

**PEMBANGUNAN BAHAN PEMBELAJARAN KENDIRI BERASASKAN  
KECERDASAN BUATAN BAGI TOPIK HABA DALAM KALANGAN  
MURID TINGKATAN EMPAT: ANALISIS KEPERLUAN  
BERDASARKAN PERSEPSI GURU**

*Development of Artificial Intelligence Based Personalized Learning Materials for the Topic of Heat Among Form Four Students: A Needs Analysis Based on Teachers' Perception*

**Muhammad Syarifuddin Abd Razak<sup>1</sup>, Suriani Abu Bakar<sup>1,2\*</sup>, Anis Nazihah Mat Daud<sup>1</sup>,  
Nurazreen Mohd Ghazali<sup>1</sup>, Azzam Abu Bakar<sup>1</sup>, Hamdan Hadi Kusuma<sup>3</sup> dan Silvi Yulia  
Sari<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,  
35900 Tanjung Malim, Perak, Malaysia.

<sup>2</sup>Pusat Penyelidikan Nanoteknologi, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan  
Sultan Idris, 35900 Tanjung Malim, Perak, Malaysia.

<sup>3</sup>Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri  
Walisongo Semarang, Semarang, Indonesia

<sup>4</sup>Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri  
Padang, Jalan Hamka, Padang, Sumatera Barat, 25131, Indonesia.

\*Corresponding author: suriani@fsmpt.upsi.edu.my

**Published:** 24 Oktober 2024

**To cite this article (APA):** Razak, M. S. A., Suriani, A. B., Daud, A. N. M., Ghazali, N. M., Azzam, A. B., Kusuma, H. H., & Sari, S. Y. (2024). Development of Artificial Intelligence Based Personalized Learning Materials for the Topic of Heat Among Form Four Students: A Needs Analysis Based on Teachers' Perception. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 17(2), 32–51. <https://doi.org/10.37134/bitara.vol17.2.4.2024>

**To link to this article:** <https://doi.org/10.37134/bitara.vol17.2.4.2024>

## **ABSTRAK**

Kecerdasan Buatan (AI) telah berkembang dengan pesat dan menawarkan pelbagai aplikasi inovatif dalam pelbagai bidang termasuk bidang pendidikan. Namun, di Malaysia penerapan teknologi AI dalam Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) masih tidak diperluaskan terutamanya bagi mata pelajaran fizik. Murid-murid sering menghadapi cabaran besar dalam mempelajari topik haba disebabkan konsep-konsep yang kompleks dan abstrak yang menghalang mereka untuk menguasai konsep tersebut semasa proses PdP. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis keperluan bahan pembelajaran sendiri dalam kalangan murid tingkatan empat bagi mata pelajaran fizik. Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kuantitatif secara tinjauan yang menggunakan borang soal selidik sebagai instrumen kajian. Borang tersebut diedarkan kepada 30 guru fizik sekolah menengah di daerah Kota Setar yang dipilih menggunakan teknik pensampelan rawak mudah. Hasil kajian menunjukkan bahawa majoriti guru (73.3%) menganggap topik haba sebagai topik yang mencabar bagi murid-murid. Selain itu, keseluruhan guru (100%) bersetuju tentang keperluan untuk membangunkan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI berfokuskan topik haba (73.3%). Kebanyakan guru (90.9%) memilih subtopik haba pendam tentu sebagai kandungan bagi pembangunan ini. Sebagian besar guru (83.3%) memilih modul interaktif sebagai jenis bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI yang sesuai. Teknik pembelajaran yang paling sesuai merupakan teknik pembelajaran masteri (86.7%). Dalam aspek pelaksanaan aktiviti, majoriti guru memilih eksperimen (96.7%) manakala untuk pentaksiran pula aktiviti latihan interaktif dipilih oleh majoriti guru (83.3%). Kesimpulannya, terdapat keperluan untuk membangunkan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI bagi topik haba dalam kalangan murid tingkatan empat berdasarkan persepsi guru. Berdasarkan hasil kajian ini, disyorkan

untuk membangunkan e-modul berasaskan komik berintegrasikan AI yang mana ianya akan dapat memenuhi keperluan pembelajaran murid-murid dan menyampaikan topik haba dengan cara yang lebih mudah difahami. Bahan pembelajaran sendiri ini dijangka dapat meningkatkan pemahaman konsep dalam kalangan murid-murid.

