajar yang inovatif

dalam membantu pelajar memahami subtopik pembentukan imej oleh kanta cembung melalui pendekatan eksperimen yang menyeronokkan dan pembelajaran aktif.

PENGHARGAAN

Setulus penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) dan pihak sekolah yang telah memberikan kebenaran serta sokongan dalam menjalankan kajian ini termasuk kepada para pelajar yang terlibat sepanjang sesi pembelajaran. Penghargaan juga diucapkan kepada semua pihak yang telah memberi sumbangan secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

RUJUKAN

- Abd Samad, N., Ahmad, W. M. R. W., Harun, H., Amiruddin, M. H., Hashim, S., & Jaâ, F. (2018). Bahan bantu mengajar (BBM) dalam pengajaran dan pembelajaran (P&P) di Sekolah Menengah Kebangsaan (SMK) daerah Pontian. *Online Journal for TVET Practitioners*.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (3rd ed.). Routledge.
- Harun, M. A., Hamid, Z., & Abd Wahab, K. (2016). Melahirkan warga yang berketerampilan bahasa: Kajian hubungan antara pengetahuan dengan amalan komunikatif dalam kalangan guru Bahasa Melayu. *Geografia*, 12(9).
- Johan, N. A. (2023). Kesan Liopkit Projektor bagi topik Cahaya dan Optik terhadap kefahaman melukis gambar rajah sinar pelajar Fizik tingkatan empat.
- Krejcie, R.V., & Morgan, D.W., (1970). Determining Sample Size for Research Activities.
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the USE questionnaire. *How It Developed*, 8(2), 4–5
- Muklas, M. M., Desa, Z. a. M., Jisin, S. M., Khalid, K. A., & Department of General Education, Kolej Vokasional Seri Manjung. (2024). PINE-ZODIAC: Methods of Mastering Ray Diagrams for Convex Lens Among Students of Kolej Vokasional Seri Manjung. In *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Social Sciences and Humanities*.
- Sidek Mohd Noah & Jamaludin Ahmad. 2005. *Pembinaan Modul: Bagaimana Membina Modul Latihan dan Modul Akademik*. Serdang: Penerbit Universiti Putra Malaysia.
- Suparlan, S. (2019). Teori konstruktivisme dalam pembelajaran. *Islamika*, 1(2), 79-88.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53.
- Zulkarnain, Z., Saim, M., & Abd Talib, R. (2012). Hubungan antara minat, sikap dengan pencapaian pelajar dalam kursus CC301–Quantity Measurement. *Politeknik Port Dickson*.

The Secondary Schools Physics Students' Readiness and Perceived Understanding of Light and Optic Nature-Based Learning: A Survey Study

Kesediaan dan Pemahaman Pelajar Fizik Sekolah Menengah Terhadap Pembelajaran Berasaskan Alam Sekitar Mengenai Cahaya dan Optik: Kajian Tinjauan

Sandra Kai Ly Thor¹ & Siew Wei Tho^{1*}

¹Department of Physics, Faculty of Science and Mathematics, Sultan Idris Education University, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: thosw@fsmpt.upsi.edu.my

Abstract

This study investigates the readiness and perceived understanding of secondary school physics students in Sarikei, Sarawak, regarding the implementation of light and optics nature-based learning (NBL). The objectives were to evaluate students' readiness, their perceived understanding of light and optics, and the correlation between these two variables. A quantitative survey with Likert-scale questionnaire design was employed, targeting 100 Form 4 science stream students using cluster random sampling. The validity and reliability of the instrument were tested through a pilot study, yielding a Cronbach's alpha value above 0.8, indicating high reliability. Data analysis was conducted using descriptive and inferential statistics, including mean, standard deviation, and Spearman Correlation, showed that high levels of student readiness and perceived understanding, with significant correlations between students' readiness and their perceived understanding of light and optics in NBL contexts. Students acknowledged the academic and experiential benefits of NBL, highlighting its role in fostering critical thinking and enhancing engagement. The study concludes that integrating nature-based learning into the physics curriculum can improve students' comprehension of complex topics like light and optics. The results suggest that future educators should consider adopting NBL to enrich physics education.

Keywords: Nature-Based Learning, Light and Optics, Readiness, Perceived Understanding

Abstrak

Kajian ini menyelidik tentang kesediaan dan pemahaman pelajar fizik sekolah menengah di Sarikei, Sarawak, mengenai pelaksanaan pembelajaran berasaskan alam sekitar (NBL) dalam topik cahaya dan optik. Objektif kajian adalah untuk menilai kesediaan pelajar, pemahaman mereka terhadap topik cahaya dan optik, serta hubungan antara kedua-dua pemboleh ubah ini. Kajian tinjauan kuantitatif dengan reka bentuk soal selidik skala Likert telah dijalankan, melibatkan 100 pelajar Tingkatan 4 aliran sains yang dipilih melalui pensampelan rawak kelompok. Kesahan dan kebolehpercayaan instrumen diuji melalui kajian rintis, menghasilkan nilai Cronbach's alpha melebihi 0.8, menunjukkan kebolehpercayaan yang tinggi. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan inferens, termasuk min, sisihan piawai, dan Korelasi Spearmen, menunjukkan tahap kesediaan dan pemahaman pelajar yang tinggi dengan korelasi yang signifikan antara kesediaan pelajar dan pemahaman mereka tentang cahaya dan optik dalam konteks NBL. Pelajar mengakui manfaat akademik dan pengalaman NBL, menekankan peranannya dalam memupuk pemikiran kritis dan meningkatkan penglibatan. Kajian ini menyimpulkan bahawa integrasi pembelajaran berasaskan alam semula jadi ke dalam kurikulum fizik dapat meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik yang kompleks seperti cahaya dan optik. Hasil kajian mencadangkan bahawa pendidik masa depan harus mempertimbangkan untuk mengadopsi NBL bagi memperkayakan pendidikan fizik.

Kata kunci: Pembelajaran Berasaskan Alam, Cahaya dan Optik, Kesediaan, Pemahaman yang dilihat

INTRODUCTION

Physics is a core subject in the Malaysian secondary school curriculum, and is often regarded as challenging due to its abstract concepts and reliance on mathematical reasoning (Darmaji et al., 2019). Form 4 students, in particular, find topics like light and optics difficult to comprehend (Kadir & Yaacob, 2022). Traditional classroom approaches, which emphasize theoretical explanations and rote learning, often fail to connect these topics to real-world applications.

Nature-based learning (NBL) was believed to be as a bridge to this gap. By having natural settings and hands-on activities, NBL enhances student engagement, fosters critical thinking, and promotes deeper understanding of complex physics concepts. Studies have shown that NBL can improve comprehension and interest by making learning more relevant and experiential (Ward et al., 2007). This research investigates the readiness and perceived understanding of secondary school physics students in Sarikei, Sarawak, towards light and optics NBL. The study aims to provide insights into how this approach can be effectively integrated into the curriculum to improve physics education outcomes.

MATERIALS AND METHODS/ METHODOLOGY

Research Design

This research employed a quantitative survey with Likert-scale questionnaire design, through Google Form, to explore the relationship between students' readiness for and perceived understanding of light and optics NBL.

Population and Sampling

The study targeted Form 4 science stream students from two secondary schools in Sarikei, Sarawak, selected via cluster random sampling. These schools were chosen for their proximity to natural environments conducive to NBL activities. A total of 100 students participated in the survey, providing a representative sample of the population.

Instrument

The research instrument was a Likert-scale questionnaire, adapted from Ghavifekr (2020) and Indriani and Widiastuti (2024). It consisted of three sections: demographic information, readiness for NBL with three constructs, and perceived understanding of light and optics with two constructs. The instrument underwent expert validation and a pilot test, achieving a Cronbach's alpha value of over 0.8, indicating high reliability and internal consistency.

Data Collection

After approval from Educational Research Application System (eRAS), the data were collected using Google Forms, ensuring accessibility and ease of participation. A video briefing was conducted before both pilot test and real test for students to understand more with the concepts of NBL and its applications in physics education.

Data Analysis

Data were then analyzed using SPSS software. Descriptive statistics, including mean and standard deviation, were used to summarize students' readiness and perceived understanding. Inferential statistics, such as Spearman correlation, were employed to examine the relationship between the two variables. Normality tests, including the Kolmogorov-Smirnov test, Skewness and Kurtosis test were conducted to ensure data validity.

RESULTS AND DISCUSSION

Readiness for Light and Optics NBL

The survey revealed a high level of readiness among students, with mean scores for constructs of level of readiness on implementation of light and optics nature-based learning ranging from 3.62 to 3.65. Table 1 shows the mean and standard deviation values for constructs of readiness level on implementation of light and optics nature-based learning. Students expressed a strong willingness to engage in NBL activities, citing its potential to make learning more interactive and meaningful. The highest-scoring construct, "Academic Benefits Perception," reflects students' enthusiasm for applying theoretical knowledge in practical settings.

Table 1. *Mean and standard deviation values for constructs of level of readiness on implementation of light and optics nature-based learning*

Construct	Mean	Standard Deviation
Academic Benefits Perception	3.65	0.38
Lifelong Skills Perception	3.63	0.39
Issues and Challenges Perception	3.63	0.50

Perceived Understanding of Light and Optics

The survey revealed a high level of readiness among students, with mean scores for constructs of Perceived Understanding in Physics Light and Optics ranging from 3.58 to 3.64. Table 2 shows the mean values for constructs of Perceived Understanding in Physics Light and Optics. The "Willingness to Relate Nature-Based Learning in Topic " construct achieved the highest mean score, highlighting the role of NBL in enhancing the abilities of students to relate the NBL to their physics topic, fostering critical thinking, and increasing confidence in physics.

Table 2. *Mean values for constructs of Perceived Understanding in Physics Light and Optics*

Construct	Mean	Standard Deviation
Willingness to Relate Nature-Based Learning in Topic	3.64	0.42
Self Confidence with Respect to Problem	3.58	0.45

Solving

Correlation Between Readiness and Understanding

A positive correlation, Spearman's $r = 0.73$, indicating a strong positive monotonic correlation, as the value is close to 1. The p-value (Sig. 2-tailed) is reported as <0.001 , which is smaller than the standard significance threshold of 0.05, demonstrating that this correlation is statistically significant (refer to Table 3). This finding suggests that as readiness for implementing nature-based learning increases, students' perceived understanding of physics concepts also improves significantly. This correlation study can refer to the conceptual framework as shown in the Figure 1.

Table 3. *Result of Spearman Correlation Test*

		Readiness on Implementatio n of Light and Optics Nature- Based Learning	Perceived Understanding in Physics Light and Optics
Readiness Implementation of Light and Optics Nature- Based Learning	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	1 100	0.73 < 0.001 100
Perceived Understanding in Physics Light and Optics	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	0.73 < 0.001 100	1 < 0.001 100

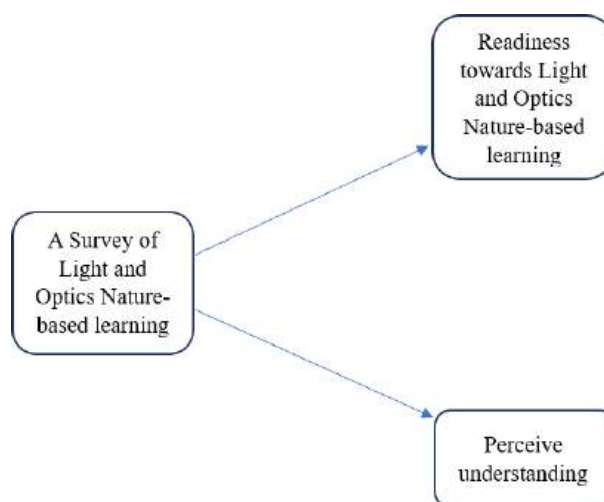


Figure 1. The Conceptual Framework

CONCLUSION

The study concludes that NBL has a positive impact on students' readiness and perceived understanding of light and optics. By providing hands-on learning experiences, NBL bridges the gap between theoretical concepts and real-world applications, fostering critical thinking, engagement, and a deeper appreciation for physics. These findings highlight the potential of NBL as a transformative teaching approach in secondary school physics education. Future research should explore strategies for overcoming implementation challenges and extending NBL to other topics within the physics curriculum, whilst extending the geographical range of the participants.

ACKNOWLEDGEMENT

First and foremost, I would like to extend my sincere gratitude to Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) for providing the academic platform and essential resources that facilitated this research. My heartfelt appreciation also goes to Kuok Foundation Berhad for their generous financial support throughout these years, enabling me to pursue my academic journey. I am deeply thankful to SMK St. Anthony Sarikei and SMK Bandar Sarikei for granting permission to conduct this study with their students and for their cooperation during the data collection process. Additionally, I would like to express my appreciation to the three experts who played a crucial role in validating the research instrument, Dr. Saila from the Physics Department of UPSI, along with two highly experienced school physics teachers, Mdm. Lim Soo Yee and Miss Ivy, for their invaluable contributions in ensuring its reliability and relevance.

REFERENCES

- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Irdianti, I. (2019). Physics education students' science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(2), 293-298.
- Ghavifekr, S. (2020). Collaborative learning: a key to enhance students' social interaction skills. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 8(4), 9-21.
- Indriani, K. S., & Widiastuti, N. M. A. (2024). Students' perception as review providers and receivers on writing. *Ethical Lingua: Journal of Language Teaching and Literature*, 11(1), 1-9.
- Kadir, N. S., & Yaacob, M. I. H. (2022, July). The development and usability of optics kit as a teaching aid among physics trainee teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309(1), 12-40. IOP Publishing.
- Ward, R. B., Sadler, P. M., & Shapiro, I. I. (2007). Learning physical science through astronomy activities: A comparison between constructivist and traditional approaches in grades 3-6. *Astronomy Education Review*, 6(2), 1.

Developing & Evaluating the Usability of AI Chatbot Technology as a Learning Aid in Teaching and Learning Quantum Physics & Nuclear Physics with Secondary School Students (PhotonPal)

Membangunkan & Menilai Kebolehgunaan Teknologi Chatbot AI sebagai Alat Pembelajaran dalam Pengajaran dan Pembelajaran Fizik Kuantum & Fizik Nuklear dengan Pelajar Sekolah Menengah (PhotonPal)

Noor Shafiqah Dzul Fahmi¹ & Siew Wei Tho^{1*}

¹Department of Physics, Faculty of Science and Mathematics, Sultan Idris Education University, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia.

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

Abstract

This research explores the use of an AI chatbot, *PhotonPal*, as a learning hub for modern physics topics in secondary schools. The research involved 30 secondary school science students, using a developmental research design, quantitative and qualitative data were obtained. The application was tested using a Technology Acceptance Model (TAM-adapted) questionnaire and analysed using Qualitative Data Analysis (QDA) miner lite and Statistical Package for the Social Science (SPSS) software. Data and findings reported that all constructs have high mean scores ranging from 3.68 to 4.00 for all five (5) constructs of Perceived Ease of Use (PE), Perceived Usefulness (PU), Perceived Attitude (AT), Behavioural Intention (BI) and Self-efficacy (SE). The findings indicate good validity and high usability, achieving development objectives. Future research should evaluate the long-term effects of AI chatbot use on students' understanding and retention of physics concepts. Through the findings and evaluation towards the chatbot validity, it is proven to be valid as the AI chatbot had proven to achieve a high value of percentage of agreement of 100% and 98% for both face and content validity by three (3) experts. In conclusion, these results show the implications to other researchers to develop and use this AI chatbot to be further developed and diversify to teach modern physics topics such as quantum physics and nuclear physics to secondary school students.

Keywords: AI chatbot technology, quantum physics, nuclear physics, secondary school education.

Abstrak

Penyelidikan ini meneroka penggunaan chatbot AI, *PhotonPal*, sebagai pusat pembelajaran untuk topik fizik moden di sekolah menengah. Penyelidikan ini melibatkan 30 pelajar sains sekolah menengah, menggunakan reka bentuk penyelidikan pembangunan, data kuantitatif dan kualitatif telah diperoleh. Aplikasi tersebut telah diuji menggunakan soal selidik yang telah disesuaikan dengan *Technology Acceptance Model* (TAM) dan dianalisis menggunakan perisian *Qualitative Data Analysis* (QDA) miner lite dan *Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Data dan penemuan melaporkan bahawa semua konstruk mempunyai skor min yang tinggi dalam lingkungan 3.68 hingga 4.00 untuk semua lima (5) konstruk Persepsi Kemudahan Penggunaan (PE), Persepsi Kegunaan (PU), Persepsi Sikap (AT), Niat Tingkah Laku (BI) dan Keberkesanan Diri (SE). Penemuan menunjukkan kesahihan yang baik dan kebolehgunaan yang tinggi, mencapai objektif pembangunan. Penyelidikan masa depan harus menilai kesan jangka panjang penggunaan chatbot AI terhadap pemahaman dan pengekalan konsep fizik oleh pelajar. Melalui penemuan dan penilaian terhadap kesahan chatbot, ia terbukti sah kerana chatbot AI tersebut telah membuktikan mencapai nilai peratusan persetujuan yang tinggi iaitu 100% dan 98% untuk kesahan muka dan kesahan kandungan oleh tiga (3) pakar. Kesimpulannya, hasil ini menunjukkan implikasi kepada penyelidik lain untuk membangunkan dan menggunakan chatbot AI ini untuk dikembangkan lebih lanjut dan dipelbagaikan bagi mengajar topik fizik moden seperti fizik kuantum dan fizik nuklear kepada pelajar sekolah menengah.

Kata kunci: Teknologi chatbot AI, fizik kuantum, fizik nuklear, pendidikan sekolah menengah.

INTRODUCTION

While there had been numerous research on integrating AI technology such as chatbots into tertiary level education, there still lingers a research gap as there is limited generalisability towards the larger population due to less to none research had been done on AI in education for secondary school students. The study aims to address the urgent need for educators to understand and imply best practices to utilise AI chatbots to enhance academic success among secondary school students. This is further supported by recent studies that claim chatbots like ChatGPT and Google Bard can be useful for a variety of educational institutions, including universities, professional development programs, and primary and secondary schools (Zivelonghi & Giuseppi, 2024). Hence, there is a need for the researcher to develop an AI chatbot that focuses to aid students in independent learning on topics under modern physics KSSM syllabus.

In this writing, the researcher will address the main issues that related to different stakeholders' preferences, mainly teachers' and students' view, on implementing chatbots as learning assistants to aid in the teaching and learning (T&L) process in and outside the classroom.

First and foremost, there has been major issues in the conventional teaching and learning (T&L) of modern physics topics due to the vagueness of its complex concepts, specifically quantum physics. The traditional historical approach in order to overcome the lack of modern concepts of quantum physics are rendered obsolete as the conventional way of 'Chalk and Talk' teaching method is not as efficient and there are less to none hands-on experiment that can be done by students and teachers in secondary school science laboratories (Bitzenbauer & Meyn, 2022). This can be addressed using chatbots that is equipped with a Google-like search engine ability and a few students end-of-lesson assessment features to assist teaching and learning for broad concepts, a study conducted by Vasconcelos and Santos (2023) shows that GenAIbots, such as ChatGPT and Bing chat, can serve as effective thinking tools in education by providing individualised and engaging learning experiences. They make learning interesting and relevant by offering individualised content, quick feedback, and flexibility to meet individual needs. The emphasis on cultivating critical thinking and teamwork abilities has sparked interest in cutting-edge methods for improving education.

Although quantum physics (QP) frequently piques the interest of young students (Bøe, & Viefers, 2023; Bungum et al., 2015; Myhrehaugen & Bungum, 2016), numerous researchers and educators have noted that students find this subject challenging to comprehend (Dutt, 2011; Malgieri et al., 2017). Malgieri et al. (2017) classified this as a conceptual difficulty because the concepts are intuitive and call for students' mental models and qualitative reasoning. Even though students had a solid foundation in classical physics, they were novices when QP was introduced due to a new paradigm, therefore the knowledge structure had to be gradually created (Singh & Marshman, 2015). Teachers have also faced similar problems therefore this circumstance is not unusual (Ünlü Yavas, & Kizileik, 2016). Furthermore, most misconceptions arise after the learning experience since students find it difficult to apply the concepts to their daily practices, and the quantum world is challenging for them to investigate independently (Testa et al., 2020). Researcher frequently identify the wave-particle duality, photon, electron, the uncertainty principle, and photoelectric effect as difficult notions (Dutt, 2011; Krijtenburg-Lewerissa et al., 2017; Olsen, 2002).

METHODOLOGY

Research Design

A research design using developmental design was employed in this study to analyse students' acceptance and its validity and usability. This research gives attention to the development and evaluation of an AI chatbot, *PhotonPal*, that is incorporated into an educational website that can be utilised by secondary school students to enhance their learning process and to assist teachers in T&L sessions in the classroom. The quantitative method with qualitative data had been used in line with the research objectives and collected via a TAM-adapted questionnaire and validity questionnaires. The students' acceptance towards *PhotonPal* was measured using free and accessible websites such as SPSS software and QDA Miner Lite software.

Furthermore, open-ended questions are also employed in this research to obtain students' acceptance of the developed AI chatbot qualitatively. In addition to that, data was recorded once only during the implementation process via Google Meet online meetings.

As mentioned above, this research implemented developmental research and the educational measure using a questionnaire. *PhotonPal* was developed based on the ASSURE model, along with the application of quantitative methods with qualitative data for the whole data collection processes which was conducted via online meeting platform with secondary school students. Figure 1 shows the *PhotonPal* AI Chatbot main page and the chatbot should be designed to deliver content effectively using appropriate methods (conversational interaction), materials (e.g., text, graphics, diagrams), and media (e.g., interactive visualisations, videos, quizzes). Particularly for this study, the *PhotonPal* AI chatbot were programmed to randomise between three (3) student activities which are concept-mapping, quizzes and flashcards.

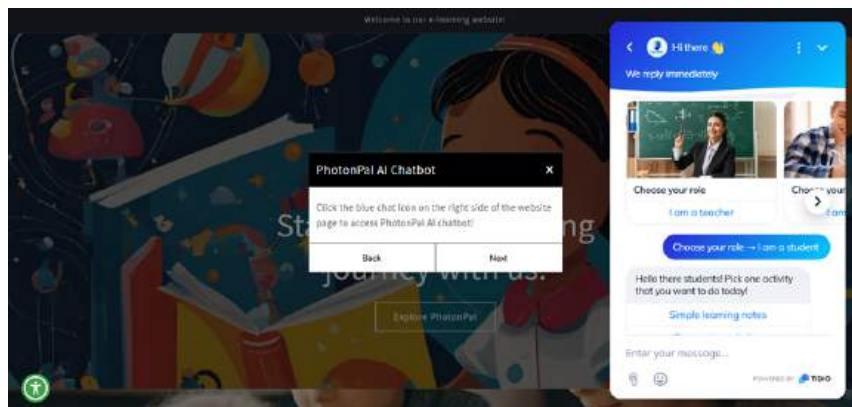


Figure 1. *PhotonPal* AI Chatbot

Population

For this research, probability sampling such as cluster random sampling was utilised to select a group of participants that represents the larger group of population, the population was secondary schools which involves sixteen (16) schools that are situated in Rawang. The population of the study was determined using the cluster random sampling method where each school in Rawang was then grouped and categorised based on its suburbs area. After that, lots were drawn out from a box and schools in Bandar Tasik Puteri was then selected as the targeted population for this research.

Sample and sampling technique

In this study, a probability sampling method such as simple random sampling was utilised to further distinguish thirty (30) science stream students from the targeted population, each member of the population is assigned a number from one to sixty (1-60), and then a random process (such as using a number wheels) is used to select individuals to be included in the sample. This ensures that bias is minimized and that the sample is not skewed toward any particular subset of the population.

Instrument

The collection of usability testing data of *PhotonPal* was obtained within the TAM-adapted questionnaire from Davis (1989); Bandura (2006); Park et al. (2012); Teo et al. (2008) and Park (2009). The researcher had chosen TAM due to the integration of digital technology into the T&L sessions via *PhotonPal* as suggested by Teo et al. (2008). There are four-point Likert scale responses for each of the 20 items in this questionnaire: 1 (strongly disagree), 2 (disagree), 3 (agree) and 4 (strongly agree). The items in question were distributed into five constructs: three items for the behavioural intention (BI) (Park, 2009; Park et al., 2012; Teo et al., 2008), four items for the perceived ease of use (PE) (Davis, 1989; Teo et al., 2008), five items for the perceived usefulness (PU) (Davis, 1989; Teo et al., 2008), four items for the perceived attitude (AT) (Teo et al., 2008), and three items for self-efficacy (SE) (Bandura, 2006). This survey was essentially the TAM-adapted usability questionnaire that had been modified following the pilot test. This questionnaire also consists of two (2) open-ended questions including problems faced by students and their suggestions. Figure 2 shows the summary of the instruments of research for the development and evaluation phases.

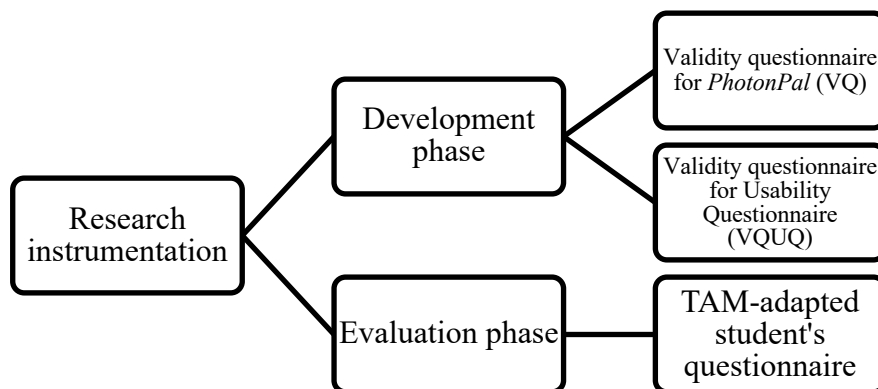


Figure 2. Instruments used for *PhotonPal* AI Chatbot

Additionally, two (2) distinct validity questionnaires were used to validate *PhotonPal* and the usability questionnaire. The questionnaire's adaptability in providing a wide range of data collection possibilities led to its selection as the main tool for this study. This supports the assertion stated by Fraenkel et al. (2012) that questionnaires were widely used by academics due to their ability to collect data on a wide range of topics, offer answers to a number of questions, and show that certain data might be generalised. Specifically for this study, the validity and reliability of the AI chatbot was then determined by collecting the data via these validity questionnaires that had been distributed among three (3) experts who are academic staffs under the Faculty of Science and Mathematics.

Data analysis

The level of student acceptance following the use of the web-based AI chatbot *PhotonPal* is then determined using data from the form questionnaires, revealing the relationship between *PhotonPal* usability in relation to students' acceptance. A statistical software program called Package for the Social Sciences (SPSS) version 20 was used to analyse the questionnaire data for both quantitative and qualitative data. For qualitative data, Analysis Miner Lite (QDA Miner Lite) was utilized. Quantitative data was analysed using the mean, standard deviation for descriptive analysis.

The software Qualitative Data Analysis Miner Lite (QDA Miner Lite) was then used to analyse the qualitative data gathered from open-ended questions in order to triangulate the data. By using data triangulation, researchers can determine the benefits and drawbacks of web-based AI chatbot *PhotonPal* through qualitative data and the efficacy of the web-based AI chatbot through quantitative data (Andrew & Halcomb, 2007). Moreover, feedback and criticism can be utilized to enhance the built web-based AI chatbot (Casey & Murphy, 2009; Sharif & Armitage, 2004).

RESULTS AND DISCUSSION

Face and content validity of *PhotonPal* and TAM-adapted questionnaire

In the context of this study, the face validity and content validity of *PhotonPal* and the TAM-adapted student acceptance questionnaire was validated by a total of three (3) experts. The decided number of experts was based on Lynn (1986) who suggested three to five experts is a suitable number of experts to do the validation. Furthermore, Gilbert and Prion (2016) and Rubio et al (2003) posed the same conclusion that three (3) experts are acceptable to validate a study.