**Kata kunci:** bahan pembelajaran sendiri, kecerdasan buatan, topik haba, analisis keperluan dan persepsi guru

## **ABSTRACT**

*Artificial Intelligence (AI) has advanced rapidly and offers a variety of innovative applications across different fields, including education. However, in Malaysia, the implementation of AI technology in Teaching and Learning (PdP) is still limited, particularly in the subject of Physics. Students often face significant challenges in learning the topic of heat due to the complex and abstract concepts that hinder their mastery of the subject during the PdP process. This study aims to analyze the need for self-learning materials among Form Four students for the Physics subject. A quantitative survey design was used, employing questionnaires as the research instrument. These questionnaires were distributed to 30 secondary school Physics teachers in the Kota Setar district, selected through a simple random sampling technique. The results of the study show that the majority of teachers (73.3%) consider the topic of heat to be challenging for students. Additionally, all teachers (100%) agreed on the need to develop AI-based self-learning materials focused on the topic of heat (73.3%) supporting this initiative. Most teachers (90.9%) chose the subtopic of specific latent heat as the content for development. A large portion of teachers (83.3%) selected interactive modules as the appropriate type of AI-based self-learning materials. The most suitable learning technique was identified as mastery learning (86.7%). In terms of activity implementation, most teachers chose experiments (96.7%), while for assessment, the majority of teachers preferred interactive exercises (83.3%). In conclusion, there is a clear need to develop AI-based self-learning materials for the topic of heat among Form Four students, based on teachers' perceptions. Based on the findings of this study, it is recommended to develop an AI-integrated comic-based e-module that can meet students' learning needs and present the topic of heat in a more comprehensible manner. This personalized learning material is expected to improve conceptual understanding among students.*

**Keywords:** *personalized-learning materials, artificial intelligence, topic of heat, needs analysis, and teacher's perceptions.*

## **PENGENALAN**

Semenjak penularan Covid-19 pada tahun 2019, pelbagai alternatif diperkenalkan bagi memudahkan murid-murid dalam proses pembelajaran. Dalam konteks ini, teknologi AI telah berkembang dengan pesat dan menawarkan pelbagai aplikasi inovatif dalam pelbagai bidang, termasuk pendidikan. Istilah "AI" merujuk kepada kemampuan komputer atau mesin untuk melaksanakan tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia (Durall et al., 2023). Dalam konteks pendidikan, AI berpotensi untuk merevolusikan proses PdP melalui teknologi yang mampu menyesuaikan pengalaman pembelajaran dengan keperluan individu murid-murid.

Dalam usaha untuk memahami perkembangan dan cabaran dalam sistem pendidikan Malaysia, penting untuk meneliti trend keterlibatan murid-murid dalam peperiksaan utama seperti Sijil Pelajaran Malaysia (SPM). Baru-baru ini, Menteri Sains, Teknologi, dan Inovasi, Chang Lih Kang (2024), mengumumkan terdapat trend penurunan calon SPM 2023 dalam beberapa mata pelajaran penting. Khususnya, penurunan sebanyak 3.33% dalam matematik tambahan, 2.2% dalam biologi, serta 1.42% dalam fizik dan kimia berbanding tahun 2022. Trend penurunan ini menunjukkan bahawa terdapat cabaran yang semakin meningkat dalam memastikan murid-murid berjaya dalam mata pelajaran sains dan matematik yang merupakan asas penting dalam pendidikan mereka. Dalam konteks ini, adalah penting untuk guru meneroka kaedah inovatif yang boleh membantu meningkatkan pemahaman dan minat murid-murid terhadap subjek-subjek ini. Mempelajari topik sains dengan kaedah pembelajaran yang menarik dan interaktif dapat membantu meningkatkan literasi sains secara keseluruhan dan jika berterusan secara berpanjangan ianya berupaya memupuk minat murid-murid dalam memilih dan menceburi kerjaya sains pada masa hadapan (Almeda & Baker, 2020; Reinhold et al., 2018).