As for the validation of *PhotonPal* and usability questionnaire, the selected experts are lecturers from Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI) with a minimum teaching experience of 3 years in the Physics education. These experts include one lecturer who is proficient in teaching Quantum Physics and Nuclear Physics, one lecturer who is an experienced lecturer in conducting technology-based research and a lecturer who is proficient in the field of Physics education and learning theories.

Data acquired from the experts were then analysed using percentage of agreement by Sidek and Jamaludin (2005). Therefore, the percentage that successfully achieves an average validity exceeding 70% is considered to have mastered and also achieved high performance. (Sidek & Jamaludin, 2005).

Based on the results of validity for *PhotonPal* and usability questionnaire, all percentage of agreement values of the validity coefficient were acceptable. Therefore, this shows that *PhotonPal* and the TAM-adapted usability questionnaires are proven to have good content validity.

Table 1. *Validity for TAM-adapted Student's Questionnaire*

Expert	Face validity (%)	Content validity (%)
Expert 1	100	100
Expert 2	100	100
Expert 3	100	100
Average	100	100

Table 2. *Validity for PhotonPal*

Expert	Face validity (%)	Content validity (%)
Expert 1	100	94
Expert 2	100	100
Expert 3	100	100
Average	100	98

Data analysis

The metrics of usability of *PhotonPal* in this study was interpreted using descriptive analysis based on the value of mean score, standard deviation for each item and the constructs from participants' responses. The categorization is based upon the four-Likert scale evaluation instrument with the lowest scale of one (1) and the highest scale of four (4). Referencing to the table, the mean score from 2.34 to 3.67 was classified as moderate in usability and high usability range is from 3.68 to 5.00. While low usability ranges from a mean value of 1.00 to 2.33. This usability was adapted from the cut-off point method (Best, 1997; Yusof et al., 2015).

Table 3. *Cut-off Point Method for Mean Scores*

Mean score	Level of usability
3.68-5.00	High
2.34-3.67	Moderate
1.00-2.33	Low

For analysis by constructs, the 20 items in the TAM-adapted questionnaire consists of five (5) constructs as, perceived ease of use (PE), perceived usefulness (PU), attitude (AT), behavioural intention (BI) and self-efficacy (SE) evaluated towards *PhotonPal*. The mean values from these constructs determine the usability of the AI chatbot. As stated in the table below, the results for the constructs show that the mean score for PE and PU respectively are 3.988 and 3.968. It indicates that the majority of participants recognised that the chatbot was easy to use with less hassle. Moreover, the students' perception towards the usefulness of the module is also high which means that it is practical to be used as a learning tool outside the classroom.

These low values of standard deviation implies that all students' perceptions towards *PhotonPal* are similar. The lower the standard deviation, the more evenly dispersed the scores are in the distribution, which results in the homogeneity distribution of data for all five (5) constructs. High reliability of an instrument is determined by the homogenous distribution of data (Shi et al., 2020). Hence, the results had proven that *PhotonPal* is suitable to be used by its target population which is secondary school students for the topics under modern physics.

Table 4. *Average Mean Scores and Standard Deviation*

Construct	N	Average mean	Standard deviation
Perceived Ease of Use (PE)	30	3.988	.073
Perceived Usefulness (PU)	30	3.968	.490
Perceived Attitude (AT)	30	3.915	.280
Behavioural Intention (BI)	30	3.843	.368
Self-efficacy (SE)	30	3.737	.559

CONCLUSION

Hence, it could be concluded that *PhotonPal* has good validity and is considered to be of high usability from the experts and participants based on the analysis of the results. Particularly for this research, students' usability on utilising the newly developed *PhotonPal* was taken accounted for by collecting their responses through a TAM-adapted survey. Through the findings and evaluation towards the chatbot validity, it is proven to be valid as the AI chatbot had proven to achieve a high value of percentage of agreement of 100% and 98% for both face and content validity by three (3) experts. In conclusion, these results show the implications to other researchers to develop and use this AI chatbot to be further developed and diversify to teach modern physics to secondary school students. Several recommendations for future research have been recommended in this study. The findings of this research can be the pivot of utilizing AI chatbots into everyday classrooms as well. In sum, future research should aim to enhance chatbot adaptability, diversify study populations, integrate multimodal learning, and assess long-term impact, providing a more holistic view of their potential in education.

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my heartfelt thanks to everyone who supported me—directly or indirectly—in completing my final year project titled Implementing AI Technology in Teaching and Learning Quantum Physics and Nuclear Physics with Secondary School Students (Chatbot). Special appreciation goes to the lecturers from the Faculty of Science and Mathematics, Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI), for their invaluable guidance, support, and advice throughout my studies. Their expertise was essential to the success of this project. I am also grateful to the students from SMK Taman Desa 2, SMK Bandar Tasik Puteri, and other participating schools, as well as my fellow colleagues from the Physics in Education programme (AT12), for their cooperation and encouragement during the project.

REFERENCES

- Andrew, S., & Halcomb, E. J. (2007). Mixed methods research is an effective method of enquiry for community health research. *Contemporary nurse*, 23(2), 145-153.
- Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164-180.
- Best, J. W. (1997). *Research in education*. New Jersey:Prentice Hall.
- Bitzenbauer, P., & Meyn, J. P. (2022). Toward types of students' conceptions about photons: results of an interview study. In *Physics Teacher Education: What Matters?* (pp. 175-187). Cham: Springer International Publishing.
- Bøe, M. V., & Viefers, S. (2023). Secondary and university students' descriptions of quantum uncertainty and the wave nature of quantum particles. *Science & Education*, 32(2), 297-326.
- Bungum, B., Henriksen, E. K., Angell, C., Tellefsen, C. W., & Bøe, M. V. (2015). ReleQuant-Improving teaching and learning in quantum physics through educational design research.

- Casey, D., & Murphy, K. (2009). Issues in using methodological triangulation in research. *Nurse researcher*, 16(4).
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-339.
- Dutt, A. (2011). Making the transition from classical to quantum physics. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 57(4), 33-36.
- Fraenkel, J. L., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education eighth edition*. New York: McGraw Hill.
- Gilbert, G. E., & Prion, S. (2016). Making sense of methods and measurement: Lawshe's Content Validity Index. *Clinical Simulation in Nursing*, 12(12), 530-531.
- Krijtenburg-Lewerissa, K., Pol, H. J., Brinkman, A., & Van Joolingen, W. R. (2017). Insights into teaching quantum mechanics in secondary and lower undergraduate education. *Physical review physics education research*, 13(1), 010109.
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing research*. 35(6), 382-385. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>
- Malgieri, M., Onorato, P., & De Ambrosis, A. (2017). Test on the effectiveness of the sum over paths approach in favoring the construction of an integrated knowledge of quantum physics in high school. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010101.
- Myhreagen, H. V., & Bungum, B. (2016). 'From the cat's point of view': upper secondary physics students' reflections on Schrödinger's thought experiment. *Physics Education*, 51(5), 055009.
- Olsen, R. V. (2002). Introducing quantum mechanics in the upper secondary school: a study in Norway. *International Journal of Science Education*, 24(6), 565-574.
- Park, S. Y., Nam, M. W., & Cha, S. B. (2012). University students' behavioral intention to use mobile learning: Evaluating the technology acceptance model. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 592-605.
- Park, S. Y. (2009). An analysis of the technology acceptance model in understanding university students' behavioural intention to use e-learning. *Educational technology & society*, 12(3), 150-162.
- Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social work research*, 27(2), 94-104.
- Sharif, F., & Armitage, P. (2004). The effect of psychological and educational counselling in reducing anxiety in nursing students. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 11(4), 386-392.
- Shi, J., Luo, D., Weng, H., Zeng, X. T., Lin, L., Chu, H., & Tong, T. (2020). Optimally estimating the sample standard deviation from the five-number summary. *Research Synthesis Methods*, 11(5), 641-654.
- Sidek, M. N. & Jamaludin, A. (2005). *Pembinaan Modul: Bagaimana Membina Modul Latihan dan Modul Akademik*. Serdang: Penerbit Universiti Putra Malaysia
- Singh, C., & Marshman, E. (2015). Review of student difficulties in upper-level quantum mechanics. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 11(2), 020117.
- Teo, T., Luan, W. S., & Sing, C. C. (2008). A cross-cultural examination of the intention to use technology between Singaporean and Malaysian pre-service teachers: an application of the Technology Acceptance Model (TAM). *Journal of Educational Technology & Society*, 11(4), 265-280.
- Testa, I., Colantonio, A., Galano, S., Marzoli, I., Trani, F., & Scotti di Uccio, U. (2020). Effects of instruction on students' overconfidence in introductory quantum mechanics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010143.
- Ünlü Yavas, P., & Kizilcik, H. S. (2016). Pre-Service Physics Teachers' Difficulties in Understanding Special Relativity Topics. *European Journal of Physics Education*, 7(1), 13-24.
- Vasconcelos, M. A. R., & Santos, R. P. D. (2023). Enhancing STEM learning with ChatGPT and Bing Chat as objects to think with: A case study. *arXiv preprint arXiv:2305.02202*.
- Yusof, H., Yunus, J., & Musa, K. (2014). *Kaedah penyelidikan pengurusan pendidikan*. Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Zivelonghi, A., & Giuseppi, A. (2024). Smart Healthy Schools: An IoT-enabled concept for multi-room dynamic air quality control. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 4, 24-31.

Pembangunan Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang Permukaan Air Berasaskan Arduino dan Kebolehgunaannya Kalangan Guru Fizik

*Development of an Arduino-based Water Surface Wave Generation Demonstration Kit and
Its Usability among Physics Teachers*

Jans Ezravycya Justin & Shahrul Kadri Ayop*

Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong
Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding Author: shahrul.kadri@fsmpt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang Permukaan Air menggunakan platform Arduino serta menilai kebolehgunaannya dalam kalangan guru Fizik Tingkatan Empat. Model ADDIE digunakan sebagai reka bentuk kajian, manakala pendekatan kualitatif diterapkan bagi penilaian kebolehgunaan kit. Kesahan muka dan kandungan kit disahkan oleh dua orang pakar dalam bidang pendidikan Fizik. Penilaian kebolehgunaan melibatkan pemerhatian dan temu bual dengan guru Fizik, dan hasil dapatan dianalisis menggunakan kaedah analisis bertema. Sampel kajian terdiri daripada empat orang guru Fizik yang dipilih melalui kaedah persampelan bertujuan. Kajian ini mendapati Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang Permukaan Air menerima maklum balas positif daripada guru Fizik, menunjukkan keupayaannya dalam memvisualisasikan konsep gelombang. Kit ini bukan sahaja membolehkan pelajar terlibat secara aktif dalam eksperimen, tetapi juga menyediakan data visual (graf) yang menyokong pembelajaran teori dengan aplikasi praktikal. Hasil kajian memberikan implikasi bahawa penggunaan kit ini dapat meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep Fizik dan menyokong pendekatan pembelajaran berasaskan STEM secara holistik.

Kata kunci: arduino, kebolehgunaan, penghasilan gelombang, kit demonstrasi, guru fizik

Abstract

This study aims to develop an Arduino-Based Water Surface Wave Generation Demonstration Kit and evaluate its usability among Form Four Physics teachers. The ADDIE Model was utilized as the study design, while a qualitative approach was employed for the kit's usability evaluation. The kit's face and content validity were assessed by two experts in Physics education. Usability evaluation involved observations and interviews with Physics teachers, and the findings were analysed using thematic analysis. The sample comprised four Physics teachers selected through purposive sampling. The study found that the Water Surface Wave Generation Demonstration Kit received positive feedback from Physics teachers, demonstrating its effectiveness in visualizing wave concepts. The kit not only facilitates active student participation in experiments but also provides visual data (graphs) that bridge theoretical learning with practical applications. The findings imply that this kit can enhance students' understanding of Physics concepts and support a holistic STEM-based learning approach.

Keywords: arduino, usability, wave generation, demonstration kit, physics teacher

PENGENALAN

Eksperimen praktikal dan demonstrasi penting dalam memahami konsep Fizik. Penglibatan pelajar dalam eksperimen dan demonstrasi adalah penting untuk membantu pelajar mendalami konsep Fizik dan memupuk minat dalam penyelidikan saintifik (Waluyo et al., 2019). Berdasarkan buku teks Fizik tingkatan empat pada Aktiviti 5.1 mencadangkan pelaksanaan eksperimen yang bertujuan untuk mengkaji penghasilan gelombang oleh satu sistem ayunan. Eksperimen ini hanya memerlukan pelajar untuk memerhati ayunan ladung dan riak gelombang permukaan air yang terhasil. Eksperimen ini dijalankan tanpa adanya pengukuran secara kuantitatif maka penyampaian dalam bentuk graf tidak dapat dilakukan untuk mengaitkan profil gelombang dengan perwakilan graf. Menurut (Stefanel, 2019) persembahan data dalam perkataan, gambar, persamaan serta graf memainkan peranan penting representasi saintifik (Stefanel, 2019). Oleh itu, sukar untuk pelajar mengaitkan eksperimen dengan penghasilan gelombang oleh satu sistem ayunan tanpa adanya perwakilan data dalam bentuk graf. Maka kajian ini dijalankan untuk membangunkan Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang dalam usaha menambak baik pelaksanaan eksperimen pada buku teks Fizik Tingkatan Empat pada Aktiviti 5.1.

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan model ADDIE, iaitu pendekatan sistematik yang melibatkan lima fasa: analisis (*analysis*), reka bentuk (*design*), pembangunan (*development*), pelaksanaan (*implementation*), dan penilaian (*evaluation*). Pada fasa analisis terdapat keperluan penambahbaikan pada pelaksanaan eksperimen buku teks Fizik Tingkatan Empat iaitu Aktiviti 5.1. Analisis literatur dijalankan untuk memahami keperluan guru dan pelajar, serta kekurangan dalam eksperimen sedia ada, seperti ketiadaan elemen kuantitatif dan perwakilan data dalam bentuk graf. Seterusnya, pada fasa reka bentuk, kit direka bentuk menggunakan platform Arduino yang dapat mengesan penghasilan gelombang secara langsung menukarkannya dalam bentuk graf. Prototaip kit dihasilkan dalam pembangunan berdasarkan reka bentuk yang dirancang. Komponen elektronik serta bahan sokongan seperti panduan pengguna dihasilkan. Prototaip kit kemudian melalui proses kesahan oleh dua orang pakar.

Kemudian, pada fasa pelaksanaan, kajian rintis dilaksanakan pada seorang guru fizik untuk memastikan setiap soalan yang ditanya selaras dengan jawapan yang menjawab persoalan kajian. Hasil kajian rintis dianalisis bagi menambah baik kit sebelum digunakan pada kajian lapangan. Kajian lapangan melibatkan sampel terdiri daripada guru Fizik yang mengajar topik Gelombang, Cahaya, dan Optik tingkatan empat. Pada fasa penilaian, penilaian kebolegunaan kit dilakukan menggunakan pemerhatian dan temu bual. Hasil dapatan daripada pemerhatian dan temu bual dianalisis untuk mengenal pasti kekuatan dan kelemahan kit ini, serta memberi maklum balas bagi penambahbaikan selanjutnya.

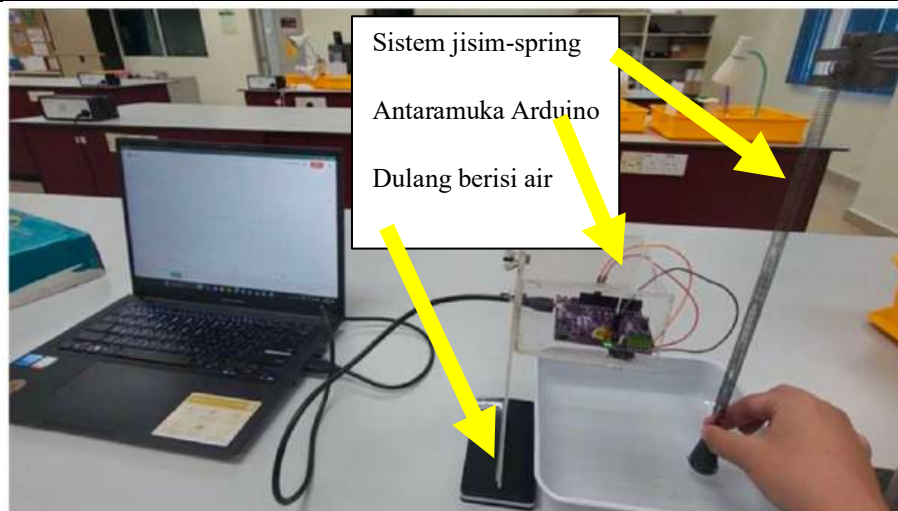
DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kit yang dibangunkan terdiri daripada komponen-komponen seperti *Arduino Uno Maker*, wayar, penyambung USB, sensor ultrasonik dan kotak perspek. Manual penggunaan disediakan untuk menunjukkan cara penggunaan dalam bentuk teks. Kit yang dibangunkan ditunjukkan dalam Rajah 1.

Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang Permukaan Air ini mendapat kesahan daripada dua orang pakar dalam bidang pendidikan fizik dengan persetujuan penuh pada kesahan muka dan kandungan pada aspek yang disenaraikan dalam Jadual 1.

Jadual 1. *Aspek kesahan muka dan kandungan*

Bi 1	Aspek Kesahan Muka	Aspek Kesahan Kandungan
1	Teks yang digunakan dalam produk mudah dibaca.	Produk ini sesuai digunakan pengguna sasaran.
2	Panduan yang diberikan dalam produk mudah difahami.	Produk ini boleh mencapai tujuan ia dibangunkan.
3	Rupa bentuk keseluruhan produk memudahkan penggunaannya.	Produk ini menepati hasil pembelajaran/kandungan kurikulum yang disasarkan.
4	Produk ini bebas kesilapan teknikal.	Produk ini bebas kesilapan fakta.
5	Produk ini adalah selamat bagi pengguna sasaran.	Produk ini mengaplikasikan konsep sains dengan tepat.



Rajah 1. *Susunan demonstrasi kit yang dibangunkan*

Kajian rintis dijalankan untuk memastikan setiap soalan yang dikemukakan dalam temu bual jelas dan tidak menimbulkan kekeliruan kepada responden serta memastikan soalan menimbulkan jawapan yang akan menjawab kepada persoalan kajian (Dikko, 2016). Kajian rintis bagi kajian ini telah dijalankan pada seorang guru Fizik Tingkatan Empat dan Lima di daerah yang sama. Dapatan kajian rintis membantu pengkaji dengan memastikan temu bual dalam kajian sebenar berjalan dengan lancar dan menganggarkan masa temu bual dilaksanakan. Terdapat dua kaedah yang digunakan untuk menilai kebolehgunaan kit iaitu pemerhatian dan temubual.

(i) **Pemerhatian**

Pemerhatian membantu mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam dalam tingkah laku responden tanpa perlu membuat keputusan analitik secara tergesa-gesa (Dikko, 2016)

Pemerhatian dilaksanakan dengan menggunakan kaedah senarai semak di mana responden menggunakan Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang dengan berlandaskan manual penggunaan sahaja. Jadual 2 menunjukkan aspek yang diperhatikan sepanjang pemerhatian. Pengkaji menggunakan borang senarai semak untuk menanda setiap tindakan yang dilakukan oleh guru sepanjang mengendalikan kit. Secara keseluruhan, dapatan menunjukkan empat orang guru berjaya melaksanakan langkah-langkah utama seperti memeriksa komponen kit, menyambung wayar, dan memerhatikan hasil graf. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa langkah seperti 'Menyalin pengekodan' yang kurang dilaksanakan oleh beberapa guru, mencadangkan perlunya panduan yang lebih jelas atau sokongan tambahan.

Jadual 2. *Aspek pemerhatian*

Bil	Tindakan
1	Memeriksa komponen-komponen pada kit.
2	Memeriksa kekemasan dan ciri-ciri keselamatan kit.
3	Memeriksa sambungan sebelum memulakan eksperimen.
4	Menyambung wayar dan menggunakan sensor dengan seperti yang dinyatakan dalam manual.
5	Memastikan jarak antara ladung dan air tepat.
6	Menyalin pengekodan yang diberikan dalam manual.
7	Menyemak pengekodan yang dimuat naik.
8	Menghidupkan kit dan memerhatikan hasil graf.

(ii) Temubual

Maklum balas daripada responden semasa sesi temu bual telah dikumpulkan dan dikategorikan kepada maklum balas positif dan negatif. Berikut adalah dapatan terpilih yang menggambarkan hasil penilaian kebolegunaan kit berdasarkan lapan soalan temu bual, S1 hingga S8.

S1: Adakah Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang ini mudah untuk digunakan dan kenapa?

Dua orang respon memberi respon yang positif terhadap kit. Manakala selebihnya mengalami mengatakan bahawa sebaliknya. Berikut adalah contoh-contoh respon.

“...bagi saya tiada masalah. Mudah.” (Mudah digunakan)

“...Arduino coding-coding semua ini kira baru jadi agak sukar” (Sukar)

S2: Apakah pandangan anda terhadap ciri-ciri keselamatan kit ini?

Berdasarkan S2 keempat-empat memberi respon yang positif. Antara contoh-contoh adalah seperti berikut.

“...dia tidak membahayakan. Cuma hanya menggunakan radas yang simple.” (Ringkas)

“Untuk yang alat ini selamat digunakan.” (Selamat)

S3: Berdasarkan pandangan Tuan/Puan adakah kit ini sesuai dimasukkan ke dalam kurikulum sebagai satu inovasi pengajaran dan mengapa?

Keempat-empat responden memberi respon yang positif. Berikut adalah contoh-contoh yang berikut.

“Sesuai sebab hm... kit ini melibatkan elemen STEM dalam PdPc” (Elemen STEM)

“Sesuai dan menarik minat pelajar.” (Menarik minat)

S4: Adakah kit ini menepati hasil pembelajaran / kandungan kurikulum yang disasarkan? Sila jelaskan.

Pada S4, kesemua responden bersetuju bahawa kit ini menepati hasil pembelajaran / kandungan kurikulum. Antara contoh respon yang diberikan adalah seperti berikut.

“...lebih kepada student centered yang student yang buat sendiri eksperimen.” (berpusatkan pelajar)

S5: Berdasarkan pengalaman Tuan/ Puan bagaimanakah kit ini dapat membantu murid-murid Tingkatan Empat memahami konsep penghasilan gelombang dengan lebih mudah?

Berdasarkan S5, responden memberi maklum balas yang positif terhadap kit. Berikut adalah contoh-contoh respon.

“ ...demonstrasi itu sendiri pun sudah membantu pelajar” (Demonstrasi)

“...ada dia punya graf terus” (Graf)

S6: Berdasarkan pemerhatian anda semasa mengendalikan kit ini, adakah ianya berjaya menunjukkan hasil atau imej yang jelas dan berkualiti?

Pada S3, kesemua responden memberi maklum balas yang positif namun terdapat respon positif dengan sedikit ketidakpastian. Respon ini lebih cenderung kepada positif, tetapi menunjukkan keperluan untuk penambahbaikan pada kualiti visual graf jika terdapat kekurangan yang mempengaruhi persepsi responden. Berikut adalah contoh-contoh respon.

“Ya, jelas dan berkualiti.” (Jelas)

“Jelas tapi berkualiti itu saya tidak pasti. ”

S7: Apakah jangkaan anda terhadap penerimaan murid sekiranya kit ini digunakan dalam sesi PdP berbanding amalan sedia ada yang anda amalkan?

Berdasarkan S7, keempat-empat responden memberi respon yang positif. Contoh respon-respon yang diberikan adalah berikut.

"... Jangkaan saya murid lebih mengingati penghasilan gelombang tu macam mana.”
(Membantu proses pembelajaran)

"... The student will be excited." (Teruja)

S8: Apakah cadangan/penambahbaikan/komen yang ingin anda berikan berkaitan kajian ini?

Akhir sekali, pada S5 terdapat cadangan penambahbaikan yang diberikan oleh responden. Antara contoh-contoh respon adalah berikut.

“...ladung kit tenggelamkan sedikit ke dalam air. Bukan hanya sentuh pada permukaanlah” (reka bentuk eksperimen)

“untuk ditambah dalam radas makmal untuk menggantikan tangki riak.” (alternatif tangki riak)

Hasil daripada dapatan pemerhatian dan temu bual membuktikan bahawa Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang boleh digunakan dalam menambahbaik pelaksanaan pelaksanaan eksperimen pada buku teks Fizik tingkatan empat pada Aktiviti 5.1. Triangulasi adalah penting dalam penyelidikan kerana ia meningkatkan kredibiliti dan kesahihan dapatan dengan menggabungkan pelbagai kaedah, teori, atau pemerhati. Triangulasi membantu mengatasi bias yang mungkin timbul daripada penggunaan satu kaedah atau pemerhati sahaja. Ia membolehkan penyelidik meneroka fenomena yang kompleks dengan lebih mendalam dan memberikan penjelasan yang lebih seimbang (Noble & Heale, 2019).

KESIMPULAN

Melalui kajian ini Kit Demonstrasi Penghasilan Gelombang Permukaan Air berjaya menggunakan Arduino untuk diaplikasikan dalam eksperimen. Kit ini telah berjaya dibangunkan untuk memperkukuhkan pelaksanaan Aktiviti 5.1 dalam buku teks Fizik Tingkatan Empat. Kit ini bukan sahaja membantu memvisualisasikan gelombang secara langsung dalam bentuk graf, tetapi juga menjadikan aktiviti makmal lebih interaktif dan menarik. Kit berjaya dibangunkan dengan kesahan muka dan kandungan yang baik daripada pakar. Maklum balas kebolegunaan kit melalui pemerhatian temu bual menunjukkan maklum balas yang positif dengan berjaya memberi pendedahan kepada penggunaan Arduino dan membantu guru dalam pengajaran dan pembelajaran yang lebih interaktif.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih juga kepada pihak sekolah di daerah Pitas, Sabah yang terlibat dalam menjayakan kajian ini kerana telah memberi kerjasama yang baik dalam memastikan kajian ini dapat dilaksanakan dengan lancar.

RUJUKAN

- Dikko, M. (2016). Establishing Construct Validity and Reliability: Pilot Testing of a Qualitative Interview for Research in Takaful (Islamic Insurance). *The Qualitative Report*, 21(3), 521–528. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2016.2243>
- Noble, H., & Heale, R. (2019). Triangulation in research, with examples. *Evidence-Based Nursing*, 22(3), 67–68. <https://doi.org/10.1136/EBNURS-2019-103145>
- Stefanel, A. (2019). Graph in Physics Education: From Representation to Conceptual Understanding. In Pospiechm Gesche, M. Michelini, & B.-S. Eylon (Eds.), *Mathematics in Physics Education* (pp. 195–231). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04627-9>
- Waluyo, N. S., Song, R.-H., Lee, S.-B., -Electrical, al, Wang, Y., Lyu, Q., Zhu, T., Bertelli, S., Centioni, R., & Scerbo, F. (2019). Meaningful student involvement. Students as “researchers”: a physics laboratory

experience from space to microworld. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1), 012034.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012034>

**Hubungan Tahap Pencapaian Fizik Dengan Jangkaan Fizik Dalam
Kalangan Pelajar Tingkatan Empat**
*Relationship Between Physics Achievement and Physics Expectations Among Form Four
Students*

Tuan Mustaqim Tuan Ruslan & Shahrul Kadri Ayop*
Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: shahrul.kadri@fsmpt.upsu.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan menentukan hubungan antara tahap pencapaian Fizik dan jangkaan Fizik dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 di Daerah Besut. Kajian ini mempunyai tiga objektif iaitu mengenal pasti tahap pencapaian Fizik, jangkaan Fizik dan menentukan hubungan antara kedua-duanya dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 di Daerah Besut. Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kolerasi dengan pendekatan kuantitatif. Sampel kajian dipilih menggunakan teknik persempelan secara rawak mudah. Seramai 230 sampel yang dipilih terdiri daripada pelajar Tingkatan 4 yang mempelajari mata pelajaran Fizik di lima buah sekolah di Daerah Besut, Terengganu. Kajian ini menggunakan *Maryland Physics Expectations Survey* (MPEX). Data dianalisis menggunakan ujian statistik deskriptif untuk mendapatkan nilai min dan peratusan. Analisis statistik inferensi juga dijalankan bagi ujian korelasi bagi melihat hubungan antara jangkaan Fizik dengan tahap pencapaian Fizik. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahawa jangkaan Fizik dan tahap pencapaian Fizik berada pada tahap sederhana. Kajian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara jangkaan Fizik dengan tahap pencapaian Fizik ($r = 0.186$). Kesimpulannya, jangkaan Fizik dan tahap pencapaian Fizik berada pada tahap sederhana dan hubungan antaranya adalah signifikan tetapi lemah. Implikasinya, pencapaian pelajar tingkatan 4 boleh ditingkatkan dengan meningkatkan jangkaan mereka terhadap Fizik.