Seiring dengan keperluan pendidikan abad ke-21, penggunaan teknologi AI dalam dunia pendidikan bukan sahaja meningkatkan kualiti pengajaran tetapi juga memperluaskan kepelbagaian kaedah pendidikan (Hashim, 2022). Tambahan pula, penerapan teknologi inovatif ini dalam kaedah PdP terbukti memberikan manfaat yang ketara serta impak yang signifikan di dalam kelas (Huang, 2021; Shafie, 2019). Seterusnya, teknologi AI membolehkan guru mengakses maklumat yang lebih terkini secara tidak langsung dapat meningkatkan kualiti pengajaran dengan menjadikan pembelajaran lebih menarik, mudah digunakan, relevan, dan interaktif, serta memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih berkesan (Huang, 2021).

Kepentingan teknologi AI dalam bidang pendidikan juga terletak pada kemampuannya untuk mempromosikan PdP yang diperibadikan (Hashim et al., 2022). Tambahan pula, Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 melalui Anjakan 7 menyasarkan penggunaan maksimum Teknologi Maklumat dan Komunikasi (TMK) dalam pembelajaran sendiri untuk meningkatkan kualiti pengajaran serta memperluaskan akses pendidikan berkualiti di seluruh Malaysia (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Oleh itu, teknologi AI amat sesuai untuk diintegrasikan dalam bahan pembelajaran sendiri. Dengan kelebihan yang disediakan oleh teknologi ini, guru perlulah mengambil peluang untuk menerapkan teknologi AI dalam pembelajaran mereka, terutamanya dalam pembelajaran sains. Penggunaan sistem sokongan yang dipertingkatkan dengan AI oleh guru mungkin memberi kesan positif terhadap penulisan saintifik murid-murid STEM (Kim & Kim, 2022).

Integrasi teknologi AI dalam pendidikan sains terutamanya fizik mempunyai potensi yang besar untuk merevolusikan amalan PdP tradisional (Mahligawati, 2023). Kelebihan AI dalam mata pelajaran fizik adalah amat ketara dan memberikan impak yang signifikan terhadap pengalaman dan hasil pembelajaran. Teknologi AI menawarkan pelbagai aplikasi yang dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep fizik yang kompleks dengan menyediakan simulasi interaktif dan visualisasi data yang mendalam. Namun begitu, penggunaan teknologi AI bukan sahaja dapat meningkatkan pemahaman konsep-konsep fizik malah Integrasi teknologi AI dalam pendidikan fizik juga menawarkan beberapa manfaat lain seperti pengajaran yang diperibadikan, peningkatan keterlibatan dan motivasi, serta penilaian dan maklum balas yang lebih efisien (Bruneau et al. 2023). Salah satu topik dalam fizik yang memerlukan bantuan teknologi AI adalah topik haba. Hal ini kerana, haba adalah topik yang abstrak dan sering menyebabkan kesukaran kepada murid-murid untuk memahaminya (Ding et al., 2011; Harrison et al., 1999; Hmelo-Silver, 2004). Oleh itu, teknologi AI amat sesuai diterapkan dalam pengajaran konsep haba yang memerlukan bantuan dari segi gambaran yang jelas dan interaktif bagi memastikan murid dapat memahami prinsip-prinsip asas seperti pengaliran haba dan keseimbangan terma dengan lebih efektif.

Kebanyakan murid-murid sering menghadapi cabaran dalam memahami topik haba, yang seringkali dianggap sebagai salah satu topik yang kompleks dalam kurikulum sains. Tambahan pula, masih terdapat murid-murid yang masih keliru berkenaan dengan asas bagi topik haba ini. Menurut Rohayu et al. (2021), miskonsepsi murid-murid mengenai topik haba termasuk pemahaman tentang pengaliran haba antara objek dengan suhu yang berlainan. Walaupun murid-murid mungkin telah terdedah kepada konsep haba sejak kecil, mereka masih menghadapi miskonsepsi atau ketidakfahaman terhadap konsep tersebut (Rohayu et al., 2021). Penyampaian maklumat yang kering dan kurangnya interaktiviti dalam pembelajaran sering menjadi faktor utama yang menyebabkan murid-murid kehilangan minat dan kefahaman terhadap topik ini. Untuk menjadikan sesi PdP yang lebih menarik serta memudahkan murid-murid memahami konsep-konsep fizik, penerapan teknologi AI adalah amat diperlukan. Menurut kajian oleh Zunodu et al. (2024), menunjukkan bahawa murid-murid yang melalui sesi PdP berasaskan AI menunjukkan pencapaian akademik yang jauh lebih tinggi dalam topik perubahan haba berbanding dengan murid-murid yang menerima pengajaran secara tradisional. Walau bagaimanapun, masih terdapat kumpulan guru yang melihat aplikasi teknologi di dalam bilik darjah secara negatif dan tidak cenderung untuk menggunakannya, sebaliknya terus menggunakan bahan dan teknik pengajaran tradisional.

Justeru, untuk mengatasi cabaran ini dan memanfaatkan potensi teknologi AI dalam meningkatkan pemahaman topik haba, kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti keperluan pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI bagi topik haba dalam kalangan murid tingkatan empat berdasarkan persepsi guru. Kajian ini terbahagi kepada tiga objektif yang ingin dicapai:

1. Untuk mengenal pasti masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP.
2. Untuk mengenal pasti keperluan guru fizik terhadap pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.
3. Untuk mengenal pasti komponen-komponen yang diperlukan dalam pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.

## **METODOLOGI**

### **Reka Bentuk Kajian**

Kajian ini menggunakan kajian kuantitatif sepenuhnya dengan menggunakan reka bentuk berbentuk deskriptif iaitu kajian tinjauan (Shamsuddin & Nasri, 2022). Kajian tinjauan digunakan untuk mengumpul data tentang keperluan dan pandangan guru fizik terhadap bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI dengan menggunakan borang soal selidik. Langkah umum untuk menjalankan kajian tinjauan termasuk: menentukan objektif kajian, menetapkan populasi dan sampel, merancang instrumen, menguji instrumen, mengumpulkan data, menganalisis data, membuat kesimpulan dan memberikan cadangan, melaporkan hasil kajian, dan menyebarkan penemuan (Creswell & Creswell, 2023; Fowler, 2014).

### **Populasi dan Sampel**

Kajian ini dilaksanakan secara khusus di daerah Kota Setar, Kedah dengan memberi tumpuan kepada pandangan guru-guru sekolah menengah yang mengajar mata pelajaran fizik. Terdapat 42 buah sekolah yang merangkumi 35 Sekolah Menengah Kebangsaan (SMK) Harian, tiga Sekolah Bantuan Kerajaan (SBK), sebuah Sekolah Berasrama Penuh (SBP), sebuah SMK Agama, sebuah SMK Teknik, dan sebuah SMK Vokasional. Namun begitu, tidak semua sekolah menawarkan mata pelajaran fizik. Setelah menghubungi Pejabat Pendidikan Daerah Kota Setar (PPDKS), dimaklumkan bahawa hanya 28 buah sekolah menawarkan mata pelajaran fizik dengan populasi guru fizik seramai 30 orang. Merujuk jadual 1 iaitu jadual Kricjie dan Morgan (1970), bilangan sampel yang diperlukan daripada populasi 30 orang adalah seramai 28 orang sahaja.

**Jadual 1.** Jadual Kricjie dan Morgan

<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>S</i>
10	10	220	140	1200	291
15	14	230	144	1300	297
20	19	240	148	1400	302
25	24	250	152	1500	306
30	28	260	155	1600	310
35	32	270	159	1700	313
40	36	280	162	1800	317
45	40	290	165	1900	320
50	44	300	169	2000	322
55	48	320	175	2200	327
60	52	340	181	2400	331
65	56	360	186	2600	335
70	59	380	191	2800	338
75	63	400	196	3000	341
80	66	420	201	3500	346