Kata kunci: Jangkaan Fizik, Tahap Pencapaian Fizik, MPEX,

Abstract

This study aims to determine the relationship between Physics achievement and Physics expectations among Form Four students in the Besut District. The study has three objectives: to identify Physics achievement levels and Physics expectations, and to determine the relationship between the two. A correlational research design with a quantitative approach was employed. The sample was selected using a simple random sampling technique, consisting of 230 Form Four students who are studying Physics in five schools within the Besut District, Terengganu. This study utilized a questionnaire comprising three sections: Section A for student information, Section B for the Maryland Physics Expectations Survey (MPEX), and Section C for students' Physics achievement levels based on the KPM grading system. Data were processed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 29 and analyzed using descriptive statistical tests to obtain mean scores and percentages. Inferential statistical analysis was also conducted to perform correlation tests to examine the relationship between Physics expectations and Physics achievement. Descriptive analysis results indicate that Physics expectations and Physics achievement are at the moderate level. The study reveals a weak but significant relationship between Physics expectations and Physics achievement ($r = 0.186$). In conclusion, both Physics expectations and Physics achievement are at moderate levels, and the relationship between them is significant but weak. This study implies that the Physics achievement can be elevated by increasing their expectation toward Physics.

Keywords: physics expectation, physics achievement, MPEX

PENGENALAN

Malaysia telah lama berusaha memperkukuh pendidikan berteraskan sains, dengan matlamat mencapai nisbah 60:40 pelajar aliran sains berbanding sastera sejak tahun 1967. Namun, sasaran ini masih belum tercapai (Khamis & Phang, 2021). Mata pelajaran Fizik sering dianggap mencabar, menyebabkan ramai pelajar mengelakkan diri daripada memilih aliran sains (Osman & Halim, 2007). Persepsi negatif terhadap Fizik, seperti melihatnya sebagai mata pelajaran yang abstrak dan memerlukan hafalan formula, menjadi penghalang utama dalam pembelajaran (Mbonyiriyivuze et al., 2021).

Prestasi pelajar dalam Fizik juga masih pada tahap membimbangkan. Pelajar sering menghadapi kesukaran memahami konsep asas Fizik dan mengaplikasikannya untuk menyelesaikan masalah (Kanyesigye et al., 2022). Selain itu, faktor dalaman dan luaran mempengaruhi prestasi akademik dalam fizik (APP) (Panergayo, 2023). Assem et al. (2023) menyatakan bahawa jangkaan mempengaruhi sikap seseorang dan kesan sikap terhadap pencapaian Fizik boleh menjadi positif atau negatif bergantung kepada pelajar.

Justeru, kajian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara jangkaan Fizik dengan tahap pencapaian Fizik dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 di Daerah Besut, Terengganu. Rajah 1 menunjukkan kerangka konsep kajian ini. Daerah Besut dipilih kerana peningkatan ketara dalam keputusan Fizik SPM saban tahun dari pengenalan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Dapatan kajian ini diharapkan dapat memberi panduan kepada guru, pelajar, dan pihak berwajib untuk memperbaiki kaedah pengajaran dalam melonjakkan pencapaian Fizik.



Rajah 1. Kerangka konsep kajian.

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian korelasi dengan pendekatan kuantitatif. Bilangan pemilihan saiz sampel adalah berpandukan jadual Krejcie & Morgan (1970). Sampel kajian dipilih menggunakan teknik persempelan secara rawak mudah. Seramai 230 sampel dipilih daripada bilangan populasi sebanyak 500. Sampel yang dipilih terdiri daripada pelajar Tingkatan 4 yang mempelajari mata pelajaran Fizik di lima buah sekolah di Daerah Besut, Terengganu. Instrumen bagi kajian ini adalah soal selidik yang terbahagi kepada tiga bahagian iaitu bahagian A maklumat pelajar, bahagian B *Maryland Physics Expectations Survey* (MPEX) dan bahagian C tahap pencapaian Fizik pelajar berdasarkan gred KPM. Bahagian A bertujuan mendapatkan maklumat ringkas pelajar seperti nama sekolah, jantina dan mata pelajaran yang diambil. Bahagian B mengajukan soalan berkenaan jangkaan Fizik dan bahagian C mengajukan tahap pencapaian Fizik.

Kesahan dan kebolehpercayaan instrumen dilaksanakan dengan mendapatkan kesahan daripada tiga orang pakar dalam bidang pendidikan Fizik serta perlaksanaan kajian rintis dijalankan terhadap 15 sampel daripada populasi kajian dengan tiada pertindihan sampel bagi sampel kajian sebenar. Data kesahan instrumen dianalisis menggunakan nilai *Content Validation Item* (CVI) (Polit & Beck, 2006) dan dapatan CVI bagi kajian ini adalah 1 yang menunjukkan item yang terdapat dalam instrumen kajian boleh digunakan untuk menjalankan kajian. Data kebolehpercayaan instrumen melalui kajian rintis dianalisis menggunakan nilai Alfa Cronbach

(Bond & Fox, 2007). Nilai Alfa Cronbach bagi kajian ini adalah 0.747 dengan memberi makna kajian ini mempunyai kebolehpercayaan baik dan boleh diterima.

Terdapat 34 item yang diuji untuk jangkaan Fizik yang diadaptasi dan diubah suai berdasarkan MPEX (Redish et al., 1998). Pentaksiran MPEX telah dibahagikan kepada enam dimensi dan item-item telah disusun secara rawak. Semua soalan pada bahagian ini diukur berdasarkan skala Likert 5 mata. Bahagian B pula mengajukan tahap pencapaian Fizik yang diukur berdasarkan gred pelajar daripada peperiksaan pertengahan tahun di Tingkatan 4 yang telah dijawab oleh pelajar dan ditanda oleh guru. Gred ini adalah berdasarkan julat markah yang ditentukan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). Peratus markah ujian pertengahan tahun responden dikategorikan kepada lima tahap iaitu sangat lemah, lemah sederhana, baik, cemerlang (Bahaudin, 2020). Peratus markah ini diadaptasi daripada sistem gred KPM. Data kajian dianalisis secara deskriptif dan inferensi. Data diproses menggunakan *Statistical Package for Social Science* (SPSS) 29 dan dianalisis menggunakan ujian statistik deskriptif untuk mendapatkan nilai min dan peratusan. Analisis inferensi melalui ujian korelasi Spearman juga dilakukan bagi melihat hubungan antara jangkaan Fizik dengan tahap pencapaian Fizik.

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Jangkaan Fizik

Jadual 1. *Tafsiran MPEX*

Dimensi MPEX	Sepadan (%)	Neutral (%)	Tidak Sepadan (%)
Berdikari	16.6	27.4	56.0
Koheren	20.0	31.3	48.7
Konsep	33.6	20.4	46.0
Perkaitan Sebenar	48.0	17.8	34.2
Perkaitan Matematik	28.2	30.7	41.1
Usaha	63.7	25.6	10.7
Keseluruhan	37.3	24.1	38.6

Berdasarkan Jadual 1, jangkaan Fizik untuk dimensi Keseluruhan menunjukkan pelajar berada pada tahap sederhana, dengan 37% pelajar mempunyai jangkaan Fizik yang sepadan dengan komuniti Fizik. Pelajar yang sepadan dengan komuniti Fizik adalah lebih rendah berbanding pelajar yang tidak sepadan, mencerminkan pelajar menghadapi cabaran dalam memahami konsep dan aplikasi Fizik.

Dimensi Perkaitan Sebenar dan Usaha mencatat skor tinggi menunjukkan pelajar mampu mengaitkan Fizik dengan kehidupan sebenar dan mencerminkan komitmen pelajar untuk belajar dan memahami Fizik dengan lebih mendalam. Dimensi Berdikari, Koheren, Konsep, dan Perkaitan Matematik mencatat skor yang lebih rendah, menunjukkan bahawa pelajar menghadapi cabaran dalam beberapa aspek penting pembelajaran Fizik. Pelajar kurang yakin dalam mengambil tanggungjawab terhadap pembelajaran mereka sendiri, sukar menghubungkan konsep Fizik secara logik dan sistematik, serta tidak sepenuhnya memahami bagaimana Matematik dapat diterapkan dalam menyelesaikan masalah Fizik.

Jangkaan yang rendah boleh ditingkatkan dengan kaedah pengajaran dengan pendekatan konstruktivis. Pendekatan konstruktivis dalam pengajaran Fizik secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi pelajar. Pelajar yang terlibat dalam pembelajaran aktif dan

kolaboratif menunjukkan peningkatan dalam keyakinan serta minat terhadap Fizik (Henry, 2001).

Pencapaian Fizik

Tahap pencapaian Fizik di lima sekolah di Daerah Besut telah dianalisis berdasarkan kategori pencapaian: Sangat Lemah (0–20), Lemah (21–40), Sederhana (41–60), Baik (61–80), dan Cemerlang (81–100). Jadual 2 menunjukkan tahap pencapaian Fizik pelajar di sekolah-sekolah Daerah Besut dalam Peratus.

Jadual 2. *Pencapaian Fizik Pelajar di Sekolah-Sekolah Daerah Besut dalam Peratus*

Sekolah	Marka h 0-20 (%)	Markah 21-40 (%)	Markah 41-60 (%)	Markah 61-80 (%)	Marka h 81- 100 (%)	Bilangan Pelajar (%)
P	0.4	3.5	6.1	1.3	0.4	11.7
Q	0.0	4.4	17.8	9.1	0.4	31.7
R	0.0	6.5	13.5	6.5	0.0	26.5
S	0.0	5.2	10.9	5.7	0.9	22.7
T	0.0	0	3.5	3.5	0.4	7.4

Tahap pencapaian Fizik pelajar berada pada tahap sederhana, dengan hanya sebilangan kecil mencapai tahap cemerlang. Sekolah Q mencatatkan prestasi terbaik, manakala cabaran utama dihadapi oleh Sekolah P. Walaupun sekolah seperti Sekolah Q dan Sekolah T menunjukkan pola pencapaian yang baik berbanding Sekolah P, Sekolah R dan Sekolah S, masih terdapat ruang untuk penambahbaikan di semua sekolah bagi meningkatkan bilangan pelajar yang mencapai tahap Cemerlang.

Prestasi sederhana mencerminkan kekurangan sokongan pembelajaran atau sumber pendidikan yang mencukupi. Usaha tambahan diperlukan untuk membantu lebih ramai pelajar mencapai tahap cemerlang, seperti bimbingan intensif atau pengajaran berfokus kepada aplikasi Fizik dalam kehidupan seharian. Tahap pencapaian yang rendah mungkin disebabkan pelajar tidak menguasai konsep-konsep asas Fizik. Pelajar yang tidak memahami konsep-konsep asas Fizik menghadapi kesukaran untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam menyelesaikan masalah dan akhirnya menjejaskan prestasi mereka dalam mata pelajaran ini (Chand et al., 2021).

Hubungan Antara Jangkaan Fizik dengan Tahap Pencapaian Fizik

Jadual 3. *Hubungan Antara Pencapaian Fizik dengan Jangkaan Fizik*

Pemboleh ubah	N	Nilai Korelasi, r	p	Tafsiran
<i>Pencapaian Fizik dengan Jangkaan Fizik</i>	230	0.186	0.005	Lemah

Berdasarkan maklumat dalam Jadual 3, nilai korelasi (r) ialah 0.186 dan nilai signifikan (p) ialah 0.005. Maka pengkaji menolak hipotesis null dan merumuskan bahawa terdapat

hubungan yang signifikan yang positif dan lemah antara jangkaan Fizik dengan tahap pencapaian Fizik. Walaupun terdapat hubungan positif yang lemah antara jangkaan pelajar dan pencapaian mereka, hubungan ini tidak cukup kuat untuk dianggap bermakna.

Analisis korelasi antara jangkaan Fizik dan tahap pencapaian Fizik pelajar menunjukkan hubungan yang lemah di semua sekolah yang terlibat dalam kajian. Jangkaan terhadap mata pelajaran Sains, yang sebahagiannya mempunyai unsur bidang fizik tidak menentukan sejauh mana pencapaian pelajar dalam bidang tersebut. Meskipun memiliki jangkaan dan persepsi negatif tentang Sains, pelajar masih mampu mencapai tahap pencapaian yang baik (Wahono et al., 2020).

KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahawa jangkaan Fizik berada pada tahap sederhana iaitu 37% pelajar mempunyai jangkaan Fizik yang sepadan dengan komuniti Fizik, manakala 24% adalah neutral, dan 39% tidak sepadan, menunjukkan keperluan untuk meningkatkan kefahaman dan minat pelajar terhadap Fizik melalui pendekatan pengajaran yang lebih relevan dan menarik. Tahap pencapaian Fizik berada pada tahap sederhana, dengan majoriti pelajar dalam kategori sederhana, hanya sebilangan kecil mencapai tahap cemerlang, mencerminkan perlunya strategi pengajaran yang lebih menyeluruh dan berkesan untuk meningkatkan prestasi di semua peringkat. Akhir sekali, dapatan kajian mendapati bahawa terdapat hubungan yang signifikan tetapi lemah antara jangkaan Fizik dengan tahap pencapaian Fizik pelajar Tingkatan 4 di Daerah Besut (pekali korelasi, $r = 0.186$, $p = 0.005$). Hubungan ini menunjukkan bahawa jangkaan pelajar mempunyai hubungan dengan tahap pencapaian mereka, walaupun kesannya tidak begitu kuat.

PENGHARGAAN

Penghargaan ditujukan kepada pihak Kementerian Pendidikan Malaysia, Jabatan Pendidikan Negeri Terengganu, Pejabat Pendidikan Daerah Besut serta guru-guru dan pelajar di lima buah sekolah yang telah memberikan kerjasama dalam menjayakan kajian ini. Segala sokongan yang diberikan amat dihargai.

RUJUKAN

- Assem, H. D., Nartey, L., Appiah, E., & Aidoo, J. K. (2023). A Review of Students' Academic Performance in Physics: Attitude, Instructional Methods, Misconceptions and Teachers Qualification. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(1), 84–92. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.1.551>
- Bahaudin, M. Z. (2020). *Hubungan kreativiti dengan pencapaian fizik pelajar tingkatan empat di daerah Hulu Selangor (IR)*. <http://ir.upsi.edu.my/detailsg.php?det=359>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). Applying the rasch model: Fundamental measurement in the human sciences: Second edition. *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences: Second Edition*, 1–340. <https://doi.org/10.4324/9781410614575>
- Chand, S., Chaudhary, K., Prasad, A., & Chand, V. (2021). Perceived Causes of Students' Poor Performance in Mathematics: A Case Study at Ba and Tavua Secondary Schools. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 7. <https://doi.org/10.3389/fams.2021.614408>
- Henry, D. (n.d.). *High School Student Expectations after a Year of Constructing Physics Understanding*.
- Kanyesigye, S. T., Uwamahoro, J., & Kemeza, I. (2022). Difficulties in understanding mechanical waves: Remediated by problem-based instruction. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010140>
- Khamis, N., & Phang, F. A. (2021). The Influence of Stream Selection with the Interest, Attitude and Perception of Form Three Students on Physics Subjects/ Pengaruh Pemilihan Aliran dengan Minat, Sikap Dan Persepsi Pelajar Tingkatan Tiga Terhadap Mata Pelajaran Fizik. *Sains Humanika*, 13(3). <https://doi.org/10.11113/sh.v13n3.1813>

- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Mbonyiryivuze, A., Yadav, L. L., & Amadalo, M. M. (2021). Students' attitudes towards physics in nine years basic education in rwanda. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 648–659. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.21173>
- Osman, K., & Halim, L. (2007). *Sikap terhadap sains dan sikap saintifik di kalangan pelajar sains*. <https://www.researchgate.net/publication/279479666>
- Panergayo, A. A. E. (2023). Self-efficacy, Epistemological Beliefs, and Academic Performance in Physics: A Mediation Analysis. *Philippine Social Science Journal*, 6(2), 46–52. <https://doi.org/10.52006/main.v6i2.749>
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing and Health*, 29(5), 489–497. <https://doi.org/10.1002/nur.20147>
- Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3), 212–224. <https://doi.org/10.1119/1.18847>
- Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 7, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>

Pembangunan Dan Kebolegunaan Kit Kepler Orbital Bagi Subtopik Hukum Kepler Dan Kebolegunaannya Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat

*Development and Usability of the Kepler Orbital Kit for the Kepler's Laws Subtopic and Its
Usability Among Form Four Students*

Nurul Ashyiqin Mohd Kassim^{1*}, Mohd Norzaidi Mat Nawi^{2*} & Anis Nazihah Mat Daud³

^{1, 2}Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

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

Abstrak

Tujuan kajian ini adalah untuk membangunkan kit 'Kepler Orbital' sebagai bahan bantu mengajar (BBM) bagi subtopik Hukum Kepler serta menilai tahap kesahan dan kebolehgunaannya. Pembangunan kit ini menggunakan model ADDIE yang merangkumi lima fasa: analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Seramai 28 orang murid Tingkatan Empat dari sebuah sekolah di Negeri Perak dipilih sebagai responden melalui persampelan rawak mudah. Dua instrumen digunakan iaitu borang kesahan pakar dan soal selidik kebolehgunaan. Data dianalisis menggunakan perisian SPSS bagi mendapatkan skor min (M) dan sisihan piawai (SP). Hasil analisis menunjukkan bahawa kit ini mencapai tahap kesahan muka (100%) dan kesahan kandungan (100%) yang sangat tinggi. Dari aspek kebolehgunaan, skor yang diperolehi adalah positif: kebergunaan ($M = 3.61$, $SP = 0.35$), kemudahan penggunaan ($M = 3.55$, $SP = 0.41$), kemudahan pembelajaran ($M = 3.61$, $SP = 0.42$) dan kepuasan ($M = 3.68$, $SP = 0.34$), dengan skor keseluruhan ($M = 3.61$, $SP = 0.38$). Secara keseluruhannya, dapatan membuktikan bahawa kit 'Kepler Orbital' mempunyai tahap kesahan dan kebolehgunaan yang tinggi. Implikasinya, kit ini berpotensi menjadi BBM yang berkesan untuk meningkatkan kefahaman pelajar terhadap subtopik Hukum Kepler serta mempercepatkan proses pembelajaran melalui pendekatan yang lebih interaktif dan praktikal.

Kata kunci: Hukum Kepler, Alat bantu mengajar, Kit Kepler

Abstract

The purpose of this study was to develop the 'Kepler Orbital' kit as a teaching aid (TA) for the subtopic of Kepler's Laws and to evaluate its validity and usability. The development of the kit was guided by the ADDIE model, which consists of five phases: analysis, design, development, implementation, and evaluation. A total of 28 Form Four students from a school in the state of Perak were selected as respondents through simple random sampling. Two instruments were employed: an expert validation form and a usability questionnaire. Data were analyzed using SPSS software to obtain mean scores (M) and standard deviations (SD). The findings showed that the kit achieved very high validity, with face validity (100%) and content validity (100%). In terms of usability, students reported positive responses across all constructs: usefulness ($M = 3.61$, $SD = 0.35$), ease of use ($M = 3.55$, $SD = 0.41$), ease of learning ($M = 3.61$, $SD = 0.42$), and satisfaction ($M = 3.68$, $SD = 0.34$), with an overall score of ($M = 3.61$, $SD = 0.38$). Overall, the results indicate that the 'Kepler Orbital' kit has high validity and usability. The implication is that this kit has the potential to serve as an effective teaching aid to enhance students' understanding of the Kepler's Laws subtopic and to accelerate the learning process through a more interactive and practical approach.

Keywords: Kepler's Laws, Teaching aid kit, Kepler kit

PENGENALAN

Hukum Kepler merupakan subtopik baharu yang diperkenalkan dalam silibus pembelajaran tingkatan 4 di Malaysia. Subtopik ini merangkumi pembelajaran berkaitan pergerakan planet dalam mengelilingi orbit matahari untuk melengkapkan satu pusingan. Namun begitu, kekurangan bahan bantu mengajar bagi subtopik ini telah mendatangkan pelbagai masalah dari segi kefahaman murid, kelancaran proses pembelajaran dan pembelajaran (PdP) dan masa yang diperlukan untuk mempelajari subtopik ini. Menurut Nagaretnam dan Mahmud (2022), Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia menuntut agar penggunaan BBM diperluaskan dalam era pembelajaran abad ke-21 bagi memenuhi kesemua aspek kemahiran. Menurut Abdullah et al., (2021) kemahiran yang disebutkan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia ialah kemahiran pembelajaran dan inovasi, kemahiran maklumat, media dan teknologi dan kemahiran hidup dan kerjaya. Pembangunan bahan bantu mengajar yang berkesan mestilah mematuhi kesemua ciri-ciri bahan bantu mengajar yang baik. Antara ciri-ciri tersebut adalah mampu menjimatkan masa pembelajaran pelajar, berupaya menarik minat dan fokus pelajar, menjadikan pelajar aktif sepanjang sesi pembelajaran dan sebagainya. Kesemua aspek ini perlu ada pada bahan bantu mengajar bagi membantu memudahkan pembelajaran dan kefahaman pelajar.

Kajian literatur juga dilaksanakan bagi menyokong kajian pembangunan ini. Kajian yang dipilih membantu dalam melancarkan proses pembangunan kit untuk memenuhi segala kriteria bahan bantu mengajar yang baik. Dari segi reka bentuk, kit ini dibina berdasarkan model ADDIE. Model ADDIE telah dipilih sebagai rujukan utama sepanjang proses pembangunan kit ini. Menurut Borhman & Abdul Karim (2023), Model ADDIE merupakan sebuah model yang lengkap dan sistematik untuk membangunkan sebuah modul kerana mempunyai fasa yang komprehensif dan berstruktur. Selain itu, teori konstruktivisme juga dipilih kerana mampu mencorakkan pemikiran dan kemahiran pelajar. Menurut Buhari dan Mohammad Hussain (2023), teori konstruktivisme ini menjadikan pembelajaran lebih berkesan apabila pelajar turut sama meneroka kegunaan alatan bahan mawjud dalam pembelajaran.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini merupakan kajian jenis pembangunan yang menekankan penghasilan produk dan impak selepas pelaksanaannya. Tujuan utama kajian ialah membangunkan kit Kepler Orbital sebagai bahan bantu mengajar (BBM) bagi subtopik Hukum Kepler. Reka bentuk pembangunan kit ini disesuaikan dengan hasrat Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia yang menekankan pembelajaran berpusatkan murid dan penggunaan BBM. Pembangunan kit juga berpaksikan teori konstruktivisme yang menitikberatkan aktiviti serta penglibatan pelajar sepanjang proses pembelajaran, bagi memudahkan penguasaan konsep Hukum Kepler.

Populasi dan Sampel Kajian

Sampel kajian melibatkan seramai 28 orang pelajar Tingkatan Empat yang mengambil mata pelajaran Fizik di sebuah sekolah di Negeri Perak. Responden dipilih menggunakan kaedah persampelan rawak mudah untuk memastikan data yang diperoleh lebih mewakili populasi sasaran.

Model Pembangunan ADDIE

Kajian pembangunan ini dilaksanakan berpandukan lima fasa model ADDIE, iaitu Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan, dan Penilaian. Pada fasa Analisis, pengkaji mengenal pasti cabaran yang dihadapi pelajar dalam memahami subtopik Hukum Kepler. Seterusnya, fasa Reka Bentuk melibatkan perancangan konsep kit Kepler Orbital agar selari dengan objektif pembelajaran yang ditetapkan. Dalam fasa Pembangunan, kit dibina berdasarkan reka bentuk yang telah dipersetujui, di samping penyediaan instrumen kajian yang diperlukan. Fasa Pelaksanaan pula merangkumi proses kesahan pakar, kajian rintis, serta pelaksanaan kajian sebenar. Akhir sekali, fasa Penilaian dijalankan bagi menilai tahap kesahan dan kebolehgunaan kit berdasarkan data yang diperoleh daripada kajian.

Instrumen Kajian

Instrumen Borang Soal Selidik Kebolehgunaan telah digunakan dalam kajian ini. Borang soal selidik kebolehgunaan menggunakan skala Likert empat mata untuk menilai penerimaan pelajar terhadap kit. Skala ini terdiri daripada: 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Setuju, dan 4 = Sangat Setuju. Soal selidik ini merangkumi konstruk kebergunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan pelajar. Ujian rintis telah dijalankan sebelum pengumpulan data sebenar di sekolah. Tujuan ujian rintis adalah untuk mengenal pasti sebarang kelemahan dalam instrumen soal selidik dengan meneliti ketepatan dan kebolehpercayaannya. Bagi ujian rintis, seramai 15 orang pelajar Tingkatan Empat fizik yang dipilih secara rawak telah terlibat. Penyelidik memperkenalkan Kit Kepler Orbital dan membimbing pelajar melaksanakan aktiviti yang ditetapkan menggunakan manual pembelajaran yang disediakan. Setelah selesai, soal selidik kebolehgunaan diedarkan kepada pelajar untuk mendapatkan maklum balas. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan pekali Alpha Cronbach bagi menentukan kebolehpercayaan soal selidik tersebut. Analisis menghasilkan nilai purata Alpha Cronbach sebanyak 0.734, yang menunjukkan tahap konsistensi dalaman yang baik. Menurut Bond dan Fox (2014), nilai Alpha Cronbach melebihi 0.70 mencadangkan bahawa item soal selidik adalah mencukupi boleh dipercayai. Oleh itu, penyelidik meneruskan pengumpulan data utama kerana instrumen menunjukkan tahap kebolehpercayaan yang boleh diterima.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perisian SPSS. Kesahan muka dan kandungan dianalisis melalui peratusan persetujuan pakar. Manakala data soal selidik kebolehgunaan dianalisis menggunakan statistik deskriptif, iaitu skor min dan sisihan piawai, bagi menentukan tahap penerimaan pelajar terhadap kit Kepler Orbital. Jadual 1 menunjukkan kaedah analisis data yang digunakan dalam kajian ini.

Jadual 1. *Kaedah Analisis Data*

Persoalan Kajian	Kaedah Analisis Data	
Adakah Kit Hukum Kepler Orbital mempunyai tahap kesahan yang baik?	Kesahan	Peratus Persetujuan

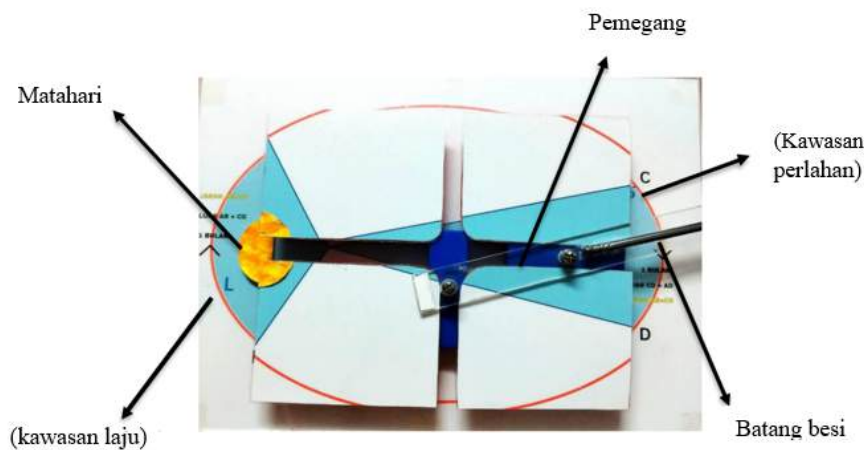
Adakah kit mempunyai kebolegunaan yang tinggi?	Kebolegunaan	Analisis statistik diskriptif
--	--------------	-------------------------------

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian ini dibentangkan berdasarkan analisis data yang dikumpulkan melalui kesahan pakar dan soal selidik kebolegunaan pelajar. Data dianalisis menggunakan peratusan persetujuan bagi kesahan pakar dan statistik deskriptif (min dan sisihan piawai) untuk respon pelajar.

Kit Kepler Orbital

Pembangunan Fasa ini merupakan proses di mana pengkaji membangunkan kit Kepler Orbital selaras dengan reka bentuk dan konsep yang telah ditetapkan semasa fasa analisis dan reka bentuk. Semua aspek yang dikenal pasti dalam kedua-dua fasa tersebut diaplikasikan sepenuhnya dalam fasa pembangunan ini. Kit yang dibina mengandungi tiga aktiviti utama yang meliputi keseluruhan konsep Hukum Kepler, iaitu Hukum Kepler I, II dan III. Setiap aktiviti direka bentuk untuk membantu menerangkan konsep dengan lebih jelas serta mudah difahami oleh pelajar. Rajah 3.1 menunjukkan komponen reka bentuk kit Kepler Orbital yang dibangunkan. Kit ini mengandungi beberapa komponen utama yang menyokong pemahaman pelajar terhadap konsep setiap hukum. Bagi Hukum Kepler Pertama, komponen pemegang berfungsi sebagai ilustrasi pergerakan planet yang mengelilingi orbit berbentuk elips. Gambaran pada tapak kit turut membantu memberikan visual yang lebih jelas tentang pergerakan tersebut.

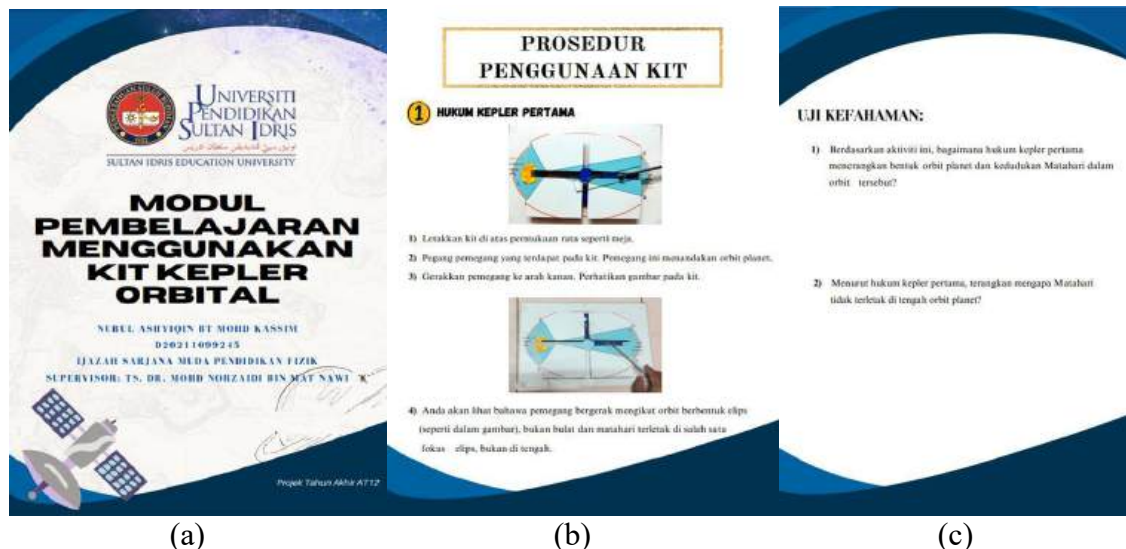


Rajah 1. Komponen dalam Kit Kepler

Bagi Hukum Kepler Kedua, simbol 'L' dan 'P' disediakan untuk menerangkan perubahan kelajuan planet. Simbol 'L' melambangkan kawasan di mana planet bergerak lebih laju apabila menghampiri matahari, manakala simbol 'P' menunjukkan kawasan di mana pergerakan planet menjadi perlahan kerana berada jauh daripada matahari. Perbezaan kelajuan ini membuktikan bahawa daya graviti di kawasan AB dan CD adalah berbeza, namun luas kawasan yang diliputi serta masa pergerakan adalah sama. Seterusnya, bagi Hukum Kepler Ketiga, komponen batang besi boleh laras digunakan untuk membantu pelajar memahami hubungan antara tempoh orbit dan jarak planet dari matahari. Batang besi dilanjutkan pada panjang yang berbeza, dan masa pergerakan planet dicatat bagi setiap pusingan lengkap. Melalui aktiviti ini, pelajar dapat melihat

bahawa semakin jauh jarak planet dari matahari, semakin lama tempoh masa yang diperlukan untuk melengkapkan orbitnya.

Selain kit, pengkaji turut membangunkan modul pembelajaran menggunakan Kit Kepler Orbital seperti ditunjukkan dalam Rajah 2(a). Modul ini bukan sahaja berfungsi sebagai manual rujukan untuk mengendalikan kit, malah turut dilengkapi dengan soalan uji kefahaman bagi setiap konsep dalam subtopik Hukum Kepler. Prosedur aktiviti yang terkandung dalam modul ini telah disusun secara sistematik dan disesuaikan dengan keperluan setiap hukum. Arahan langkah demi langkah yang disediakan sudah memadai untuk dijadikan panduan pelajar dalam melaksanakan aktiviti pembelajaran menggunakan kit yang dibangunkan, seperti ditunjukkan dalam Rajah 2(b). Selain itu, modul ini juga mengandungi soalan pengukuhan dan uji kefahaman bagi setiap hukum, seperti dalam Rajah 2(c). Soalan-soalan tersebut bertujuan menilai tahap pemahaman pelajar terhadap konsep yang dipelajari serta mengukuhkan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT).



Rajah 2. Modul pembelajaran menggunakan kit Kepler Orbital. (a) muka hadapan modul; (b) panduan pelajar melaksanakan aktiviti menggunakan kit; (c) Soalan uji kefahaman

Peratus Persetujuan Pakar

Peratus persetujuan pakar bagi kesahan muka dan kandungan Kit Kepler Orbital ditunjukkan dalam Jadual 2. Analisis menunjukkan bahawa kedua-dua pakar memberikan tahap persetujuan yang tinggi, dengan kesemua komponen melebihi 96%. Menurut Mohd Noah dan Ahmad (2005), nilai kesahan melebihi 70% dianggap mencerminkan tahap kesahan yang tinggi. Hal ini membuktikan bahawa Kit Kepler Orbital yang dibangunkan mempunyai reka bentuk yang baik serta sesuai digunakan dalam menjelaskan konsep Hukum Kepler dengan jelas dan praktikal. Selain itu, pakar turut menekankan bahawa kit ini selaras dengan objektif pembelajaran fizik Tingkatan Empat, khususnya dalam subtopik Hukum Kepler yang bersifat abstrak. Walau bagaimanapun, beberapa cadangan penambahbaikan telah diberikan, antaranya menambah elemen grafik dalam modul pembelajaran menggunakan Kit Kepler Orbital bagi menarik minat pelajar serta membetulkan beberapa kekurangan teknikal kecil. Penyelidik telah melaksanakan cadangan ini bagi meningkatkan lagi kebolehgunaan dan keberkesanan kit.

Jadual 2. Nilai peritus persetujuan Pakar bagi kesemua komponen

Komponen	Peratus Persetujuan Pakar (%)		Peratusan Persetujuan Pakar (%)
	Pakar 1	Pakar 2	
Kesahan Muka Kit	100	100	100
Kesahan Kandungan Kit	100	100	100

Penilaian Kebolehgunaan

Soal selidik kebolehgunaan digunakan bagi menilai tahap penerimaan pelajar terhadap Kit Kepler Orbital. Instrumen ini diedarkan kepada 28 orang pelajar yang mengambil subjek Fizik. Penilaian kebolehgunaan dijalankan berdasarkan empat konstruk utama, iaitu: Kebergunaan, Kemudahan penggunaan, Kemudahan pembelajaran dan Kepuasan. Konstruk kebergunaan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3 menilai sejauh mana Kit Kepler Orbital membantu pelajar dalam proses pembelajaran. Hasil dapatan menunjukkan majoriti responden bersetuju bahawa kit ini bermanfaat. Bagi item A1, seramai 64.29% sangat setuju dan 35.71% setuju bahawa kit membantu mereka memahami Hukum Kepler dengan lebih jelas. Item A2 menunjukkan 78.57% sangat setuju dan 17.86% setuju bahawa kit menjimatkan masa pembelajaran, manakala hanya seorang responden (3.57%) tidak bersetuju. Seterusnya, bagi item A3, 46.43% sangat setuju dan 50.00% setuju bahawa kit memenuhi keperluan pembelajaran mereka, dengan seorang responden (3.57%) tidak bersetuju.

Akhir sekali, item A4 memperlihatkan 64.29% sangat setuju dan 35.71% setuju bahawa kit ini mampu memperbetulkan miskonsepsi pelajar terhadap konsep Hukum Kepler. Keseluruhannya, dapatan ini menunjukkan tahap kebergunaan kit berada pada tahap yang baik. Konstruk kemudahan penggunaan menilai sejauh mana kit ini mudah dikendalikan oleh pelajar. Hasil analisis menunjukkan responden memberikan maklum balas positif seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4. Item B1 mencatatkan 60.71% sangat setuju dan 39.29% setuju bahawa kit mudah digunakan. Bagi item B2, 57.14% sangat setuju, 39.29% setuju, dan hanya seorang responden (3.57%) tidak bersetuju bahawa kit senang digunakan. Item B3 pula merekodkan 42.86% sangat setuju, 46.43% setuju, dan 10.71% tidak bersetuju, menunjukkan terdapat sebilangan kecil pelajar yang menghadapi kesukaran mengendalikan kit. Seterusnya, bagi item B4, seramai 75.00% sangat setuju dan 25.00% setuju bahawa kit ini memudahkan mereka dalam memahami konsep Hukum Kepler. Secara keseluruhannya, kit ini dinilai mudah digunakan dan berkesan membantu pembelajaran.

Jadual 3. Analisis Konstruk Kebergunaan

Item	Pernyataan	Kekerapan			
		1	2	3	4
A1	Kit ini membantu saya memahami subtopik Hukum Kepler melalui demonstrasi yang jelas.			10 (36%)	18 (64%)
A2	Kit ini menjimatkan masa pembelajaran saya.		1 (4%)	5 (18%)	22 (78%)

A3	Kit ini memenuhi keperluan saya dalam mempelajari subtopik Hukum Kepler.	1 (4%)	14 (50%)	13 (46%)
A4	Kit ini memperbetulkan miskonsepsi saya tentang konsep dalam Hukum Kepler.		10 (36%)	18 (64%)

Jadual 4. *Analisis Konstruk Kemudahan Penggunaan*

Item	Pernyataan	Kekerapan			
		1	2	3	4
B1	Kit ini mudah digunakan.			11 (39%)	17 (61%)
B2	Kit ini senang digunakan.		1 (4%)	11 (39%)	16 (57%)
B3	Kit ini mudah untuk dikendalikan.		3 (11%)	13 (46%)	12 (43%)
B4	Saya mudah untuk belajar konsep Hukum Kepler melalui penggunaan kit ini.			7 (25%)	21 (75%)

Seterusnya adalah konstruk kemudahan pembelajaran dimana konstruk ini menilai sejauh mana pelajar dapat belajar menggunakan kit tanpa bergantung pada bahan lain. Seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 5, item C1 menunjukkan 71.43% sangat setuju dan 28.57% setuju bahawa mereka dapat belajar dengan mudah menggunakan kit ini. Bagi item C2, 71.43% sangat setuju, 25.00% setuju, dan hanya seorang responden (3.57%) tidak setuju bahawa kit mempercepatkan proses pembelajaran di bilik darjah. Item C3 pula merekodkan 42.86% sangat setuju, 46.43% setuju, dan 10.71% tidak bersetuju bahawa mereka tidak perlu merujuk bahan lain. Akhir sekali, item C4 menunjukkan 75.00% sangat setuju dan 25.00% setuju bahawa mereka memahami konsep Hukum Kepler dengan cepat menggunakan kit ini. Dapatan ini membuktikan kit berkesan dalam meningkatkan kemudahan pembelajaran pelajar. Konstruk terakhir iaitu konstruk kepuasan menilai tahap kepuasan pelajar sepanjang menggunakan Kit Kepler Orbital. Seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6, item D1 menunjukkan 53.57% sangat setuju, 42.86% setuju, dan hanya seorang responden (3.57%) tidak bersetuju bahawa mereka berpuas hati dengan kit ini. Bagi item D2, seramai 71.43% sangat setuju dan 28.52% setuju bahawa kit berfungsi sebagai bahan pemudahcara pembelajaran. Item D3 pula memperlihatkan 60.71% sangat setuju dan 39.29% setuju bahawa kit ini mudah digunakan. Akhir sekali, item D4 menunjukkan 92.86% sangat setuju dan 7.14% setuju untuk mengesyorkan kit ini kepada rakan-rakan. Secara keseluruhan, dapatan ini membuktikan tahap kepuasan pelajar terhadap kit adalah sangat tinggi.

Jadual 5. *Analisis Konstruk Kemudahan Pembelajaran*

Item	Pernyataan	Kekerapan			
		1	2	3	4
C1	Saya dapat belajar menggunakan kit ini dengan mudah.			8 (29%)	20 (71%)
C2	Kit ini mempercepatkan pembelajaran saya di dalam bilik darjah.		1 (4%)	7 (25%)	20 (71%)

C3	Saya tidak perlu merujuk bahan lain untuk mempelajari subtopik Kepler	3 (11%)	13 (46%)	12 (43%)
C4	Saya dapat memahami dengan kesemua konsep Hukum Kepler apabila menggunakan kit ini		7 (25%)	21 (75%)

Jadual 6. *Analisis Konstruk Kemudahan Penggunaan*

Item	Pernyataan	Kekerapan			
		1	2	3	4
D1	Saya berpuas hati dengan kit Kepler Orbital ini.	1 (4%)		12 (43%)	15 (53%)
D2	Kit Kepler Orbital berfungsi sebagai bahan pemudahcara seperti yang saya harapkan.			8 (29%)	20 (71%)
D3	Kit Kepler Orbital ini senang untuk digunakan.			11 (39%)	17 (61%)
D4	Saya akan mengesyorkan rakan rakan untuk menggunakan kit ini.			2 (7%)	26 (93%)

Bagi menjawab persoalan kajian, tahap kebolehgunaan kit diukur berdasarkan skor min dan sisihan piawai bagi setiap konstruk. Hasil analisis seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7 menunjukkan nilai min yang tinggi bagi semua konstruk iaitu kebergunaan (3.61), kemudahan penggunaan (3.55), kemudahan pembelajaran (3.61) dan kepuasan (3.68). Nilai sisihan piawai yang rendah, antara 0.34 hingga 0.42, menggambarkan keputusan yang konsisten dan tahap persetujuan yang tinggi dalam kalangan responden. Berdasarkan tafsiran skor min, kesemua konstruk berada dalam julat 3.26 hingga 4.00, sekali gus menunjukkan bahawa Kit Kepler Orbital mempunyai tahap kebolehgunaan yang tinggi serta sesuai dijadikan bahan bantu mengajar yang efektif.

Jadual 7. *Nilai min dan Sisihan Piawai bagi kesemua konstruk*

Konstruk	Min	Sisihan Piawai
Kebergunaan	3.61	0.35
Kemudahan Penggunaan	3.55	0.41
Kemudahan Pembelajaran	3.61	0.42
Kepuasan	3.68	0.34
Keseluruhan	3.61	0.38

PERBINCANGAN

Bahagian ini membincangkan dapatan berkaitan dengan soalan kajian pertama dan kedua, yang menumpukan pada kesahan dan kebolehgunaan Kit Kepler Orbital yang telah dibangunkan. Kit yang dibangunkan berasaskan model ADDIE yang memberikan proses pembangunan yang sistematik dan teratur. Pencapaian kesahan muka dan kandungan sebanyak 100% daripada pakar menunjukkan bahawa kit ini memenuhi kriteria kesahan yang baik. Borang soal selidik juga

mencatatkan kesahan muka 98.2% dan kesahan kandungan 100%, membuktikan item yang digunakan sesuai untuk menilai kebolegunaan kit. Kedua-dua nilai ini dianggap tinggi, menunjukkan bahawa Kit Kepler Orbital mempunyai reka bentuk pengukuran yang sesuai selaras dengan tujuan kajian ini (Mokhtar dan Aman, 2017).

Berdasarkan dapatan kajian, nilai kebolegunaan mencatatkan skor min 3.61 dengan sisihan piawai 0.35, menunjukkan tahap persetujuan yang tinggi dalam kalangan responden. Hal ini membuktikan bahawa kit berfungsi sebagai bahan bantu mengajar yang menarik, menjimatkan masa, dan memudahkan pemahaman subtopik Hukum Kepler. Dapatan ini selari dengan kajian Mohamad Suhaimi dan Alias (2022) yang menekankan bahawa bahan bantu mengajar berbentuk visual dan auditori mampu merangsang minat pelajar. Konstruk kemudahan penggunaan (ease of use) pula memperoleh skor min 3.55 dengan sisihan piawai 0.41, menandakan responden bersetuju bahawa kit ini mudah dikendalikan. Hal ini bertepatan dengan pandangan Wan Fauzi dan Mohd Rusli (2024) yang menekankan bahawa pemilihan bahan bantu mengajar yang sesuai dan praktikal adalah penting bagi memastikan keberkesanan pengajaran. Kit 'Kepler Orbital' direka bentuk dengan ciri mesra pengguna, mudah dioperasikan serta sesuai dengan kandungan Hukum Kepler, sekali gus memenuhi aspek kemudahan penggunaan. Bagi konstruk kemudahan pembelajaran (ease of learning), skor min yang diperoleh ialah 3.61 dengan sisihan piawai 0.42, menunjukkan bahawa kit membantu mempercepatkan proses pembelajaran berbanding hanya menggunakan buku teks. Kit ini bukan sahaja memudahkan kefahaman pelajar, malah berfungsi sebagai alat sokongan yang meningkatkan minat pelajar terhadap topik. Hal ini selaras dengan dapatan kajian Md Zokhi (2022) yang menyatakan bahawa bahan bantu mengajar yang baik perlu mempercepatkan proses pembelajaran dalam bilik darjah. Akhir sekali, konstruk kepuasan (satisfaction) merekodkan skor min tertinggi iaitu 3.68 dengan sisihan piawai 0.34. Dapatan ini membuktikan bahawa pelajar berpuas hati dengan penggunaan kit sebagai bahan pemudahcara pembelajaran. Kajian lepas oleh Hamzah et al. (2022) turut menyokong bahawa bahan bantu mengajar yang baik seharusnya mampu memenuhi keperluan pelajar dan meningkatkan pengalaman pembelajaran.

KESIMPULAN

Keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa kit Kepler Orbital ini berpotensi untuk menjadi bahan bantu mengajar yang akan memudahkan sesi pembelajaran murid. Perkara ini selaras dengan dapatan kajian yang telah membuktikan bahawa kit ini mendapat peratus persetujuan pakar yang tinggi daripada dua orang pakar yang berpengalaman malah nilai Cronbach Alfa berada pada julat yang sangat baik (0.73). Akhir sekali, data bagi kajian sebenar juga menunjukkan bahawa kebolegunaan kit ini mencapai tahap kebolegunaan yang tinggi berdasarkan nilai skor min dan nilai sisihan piawai yang mendapat interpretasi tinggi.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakam penghargaan kepada pakar kesahan dan responden kajian yang melibatkan diri secara sukarela dalam kajian ini.

RUJUKAN

Abdullah, R., Wan Mat Ali, W. N., & Jusoh, A. (2021). The use of teaching aids (BBM) in the subject theme of "Colonization in Southeast Asia in the 19th Century": Penggunaan bahan bantu mengajar (BBM) dalam subjek tema "Penjajahan di Asia Tenggara pada Abad ke-19". *Perspektif: Jurnal Sains Sosial dan Kemanusiaan*, 13(1), 1–13.

- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2014). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (3rd ed.). Routledge.
- Borhman, N., & Abdul Karim, A. (2023). Pembinaan dan pelaksanaan kit pengajaran untuk meningkatkan kemahiran penambahan dan penolakan nombor integer murid Tingkatan 1. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(1).
- Buhari, N., & Mohammad Hussain, M. A. (2023). Aplikasi teori konstruktivisme dan model ADDIE dalam pembangunan e-modul projek tahun akhir (e-PTA) untuk Kolej Vokasional. *Advanced Journal of Technical and Vocational Education*, 7(1), 45–56.
- Hamzah, N., Ramli, H., & Khairani, M. Z. (2022). Kepentingan e-modul dalam pengajaran dan pembelajaran Pendidikan Seni Visual. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(12).
- Md Zokhi, A. N. (2022). Aplikasi inovasi Q-Track kit dalam proses pengajaran dan pembelajaran bagi modul teoritikal. *International Journal of Advanced Research in Future Ready Learning and Education*, 27(1), 20–29.
- Mohamad Suhaimi, N. A., & Alias, A. (2022). Pengetahuan guru pendidikan khas terhadap bahan bantu mengajar visual, auditori dan kinestetik yang sesuai terhadap murid berkeperluan khas. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(5).
- Mokhtar, S., & Aman, R. C. (2017). Validity and reliability of the Malay version of the psychological well-being instrument. In *Regional Seminar 2017* (pp. 2656–2661).
- Nagaretnam, M., & Mahmud, M. S. (2022). Kesiediaan guru dan keberkesanan pelaksanaan pengajaran matematik abad ke-21 di sekolah rendah: Sebuah tinjauan literatur. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(11).
- Mohd Noah, S., & Ahmad, J. (2005). *Pembinaan modul: Bagaimana membina modul latihan dan akademik*. Universiti Putra Malaysia.
- Wan Fauzi, W. A. Z., & Mohd Rusli, N. F. (2024). Inisiatif untuk menangani masalah membaca dalam kalangan murid sekolah rendah pasca pandemik COVID-19. *Jurnal Peradaban Melayu*, 19(2), 15-23.

Pembangunan dan Kebolehgunaan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino Dalam Kalangan Pelajar Fizik Tingkatan Empat

*Development and Usability of Arduino-Based Boyle Law Kit Among Form 4 Physics
Students*

Nurul Zahirah Mohd Sakil¹, Mohd Norzaidi Mat Nawi² & Anis Nazihah Mat Daud³

^{1, 2, 3} Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: norzaidi@fsmt.ups.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan membangunkan dan menguji kebolehgunaan Kit Hukum Boyle berasaskan Arduino dalam kalangan pelajar Fizik Tingkatan 4. Seramai 31 orang pelajar yang mengambil mata pelajaran Fizik dipilih menggunakan kaedah persampelan mudah untuk menilai kebolehgunaan kit yang dibangunkan. Instrumen soal selidik yang diadaptasi dan diubah suai daripada USE Questionnaire digunakan bagi mengumpul data kebolehgunaan. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif seperti peratusan, min dan sisihan piawai. Dapatan kajian menunjukkan kit ini mempunyai tahap kesahan yang tinggi, iaitu 97% bagi kesahan muka dan 89% bagi kesahan kandungan, berdasarkan penilaian tiga orang pakar. Skor min keseluruhan kebolehgunaan kit daripada perspektif pelajar ialah 3.86 dengan sisihan piawai 0.32, meliputi empat konstruk iaitu kebergunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran dan kepuasan. Kesimpulannya, Kit Hukum Boyle berasaskan Arduino ini dapat membantu pelajar memahami konsep abstrak dengan lebih mudah serta meningkatkan minat terhadap mata pelajaran Fizik. Selain itu, kit ini memberi manfaat kepada guru sebagai bahan bantu mengajar untuk mempelbagaikan kaedah dan teknik pengajaran bagi mewujudkan proses pengajaran dan pembelajaran yang lebih berkesan.

Kata Kunci: Hukum boyle, Alat Bantu Mengajar, Kit Arduino

Abstract

This study aims to develop and examine the usability of the Arduino-based Boyle's Law Kit among Form Four Physics students. A total of 31 Physics students were selected through simple random sampling to evaluate the usability of the developed kit. A questionnaire adapted and modified from the USE Questionnaire was used to collect usability data. The data were analyzed using descriptive statistics such as percentage, mean, and standard deviation. The findings showed that the kit demonstrated a high level of validity, with 97% for face validity and 89% for content validity, based on the evaluation of three experts. The overall mean score of the kit's usability from the students' perspective was 3.86 with a standard deviation of 0.32, covering four constructs: usefulness, ease of use, ease of learning, and satisfaction. In conclusion, the Arduino-based Boyle's Law Kit helps students to better understand abstract concepts and increases their interest in Physics. In addition, this kit benefits teachers as a teaching aid to diversify teaching methods and techniques, thereby creating a more effective teaching and learning process.

Keywords: Boyle's law, Teaching Aid, Arduino Kit

PENGENALAN

Sains dan teknologi merupakan asas penting bagi kemajuan sesebuah negara (Khamis & Phang, 2021). Sejak tahun 1967, Malaysia telah menggalakkan pelajar sekolah menengah untuk melibatkan diri dalam aliran sains tulen dengan tujuan melahirkan modal insan yang berpengetahuan dan berkemahiran tinggi dalam bidang sains dan teknologi, seterusnya merealisasikan aspirasi negara ke arah menjadi negara maju (Abu et al., 2012). Namun, sehingga kini penglibatan pelajar dalam bidang sains tulen masih tidak menunjukkan peningkatan yang memberangsangkan dan kekal pada tahap yang membimbangkan (Ahmad & Tan, 2020). Dalam konteks pendidikan, Fizik merupakan salah satu subjek teras yang signifikan kerana membolehkan pelajar memahami prinsip asas alam semesta serta mengaplikasikan teori dalam kehidupan seharian dan industri. Walau bagaimanapun, antara cabaran utama dalam pembelajaran Fizik adalah topik-topik berkaitan haba yang melibatkan konsep abstrak dan sukar difahami (Aziz & Rahman, 2023). Konsep abstrak memerlukan tahap pemahaman mendalam serta kemahiran penyelesaian masalah yang tinggi untuk diaplikasikan secara tepat dalam situasi praktikal. Hal ini menimbulkan kesukaran kepada pelajar kerana fenomena tersebut tidak dapat diperhatikan secara langsung.

Persepsi umum bahawa Fizik adalah subjek yang sukar turut menyumbang kepada cabaran penguasaan pelajar. Menurut Rasagama (2022), Hukum Boyle yang menjelaskan hubungan antara tekanan dan isipadu gas merupakan salah satu konsep abstrak kerana fenomenanya berlaku di luar keupayaan deria manusia untuk memerhati secara langsung. Selain faktor kognitif, pencapaian pelajar juga dipengaruhi oleh sikap dan minat mereka terhadap subjek Fizik. Kekurangan bahan bantu mengajar serta kepelbagaian dalam kaedah pengajaran turut menjadi faktor yang menyebabkan pelajar berasa bosan, sekali gus memberi kesan negatif terhadap prestasi mereka (Kadir & Yaacob, 2022). Sehubungan itu, kajian ini dijalankan untuk membangunkan satu bahan bantu mengajar berbentuk Kit Hukum Boyle berasaskan Arduino bagi membantu pelajar memahami konsep Fizik dengan lebih berkesan. Kit ini diharap dapat meningkatkan penglibatan pelajar sepanjang proses pembelajaran serta memberi peluang untuk mengaplikasikan konsep yang dipelajari dalam situasi kehidupan sebenar.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini merupakan kajian pembangunan yang menekankan penghasilan produk serta penilaian terhadap keberkesannya selepas digunakan. Produk yang dibangunkan ialah Kit Hukum Boyle berasaskan Arduino sebagai bahan bantu mengajar (BBM) dalam subjek Fizik. Reka bentuk kajian ini berpandukan model ADDIE yang merangkumi lima fasa iaitu Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan, dan Penilaian (Sahaat et al., 2020). Model ini dipilih kerana dapat memberi panduan yang sistematik dalam proses pembangunan kit serta memastikan produk yang dihasilkan menepati objektif pembelajaran.