*bersambung*

85	70	440	205	4000	351
90	73	460	210	4500	354
95	76	480	214	5000	357
100	80	500	217	6000	361
110	86	550	226	7000	364
120	92	600	234	8000	367
130	97	650	242	9000	368
140	103	700	248	10000	370
150	108	750	254	15000	375
160	113	800	260	20000	377
170	118	850	265	30000	379
180	123	900	269	40000	380
190	127	950	274	50000	381
200	132	1000	278	75000	382
210	136	1100	285	1000000	384

Sumber: Kricjie dan Morgan (1970)

Walau bagaimanapun, kajian ini berjaya mengumpul seramai 30 orang sampel yang dipilih dengan menggunakan teknik pensampelan rawak mudah untuk memberi jaminan kepada setiap guru supaya mempunyai peluang yang sama untuk terlibat dalam kajian ini (Adeoye, 2022; Idris, 2013). Selain itu, teknik ini menyediakan anggaran parameter yang tidak bias dan lebih baik untuk populasi yang homogen (Singh & Masuku, 2014).

### Demografi Responden Kajian

Hasil kutipan demografi responden kajian yang meliputi jawatan, tempoh mengajar dan tahap pendidikan ditunjukkan dalam jadual 2.

Jadual 2. Demografi Responden Kajian

Item	Kategori	Kekerapan	Peratusan
Jawatan	Guru biasa	24	80.0
	Guru berpangkat	6	20.0
Tempoh Mengajar	Kurang 5 tahun	6	20.0
	5 hingga 10 tahun	8	26.7
	11 hingga 15 tahun	7	23.3
	16 hingga 20 tahun	7	23.3
	20 tahun ke atas	2	6.7
Tahap Pendidikan	Diploma Pendidikan Lepas Ijazah	3	10.0
	Ijazah Sarjana Muda	25	83.3
	Sarjana	2	6.7

Taburan guru mengikut jawatan menunjukkan bahawa kategori guru biasa mendominasi dengan peratusan tertinggi sebanyak 80.0% dengan kekerapan sebanyak 24 orang guru. Dari aspek tempoh perkhidmatan, guru yang telah mengajar antara 5 hingga 10 tahun mencatatkan peratusan tertinggi iaitu 26.7% dengan kekerapan sebanyak 8 orang guru, manakala guru yang mempunyai pengalaman lebih 20 tahun merupakan kumpulan dengan peratusan terendah, hanya 6.7%. Dari segi tahap pendidikan, kebanyakan guru memiliki Ijazah Sarjana Muda (83.3%), diikuti oleh guru dengan Diploma Pendidikan Lepas Ijazah (10.0%) dan Sarjana (6.7%). Secara keseluruhan, dapatan ini mencerminkan pelbagai tahap pengalaman mengajar dan kelayakan akademik yang kuat dalam kalangan guru-guru yang terlibat dalam kajian ini.

## **Instrumen Kajian**

Instrumen kajian adalah borang soal selidik yang dibangunkan khusus untuk menganalisis keperluan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Borang ini mengandungi soalan-soalan mengenai masalah dalam PdP mata pelajaran fizik, keperluan bahan pembelajaran sendiri, dan jenis bahan serta kaedah pembelajaran yang sesuai untuk diterapkan dalam bahan pembelajaran yang akan dibangunkan. Borang soal selidik ini terbahagi kepada tiga bahagian iaitu Bahagian A: Maklumat Diri, Bahagian B: Masalah dalam PdP dan Bahagian C: Keperluan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Jadual 3 menunjukkan pecahan item bagi setiap bahagian borang analisis keperluan.

**Jadual 3.** Pecahan item bagi setiap bahagian borang analisis keperluan

<b>Bahagian</b>	<b>Item</b>
Bahagian A:	Jawatan
Maklumat Responden	Tempoh mengajar Tahap Pendidikan
Bahagian B:	Apakah topik yang sukar untuk murid-murid pelajari bagi subjek fizik?
Masalah dalam PdP	Apakah masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP? Apakah teknik pembelajaran yang sering guru terapkan semasa sesi PdP?
Bahagian C:	Adakah terdapat keperluan pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI untuk subjek fizik?
Keperluan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI	Sekiranya jawapan untuk soalan 4 adalah YA, sila jawab soalan ini dan seterusnya. Antara berikut, topik pembelajaran manakah yang sesuai dipilih sebagai kandungan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI? Sekiranya pilihan jawapan untuk soalan 5 terdiri daripada topik haba, sila pilih subtopik pembelajaran yang sesuai dipilih sebagai kandungan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI? Apakah jenis bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI yang sesuai untuk digunakan? Apakah kaedah pembelajaran yang sesuai dilaksanakan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI? Apakah jenis pelaksanaan aktiviti yang sesuai untuk bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI? Apakah jenis pentaksiran yang sesuai digunakan dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI?