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian terdiri daripada pelajar Tingkatan Empat yang mengambil mata pelajaran Fizik di sebuah sekolah di daerah Ampang, Selangor. Seramai 31 orang pelajar dipilih menggunakan kaedah persampelan mudah untuk mewakili kumpulan sasaran kajian. Pemilihan ini

membolehkan data diperoleh secara lebih praktikal serta sesuai dengan skala kajian pembangunan.

Model Pembangunan ADDIE

Kajian ini dilaksanakan berpandukan lima fasa dalam model ADDIE. Pada fasa Analisis, pengkaji mengenal pasti cabaran yang dihadapi pelajar dalam memahami konsep Hukum Boyle yang bersifat abstrak. Seterusnya, fasa Reka Bentuk memberi fokus kepada perancangan konsep Kit Hukum Boyle berasaskan Arduino supaya selaras dengan objektif pembelajaran yang ditetapkan. Dalam fasa Pembangunan, kit dibina berdasarkan reka bentuk yang telah dirangka, di samping penyediaan instrumen kajian yang diperlukan. Fasa Pelaksanaan pula melibatkan proses kesahan pakar, kajian rintis, serta pelaksanaan kajian sebenar bersama pelajar. Akhir sekali, fasa Penilaian dijalankan bagi menilai tahap kesahan dan kebolehgunaan kit berdasarkan maklum balas daripada pakar dan pelajar.

Instrumen Kajian

Dalam kajian ini, Instrumen Borang Soal Selidik Kebolehgunaan telah digunakan. Borang ini telah diadaptasi dan diubah suai daripada USE Questionnaire oleh Lund (2001). Soal selidik ini mengandungi empat konstruk utama, iaitu kebergunaan (6 item), kemudahan penggunaan (6 item), kemudahan pembelajaran (4 item), dan kepuasan (4 item). Instrumen ini menggunakan skala Likert empat mata, iaitu 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Setuju, dan 4 = Sangat Setuju. Kajian rintis bagi menguji kebolehpercayaan instrumen telah dilaksanakan melibatkan 15 orang pelajar Tingkatan 4 yang mengambil mata pelajaran Fizik di sebuah sekolah menengah di Putrajaya.

Pelaksanaan kajian rintis ini penting untuk memastikan instrumen yang digunakan benar-benar sesuai diaplikasikan dalam kajian sebenar. Borang soal selidik yang dibina mengandungi 21 item dan dibahagikan kepada empat bahagian utama, iaitu kebergunaan kit, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran, serta kepuasan keseluruhan. Data yang diperoleh telah dianalisis menggunakan perisian SPSS versi 26 bagi menentukan nilai pekali Alpha Cronbach. Hasil analisis menunjukkan bahawa nilai pekali Alpha Cronbach bagi keseluruhan instrumen adalah 0.72. Berdasarkan panduan Bond dan Fox (2015), nilai tersebut menandakan bahawa instrumen yang dibangunkan mempunyai tahap kebolehpercayaan yang baik serta boleh diterima, sekali gus sesuai digunakan dalam kajian sebenar.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perisian SPSS versi 26.0. Kesahan muka dan kandungan dianalisis melalui peratusan persetujuan pakar, manakala soal selidik kebolehgunaan dianalisis menggunakan statistik deskriptif iaitu min dan sisihan piawai. Jadual 1 menunjukkan kaedah analisis data yang digunakan bagi menjawab persoalan kajian.

Jadual 1. *Kaedah analisis data*

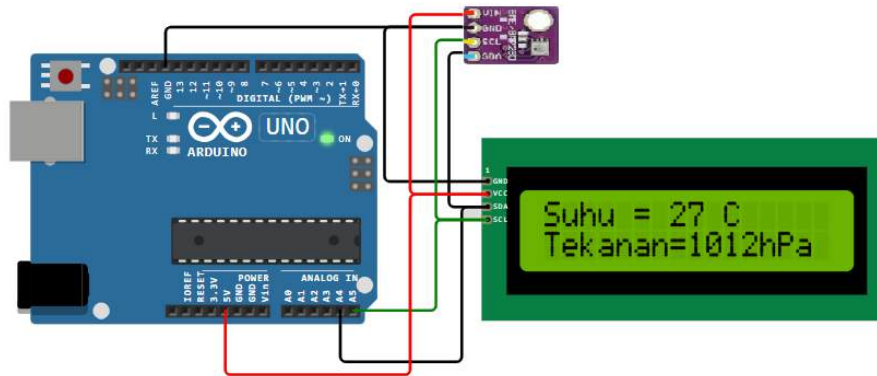
Persoalan Kajian	Kaedah Analisis Data	
Adakah Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino yang dibangunkan mempunyai tahap kesahan yang memuaskan?	Kesahan	Peratus Persetujuan
Apakah tahap Kebolehgunaan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino dalam kalangan pelajar Fizik tingkatan empat?	Kebolehgunaan	Analisis statistik diskriptif

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

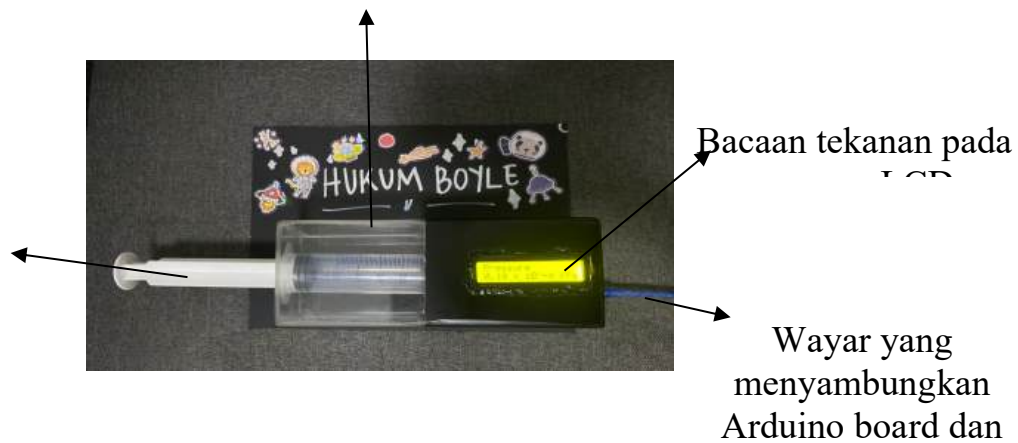
Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino

Kit Hukum Boyle berasaskan Arduino dibangunkan melalui beberapa peringkat, bermula dengan penghasilan lakaran awal, pengekodan komponen, dan pembinaan prototaip akhir. Dalam pembangunan ini, mikropengawal Arduino digunakan bersama sensor tekanan BMP280 untuk mengukur tekanan, manakala picagari 60 ml berfungsi sebagai medium bagi menentukan julat isipadu. Bacaan tekanan kemudiannya dipaparkan melalui papan kawal LCD yang dihubungkan dengan sistem Arduino. Rajah 1 menunjukkan litar skematik sambungan antara papan Arduino, sensor tekanan, dan paparan LCD bagi tujuan pengekodan. Proses pengekodan dilaksanakan menggunakan perisian Arduino IDE bagi memastikan sensor tekanan dan paparan LCD berfungsi dengan baik. Setiap komponen seperti papan Arduino, sensor BMP280, dan papan kawal LCD digabungkan dalam sebuah rangka kit berbentuk kuboid berukuran $7.5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ yang dibina daripada perspek. Bahagian atas rangka menempatkan picagari, manakala bahagian bawah mengandungi papan Arduino, sensor tekanan, dan papan kawal LCD. Hasil akhir pembangunan menghasilkan sebuah kit berasaskan Arduino yang berfungsi secara interaktif dengan memaparkan bacaan tekanan apabila isipadu picagari diubah. Produk ini turut direka bentuk dengan elemen hiasan bagi meningkatkan daya tarikan pengguna. Rajah 2 memperlihatkan kit yang telah siap dibangunkan.

Manual penggunaan kit ini dibangunkan menggunakan aplikasi Canva. Manual ini disusun secara ringkas dan tidak terlalu padat dengan tulisan atau gambar bagi memudahkan pemahaman pengguna. Selain berfungsi sebagai panduan penggunaan kit, manual ini juga bertindak sebagai manual eksperimen Hukum Boyle yang digunakan oleh pelajar untuk menilai pengalaman mereka terhadap kit yang dibangunkan. Manual tersebut lengkap dengan komponen penting iaitu tujuan eksperimen, teori eksperimen, pembolehubah, radas dan bahan, prosedur, keputusan, analisis data, serta perbincangan. Rajah 3 menunjukkan manual penggunaan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino.



Rajah 1. Litar skematik sambungan papan Arduino, sensor tekanan dan paparan LCD



Rajah 2. Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino

Kesahan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino

Terdapat dua bahagian kesahan iaitu kesahan muka dan kesahan kandungan kit yang diukur menggunakan borang kesahan pakar oleh 3 pakar. Jadual 2 menunjukkan penilaian tiga orang pakar terhadap kesahan muka Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino. Keputusan analisis mendapati peratusan penilaian berada antara 92% hingga 100%, dengan min keseluruhan 97.3%. Walaupun terdapat sedikit perbezaan pada aspek seperti saiz tulisan dan struktur ayat, secara keseluruhannya kesahan muka kit ini berada pada tahap yang tinggi serta mencerminkan konsistensi dan penerimaan positif daripada pakar. Bagi kesahan kandungan, keputusan analisis turut berada pada tahap yang baik dengan min keseluruhan 89%. Peratusan penilaian berkisar antara 67% hingga 100%, dan walaupun seorang pakar memberikan skor lebih rendah pada aspek konsep Fizik, keseluruhannya penilaian menunjukkan maklum balas positif terhadap kejelasan arahan, kesesuaian isi kandungan, serta relevansi dengan sukatan pelajaran.



Rajah 3 Manual penggunaan kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino

Jadual 2. Nilai peritus persetujuan Pakar bagi kesemua komponen

Komponen	Peratus Persetujuan Pakar (%)			Peratusan Persetujuan Pakar (%)
	Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3	
Kesahan Muka Kit	100	100	92	97
Kesahan Kandungan Kit	100	67	100	89

Kebolehgunaan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino

Jadual 3 menunjukkan nilai min dan sisihan piawai bagi kebolehgunaan kit, skor min bagi keempat-empat konstruk menunjukkan bahawa kit ini sesuai digunakan oleh pelajar. Konstruk kebergunaan memperoleh skor min 3.82 dengan sisihan piawai 0.368, menggambarkan tahap penerimaan yang baik dari segi aplikasi dan kegunaannya. Konstruk kemudahan penggunaan mencatatkan skor min 3.83 dan sisihan piawai 0.357, sekali gus membuktikan kit ini mudah dikendalikan oleh responden. Seterusnya, konstruk kemudahan pembelajaran mendapat skor min 3.87 dengan sisihan piawai 0.276, menandakan pelajar dapat mempelajari serta menguasai penggunaan kit dengan mudah. Bagi konstruk kepuasan, nilai skor min adalah 3.90 dengan sisihan piawai 0.291, menunjukkan tahap kepuasan yang tinggi, disokong oleh maklum balas positif daripada responden. Secara keseluruhan, purata skor min ialah 3.86 dengan sisihan piawai 0.323. Nilai ini menegaskan bahawa Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino menerima penilaian positif dalam semua aspek kebolehgunaan, sekali gus membuktikan kualiti dan penerimaan yang baik terhadap kit tersebut.

Jadual 3 Kebolehgunaan kit

Konstruk	Min	Sisihan Piawai
Kebergunaan	3.82	0.368
Mudah Digunakan	3.83	0.357
Mudah Dipelajari	3.87	0.276
Kepuasan	3.90	0.291
Keseluruhan	3.86	0.323

Perbincangan

Berdasarkan analisis kebolehgunaan Kit Hukum Boyle Berasaskan Arduino, kesemua konstruk yang dinilai memperoleh skor min pada tahap tinggi dengan sisihan piawai yang rendah, sekaligus menunjukkan tahap kebolehgunaan yang baik dan konsisten. Menurut Bond dan Fox (2015), nilai skor min yang tinggi dengan sisihan piawai rendah menandakan penerimaan positif dan konsistensi jawapan responden terhadap instrumen yang digunakan.

Dari segi kebergunaan, nilai min yang dicatatkan ialah 3.82 ($SP = 0.368$), menunjukkan bahawa kit ini dianggap berguna dalam membantu pelajar memahami isi kandungan pembelajaran. Hal ini selari dengan pandangan Mohd Noah dan Ahmad (2005) yang menegaskan bahawa modul atau kit pembelajaran yang efektif seharusnya meningkatkan keupayaan pelajar memahami konsep yang diajar. Konstruk mudah digunakan pula memperoleh nilai min 3.83 ($SP = 0.357$), menandakan kit ini mempunyai ciri mesra pengguna yang memudahkan pelajar mengendalikannya. Bagi konstruk mudah dipelajari, nilai min adalah 3.87 ($SP = 0.276$), iaitu lebih tinggi berbanding dua konstruk sebelumnya, yang menggambarkan kit ini berupaya menyokong pembelajaran secara berkesan. Menurut Creswell (2012), aspek kebolehgunaan bahan bantu mengajar perlu dinilai bukan sahaja pada aspek keberkesanan, malah juga dari sudut kemudahan pembelajaran. Seterusnya, konstruk kepuasan memperoleh nilai min tertinggi iaitu 3.90 ($SP = 0.291$), menunjukkan tahap kepuasan pelajar terhadap penggunaan kit berada pada aras yang sangat baik.

Secara keseluruhannya, nilai min keseluruhan ialah 3.86 dengan sisihan piawai 0.323. Dapatan ini membuktikan bahawa kit yang dibangunkan mempunyai tahap kebolehgunaan yang tinggi dari segi kebergunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan pengguna, selaras dengan prinsip pembangunan kit pembelajaran berkesan yang dikemukakan oleh Mohd Noah dan Ahmad (2005).

KESIMPULAN

Keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa kit Hukum Boyle berasaskan Arduino ini berpotensi untuk menjadi bahan bantu mengajar yang akan memudahkan sesi pembelajaran murid. Perkara ini selaras dengan dapatan kajian yang telah membuktikan bahawa kit ini mendapat peratus persetujuan pakar yang tinggi daripada dua orang pakar yang berpengalaman malah nilai Cronbach Alfa berada pada julat yang sangat baik. Akhir sekali, data bagi kajian sebenar juga menunjukkan bahawa kebolehgunaan kit ini mencapai tahap kebolehgunaan yang tinggi berdasarkan nilai skor min dan nilai sisihan piawai yang mendapat interpretasi tinggi.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakam penghargaan kepada pakar kesahan dan responden kajian yang melibatkan diri secara sukarela dalam kajian ini.

RUJUKAN

- Abu, M. S., Phang, F. A., Ali, M. B., & Saleh, S. (2012). Educational issues, research and policies. In L. M. Tahir & H. Said (Eds.), *Educational issues, research and policies* (pp. 113–127). Johor Bahru: Penerbit UTM Press.
- Ahmad, A. R., & Tan, C. P. (2020). Factors influencing Malaysian students' choice of science stream at the upper secondary level: A structural equation modeling approach. *Journal of Baltic Science Education*, 19(5), 786–800.
- Aziz, N. A. A., & Rahman, N. A. (2023). Cabaran pelajar dalam memahami konsep haba Fizik: Satu kajian di kalangan pelajar sekolah menengah. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 23(1), 45–56.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2014). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (3rd ed.). Routledge.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.
- Kadir, N. S., & Yaacob, M. I. H. (2022). The development and usability of Optics Kit as a teaching aid among Physics trainee teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309(1), 012040.
- Khamis, N., & Phang, F. A. (2021). Pengaruh pemilihan aliran dengan minat, sikap dan persepsi pelajar Tingkatan Tiga terhadap mata pelajaran Fizik. *Sains Humanika*, 13(3), 1–10. <https://doi.org/10.11113/sh.v13n3.1905>
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the USE Questionnaire. *Usability Interface*, 8(2), 3–6.
- Noah, S. M., & Ahmad, J. (2005). *Pembinaan modul: Bagaimana membina modul latihan dan modul akademik*. Serdang: Universiti Putra Malaysia.
- Rasagama, I. G. (2022). Profil peningkatan hasil belajar praktikum fisika daring topik Hukum Boyle untuk mahasiswa Politeknik Negeri Bandung. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) FKIP UM Metro*, 10(2), 173–180.
- Sahaat, Z., Nasri, N. M., & Bakar, A. Y. A. (2020). ADDIE model in teaching module design process using modular method: Applied topics in design and technology subjects. In *1st Progress in Social Science, Humanities and Education Research Symposium (PSSHRS 2019)* (pp. 719–724). Atlantis Press.
- Mohd Noah, S. & Ahmad, J. (2005). *Pembinaan modul: Bagaimana membina modul latihan dan akademik*. Universiti Putra Malaysia.

Pembangunan Kit Pembelajaran “Pocilearn” bagi Subtopik Litar dan Kebolegunaannya dalam Kalangan Pelajar Sains Tingkatan 2
Development of the “PociLearn” Learning Kit for the Subtopic of Circuits and Its Usability Among Form 2 Science Students

Badurul Hisam Mustafa Christopher¹ & Izan Roshawaty Mustapa^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: roshawaty@fsmpt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai kebolegunaan kit pembelajaran “PoCiLearn” bagi subtopik litar dalam kalangan pelajar Tingkatan 2 di sebuah sekolah menengah di Petaling Jaya, Selangor. Reka bentuk kajian ini adalah berbentuk pembangunan dan tinjauan dengan pendekatan kuantitatif. Kajian melibatkan dua orang pakar bagi penilaian kesahan serta 19 pelajar bagi kajian rintis. Seramai 30 pelajar Tingkatan 2 telah dipilih sebagai sampel kajian melalui persampelan rawak mudah, manakala populasi kajian ditentukan secara bertujuan. Dua instrumen digunakan: borang kesahan pakar dan soal selidik kebolegunaan kit pembelajaran. Analisis kesahan pakar menggunakan peratus persetujuan menunjukkan tahap kesahan yang tinggi, iaitu 91.3% bagi kesahan muka dan 93.8% bagi kesahan kandungan. Kajian rintis dianalisis menggunakan indeks kebolehpercayaan Cronbach’s Alpha dengan nilai $\alpha = 0.85$, manakala kajian lapangan dianalisis secara deskriptif menggunakan skor min dan sisihan piawai. Dapatan menunjukkan skor min keseluruhan ialah 3.36 dengan sisihan piawai 0.56 berdasarkan skala Likert empat mata, menandakan tahap kebolegunaan kit berada pada tahap baik dengan konsensus responden yang sederhana. Kit “PoCiLearn” berpotensi memperkukuh pengajaran sains melalui pendekatan hands-on yang selari dengan kurikulum kebangsaan. Penggunaannya dapat meningkatkan pemahaman konsep litar secara aktif dan menyokong pengajaran yang pelbagai mengikut keperluan pelajar.

Kata Kunci: Kit Pembelajaran, litar, ADDIE, kebolegunaan

Abstract

This study aims to develop and evaluate the usability of the “PoCiLearn” learning kit for the subtopic of electrical circuits among Form Two students in a secondary school in Petaling Jaya, Selangor. The research design employed a developmental and survey approach using quantitative methods. Two subject-matter experts were involved in validating the instruments, while 19 students participated in the pilot study. A total of 30 Form Two students were selected as the main sample through simple random sampling, with purposive sampling used to determine the study population. Two instruments were utilized: an expert validation form and a usability questionnaire for the learning kit. Expert validation was analyzed using percentage agreement, which indicated high validity—91.3% for face validity and 93.8% for content validity. The pilot study employed Cronbach’s Alpha to assess reliability ($\alpha = 0.85$), while the main study used descriptive analysis involving mean scores and standard deviations. Findings revealed an overall mean score of 3.36 with a standard deviation of 0.56 based on a four-point Likert scale, indicating good usability and moderate consensus among respondents. The “PoCiLearn” kit has the potential to enhance science instruction through hands-on learning that aligns with the national curriculum. Its use promotes active conceptual understanding of electrical circuits and supports differentiated teaching approaches tailored to diverse student needs.

Keywords: Learning Kit, Circuit, ADDIE, hands-on, usability

PENGENALAN

Pendidikan merupakan asas penting dalam pembangunan sesebuah negara, khususnya dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) yang memberi tumpuan kepada pembentukan tenaga kerja yang mahir dan berpengetahuan tinggi. Dalam konteks pendidikan sains, subjek fizik memainkan peranan utama dalam melahirkan generasi yang berkemahiran, terutamanya dalam bidang kejuruteraan dan teknologi. Salah satu topik yang sering menjadi cabaran kepada pelajar ialah topik elektrik, khususnya dalam memahami konsep litar elektrik yang merangkumi litar siri dan litar selari. Kemahiran memahami konsep litar elektrik merupakan asas penting dalam pembelajaran Sains di peringkat menengah rendah, khususnya dalam subtopik berkaitan arus, voltan, dan rintangan. Namun, pelajar sering menghadapi kesukaran untuk mengaitkan teori dengan aplikasi sebenar akibat kekurangan bahan bantu mengajar yang bersifat interaktif dan kontekstual (Ismail & Nor, 2016).

Bagi mengatasi cabaran ini, penggunaan Bahan Bantuan Mengajar (BBM) yang bersifat maujud dan interaktif amat penting bagi memastikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep tersebut. Pendekatan pembelajaran berpusatkan pelajar, seperti yang digariskan dalam Pendidikan Abad ke-21 (PAK-21), menekankan penglibatan aktif pelajar dalam proses pembelajaran, dengan guru berperanan sebagai fasilitator. Sehubungan itu, pembangunan Kit Pembelajaran “PoCiLearn” dirangka sebagai satu pendekatan inovatif yang menggabungkan elemen maujud seperti komponen litar fizikal, lembaran aktiviti, dan panduan visual untuk menyokong pemahaman pelajar secara lebih berkesan. Kit ini juga bertujuan untuk menyokong pengajaran guru dengan menyediakan BBM yang mudah digunakan dan tahan lama, sekali gus meningkatkan keberkesanan pengajaran.

Pendekatan pembelajaran berasaskan inkuiri yang diterapkan melalui penggunaan kit ini membolehkan pelajar terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui soal jawab, penyelidikan dan penerokaan sendiri (Zakaria & Maat, 2018), selaras matlamat PAK-21 yang menekankan pembangunan holistik pelajar dari segi akademik, sosial dan emosional (Greenstein, 2012). Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai kebolehgunaan Kit Pembelajaran PoCiLearn dalam kalangan pelajar Tingkatan 2 serta keberkesanannya dalam meningkatkan penglibatan dan pencapaian mereka dalam topik litar elektrik.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian yang digunakan adalah kajian pembangunan dan tinjauan, menggunakan soal selidik yang merangkumi aspek kefahaman konsep subtopik litar serta kebolehgunaan kit pembelajaran dalam kelas. Kajian ini menggunakan model ADDIE dengan pendekatan kuantitatif.

Populasi dan Sampel

Populasi kajian melibatkan 35 pelajar Tingkatan 2 yang mengambil mata pelajaran Sains di daerah Petaling Jaya, Selangor. Saiz sampel ditentukan menggunakan jadual Krejcie dan Morgan (1970), dengan 30 pelajar dipilih sebagai responden melalui kaedah pensampelan rawak mudah. Pendekatan ini memastikan pemilihan sampel yang mewakili populasi untuk menilai kebolehgunaan kit pembelajaran “PoCiLearn” bagi subtopik litar elektrik.

Instrumen

Instrumen kajian ini adalah borang soal selidik kebolegunaan kit pembelajaran “PoCiLearn” yang menggunakan skala Likert empat mata, diadaptasi daripada kajian Lund (2001). Instrument ini mengandungi 4 konstruk utama bagi menilai kemudahan penggunaan, kesesuaian bahan, dan keberkesanan kit dalam membantu pelajar memahami konsep litar elektrik. Instrument kajian ini telah melalui kesahan pakar dan kebolehpercayaan.

Analisis Data

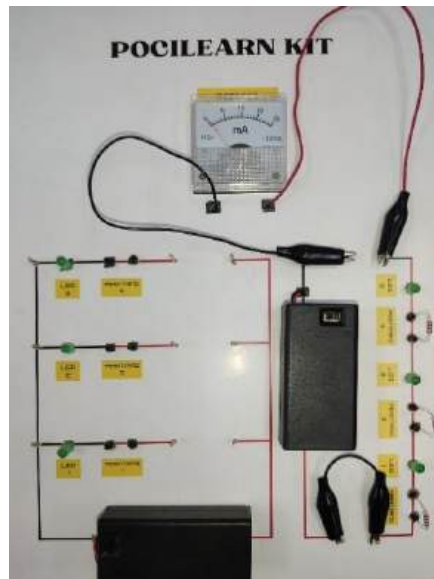
Data kajian ini akan dianalisis menggunakan perisian SPSS. Peratus persetujuan pakar digunakan untuk mengukur kesahan pakar yang dikira dengan formula peratusan kesahan muka = $(\text{bilangan skor pakar} / \text{bilangan skor sebenar}) \times 100$, dengan persetujuan melebihi 70% dianggap memadai (Cummins, 1998). Kebolehpercayaan kajian pula dinilai menggunakan pekali Cronbach’s Alpha, di mana nilai alpha antara 0.6 hingga 0.7 dianggap boleh diterima, antara 0.7 hingga 0.8 dianggap baik, dan antara 0.8 hingga 1.0 dianggap sangat baik (Bond & Fox, 2015). Analisis deskriptif bagi kajian lapangan dilakukan menggunakan SPSS untuk memperoleh nilai purata min dan sisihan piawai bagi menentukan tahap kebolegunaan kit. Tahap kebolegunaan akan ditentukan berdasarkan skor min, di mana skor antara 1.00 hingga 1.99 dianggap rendah, 2.00 hingga 2.99 sederhana, dan 3.00 hingga 4.00 tinggi (Jamali, Rahman & Azizan, 2017).

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Pembangunan Kit “PoCiLearn”

Kit Pembelajaran “PoCiLearn” dibangunkan khusus untuk subtopik litar siri dan selari dalam bab Keelektrikan dan Kemagnetan bagi mata pelajaran Sains Tingkatan 2. Kit ini dihasilkan dengan tujuan untuk memperkukuhkan pemahaman pelajar terhadap konsep litar elektrik dengan pendekatan pembelajaran hands-on. Rajah 1 menunjukkan hasil kit pembelajaran “PoCiLearn” yang telah dibangunkan menggunakan papan MDF dilengkapi dengan milliammeter, voltmeter dan wayar penyambung. Kit ini merangkumi dua jenis litar, iaitu litar siri dan litar selari, masing-masing menggunakan tiga LED dan tiga slot perintang. Pelajar dapat memilih nilai perintang dari 51Ω hingga $4.7 \text{ k}\Omega$ untuk eksperimen. Kit ini juga menggunakan bateri 9V sebagai sumber kuasa utama.

Panduan penggunaan kit disediakan bagi memandu pelajar melalui langkah-langkah melaksanakan aktiviti bagi kit pembelajaran ini. Pelajar boleh terus menggunakan ammeter dan voltmeter yang disediakan untuk mengukur arus dan voltan pada kedua-dua jenis litar. Manual penggunaan juga disertakan dengan kod QR yang membolehkan pelajar mengakses latihan pengukuhan dan video panduan di dalam Google Drive. Selain itu, latihan pengukuhan juga disediakan bagi memantapkan penguasaan pelajar bagi subtopik litar.



Rajah 1. Kit Pembelajaran “PoCiLearn”



Rajah 2. Kit pembelajaran yang dilengkapi dengan panduan penggunaan.

Kesahan

Kajian mendapati bahawa kit pembelajaran “PoCiLearn” mencapai tahap kesahan yang baik berdasarkan penilaian dua pakar. Kedua-dua pakar menilai kesahan muka dan kesahan kandungan kit, dengan peratusan kesahan muka dan kandungan bagi kit pembelajaran “Pocilearn” untuk pakar pertama masing-masing ialah 90.0% dan 75.0%, dan borang soal selidik ialah 80.0% dan 95.0%. Bagi pakar kedua, kesahan muka dan kandungan bagi kit pembelajaran “PoCiLearn” serta borang soal selidik mencatatkan peratusan 100%. Secara keseluruhan bagi kesahan muka dan kandungan kit pembelajaran “Pocilearn” ialah 91.3%, manakala borang soal selidik ialah 93.8%. Mengikut piawaian Cummins (1998), peratusan kesahan melebihi 70%

menunjukkan tahap kesahan yang tinggi. Oleh itu, dapatan ini menunjukkan bahawa kit pembelajaran “PoCiLearn” mempunyai kesahan yang baik dan sesuai digunakan dalam konteks pengajaran dan pembelajaran sains. Penambahbaikan telah dilakukan berdasarkan cadangan daripada pakar untuk memastikan kit ini lebih efektif dan berkualiti.

Kebolehpercayaan

Kajian rintis terhadap kit pembelajaran "PoCiLearn" telah dijalankan ke atas 15 orang pelajar Tingkatan 2. Hasil analisis menggunakan nilai Cronbach's Alpha memperolehi nilai kebolehpercayaan 0.85 menunjukkan bahawa tahap kebolehpercayaan yang sangat baik dan berkesan dengan tahap konsistensi yang tinggi (Bond & Fox, 2015). Instrument ini sesuai digunakan untuk tujuan pembelajaran subtopik litar elektrik bagi mata pelajaran Sains Tingkatan 2 dan mampu menyampaikan kandungan secara berkesan kepada pelajar.

Kebolehgunaan Kit Pembelajaran “PoCiLearn”

Kebolehgunaan kit pembelajaran “PoCiLearn” dikaji dari aspek kebolehgunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan belajar, dan kepuasan pelajar. Tahap kebolehgunaan kit ini dikategorikan sebagai tinggi dengan purata min keseluruhan sebanyak 3.29. Jadual 1 menunjukkan data bagi kajian kebolehgunaan kit yang dibangunkan mengikut konstruk.

Jadual 1: Purata Skor Min dan Sisihan Piawai Untuk Setiap Konstruk Kebolehgunaan Kit Pembelajaran PoCiLearn

Konstruk	Min	Sisihan piawai
Kebolehgunaan Kit	3.22	0.59
Kemudahan Penggunaan	3.33	0.55
Kemudahan Belajar	3.25	0.54
Kepuasan Pengguna	3.36	0.56
Purata Keseluruhan	3.29	0.56

Hasil kajian menunjukkan nilai min yang diperoleh bagi setiap konstruk berada dalam julat 3.20-3.50, indikasi kebolehgunaan yang tinggi (Jamali, Rahman & Azizan, 2017). Dapatan ini menunjukkan bahawa “PoCiLearn” bukan sahaja berkesan dalam membantu pelajar memahami konsep litar elektrik, malah ia juga memberikan pengalaman pembelajaran yang menarik dan interaktif.

Bagi konstruk kebolehgunaan, tahap persetujuan yang tinggi adalah pada Item ‘Kit Pembelajaran “PoCiLearn SET” ini membantu pelajar untuk belajar secara produktif’ dengan nilai min tertinggi iaitu 3.40 dan sisihan piawai 0.50. Kit pembelajaran ‘PoCiLearn’ ini didapati membantu pelajar untuk belajar secara produktif. Dapatan ini selari dengan kajian Erwinsyah (2016) yang menyatakan kit pembelajaran berpotensi membantu pelajar mencapai tujuan pembelajaran secara lebih efektif dan produktif yang dapat membantu pelajar memaksimumkan potensi mereka.

Bagi konstruk kemudahan penggunaan, nilai min keseluruhan adalah 3.33 dengan sisihan piawai 0.55. Item “Kit Pembelajaran ‘PoCiLearn SET’ ini mesra pengguna” mencatatkan min tertinggi. Ini membuktikan bahawa kit ini mesra pengguna dan reka bentuk yang mesra pengguna adalah penting untuk memastikan pelajar dapat menggunakan alat pembelajaran dengan selesa dan berkesan. Menurut Khalil & Elkhider (2016), alat pembelajaran yang mesra pengguna dapat meningkatkan minat dan motivasi pelajar. Kajian Pinandito et al., (2020) juga mendapati

kemudahan penggunaan secara langsung mempengaruhi persepsi positif pelajar terhadap kit pendidikan, sekali gus meningkatkan hasil pembelajaran.

Konstruk kemudahan belajar pula mencatat nilai min 3.25 dengan sisihan piawai 0.54. Item “Pelajar dapat belajar menggunakan Kit Pembelajaran ‘PoCiLearn SET’ ini dengan cepat melalui manual” memperoleh nilai min tertinggi sebanyak 3.43. Manual yang jelas dan mudah difahami adalah penting untuk memastikan pelajar dapat menggunakan alat pembelajaran dengan cepat dan efektif. Perkara ini disokong oleh Ally dan Prieto-Blázquez (2014), manual yang baik dapat meningkatkan kecekapan pembelajaran pelajar.

Konstruk kepuasan yang mencatat nilai min keseluruhan 3.36 dengan sisihan piawai 0.56. Item “Kit Pembelajaran ‘PoCiLearn SET’ ini menyeronokkan untuk digunakan” memperoleh min tertinggi. Kajian Kailani dan Rohani (2011) menyokong dapatan ini, menyatakan bahawa kit pembelajaran yang menyeronokkan dan memenuhi keperluan pelajar dapat meningkatkan minat serta keberkesanan proses pengajaran dan pembelajaran.

Secara keseluruhannya, kit pembelajaran “PoCiLearn” menggalakkan aktiviti pembelajaran secara hands-on mencapai tahap kebolehgunaan yang tinggi, berupaya meningkatkan kefahaman pelajar terhadap subtopik litar elektrik melalui pendekatan yang efektif, mesra pengguna, dan menyeronokkan. Kajian oleh Bidin & Azizan (2021) dan Ajang & Yasin (2021) menunjukkan bahawa penggunaan alat bantu mengajar mawujud yang interaktif seperti model fizikal, kad imbasan, dan aplikasi pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan pencapaian pelajar dalam mata pelajaran Sains dan Fizik.

KESIMPULAN

Kajian ini telah berjaya membangunkan Kit Pembelajaran “PoCiLearn” dengan memberi fokus kepada subtopik litar elektrik bagi pelajar Sains Tingkatan 2. Peratus persetujuan pakar adalah baik, dengan nilai kesahan muka dan kandungan masing-masing melebihi 70%, menunjukkan ia sesuai digunakan sebagai bahan bantu mengajar dan pembelajaran. Dari segi kebolehpercayaan, nilai Cronbach Alpha yang dicapai ialah 0.85, mengesahkan kebolehpercayaan yang tinggi. Hasil kajian juga menunjukkan bahawa kebolehgunaan kit ini berada pada tahap yang sangat baik, dengan nilai min purata 3.29 dan taburan data sekata. Pelajar memberikan maklum balas positif terhadap kebolehgunaan dan kemudahan kit ini dalam membantu mereka memahami konsep elektrik secara lebih produktif. Cadangan penambahbaikan melibatkan menaik taraf reka bentuk kit dengan menggunakan bahan yang lebih ringan dan menarik, menambah litar kombinasi bagi meningkatkan tahap penggunaannya, dan meluaskan skop kajian untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif. Dengan penambahbaikan ini, kit “PoCiLearn” berpotensi untuk dimanfaatkan pada tahap yang lebih tinggi, seterusnya meningkatkan keberkesanan pengajaran dan pembelajaran subtopik litar elektrik.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih juga kepada pihak Sekolah Menengah Seksyen 10 Kota Damansara yang terlibat dalam menjayakan kajian ini kerana telah memberi kerjasama yang baik dalam memastikan kajian ini dapat dilaksanakan dengan lancar. Kami juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Fakulti Sains dan Matematik kerana menyediakan platform untuk menerbitkan hasil kerja kami dalam e-proceeding sebagai satu inisiatif untuk

menggalakkan penerbitan dalam kalangan pelajar prasiswazah di Universiti Pendidikan Sultan Idris.

RUJUKAN

- Ajang, E. E., & Yasin, R. M. (2021). *Keberkesanan penggunaan aplikasi pembelajaran interaktif dalam meningkatkan motivasi serta pencapaian pelajar dalam mata pelajaran Fizik*. Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 6(11), 1–12.
- Ally, M., & Prieto-Blázquez, J. (2014). What is the future of mobile learning in education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–10.
- Bidin, A., & Azizan, N. (2021). *Keberkesanan penggunaan alat bahan bantu mengajar dalam pelaksanaan kursus Sains Kejuruteraan*. Prosiding Kolokium Penyelidikan PTSB 2021, 1–8.
- Bond, T.G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human science* (3rd ed.). New York, NJ: Routledge
- Cummins, R. A. (1998). The second approximation to an international standard for life satisfaction. *Social indicators research*, 43, 307-334.
- Erwinsyah, A. (2017). Manajemen Pembelajaran Dalam Kaitannya Dengan Peningkatan Kualitas Guru. *Tadbir: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 5(1), 69–84.
- Greenstein, L. M. (2012). *Assessing 21st century skills: A guide to evaluating mastery and authentic learning*. Corwin Press.
- Ismail, H., & Nor, S. (2016). Analyzing Students' Misconceptions in Understanding Basic Electrical Concepts in Physics. *Journal of Physics Education*, 47(1), 25-38.
- Jamali, H. N., Rahman, A. A., & Azizan, K. F. K. (2017). *Pemantapan tahap kemahiran asas bahasa Arab melalui kajian tindakan*. Jurnal Sultan Alauddin.
- Kailani, I., & Rohani, M. S. (2011). Kesan penggunaan Kit Pengajaran Bermodul (KPB) bagi mata pelajaran Matematik (Sudut Dongak dan Sudut Tunduk) Tingkatan 4 di dua buah sekolah menengah kebangsaan di daerah Pontian, Johor. *Journal of Science & Mathematics Education*, 1-10.
- Khalil, M. K., & Elkhider, I. A. (2016). Applying learning theories and instructional design models for effective instruction. *Advances in Physiology Education*, 44(2), 161–167.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610.
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire. *Usability interface*, 8(2), 3-6.
- Narullia, D., Rahmawati, S. A., Maharani, S. N., & Mariyah, S. (2021). Pengembangan Digital Learning Kit untuk Membantu Meningkatkan Kompetensi Siswa dalam Perhitungan Biaya Produksi dan Penetapan Harga.
- Pinandito, A., Wulandari, C. P., & Prasetya, D. D. (2020). Students' Acceptance towards Kit-Build Concept Map Authoring Tool in Supporting Learning of English Reading Comprehension. *ACM Proceedings*.
- Zakaria, E., & Maat, S. M. (2018). Impact of Inquiry-Based Learning on Students' Understanding of Scientific Concepts. *International Journal of Science Education*, 40(12), 1543-1560.

Pembangunan Modul Pembelajaran eM-PICK Bagi Pembentukan Imej Dan Kebolehgunaan Dalam Kalangan Pelajar Tingkatan Empat

*The Development of the eM-PICK Learning Module for the Formation of Image
and Its Usability Among Form Four Students*

Mohamad Aiman Marjuki¹ & Izan Roshawaty Mustapa^{1*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

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

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan modul pembelajaran pembentukan imej dan mengkaji kebolehgunaannya dalam kalangan pelajar Fizik tingkatan empat. Kajian ini menggunakan reka bentuk pembangunan berdasarkan ADDIE dengan pendekatan kuantitatif. Sampel kajian ini terdiri daripada 36 pelajar tingkatan empat yang mengambil subjek Fizik dan dipilih menggunakan teknik persampelan rawak mudah. Kajian ini menggunakan dua jenis instrumen iaitu borang penilaian kesahan dan soal selidik kebolehgunaan yang menggunakan skala Likert empat mata. Kesahan diperoleh daripada dua orang pakar dan dianalisis menggunakan peratus persetujuan pakar mendapati kesahan muka dan kandungan bagi modul pembelajaran ialah 100% manakala kesahan instrumen soal selidik kebolehgunaan memperoleh 99.38%. Soal selidik kebolehpercayaan modul dijalankan ke atas 15 orang pelajar Fizik mendapat nilai 0.85 menunjukkan kebolehpercayaan yang baik berdasarkan skor Cronbach Alpha. Dapatan soal selidik kebolehgunaan modul mengandungi empat konstruk iaitu reka bentuk, kebolehgunaan, mudah guna dan kepuasan pengguna memperoleh nilai min dan sisihan piawai (s.p) masing-masing ialah 3.65 (s. p = 0.49), 3.56 (s. p = 0.50), 3.58 (s. p = 0.49) dan 3.62 (s. p = 0.48). Purata skor min 3.65 (s. p = 0.47) menunjukkan kebolehgunaan modul pembelajaran yang tinggi. Kesimpulannya, pembangunan modul pembelajaran pembentukan imej telah berjaya dibangunkan dan modul pembelajaran eM-PICK ini mendapat tahap kebolehgunaan yang tinggi kerana modul ini dapat digunakan dengan baik, menarik dan senang digunakan oleh pelajar. Implikasinya, modul ini mampu membantu pelajar memahami lebih mendalam mengenai subtopik pembentukan imej, serta sesuai dijadikan sebagai bahan bantu mengajar.

Kata kunci: Modul Pembelajaran eM-PICK, Pembentukan imej, kebolehgunaan, min skor

Abstract

This study aims to develop a learning module on image formation and evaluate its usability among form four Physics students. The study adopts a developmental research design guided by the ADDIE model and incorporate a quantitative survey approach. The sample comprises 36 Form Four Physics students who are taking Physics selected through simple random sampling. Two instruments were employed: a validity assessment form and a usability questionnaire based on a four-point Likert scale. Validity was determined by two subject matter experts and analysed using expert agreement percentages. The result indicated that the face and content validity of the learning module was 100%, while the validity of the usability questionnaire was 99.38%. Reliability testing of the usability questionnaire was conducted with 15 Physics students, yielding a Cronbach's Alpha score of 0.85, which signifies good reliability. Usability findings were categorized into four constructs: design, usability, ease of use, and user satisfaction. The respective mean and standard deviation (SD) score were 3.65 (SD = 0.49), 3.56 (SD = 0.50), 3.58 (SD = 0.49), and 3.62 (SD = 0.48). The overall mean score of 3.65 (SD = 0.47) reflect a high level of usability for the learning module. In conclusion, the development of the eM-PICK learning module on image formation was successfully completed, and the module demonstrated high usability, being useful, engaging, and easy for students to navigate. The implication is that this module can effectively support students in deepening their understanding of the image formation subtopic and serve as a suitable teaching aid.

Keywords: eM-PICK modul learning, image formation, usability, score min

PENGENALAN

Perubahan sistem pendidikan di Malaysia adalah penting untuk memenuhi keperluan semasa, terutama dalam Pembelajaran Abad ke-21 (PAK21) yang berpusatkan pelajar. Pengajaran berbantu teknologi dan bahan bantu mengajar (BBM) memainkan peranan utama dalam meningkatkan penerimaan ilmu pelajar. Namun, topik optik dan cahaya, khususnya subtopik pembentukan imej oleh kanta dan cermin, dikenal pasti sebagai antara cabaran utama bagi pelajar Fizik tingkatan empat, berdasarkan analisis peperiksaan SPM 2022 yang menunjukkan peningkatan kegagalan. Subtopik ini sering dianggap sukar dan menurut Ferwidyastuti (2023), subtopik optik di dalam mata pelajaran fizik menyumbang kepada faktor kesusahan dalam mempelajari mata pelajaran tersebut dan memerlukan pendekatan pengajaran yang lebih menarik dan interaktif. Penggunaan bahan visual dalam proses pengajaran dan pembelajaran mampu mengubah pelajar untuk menjadi lebih fokus semasa sesi pembelajaran (Liu et al., 2020). Selain itu, penggunaan bahan visual juga mampu meningkatkan daya ingatan mengenai konsep yang diajar dan akhir sekali dapat mendorong motivasi dan minat pelajar dalam subjek yang dipelajari.

Pegangan konsep yang lemah dalam kalangan pelajar yang mempelajari subtopik pembentukan imej oleh kanta dan cermin bagi topik cahaya juga merupakan batu penghalang dalam memahirkannya diri pelajar kepada melukis gambar rajah sinar yang betul. Pelajar percaya imej terbentuk oleh kanta berlaku pada satu jarak tertentu sahaja serta ciri imej yang terbentuk oleh cermin adalah tegak (Kaltakci-Gurel et al., 2017). Ini bermaksud pelajar tidak mengetahui mengenai konsep asas pembentukan imej dimana ianya merupakan refleksi kepada pelajar bahawa mereka tidak mempunyai asas dan kebolehan dalam melakukan gambar rajah sinar. Topik cahaya dan optik memerlukan pelajar untuk memiliki kebolehan dalam melukis gambar rajah sinar kerana ianya termaktub di dalam Dokumen Standard Kemahiran dan Pentaksiran tingkatan empat. Untuk kajian ini, pengkaji memberi fokus terhadap masalah dalam penguasaan konsep pembentukan imej oleh kanta dan cermin serta ciri-ciri yang spesifik pada gambar rajah sinar. Pengkaji mendapati bahawa subtopik pembentukan imej oleh kanta dan cermin sering menjadi isu yang dihadapi oleh pelajar tingkatan empat kerana penguasaan lemah terhadap melukis laluan sinar menjadi penyumbang kepada faktor utama dalam penguasaan penuh dalam subtopik ini. Pelajar mampu untuk melukis garisan dari objek ke bahagian tengah kanta tapi tidak bagi garisan yang lain (Uwamahoro et al., 2021). Oleh itu, pembangunan modul pembelajaran eM-PICK dibangunkan untuk meningkatkan pemahaman pelajar serta membina gambar rajah sinar dengan betul. Modul ini dilengkapi dengan nota, video pembelajaran, aktiviti permainan, latihan dan simulasi. Ini memberikan peluang kepada guru untuk menjadikan modul pembelajaran eM-PICK ini sebagai bahan bantu mengajar. Justeru, pelajar juga boleh menggunakan modul ini sebagai bahan untuk pembelajaran sendiri.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini merangkumi dua reka bentuk utama. Pertama, reka bentuk kajian pembangunan untuk membangunkan modul pembelajaran eM-PICK bagi subtopik pembentukan imej. Kedua, reka bentuk kajian tinjauan yang memfokuskan kepada pengukuran tahap kebolehgunaan modul eM-PICK dalam kalangan pelajar tingkatan empat, dan pendekatan yang digunakan oleh penyelidik dalam kajian ini adalah berasaskan kaedah kuantitatif. Model ADDIE digunakan sebagai panduan dalam menjalankan kajian kerana sifat model ADDIE yang mampu menghasilkan produk yang lebih teratur dan sederhana menjadikan proses pembelajaran lebih efektif (Soesilo,

2020). Selain itu, model ini dapat membina sebuah garis panduan yang mudah kepada penyelidik bagi memastikan kandungan dan perisian produk adalah berkualiti dan dalam lingkungan kajian.

Persampelan

Kajian ini dijalankan di Wilayah Persekutuan Labuan dimana hanya tingkatan empat yang mengambil subjek fizik di 2 buah sekolah menengah di pilih sebagai populasi kajian. Persampelan mudah (*convenience sampling*) digunakan dalam pemilihan populasi kajian kerana jarak yang hampir dan mudah diakses untuk menjalankan kajian. Sampel kajian pula dipilih menggunakan teknik persampelan rawak mudah dimana hanya 36 pelajar sahaja di pilih sebagai responden kajian berdasarkan Jadual Krejcie & Morgan (1970).

Instrumen Kajian

Dua instrumen digunakan dalam kajian ini iaitu borang kesahan Modul Pembelajaran eM-PICK dan borang soal selidik kebolehgunaan modul pembelajaran. Borang kesahan terdiri daripada dua bahagian iaitu kesahan muka yang mengandungi lapan soalan, manakala bahagian kedua adalah kesahan kandungan yang merangkumi sembilan soalan. Instrumen kedua ialah borang soal selidik kebolehgunaan Modul Pembelajaran eM-PICK, direka untuk menilai tahap kebolehgunaan modul daripada perspektif pelajar tingkatan empat. Borang soal selidik meliputi lima bahagian iaitu Maklumat Demografi Responden (Bahagian A), Reka Bentuk Modul Pembelajaran (Bahagian B), Kebolehgunaan Modul Pembelajaran (Bahagian C), Mudah Digunakan (Bahagian D) dan Kepuasan Pengguna (Bahagian E). Kedua-dua instrumen ini menggunakan skala Likert empat mata, bermula dari “Sangat Tidak Setuju” hingga “Sangat Setuju” bagi memudahkan pengukuran tahap persetujuan responden.

Analisis Data

Kesahan bagi Modul Pembelajaran eM-PICK dianalisis dengan menggunakan peratus persetujuan pakar yang terdiri daripada dua orang pakar iaitu seorang guru mata pelajaran fizik dan seorang lagi pensyarah matrikulasi dari jabatan Fizik. Data kebolehppercayaan pula dianalisis dengan menggunakan pekali Alpha Cronbach yang terdiri daripada 15 sampel manakala data kebolehgunaan Modul Pembelajaran eM-PICK pula dianalisis dengan menggunakan skor min dan sisihan piawai. Penyelidik menggunakan perisian *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* dalam menganalisis data-data responden.

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Pembangunan

Rajah 1 menunjukkan paparan utama modul eM-PICK yang mempunyai 11 bahagian utama merangkumi; 1. Home sebagai muka hadapan, 2. Pengenalan Diri yang menerangkan maklumat penyelidik, tujuan dan objektif modul, 3. Objektif Pembelajaran sebagai panduan isi kandungan, 4. Isi Kandungan untuk memperkenalkan setiap elemen modul, 5. Nota bagi membantu pengguna memahami bagaimana sinar cahaya pada gambar rajah sinar dapat membentuk imej, 6. Video yang memaparkan secara terperinci bagaimana sinar cahaya membentuk imej bagi cermin cekung, cermin cembung, kanta cembung dan kanta cekung, 7. Latihan Kendiri untuk menguji kefahaman murid, 8. Aplikasi yang menunjukkan contoh pembentukan imej dalam kehidupan

seharian, 9. Permainan interaktif untuk menguji kefahaman, 10. Jawapan yang menyediakan skema bagi latihan sendiri, dan 11. Simulasi daripada Phet Simulation untuk melihat pergerakan cahaya dengan lebih jelas.



Rajah 1. Paparan Utama eM-PICK

Bagi memudahkan pengguna mengakses modul dengan lebih berkesan, kod QR seperti ditunjukkan dalam Rajah 2 telah disediakan.



Rajah 2. Kod QR Bagi eM-PICK

Kesahan

Hasil dapatan bagi kesahan pakar menunjukkan bahawa modul pembelajaran mempunyai kadar kesahan yang baik. Jadual 1 menunjukkan keputusan kesahan Modul Pembelajaran eM-PICK yang meliputi kesahan muka, kandungan dan kesahan borang soal selidik kebolehgunaan.

Jadual 1. Keputusan Kesahan Modul Pembelajaran Em-PICK Yang Meliputi Kesahan Muka, Kandungan Dan Kesahan Borang Soal Selidik Kebolehgunaan.

Peratus Persetujuan Pakar	Kesahan Muka Modul Pembelajaran (%)	Kesahan Kandungan Modul Pembelajaran (%)	Kesahan Soal Selidik Kebolehgunaan (%)
Pakar 1	100	100	100
Pakar 2	100	100	98.75
Purata Kesahan	100	100	99.38

Berdasarkan Jadual 1, analisis kesahan modul mendapati bahawa purata peratus bagi kesahan muka adalah sebanyak 100% manakala bagi kesahan kandungan adalah 100% dan peratus kesahan instrumen kebolehgunaan modul pula adalah 99.38%. Kesahan e-modul pembelajaran eM-PICK dan instrumen kebolehgunaan adalah tinggi menurut Sidek dan Jamaluddin (2005) yang menyatakan bahawa peratus kesahan melebihi 70% menunjukkan tahap kesahan yang tinggi. Ini menunjukkan kesahan yang baik bagi modul pembelajaran pembentukan imej.

Kebolehpercayaan

Kebolehpercayaan kajian melibatkan 15 responden yang mendapati bahawa skor Cronbach Alpha yang diperolehi ialah 0.85, menunjukkan bahawa tahap kebolehpercayaan yang sangat baik dan berkesan dengan tahap konsistensi yang tinggi (Bond & Fox, 2013) dan boleh digunakan dalam kajian lapangan.

Kebolehgunaan

Kajian kebolehgunaan modul pembelajaran eM-PICK dijalankan kepada 36 sampel daripada dua buah sekolah. Hasil dapatan mendapati bahawa modul pembelajaran yang dibangunkan mempunyai skor min yang tinggi dan sisihan piawai yang rendah. Ini mencerminkan bahawa modul yang dibangunkan ini mempunyai tahap kebolehgunaan yang tinggi dari perspektif pelajar tingkatan empat. Skor bagi purata skor min dan sisihan piawai untuk setiap konstruk kebolehgunaan modul pembelajaran eM-PICK adalah seperti Jadual 2.

Jadual 2. Purata Skor Min dan Sisihan Piawai Untuk Setiap Konstruk Kebolehgunaan Modul Pembelajaran eM-PICK

Konstruk	Min	Sisihan piawai
Reka Bentuk Modul Pembelajaran eM-PICK	3.65	0.47
Kebolehgunaan Modul Pembelajaran eM-PICK	3.56	0.50
Mudah Digunakan Modul Pembelajaran eM-PICK	3.58	0.49
Kepuasan Pengguna Modul Pembelajaran eM-PICK	3.62	0.48
Purata Keseluruhan	3.60	0.48

Merujuk Jadual 2, nilai min yang diperolehi bagi setiap konstruk berada dalam julat 3.30-4.00, menggambarkan setiap item pada konstruk tersebut berada dalam tahap cemerlang (Mohd Sahandri Gani Hamzah, Laily Paim, Sharifah Azizah Haron & Mohd Faizal Nizam Lee Abdullah, 2013). Modul pembelajaran ini menunjukkan tahap kebolehgunaan yang sangat tinggi, dengan purata skor min keempat-empat aspek yang diuji berada pada 3.60. Skor min melebihi 3.50 melambangkan modul ini bukan sahaja berkesan, malah sangat sesuai digunakan, menjadikannya pilihan terbaik untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran pelajar (Riduwan, 2006). Penggunaan grafik dan kombinasi warna dan tulisan dalam modul pembelajaran memberikan tanggapan awal kepada keseluruhan reka bentuk modul pembelajaran. Modul pembelajaran bagi subtopik pembentukan imej adalah bersifat menyeluruh melengkapi nota, video pembelajaran, latihan sendiri, permainan dan simulasi. Aspek grafik, kesatuan, pemilihan warna, tata letak serta beberapa elemen reka bentuk diperlukan agar media pembelajaran difahami oleh pelajar

(Andriyanto et al., 2023). Modul pembelajaran eM-PICK memiliki bahagian video pembentukan imej yang menarik, yang membantu pelajar melukis gambar rajah sinar secara langkah demi langkah. Kajian oleh Henno et al., (2014), mendapati penggunaan video dapat membantu murid mengingat kembali ilmu yang dipelajari semasa membuat ulangkaji. Selain itu, grafik yang terdapat dalam nota modul memudahkan pelajar memahami subtopik pembentukan imej. Kajian oleh Ling et al., (2024) menyokong bahawa penggunaan imej, visual dan audio melalui video membantu memperkukuhkan daya ingatan pelajar terhadap ilmu yang disampaikan.