Soal selidik analisis keperluan telah dinilai oleh tiga orang pakar yang melibatkan tiga guru fizik. Proses kesahan dilakukan dari segi kesahan kandungan yang menekankan kerelevanan dan kejelasan instrumen yang digunakan. Data kesahan instrumen diperoleh melalui Indeks Kesahan Kandungan bagi setiap Item (I-CVI).

I-CVI digunakan untuk menilai sejauh mana item-item dalam soal selidik adalah relevan dan jelas berdasarkan pandangan pakar. Nilai I-CVI berada dalam lingkungan 0.00 hingga 1.00 dan nilai I-CVI yang tinggi menunjukkan kesepakatan yang baik dalam kalangan pakar tentang kesahan kandungan item tersebut. Berdasarkan cadangan Polit et al. (2007), item dengan nilai I-CVI sebanyak 0.78 atau lebih tinggi bagi tiga atau lebih pakar dianggap mempunyai kesahan kandungan yang baik. Kesahan kandungan item dalam soal selidik analisis keperluan berdasarkan I-CVI dalam jadual 4.

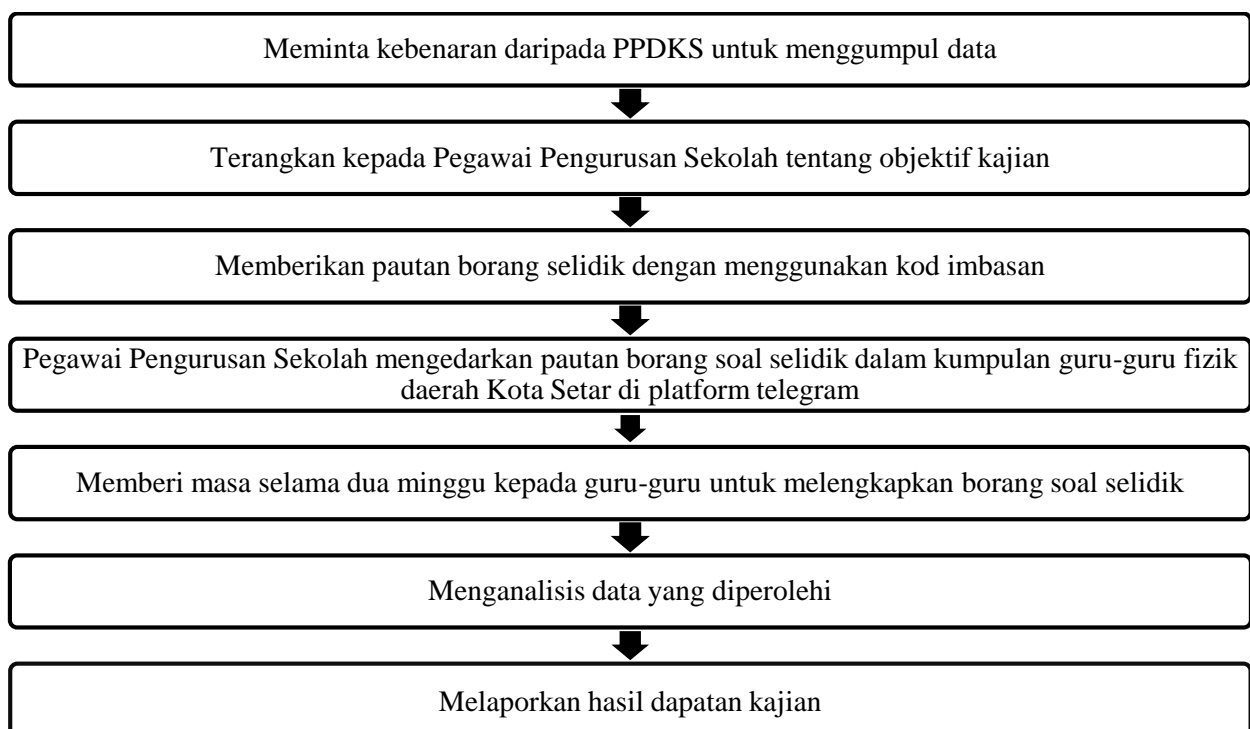
**Jadual 4.** Kesahan kandungan item dalam soal selidik analisis keperluan berdasarkan I-CVI