KESIMPULAN

Kajian ini telah berjaya membangunkan Modul Pembelajaran eM-PICK bagi subtopik pembentukan imej dan mengkaji kebolegunaan Modul Pembelajaran eM-PICK daripada perspektif pelajar tingkatan empat. Modul ini mendapat tahap kesahan pakar dan kebolehpercayaan yang baik mencerminkan. Dapatan kajian menunjukkan bahawa modul ini berupaya meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep pembentukan imej dengan menyediakan pendekatan pembelajaran yang interaktif dan mudah difahami. Selain itu, tahap kebolegunaan modul ini berada pada aras yang tinggi, membuktikan bahawa ia memenuhi keperluan pembelajaran pelajar secara berkesan dan boleh berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran dan bahan bantu mengajar yang bukan sahaja mesra pengguna tetapi juga mampu diakses dan diaplikasikan dengan fleksibel dalam konteks bilik darjah mahupun pembelajaran sendiri.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi ucapan terima kasih juga kepada pihak sekolah di SMK Ranche-Ranche dan SMK Labuan, yang terlibat dalam menjayakan kajian ini kerana telah memberi kerjasama yang baik dalam memastikan kajian ini dapat dilaksanakan dengan lancar. Kami juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Fakulti Sains dan Matematik kerana menyediakan platform untuk menerbitkan hasil kerja kami dalam e-proceeding sebagai satu inisiatif untuk menggalakkan penerbitan dalam kalangan pelajar prasiswazah di Universiti Pendidikan Sultan Idris.

RUJUKAN

- Bond, T.G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human science* (3rd ed.). New York, NJ: Routledge
- Ferwidyastuti, S. (2023an yo). Implementing Project Based Learning in Optical Physics Course: Students' Perceptions. In 1st Lawang Sewu International Symposium on Humanities and Social Sciences 2022 (LEWIS 2022) (pp. 309-315). Atlantis Press.
- George, D., & Mallery, M. (2003). *Using SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference*.
- Henno, J., Jaakkola, H., & Mäkelä, J. (2014, May). From learning to e-learning to m-learning to c-learning to?. In *2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 616-622). IEEE.
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in science & Technological education*, 35(2), 238-260.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30, 607-610
- Ling, N. L., Ahmad, A., & Othman, N. (2024). Penggunaan Video dalam Pengajaran dan Pembelajaran dengan Minat Murid terhadap Subjek Sejarah. *International Journal of Advanced Research in Education and Society*, 6(1), 760-773.

- Liu, Z.-J., Levina, V., & Frolova, Y. (2020). Retracted Article: Information Visualization in the Educational Process: Current Trends. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(13), pp. 49–62.
- Mohd SGH, Laily Palm, Sharifah Azizah Haron Mohd Faizal Nizam Lee Abdullah. (2013). Buku panduan pembinaan instrumen “Aku dan Kepenggunaan”. Tanjung Malim, Perak: Emeritus Publications
- Riduwan; Buchari Alma, Haji; Akdon. (2006). *Rumus dan data dalam aplikasi statistika: untuk penelitian [administrasi pendidikan-bisnis-pemerintahan-sosial-kebijakan-ekonomi-hukum-manajemen-kesehatan]*. Riduwan, Akdon; pengantar, H. Bambang Suwarno; editor, H. Buchari Alma. Bandung: Alfabeta.
- Sidek, M. N., & Jamaludin A. (2005). *Pembinaan modul: bagaimana membina modul latihan dan modul akademik*. Penerbit Universiti Putra Malaysia, Serdang.
- Soesilo, A., & Munthe, A. P. (2020). Pengembangan Buku Teks Matematika Kelas 8 Dengan Model ADDIE. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 10(3), 231–243.
- Uwamahoro, J., Ndiokubwayo, K., Ralph, M., & Ndayambaje, I. (2021). Physics students’ conceptual understanding of geometric optics: Revisited analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 30(5), 706-718.

**Pembangunan Laman Web Studio Akademi Interferens dan
Kebolehgunaannya dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4**
*Development of the Academic Studio Interference Website and Its Usability Among Form
Four Students*

Ulya Shakirah Jeffry^{1*} & Lilia Ellany Mohtar²

^{1,2}Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900
Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: lilia@fsmpt.upsi.edu.my

Abstrak

Pelajar sering menghadapi miskonsepsi dalam memahami konsep Interferens Gelombang, yang menghalang penguasaan subtopik ini. Kekurangan bahan pembelajaran berasaskan laman web khusus untuk subtopik ini menyukarkan pelajar mengesan miskonsepsi di luar kelas. Seiring dengan keperluan memanfaatkan teknologi dalam pendidikan, platform berasaskan web menawarkan pendekatan berpotensi untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran. Tambahan pula, kaedah pengajaran tradisional sahaja tidak cukup untuk mengesan dan merawat miskonsepsi pelajar, menjadikan penilaian berasaskan web alternatif yang relevan. Kajian ini bertujuan untuk membangunkan Laman Web Studio Akademi Interferens yang mempunyai kesahan tinggi dan menentukan tahap kebolehgunaannya dalam kalangan pelajar Tingkatan 4. Reka bentuk pembangunan laman web ini dibangunkan berdasarkan model ADDIE. Proses kesahan laman web dilaksanakan oleh tiga pakar, manakala kebolehgunaan diuji oleh 43 murid Tingkatan 4 melalui pensampelan mudah. Dua jenis instrumen digunakan, iaitu borang kesahan pakar dan soal selidik kebolehgunaan. Data dianalisis menggunakan formula peratus persetujuan pakar dan analisis skor min. Hasil kajian menunjukkan Laman Web Studio Akademi Interferens mempunyai kesahan tinggi dan tahap kebolehgunaan tinggi. Penilaian pakar dan pandangan murid membuktikan laman web ini berpotensi memberi kesan positif dan memenuhi kriteria pembelajaran berasaskan web yang sesuai untuk mengesan miskonsepsi murid dalam subtopik Interferens Gelombang. Kesimpulannya, laman web ini dapat menjadi pendekatan pembelajaran yang menyeronokkan sambil mengesan dan merawat miskonsepsi murid dalam subtopik ini.

Kata kunci: Pembelajaran Berasaskan Laman Web, Laman Web Studio Akademi Interferens, Interferens Gelombang, miskonsepsi

Abstract

Students often face misconceptions in understanding the concept of Wave Interference, hindering their mastery of this subtopic. The lack of web-based learning materials designed specifically to this subtopic makes it challenging for students to identify misconceptions outside the classroom. In line with the need to leverage technology in education, web-based platforms offer a promising approach to enhance learning experiences. Furthermore, traditional teaching methods alone are insufficient to identify and address students' misconceptions, making web-based assessments a relevant alternative. This study aims to develop the Academic Studio Interference Website with high validity and determine its usability among Form Four students. The website was designed using the ADDIE model. Its validity was evaluated by three experts, while its usability was tested by 43 Form Four students selected through simple random sampling. Two instruments were used: an expert validation form and a usability questionnaire. The data were analyzed using the expert agreement percentage formula and mean score analysis. The findings indicate that the Academic Studio Interference Website has high validity and usability. Expert evaluations and student feedback demonstrate that the website has the potential to deliver positive impacts and meets the criteria for a web-based learning platform suitable for identifying students' misconceptions in the subtopic of Wave Interference. In conclusion, the website offers an engaging learning approach while effectively identifying and addressing students' misconceptions in this subtopic.

Keywords: Web based Learning, Academic Studio Interference Website, Wave Interference, misconception

PENGENALAN

Pendidikan abad ke-21 menekankan integrasi teknologi dalam pengajaran, khususnya dalam mata pelajaran sains seperti fizik. Topik interferens gelombang sering menjadi cabaran kepada pelajar kerana konsepnya yang abstrak dan kompleks. Menurut Susac et al. (2020), walaupun pelajar telah mempelajari topik gelombang, ramai yang masih menghadapi miskonsepsi, terutamanya dalam subtopik Interferens Gelombang. Tambahan pula, masa pengajaran di kelas yang terhad menyukarkan guru untuk mengenal pasti dan membetulkan semua miskonsepsi pelajar dalam mata pelajaran fizik (Perumal et al., 2021).

Miskonsepsi, iaitu pemahaman yang salah atau tidak tepat terhadap sesuatu konsep, boleh menghalang proses pembelajaran yang efektif. Kaedah pembelajaran tradisional tanpa penggunaan teknologi secara optimum didapati kurang berkesan dalam meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep ini. Kajian menunjukkan bahawa penggunaan analogi dalam pembelajaran dapat membantu meremediasi miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman konsep pelajar (Ibrahim & Ahmad, 2023). Namun, pendekatan ini memerlukan masa dan interaksi yang mencukupi antara guru dan pelajar, yang mungkin sukar dicapai dalam masa kelas yang terhad.

Oleh itu, pembangunan pembelajaran berasaskan laman web yang mengenal pasti miskonsepsi melalui kuiz, menyediakan pemulihan menggunakan video penerangan, dan diakhiri dengan ujian diagnostik merupakan satu pendekatan yang berpotensi untuk mengatasi masalah ini. Pendekatan ini membolehkan pelajar belajar mengikut kadar mereka sendiri, mendapatkan maklum balas segera, dan memperkukuh pemahaman mereka melalui sumber pembelajaran yang interaktif dan mudah diakses. Berdasarkan permasalahan yang dinyatakan, objektif kajian ini adalah membangunkan Laman Web Studio Akademi Interferens bagi subtopik Interferens Gelombang Tingkatan 4 dan Menentukan kebolegunaan Laman Web Studio Akademi Interferens dalam kalangan pelajar Tingkatan 4. Melalui pencapaian objektif ini, diharapkan laman web yang dibangunkan dapat menjadi alat bantu pembelajaran yang berkesan, sekaligus mengatasi isu miskonsepsi dan memperbaiki pemahaman pelajar terhadap konsep Interferens Gelombang.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian yang telah digunakan adalah kajian pembangunan berdasarkan langkah-langkah Model ADDIE yang merangkumi lima fasa utama iaitu fasa analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Rajah 1 menunjukkan tangkapan layar Laman Web Studio Akademi Interferens yang dibangunkan.





Rajah 1. Tangkap layar Laman Web Studio Akademi Interferens

Sampel dan Teknik Pensampelan

Sampel kajian ini terdiri daripada 43 orang murid tingkatan empat SMK Agama Tun Perak, Jasin, Melaka. Menurut Roscoe (1975), sampel di antara 30 hingga 500 orang adalah bersesuaian dalam suatu kajian pembangunan. Kajian ini menggunakan kaedah pensampelan mudah bagi menentukan sampel kajian. Menurut Sekaran & Bougie (2021), penggunaan teknik pensampelan mudah membantu dalam mendapatkan akses data yang sedia ada disamping mematuhi ketersediaan responden untuk mengelakkan kekangan masa.

Instrumen Kajian

Instrumen yang digunakan sebagai medium penilaian terhadap kesahan dan tahap kebolegunaan Laman Web Studio Akademi Interferens yang dibangunkan adalah Borang Soal Selidik Kesahan Laman Web Studio Akademi Interferens dan Borang Soal Selidik Kebolegunaan Laman Web Studio Akademi Interferens yang diadaptasi daripada Lund (2001). Borang Soal Selidik Kesahan Laman Web Studio Akademi Interferens diberikan kepada pakar bagi menilai 16 item yang terkandung untuk mengukur kesahan muka dan kandungan bagi Laman Web Studio Akademi Interferens. Manakala untuk Borang Soal Selidik Kebolegunaan Laman Web Studio Akademi Interferens sebanyak 16 item digunakan bagi menilai tahap kebolegunaan Laman Web Studio Akademi Interferens di dalam kalangan murid tingkatan empat sebagai sampel kajian. Kesemua item-item yang diukur di dalam kajian ini menggunakan skala Likert empat mata iaitu Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju dan Sangat Tidak Setuju.

ANALISIS DATA

Data kesahan yang diperolehi dianalisis menggunakan formula Peratusan Persetujuan Pakar yang dicadangkan oleh Sidek & Ahmad (2005) dengan bilangan pakar dan nilai. Nilai Peratusan Persetujuan Pakar dijadikan sebagai suatu interpretasi bagi menentukan sama ada kesahan terhadap laman web ini memperoleh kesahan yang memuaskan atau tidak. Sesebuah produk itu mempunyai kesahan yang tinggi dan memuaskan apabila memperoleh lebih 70% atau 0.70 setelah ditukar kepada bentuk perpuluhan (Sidek dan Ahmad, 2005). Hasil penilaian daripada pakar dikira menggunakan formula peratus persetujuan pakar yang dicadangkan oleh Sidek dan Ahmad (2005).

Tahap kebolegunaan Laman Web Studio Akademi Interferens pula dianalisis secara

statistik deskriptif menggunakan nilai skor min yang diperolehi melalui pola yang terhasil daripada data yang dikumpulkan menggunakan perisian Statistical Package for Social Science (SPSS) versi 27.0. Oleh itu, interpretasi skor min yang dikemukakan oleh Asrul Azmin Masiron (2010) diadaptasikan dalam kajian ini menerusi tafsiran berikut Jadual 1.

Jadual 1. *Tahap Analisis Skor Min* (Asrul Azmin Masiron, 2010)

Pengkelasan Skor Min	Interpretasi Skor Min (Tahap)
1.00 - 1.33	Rendah
1.34 - 2.66	Sederhana
2.67 - 4.00	Tinggi

(Sumber: Asrul Azmin Masiron, 2010)

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kesahan Laman Studio Akademi Interferens

Menurut Mohammad Rahim & Rohany (2020), kesahan dilaksanakan sebagai suatu proses menentukan kesesuaian dan kebolehwakilan item dalam mengukur apa yang hendak diukur oleh penyelidik. Menurut Sidek & Ahmad (2005), sesebuah produk itu mempunyai kesahan yang tinggi dan memuaskan apabila memperoleh lebih 70% atau 0.70 setelah ditukar kepada bentuk perpuluhan. Oleh itu Jadual 2 menunjukkan dapatan bagi kesahan Laman Web Studio Akademi Interferens berdasarkan instrumen Soal Selidik Kesahan Laman Web Studio Akademi Interferens yang digunakan.

Jadual 2. *Nilai peratus persetujuan pakar Kesahan Muka dan Kandungan Laman Web Studio Akademi Interferens*

Peratusan (%)	Kesahan Muka (%)	Kesahan Kandungan (%)
Pakar 1	95	90
Pakar 2	100	100
Pakar 3	100	100
Purata	98	97

Berdasarkan kepada Jadual 2 berikut, kesemua kriteria yang merangkumi kesahan muka dan kesahan kandungan secara keseluruhannya mencatatkan nilai sebanyak 98% dan 97% daripada tiga pakar yang dilantik. Hal ini demikian kerana reka letak dan susun atur kandungan adalah penting dari sudut pedagogi agar murid dapat memahami isi kandungan dengan lebih berkesan dan juga menampakkan antara muka yang dihasilkan kemas, teratur dan konsisten serta memudahkan murid mengesan maklumat di atas antara muka tersebut (Syamsulaini & Sidek, 2021). Oleh itu, Laman Web Studio Akademi yang dibina dalam kajian ini berjaya mencapai kesahan yang memuaskan (Sidek & Ahmad, 2005) sekali gus membuktikan bahawa paparan dan kandungan laman web ini sesuai dilaksanakan kepada murid tingkatan 4.

Kebolehgunaan Laman Web Studio Akademi Interferens

Jadual 3 menunjukkan hasil analisis data nilai purata min bagi semua sub-konstruk dan interpretasi Laman Web Studio Akademi Interferens merangkumi enam konstruk.

Jadual 3. Nilai Purata Min bagi Semua konstruk dan Interpretasi laman web Studio Akademi Interferens

Konstruk	Skor Min	Sisihan Piawai	Interpretasi Skor Min
Kebergunaan	3.72	0.45	Tinggi
Mudah Diguna	3.52	0.51	Tinggi
Mudah Dipelajari	3.64	0.48	Tinggi
Kepuasan	3.63	0.48	Tinggi
Purata	3.63	0.48	Tinggi

Tahap kebolehgunaan murid tingkatan empat bagi topik Gelombang Interferens ditentukan melalui empat konstruk iaitu kebergunaan (nilai min 3.72), Mudah Diguna (nilai min 3.52), Mudah Dipelajari (nilai min 3.64), Kepuasan (nilai min 3.63). Jadual 3 menunjukkan jumlah keseluruhan skor min dan interpretasi skor min bagi kesemua konstruk. Menurut Asrul Azmin Masiron (2010), skala skor min di antara 2.67 hingga 4.00 menunjukkan interpretasi pada tahap yang tinggi. Oleh itu, berdasarkan kepada keputusan analisis berikut, kesemua konstruk kebolehgunaan laman web Studio Akademi Interferens yang diukur secara purata keseluruhannya memperoleh skor min 3.63 iaitu berada dalam lingkungan skor min 2.67 hingga 4.00. Purata keseluruhan min bagi setiap konstruk adalah tinggi menunjukkan bahawa Laman Web Studio Akademi Interferens ini adalah bersesuaian dengan kegunaan pelajar terutamanya bagi mengesan dan merawat miskonsepsi bagi subtopik Interferens Gelombang. Menurut Shariful Hafizi et al. (2019), pengintegrasian pembelajaran berasaskan laman web dalam pendidikan dilihat dapat membantu pelajar mengesan dan merawat miskonsepsi dengan berkesan.

Implikasi Kajian

Kajian ini memberikan implikasi bahawa Laman Web Studio Akademi Interferens ini dapat membantu pelajar mahupun guru dalam mengesan dan merawat miskonsepsi di dalam bilik darjah mahupun di luar bilik darjah. Laman Web Studio Akademi Interferens ini boleh dijadikan sumber ulang kaji pelajar bagi membantu pelajar melakukan pembelajaran sendiri dengan lebih fleksibel di mana dan pada bila-bila masa sahaja. Laman Web Studio Akademi Interferens ini juga dapat membantu guru menjimatkan masa di dalam kelas untuk mengesan miskonsepsi pelajar-pelajar mereka terutama bagi topik Gelombang Interferens ini.

KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, Laman Web Studio Akademi Interferens yang dibangunkan ini terbukti mempunyai kesan yang memuaskan dan kebolehgunaan Laman Web Studio Akademi

Interferens berada pada tahap yang tinggi berdasarkan perspektif murid tingkatan empat. Secara amnya, pembangunan laman web Studio Akademi Interferens ini berjaya dan mencapai kesesuaian yang baik sebagai sebuah inovasi dan bahan bantu mengesan miskonsepsi bagi topik Gelombang Interferens tingkatan 4. Akhir sekali, diharapkan bahawa laman ini berupaya memberikan kemahiran dalam teknologi kepada murid untuk meneroka ilmu fizik dengan lebih produktif bagi memperkembangkan lagi minat dan kefahaman mereka terhadap pembelajaran topik ini.

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat ilahi kerana dengan berkat dan kurniaannya, laporan kajian ini dapat disempurnakan dengan jayanya. Saya ingin mendahulukan dengan memberikan penghargaan yang tidak terhingga kepada Jabatan Fizik FSMT UPSI yang banyak memberikan tunjuk ajar dan bimbingan di sepanjang pelaksanaan kajian ini berlangsung. Ucapan ribuan terima kasih juga saya ucapkan kepada setiap pihak yang banyak membantu di sepanjang persiapan kajian ini yang banyak memberikan dorongan dan inspirasi di dalam menjayakan projek akhir tahun yang penuh bermakna ini. Diharapkan penulisan ini dapat memberikan banyak manfaat khususnya buat pengkaji-pengkaji di masa hadapan.

RUJUKAN

- Agus Suprianto, Farid Ahmadi & Tri Suminar (2019). The Development of Mathematics Mobile Learning Media to Improve Students. *Journal of Primary Education* 8 (1), 84 – 91. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/19641>.
- Asrul Azmin Masiron (2010). Hubungan Antara Personaliti dan Penghargaan Kendiri Pelajar Cemerlang Akademik. *Jurnal Pendidikan Latihan MARA*, 2(1), 65-97. Retrieved from https://www.academia.edu/download/45044484/Jilid_2_Bil_1_Jun_2010_-_Hubungan_Antara_Personaliti_Penghargaan_Kendiri_Pelajar_Ce.pdf.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying The Rasch Model Fundamental Measurement in the Human Sciences*. (Routledge & T. & F. Group, Eds.) (Third Edit). New York & London.
- Box, G. E. P., & Jenkins, J. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control*. Holden-Day, San Francisco, CA.
- Lund, A.M.(2001) Measuring Usability with the USE Questionnaire. *STC Newsletter*, 8:2 <https://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=USE>
- Mohammad Rahim, K. & Rohany N.(2020). Kesahan Kandungan dan Muka. *Teknik Kesahan dan Kebolehpercayaan Alat Ujian Psikologi*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2021). *Research methods for business: A skill building approach* (8th ed.). Wiley.
- Sidek M. N. & Ahmad J. (2005). *Pembinaan Modul: Bagaimana Membina Modul Latihan dan Modul Akademik*. Serdang: Penerbit Universiti Putra Malaysia.
- Shariful Hafizi, M. H., Kamarul Shukri, M. T., & Norzehan, A. K. (2019). Gamifikasi dalam pendidikan: Satu kajian literatur. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 32, 91–106. <https://journal.unisza.edu.my/apj/index.php/apj/article/view/25>
- Susac, A., Planinic, M., Bubic, A., Jelacic, K., Ivanjek, L., Cvenic, K. M., & Palmovic, M. (2021). Effect of students' investigative experiments on students' recognition of interference and diffraction patterns: An eye-tracking study. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 010110. <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.17.010110>.
- Syamsulaini & Sidek M. (2021). Keberkesanan penggunaan aplikasi pembelajaran interaktif dalam meningkatkan motivasi serta pencapaian pelajar dalam mata pelajaran Fizik. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities* (MJSSH), 6(4), 123-133. <https://msocialsciences.com/index.php/mjssh/article/download/2469/1813>
- Perumal, J., Rahman, S., & Surat, S. (2021). Hubungan Pendedahan Teknologi dengan Sikap Pelajar. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 3(3), 83-91. <http://myjms.mohe.gov.my/index.php/jdpd>
- Ibrahim, S., & Ahmad, N. (2023). Integrating interactive learning approaches in physics education. *Jurnal Pendidikan Fizik*, 16(1), 98-110. DOI:10.1234/jpf.2023.78901

**Pembangunan Papan Permainan Pusingan Haba Sebagai Bahan
Pentaksiran dan Kebolehgunaannya dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4**
*Development of Papan Permainan Pusingan Haba As Assessment Material and Usability
among Form 4 Students*

Iwani Syahirah Azman^{1*} & Lilia Ellany Mohtar²

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: lilia@fsmpt.upsi.edu.my

Abstrak

Kajian ini dijalankan bagi mengatasi masalah miskonsepsi yang dihadapi pelajar mengenai topik Haba dan juga pentaksiran di sekolah dilaksanakan tidak menarik. Kajian ini bertujuan untuk membangunkan Papan Permainan Pusingan Haba serta menentukan tahap kebolehgunaannya dalam kalangan pelajar tingkatan 4. Dua instrumen digunakan iaitu borang kesahan pakar dan juga borang soal selidik kebolehgunaan. Reka bentuk kajian adalah reka bentuk kajian pembangunan. Teknik pensampelan yang digunakan adalah teknik pensampelan rawak mudah bagi menetapkan sekolah dan pensampelan kelompok digunakan bagi memilih sampel iaitu melibatkan 56 orang pelajar fizik tingkatan 4 dari dua kelas. Tiga pakar dilantik bagi membuat kesahan terhadap Papan Permainan Pusingan Haba. Peratus persetujuan pakar digunakan bagi menganalisis data kesahan Papan Permainan Pusingan Haba dan purata peratus persetujuan pakar bagi kesahan muka adalah 96.67% dan kesahan kandungan adalah 85%. Bagi tahap kebolehgunaan, data dianalisis secara analisis statistik deskriptif. Dapatan kajian bagi tahap kebolehgunaan telah menunjukkan nilai min yang diperoleh pada tahap tinggi berdasarkan interpretasi skor min bagi setiap konstruk iaitu bagi konstruk kebergunaan (min=3.94, sisihan piawai=0.25), mudah digunakan (min=3.92, sisihan piawai=0.28), mudah dipelajari (min=3.92, sisihan piawai=0.29) dan kepuasan (min=3.89, sisihan piawai=0.33). Implikasi kajian adalah bagi membantu pelajar untuk mengatasi miskonsepsi yang dialami oleh pelajar menerusi pentaksiran berkonsepkan permainan. Kesimpulannya, Papan Permainan Pusingan Haba mencatat purata peratus persetujuan kesahan pakar dan tahap kebolehgunaan yang tinggi.

Kata kunci: Papan Permainan Pusingan Haba, Kebolehgunaan, Miskonsepsi, Kesahan pakar, Pelajar Tingkatan 4, Topik Haba.

Abstract

This study was conducted to overcome the misconceptions on Heat topic among students and also the assessment in school was not interesting. This study aims to develop 'Papan Permainan Pusingan Haba' and determine the level of its usability among form 4 students. Two instruments were used which are the expert validity form and the usability questionnaire form. The study design is developmental study. The sampling technique used is a simple random sampling technique to determine the school and cluster sampling technique is used to select the sample which involves 56 students in form 4 from two classes. Three experts were appointed to validate the 'Papan Permainan Pusingan Haba'. The percentage of agreement is used to analyze validity data of 'Papan Permainan Pusingan Haba' and the percentage of agreement for face validity is 96.67% and for the content is 85%. For the level of usability, the data is analyzed by descriptive statistic analysis. The research findings for the level of usability have shown the mean value obtained at high level based on the interpretation of the mean score for each construct, which is for the construct of usefulness (mean=3.94, standard deviation=0.25), ease of use (mean=3.92, standard deviation=0.28), ease of learning (mean=3.92, standard deviation=0.29) and satisfaction (mean=3.89, standard deviation=0.33). The implication of the study is it can help students to overcome misconceptions experienced by students through this game-based assessment. In conclusion, 'Papan Permainan Pusingan Haba' recorded a high percentage of expert validity and a high level of usability.

Keywords: Heat Round Game Board, Usability, Misconceptions, Expert Validity, Form 4 students, Heat topic.

PENGENALAN

Fizik merupakan mata pelajaran yang tergolong dalam pendidikan di Malaysia. Mata pelajaran fizik merupakan subjek yang penting dalam bidang Sains dan Matematik yang wajib diambil oleh pelajar-pelajar aliran sains. Fizik dianggap susah kerana pelajar perlu melibatkan formula yang kompleks dan juga konsep yang sukar untuk difahami (Wibowo et al., 2020). Kesukaran dalam mata pelajaran fizik telah menyebabkan pelajar menghadapi masalah miskonsepsi terutamanya bagi topik Haba Tingkatan 4. Pelajar masih lagi menghadapi masalah miskonsepsi walaupun pengetahuan tentang konsep haba telah ada dalam fikiran mereka (Rohayu et al., 2021). Kebanyakan pelajar salah faham tentang sesuatu fenomena atau kejadian yang berlaku di sekeliling mereka yang melibatkan topik haba dan antara miskonsepsi pelajar adalah mereka menganggap bahawa haba dan suhu adalah sama. Selain itu, pelajar juga menghadapi salah faham tentang keseimbangan terma, di mana suhu yang berpindah apabila dua objek bersentuhan secara terma (Fenditasari & Istiyono, 2020). Di samping itu, pelajar menghadapi salah konsep untuk menerangkan perbezaan Muatan Haba Tentu bagi sesuatu objek (Putri et al., 2019).