Item	Pakar 1	Pakar 2	Pakar 3	Persetujuan pakar	I-CVI
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	1	3	1.00
3	1	1	1	3	1.00
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00
6	1	1	1	3	1.00
7	1	1	1	3	1.00
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	1	1	3	1.00
Purata I-CVI					1.00

Berdasarkan data dalam Jadual 4, semua item mencapai nilai I-CVI sebanyak 1.00. oleh itu, data yang diperoleh menunjukkan persetujuan penuh dalam kalangan pakar mengenai kerelevanan dan kejelasan item-item tersebut. Ini menunjukkan bahawa instrumen yang digunakan mempunyai kesahan kandungan yang sangat baik serta ianya sesuai untuk digunakan dalam kajian ini.

### Prosedur Pengumpulan Data

Data dikumpul melalui edaran borang soal selidik menggunakan *Google Form* kepada guru-guru fizik yang dipilih sebagai sampel kajian. *Google Form* digunakan kerana ia memudahkan pengumpulan data secara dalam talian, membolehkan responden mengisi borang pada masa dan tempat yang sesuai bagi mereka. Selain itu, penggunaan *Google Form* dalam melaporkan hasil kutipan data dapat meningkatkan kecekapan, ketepatan, dan kelajuan dalam mengumpul serta menganalisis data (Nasir & Mahfuz, 2023). Rajah 1 menunjukkan prosedur pengumpulan data.



**Rajah 1.** Prosedur pengumpulan data

## **Prosedur Penganalisan Data**

Data daripada kajian ini dianalisis menggunakan analisis deskriptif melalui analisis kekerapan dan peratusan (Mustapa Kamal et al., 2021). Analisis statistik deskriptif adalah kaedah untuk meringkaskan dan menerangkan data dalam bentuk yang mudah difahami.

## **DAPATAN DAN PERBINCANGAN**

Melalui kutipan data yang komprehensif, kajian ini berjaya mencapai ketiga-tiga objektif yang telah ditetapkan 1) untuk mengenal pasti masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP, 2) untuk mengenal pasti keperluan guru fizik terhadap pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI dan 3) untuk mengenal pasti komponen-komponen yang diperlukan dalam pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.

### **1. Mengenal pasti masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP**

Hasil dapatan yang dipaparkan dalam Jadual 5 telah mendedahkan topik-topik dalam subjek fizik yang paling mencabar bagi murid di daerah Kota Setar untuk difahami dengan baik daripada persepsi guru.

**Jadual 5.** Topik yang sukar untuk murid-murid pelajari bagi subjek fizik

<b>Bil.</b>	<b>Topik</b>	<b>Kekerapan</b>	<b>Peratusan</b>
1.	Pengukuran	2	6.7
2.	Daya dan gerakan I	8	26.7
3.	Kegravitian	16	53.3
4.	Haba	22	73.3
5.	Gelombang	4	13.3
6.	Cahaya dan optik	3	10.0
7.	Daya dan gerakan II	6	20.0
8.	Tekanan	3	10.0
9.	Elektrik	11	36.7
10.	Keelektromagnetan	10	33.3
11.	Elektronik	8	26.7
12.	Fizik nuklear	15	50.0
13.	Fizik kuantum	21	70.0