Berdasarkan kajian-kajian lepas mengenai topik Haba. Untuk mengesan masalah miskonsepsi pelajar adalah dengan menggunakan kaedah *four-tier diagnostic test* (Fenditasari & Istiyono, 2020). Kajian ini menggunakan *four-tier diagnostic test* untuk mengesan miskonsepsi yang dihadapi oleh pelajar namun tiada tindakan lanjut yang dilakukan bagi merawat miskonsepsi yang dikesan. Tanpa tindakan lanjut, salah faham yang dihadapi oleh pelajar ini boleh berterusan dalam jangka masa yang panjang. Selain itu, kartun konsep juga salah satu kaedah yang digunakan untuk mengesan miskonsepsi dalam kalangan pelajar tentang topik haba (Rohayu et al., 2021). Oleh yang demikian, pengkaji telah mengubah kaedah yang boleh digunakan bukan sahaja untuk mengesan malah boleh merawat miskonsepsi pelajar dengan menggunakan Papan Permainan Pusingan Haba.

Selain itu, masalah yang dihadapi oleh pelajar pada hari ini adalah proses pelaksanaan pentaksiran dilaksanakan oleh guru di dalam kelas tidak menarik (Mahat et al., 2021). Pentaksiran adalah merupakan salah satu komponen yang penting dalam proses Pengajaran dan Pembelajaran. Pentaksiran penting untuk menilai kefahaman pelajar. Oleh itu, keberkesanan pentaksiran adalah bergantung kepada pengetahuan guru tentang kaedah dan cara pelaksanaan pentaksiran itu dijalankan (Faudzi & Ahmad, 2022). Kebanyakan guru hari ini hanya menggunakan pentaksiran secara lisan, pentaksiran secara bertulis dan juga pentaksiran secara pemerhatian dalam PdP (Saliman & Mahamod, 2023). Oleh itu, kaedah pentaksiran yang digunakan oleh guru dianggap kurang menarik yang mana pelajar menjadi tidak bermotivasi untuk belajar dan mengulangkaji kandungan pembelajaran mata pelajaran fizik.

Berdasarkan kajian Cardinot dan Fairfield (2022) yang mengkaji tentang penggunaan permainan dalam pembelajaran. Kajian ini memberikan banyak kelebihan antaranya permainan yang dibangunkan menggalakkan penglibatan aktif pelajar dalam proses Pengajaran dan Pembelajaran (PdP). Pelajar terlibat secara aktif terutamanya ketika menjawab soalan yang disediakan dalam permainan tersebut. Namun begitu, kajian ini mempunyai kelompongan iaitu soalan-soalan yang digunakan dalam permainan yang dibangunkan adalah berdasarkan enam aras Taksonomi Bloom iaitu mengingat, memahami, mengaplikasi, menganalisis, menilai dan juga mencipta. Soalan-soalan mengikut Taksonomi Bloom dapat membenarkan suatu rancangan pembelajaran yang lebih tersusun dan teratur dari konsep asas ke pemahaman aras tinggi. Namun begitu, permainan ini tidak berfokuskan masalah miskonsepsi dalam kalangan

pelajar. Oleh itu, pengkaji akan menjalankan satu kajian tentang pembangunan Papan Permainan Pusingan Haba yang memfokuskan soalan-soalan miskonsepsi yang biasa dialami oleh pelajar yang perlu dirawat dan diatasi.

Selain itu, berdasarkan kajian yang dijalankan oleh Gaviño dan Aliazas (2024) yang juga mengkaji tentang permainan dalam pembelajaran. Kajian ini mendatangkan kesan yang positif iaitu permainan digital yang dibangunkan dapat meningkatkan kemahiran berfikir dan mengasah kemahiran penyelesaian masalah dalam diri pelajar. Walaubagaimanapun, kajian ini juga mempunyai kekurangan iaitu pembelajaran menggunakan permainan secara digital tidak sesuai digunakan dalam sesi (PdP) kerana permainan secara digital memerlukan pelajar untuk menggunakan peranti mudah alih seperti telefon pintar, komputer riba dan juga komputer. Selain itu, permainan ini juga memerlukan akses kepada Internet. Oleh yang demikian, penggunaan permainan digital di dalam kelas adalah tidak bersesuaian untuk sekolah yang tiada kemudahan.

Sehubungan dengan itu, pengkaji melakukan satu pendekatan bagi mengatasi masalah-masalah ini, iaitu dengan menjalankan satu kajian di mana kajian ini adalah melibatkan kajian pembangunan Papan Permainan Pusingan Haba sebagai Bahan Pentaksiran dan Kebolehgunaannya dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

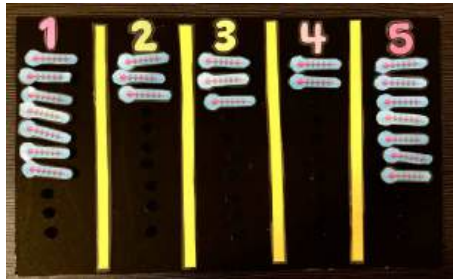
Reka bentuk kajian yang digunakan bagi kajian ini adalah reka bentuk kajian pembangunan dan menggunakan model reka bentuk ADDIE untuk menghasilkan satu produk inovasi iaitu Papan Permainan Pusingan Haba.



Rajah 1. Papan Permainan Pusingan Haba

Rajah 2. Flashcard Soalan

Rajah 3. Flashcard Jawapan



Rajah 4. Batang Pintar

GILIRAN KUMPULAN : _____		
NAMA KUMPULAN : _____		
SUB TOPIK:	NOMBOR SOALAN:	JAWAPAN:
SUB TOPIK:	NOMBOR SOALAN:	JAWAPAN:

Rajah 5. Papan Ganjaran

Peraturan
Papan Permainan Pusingan Haba

- Bentukkan kumpulan yang terdiri daripada:
Minimum - 3 orang
Maksimum - 7 orang
- Papan Permainan Pusingan Haba mempunyai empat warna yang berbeza di mana warna ini mewakili subtopik tersebut:
1. ■ Keselimbangan Termal 3. ■ Mekanik Gas
2. ■ Muatan Haba Tentera 4. ■ Haba Pandam Tentera
- Setiap kumpulan perlu memusingkan papan permainan sebanyak 2 kali untuk mendapat 2 soalan.
- Jika kumpulan pelajar mendapat 2 kotak warna yang sama, pelajar perlu membaca arahan pada Kad Peluang.

KAD PELUANG

Kumpulan anda diberikan peluang untuk menjawab soalan yang berkaitan dengan topik tersebut.

- Setelah kumpulan pelajar memperoleh 2 kotak warna, set kad soalan diberikan kepada wakil kumpulan.
- Setiap kumpulan diberikan masa 2 minit untuk menjawab 2 soalan tersebut.

Rajah 6. Kertas Jawapan

Jawapan perlu ditulis pada kertas yang disediakan.

Setelah tamat 2 minit, wakil kumpulan perlu mengangkat Batang Pintar yang diberikan bagi mewakili pilihan jawapan.

A

B

C

D

- Guru menyemak jawapan setiap kumpulan berdasarkan Batang Pintar.
- Kumpulan yang betul diberikan satu lencana untuk satu jawapan yang betul. Lencana adalah seperti berikut:

- Langkah diatas diulang bagi kumpulan yang seterusnya.
- Setelah permainan tamat, guru mengedarkan set kad jawapan untuk setiap soalan.
- Guru membincangkan soalan yang terdapat dalam permainan dengan menunjuk set kad jawapan bagi membatalkan misfahaman pelajar.
- Kumpulan yang mempunyai paling banyak lencana diberikan hadiah.

Rajah 7. Peraturan Papan Permainan Pusingan Haba

Populasi Kajian, Sampel Kajian dan Teknik Pensampelan

Populasi dapat ditakrifkan sebagai kumpulan sasaran yang ingin dikaji oleh penyelidik (Firmansyah, 2022). Populasi bagi kajian ini adalah melibatkan 119 orang pelajar fizik daripada sebuah sekolah menengah di Ketereh. Sekolah ini merupakan salah satu sekolah di daerah Ketereh. Teknik pensampelan yang digunakan bagi menetapkan sekolah adalah melibatkan teknik sampel rawak mudah. Teknik sampel rawak mudah ini dipilih kerana bagi mengelakkan bias dalam pemilihan sampel kajian, setiap pelajar tingkatan 4 fizik dari sekolah menengah di daerah Ketereh memiliki peluang yang sama untuk dipilih sebagai sampel kajian. Aplikasi *Wheels Of Name* digunakan untuk membuat satu cabutan bagi memilih satu sekolah di antara 13 buah sekolah di daerah Ketereh.

Satu sekolah berjaya dipilih hasil daripada cabutan. Setelah membuat penetapan sekolah, teknik pensampelan kelompok digunakan bagi menentukan sampel yang terlibat dalam kajian. Pengkaji telah membahagikan pelajar tingkatan 4 fizik secara kelompok mengikut kelas. Di sekolah tersebut, terdapat empat buah kelas yang pelajarannya mengambil mata pelajaran fizik. Untuk menentukan kelas yang dipilih, pengkaji telah membuat dua cabutan dengan

menggunakan empat biji bola yang dilabelkan nama kelas dan diletakkan dalam satu bekas. Pelajar dari dua kelas yang terdiri daripada 56 orang pelajar dijadikan sebagai sampel bagi kajian. Pemilihan sampel kajian yang sesuai digunakan oleh penyelidik adalah sekurang-kurang 30 orang dan sampel adalah tidak melebihi 500 orang (Alwi, 2015).

Instrumen Kajian

Kajian ini menggunakan satu instrumen iaitu borang soal selidik kebolehgunaan. Untuk borang soal selidik kebolehgunaan, terdapat 17 item yang digunakan. Item-item ini diadaptasi daripada *The Usefulness, Satisfaction, Ease of learning and Ease of Use Questionnaire* (Lund, 2001). Terdapat empat item bagi konstruk kebergunaan, mudah digunakan, mudah dipelajari dan lima item digunakan bagi konstruk kepuasan.

Analisis Data

Peratus persetujuan pakar digunakan bagi menganalisis kesahan muka dan kandungan bagi instrumen soal selidik kebolehgunaan dan juga Papan Permainan Pusingan Haba. Kesahan telah dilakukan melibatkan tiga orang pakar. Dua orang pensyarah di Jabatan Fizik dan seorang guru Fizik yang berpengalaman dilantik sebagai pakar.

Tahap kebolehgunaan Papan Permainan Pusingan Haba diperoleh daripada instrumen soal selidik kebolehgunaan yang terdiri daripada empat konstruk iaitu kebergunaan, mudah digunakan, mudah dipelajari dan kepuasan. Instrumen soal selidik kebolehgunaan ini diedarkan kepada 56 orang pelajar fizik bagi menganalisis tahap kebolehgunaan Papan Permainan Pusingan Haba. Data ini dianalisis secara deskriptif bagi memperoleh nilai min dan sisihan piawai dengan menggunakan Statistical Package for the Social Science (SPSS) versi 27.0. Perisian ini digunakan untuk memperoleh nilai skor min dan juga sisihan piawai. Skor min yang telah dianalisis dibandingkan dengan interpretasi skor min.

Jadual 1. *Interpretasi skor min skala Likert bagi empat mata (Riduwan, 2012)*

Skala bagi Skor Min	Interpretasi Skor Min
1.00 - 1.50	Kurang kaitan
1.51 - 2.50	Rendah
2.51 - 3.50	Sederhana
3.51 - 4.00	Tinggi

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Analisis Kesahan Papan Permainan Pusingan Haba

Jadual 2 menunjukkan purata peratus persetujuan pakar terhadap Papan Permainan Pusingan Haba. Hasil dapatan daripada kesahan yang dijalankan mendapati bahawa purata peratus persetujuan pakar bagi kesahan muka terhadap Papan Permainan Pusingan Haba adalah sebanyak 96.67% manakala nilai purata peratus persetujuan kesahan kandungan yang diperoleh adalah 85%. Oleh itu, peratusan yang berjaya mencapai purata kesahan melebihi 70% dianggap

sudah menguasai dan juga telah berjaya memperolehi pencapaian yang tinggi (Sidek & Jamaludin, 2005).

Jadual 2. *Purata peratus persetujuan pakar papan permainan pusingan haba*

Pakar	Kesahan Muka Papan Permainan Pusingan Haba (%)	Kesahan Kandungan Permainan Pusingan Haba (%)
Pakar 1	95	100
Pakar 2	100	80
Pakar 3	95	75
Purata	96.67	85

Papan Permainan Pusingan Haba memperolehi purata peratus persetujuan pakar yang tinggi kerana Papan Permainan Pusingan Haba mengaplikasikan teori behaviorisme di mana, permainan ini ada menggunakan sistem ganjaran lencana. Sistem ganjaran adalah merupakan satu bentuk peneguhan positif dalam teori behaviorisme. Berdasarkan teori behaviorisme, peneguhan positif ini dapat mempengaruhi tingkah laku seseorang (Nasir et al., 2023). Oleh itu, pelajar menunjukkan perubahan tingkah laku dengan melibatkan diri dalam pembelajaran dan sebuah pentaksiran yang menarik dapat diwujudkan.

Analisis Kesahan Instrumen Soal Selidik Kebolehgunaan

Kesahan muka bagi instrumen soal selidik kebolehgunaan berjaya memperolehi purata peratus persetujuan pakar sebanyak 95% dan kesahan kandungan adalah 86.27%. Jadual 3 menunjukkan purata peratus persetujuan kesahan pakar bagi instrumen soal selidik kebolehgunaan. Instrumen soal selidik kebolehgunaan boleh digunakan bagi meneruskan kajian ini kerana telah memperolehi purata peratus persetujuan pakar yang melebihi 70%.

Jadual 3. *Purata Peratus Persetujuan Pakar Instrumen Soal Selidik Kebolehgunaan*

Pakar	Kesahan Muka Instrumen Soal Selidik Kebolehgunaan (%)	Kesahan Kandungan Instrumen Soal Selidik Kebolehgunaan (%)
Pakar 1	100	91.18
Pakar 2	100	86.76
Pakar 3	85	80.88
Purata	95	86.27

Analisis Tahap Kebolehgunaan Papan Permainan Pusingan Haba

Jadual 4 menunjukkan tahap kebolehgunaan Papan Permainan Pusingan Haba. Berdasarkan analisis kebolehgunaan yang diperolehi telah mendapati bahawa purata min bagi empat konstruk iaitu kebergunaan (min=3.94, sisihan piawai=0.25), mudah digunakan (min= 3.92, sisihan piawai=0.28), mudah dipelajari (min=3.92, sisihan piawai=0.29) dan kepuasan (min=3.89,

sisihan piawai=0.33). Menurut Riduwan (2012) skor min dengan nilainya melebihi daripada 3.5 mempunyai interpretasi yang tinggi. Jadi, keempat konstruk ini telah memperolehi interpretasi skor min yang tinggi.

Jadual 4. Tahap kebolegunaan papan permainan pusingan haba

Sub Konstruk	Bitangan item	Min	Sisihan Piawai	Interpretasi Skor Min
Kebergunaan	4	3.94	0.25	Tinggi
Mudah digunakan	4	3.92	0.28	Tinggi
Mudah dipelajari	4	3.92	0.29	Tinggi
Kepuasan	5	3.89	0.33	Tinggi
Purata	17	3.92	0.29	Tinggi

Hasil daripada dapatan kajian telah menunjukkan bahawa Papan Permainan Pusingan Haba mempunyai tahap kebolegunaan yang tinggi bagi konstruk Kebergunaan (min=3.94, sisihan piawai=0.25). Dalam sub konstruk kebergunaan, item B2 memperoleh nilai min yang tertinggi (min=3.95, sisihan piawai=0.23). Hal ini demikian kerana penglibatan pelajar dalam permainan membantu mereka untuk menangani masalah miskonsepsi (Belova & Zowada, 2020). Seterusnya, pentaksiran secara gamifikasi merupakan pentaksiran sebagai pembelajaran di mana pentaksiran ini mempunyai perkaitan dengan teori konstruktivisme iaitu menekankan penglibatan aktif pelajar dalam membina pengetahuan. Permainan ini juga mengaplikasikan teori konstruktivisme di mana teori ini menekankan bahawa seseorang itu dapat membina pengetahuan baharu dengan menggunakan pengetahuan yang mereka sedia ada (Saputro & Pakpahan, 2021). Oleh yang demikian, pelajar telah mempunyai pengetahuan yang sedia ada tentang topik haba. Namun, setelah melibatkan diri dalam permainan ini, satu pengetahuan yang relevan dapat dibangunkan setelah pengetahuan sedia ada pelajar diselaraskan dengan pengetahuan baharu yang diperolehi daripada permainan ini.

Selain itu, tahap kebolegunaan Papan Permainan Pusingan Haba bagi konstruk mudah digunakan juga adalah tinggi (min=3.92, sisihan piawai 0.28). Dalam konstruk ini, item G1 mencatat nilai min yang tinggi iaitu min=3.95. Ramai pelajar bersetuju bahawa Papan Permainan Pusingan Haba ini mudah digunakan. Novela dan Muryanti (2023) menyatakan bahawa pelajar tidak menghadapi kesukaran untuk menggunakan permainan roda kerana pelajar sudah terbiasa dengan permainan ini. Oleh yang demikian, berdasarkan analisis nilai min dan sisihan piawai, tahap kebolegunaan bagi konstruk mudah digunakan ini menunjukkan tahap kebolegunaan yang tinggi.

Seterusnya, bagi konstruk mudah dipelajari menunjukkan tahap kebolegunaan yang tinggi (min=3.92, sisihan piawai=0.29). Item P3 menunjukkan nilai min yang tertinggi iaitu min=3.98. Hal ini demikian kerana, pelajar bersetuju bahawa cara menggunakan Papan Permainan Pusingan Haba adalah mudah dan mereka cepat mahir menggunakan Papan Permainan Pusingan Haba ini. Menurut Wahid (2020) menyatakan bahawa permainan yang mempunyai peraturan permainan mudah difahami dapat menghasilkan satu permainan yang berkesan. Oleh itu, tahap kebolegunaan bagi sub konstruk mudah dipelajari ini telah berjaya mencatat tahap kebolegunaan yang tinggi.

Di samping itu, dapatan kajian bagi konstruk yang terakhir iaitu kepuasan menunjukkan tahap

kebolegunaan yang tinggi ($\text{min}=3.89$, sisihan piawai= 0.33). Terdapat lima item di bawah konstruk ini dan item S6 mencatat nilai min yang tinggi iaitu $\text{min}=3.96$. Hal ini demikian kerana, ramai pelajar bersetuju bahawa Papan Permainan Pusingan Haba ini selesa digunakan. Penggunaan permainan yang selesa digunakan dalam PdP dapat membantu dalam menghasilkan PdP yang berkesan (Anuar, 2024). Selain itu, item S2 juga memperoleh nilai min yang tinggi iaitu $\text{min}=3.93$. Menurut Chong (2022) menyatakan bahawa permainan yang menyediakan pengalaman pembelajaran yang aktif dan juga menyeronokkan memberikan kesan yang positif kepada pelajar. Jelaslah bahawa Papan Permainan Pusingan Haba dapat memberikan kepuasan kepada pelajar berdasarkan nilai min dan sisihan piawai yang diperolehi.

Implikasi

Papan Permainan Pusingan Haba ini memberikan impak yang signifikan dalam pembelajaran fizik terutamanya dapat membantu pelajar mengenal pasti dan juga merawat miskonsepsi mengenai topik Haba dengan menggunakan *flashcard* yang mengandungi soalan-soalan miskonsepsi dan *flashcard* yang mengandungi jawapan serta nota ringkas yang digunakan untuk merawat miskonsepsi pelajar. Tambahan pula permainan ini juga membolehkan guru untuk mengenal pasti salah faham yang dihadapi oleh pelajarinya.

Seterusnya, Papan Permainan Pusingan Haba memberikan peluang kepada pelajar untuk belajar melalui pengalaman. Pembelajaran melalui pengalaman memberikan satu pembelajaran yang lebih aktif bukan sahaja pelajar perlu belajar dengan hanya membaca buku sahaja. Pembelajaran menggunakan permainan juga menawarkan satu pengalaman yang berkesan. Ini kerana, permainan membolehkan pelajar mengingat dan juga memahami konsep terutamanya semasa mereka melakukan kesalahan ketika menjawab soalan dan kesalahan tersebut telah diperbetulkan oleh guru. Jelaslah bahawa kajian Pembangunan Papan Permainan Pusingan Haba memberikan implikasi yang besar kepada pengguna.

KESIMPULAN

Papan Permainan Pusingan Haba telah berjaya dibangunkan serta kajian ini dijalankan bagi menguji tahap kebolegunaan dalam kalangan pelajar tingkatan 4. Permainan ini dibangunkan adalah berpandukan oleh reka bentuk ADDIE. Reka bentuk ini mempunyai lima fasa iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Permainan ini telah memperoleh nilai peratusan persetujuan pakar yang tinggi iaitu 96.67% bagi kesahan muka dan 85% bagi kesahan kandungan.

Seterusnya, Papan Permainan Pusingan Haba telah diuji tahap kebolehgunaannya terhadap 56 orang pelajar tingkatan 4. Tahap kebolegunaan ini diukur menggunakan borang soal selidik kebolegunaan yang terdiri daripada empat konstruk iaitu kebergunaan, mudah digunakan, mudah dipelajari dan juga kepuasan. Hasil daripada analisis dapatan kajian telah menunjukkan bahawa tahap kebolegunaan Papan Permainan Pusingan Haba ini adalah tinggi. Justeru itu, objektif bagi kajian Pembangunan Papan Permainan Pusingan Haba sebagai Bahan Pentaksiran dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4 telah mencapai objektif kajian yang ditetapkan oleh pengkaji.

PENGHARGAAN

Penghargaan diberikan kepada pensyarah-pensyarah di jabatan Fizik di atas kerjasama, perkongsian maklumat serta idea dan juga tunjuk ajar yang telah diberikan. Penghargaan turut diberikan kepada guru-guru dan pelajar-pelajar Tingkatan 4 Fizik yang menyertai kajian ini kerana telah memberikan kerjasama yang baik kepada saya sepanjang kajian dijalankan.

RUJUKAN

- Alwi, I. (2015). Kriteria empirik dalam menentukan ukuran sampel pada pengujian hipotesis statistika dan analisis butir. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(2), 140–148.
- Anuar, A. I., & Leh, F. C. (2024). Kefahaman, pendekatan dan impak pengajaran guru pelatih Geografi UPSI melalui pembelajaran berasaskan permainan (GBL). *Geografi*, 12(1), 2462-2400.
- Belova, N., dan Zowada, C. (2020). Innovating higher education via game-based learning on misconceptions. *Education Sciences*, 10(9), 221. <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/9/221>
- Chong, L., Kamarulzaman, N. F., & Sukri, N. R. (2024). Persepsi pelajar semester dua Diploma Kejuruteraan Mekatronik di Politeknik Sultan Azlan Shah Terhadap Pelaksanaan Pembelajaran dan Pengajaran (PdP) Pengaturcaraan C Menggunakan Kaedah Gamifikasi. *Technical and Vocational Education International Journal (TAVEIJ)*, 4(1), 69-77. <https://mand-ycmm.org/index.php/taveij/article/view/619>
- Cardinot, A., & Fairfield, J. A. (2022). Game-based learning to engage students with physics and astronomy using a board game. In Research Anthology on Developments in Gamification and Game-Based Learning. <https://www.igi-global.com/chapter/game-based-learning-to-engage-students-with-physics-and-astronomy-using-a-board-game/293677>
- Fenditasari, K., & Istiyono, E. (2020). Identification of misconceptions on heat and temperature among physics education students using four-tier diagnostic test. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1(1470), 1-12. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1470/1/012055/meta>
- Faudzi, N. H. M., & Ahmad, A. (2022). Kesediaan guru sejarah melaksanakan pentaksiran bilik darjah dalam pengajaran dan pembelajaran. In International Conference on Business Studies and Education (ICBE), March. <https://www.icbe.my/wp-content/uploads/2022/04/Manuscript-ICBE-Nurul-Huda-1-2.pdf>
- Gaviño, M., & Aliazas, J. V. (2024). Physics quest: Digital game-based lessons for seventh grade. *IJSART*, 10(6), 82-93. <https://philpapers.org/rec/GAVPQD>
- Mahat, H., Anuar, N. A., Hashim, M., Nayan, N., & Saleh, Y. (2021). Pelaksanaan pentaksiran pembelajaran dan pemudahcaraan (PDPC) berasaskan teknologi di sekolah. *E-Jurnal Penyelidikan Dan Inovasi*, 8(1) 1-24. <https://ejpi.kuis.edu.my/index.php/ejpi/article/view/1>
- Nasir, S. N. A., Halim, H. A., Kamaruddin, R., & Yahaya, A. S. (2023). Sebutan kosa kata bahasa pertama kanak-kanak speech delay melalui analisis linguistik klinikal: First language vocabulary pronunciation of speech delay children through clinical linguistics analysis. *International Journal of Language Education and Applied Linguistics*, 13(2), 83-93. <https://journal.ump.edu.my/ijleal/article/view/8517>
- Novela, D. J., & Muryanti, E. (2023). The effectiveness of spinning wheel games in introducing english vocabulary in children in kindergarten. *Atthufulah: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(2), 63-68. <https://www.journal.ibrahimy.ac.id/index.php/Atthufulah/article/view/2858>
- Putri, S. M. Z., Cari, C., & Sunarno, W. (2019). Analysis of analytical thinking and misconceptions on the concepts of heat and temperature on physics students. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1(1233), 1- 8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1233/1/012031/meta>
- Rohayu, S. H., Puspitasari, I., & Mohtar, L. E. (2021). Ciri kefahaman pelajar sekolah menengah atas negeri menggunakan teknik kartun konsep dalam topik haba. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 9(2), 33-42. <http://ojs.upsi.edu.my/index.php/JSML/article/view/5207>
- Riduwan. (2012). Skala pengukuran variable-variable: Penelitian. Alfabeta, Bandung. Seri Lanang Jaya Haji.
- Rohani (1996) Orientasi Komunikatif dalam Pengajaran dan Pembelajaran (Doctoral dissertation, Tesis Sarjana Pendidikan UKM).
- Saputro, M. N. A., & Pakpahan, P. L. (2021). Mengukur keefektifan teori konstruktivisme dalam pembelajaran. *Journal of Education and Instruction (JOEAI)*, 4(1), 24-39. <https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/JOEAI/article/view/2151>
- Saliman, F., & Mahamod, Z. (2023). Amalan guru bahasa melayu di SKM dalam merancang pentaksiran menggunakan pendekatan pembelajaran terbeza. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(4), 204-217. <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/jdspd/article/view/21143>
- Wibowo, F. C., Budi, E., Sanjaya, L. A., Darman, D. R., Sumantri, M. S., & Robby, D. K. (2020). Development of the innovative smart orbital (ISO) medium to improve the cognitive skills on the heat transfer concept.

International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 19(5), 141-152.
<http://www.ijlter.myres.net/index.php/ijlter/article/view/335>

Wahid, R. (2020). Keberkesanan pembelajaran berasaskan permainan dalam kalangan pelajar Institusi Pengajian Tinggi. *Journal of Education and Social Sciences*, 16(1), 9-13. <https://www.jesoc.com/wp-content/uploads/2020/12/JESOC16-007.pdf>

**JABATAN FIZIK
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS
35900 TANJONG MALIM
PERAK**

e ISBN 978-629-495-258-4



PENERBIT UPSI

(online)