Berdasarkan jadual 5 yang dipaparkan diatas, majoriti guru memilih topik haba adalah topik yang paling sukar untuk murid-murid fahami dengan kekerapan dan peratusan sebanyak 22 orang guru dan 73.3%. Walaupun konsep yang terdapat dalam topik haba yang melibatkan suhu dan termodinamik banyak aplikasi dalam kehidupan seharian namun murid-murid masih belum mampu menguasainya serta menerapkannya dalam kehidupan seharian (Sari et al., 2023). Selain itu, murid-murid tidak menguasai konsep asas dalam topik haba iaitu menganalisis hubungan antara haba dan suhu (Musa & Kusairi, 2020). Murid-murid yang tidak mahir untuk menganalisis hubungan antara haba dan suhu sukar untuk memahami konsep-konsep lain yang terdapat dalam topik haba iaitu konsep keseimbangan terma dan haba pendam tentu.

Hal ini kerana, pengetahuan untuk menganalisis hubungan antara haba dan suhu merupakan konsep permulaan untuk memahami konsep-konsep yang lebih kompleks dalam topik haba. Kurangnya pemahaman konsep dalam kalangan murid-murid boleh dikaitkan dengan dua faktor utama iaitu (i) murid-murid sering menganggap fenomena atau kejadian dalam kehidupan mereka dengan cara yang salah, dan (ii) pengajaran oleh guru yang kurang jelas menyebabkan murid-murid memahami konsep dengan tidak tepat (Mentariet al., 2017). Berdasarkan hujah daripada kajian lepas berkenaan dengan murid-murid tidak memahami konsep atau kurang memahami konsep untuk topik haba ini bertepatan



dengan kutipan data yang telah dilaksanakan. Jadual 6 menunjukkan masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP.

**Jadual 6.** Masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP

Bil.	Penyataan	Kekerapan	Peratusan
1.	Guru kekurangan bahan bantu mengajar	21	70.0
2.	Murid kekurangan bahan bantu belajar	21	70.0
3.	Murid kurang berminat untuk belajar subjek fizik	6	20.0
4.	Murid kurang memahami konsep fizik	24	80.0
5.	Sering berlakunya miskonsepsi dalam kalangan murid semasa mengajar subjek fizik	16	53.3

Berdasarkan jadual 6, masalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP yang tertinggi adalah murid kurang memahami konsep fizik dengan kekerapan sebanyak 24 orang atau peratusan 80%. Manakala yang paling rendah adalah murid kurang berminat untuk belajar subjek fizik dengan kekerapan sebanyak 6 orang atau 20%. Ini menunjukkan murid-murid bukan tidak berminat untuk mempelajari subjek fizik akan tetapi murid kurang memahami konsep fizik merupakan masalah utama topik haba sukar untuk dipelajari oleh murid-murid di sekolah. Walau bagaimanapun, kekurangan pemahaman murid terhadap sesuatu konsep boleh disebabkan oleh miskonsepsi (Devalita et al., 2021). Tambahan pula, daripada hasil kutipan data ini membuktikan guru telah mengajar murid-murid dengan menggunakan teknik yang sangat baik hal ini kerana hasil kajian Yolviansyah et al. (2020) menunjukkan bahawa minat murid-murid dalam pembelajaran bergantung kepada teknik guru mengajar. Disebabkan itu masalah utama bukanlah murid kurang berminat untuk belajar subjek fizik malah murid kurang memahami konsep fizik. Oleh itu, guru telah memainkan peranan yang baik cuma murid-murid masih kurang menguasai konsep-konsep yang telah dipelajari ketika pdp.

Seterusnya, kekerapan atau peratusan murid-murid kurang berminat untuk belajar subjek fizik adalah paling rendah hal ini kerana jumlah kekerapan atau peratusan guru yang menerapkan Pembelajaran Berasaskan Masalah (PBM) dalam PdP adalah tinggi. PBM adalah model pembelajaran berpusatkan murid-murid yang berasaskan masalah-masalah yang sering dihadapi oleh murid-murid di persekitaran mereka yang berkaitan dengan proses pembelajaran (Astra et al., 2021). PBM adalah teknik pembelajaran yang berkesan dalam meningkatkan pengetahuan konsep, kemahiran menyelesaikan masalah, serta motivasi murid dalam proses pembelajaran (Argaw et al., 2017; Bakri et al., 2021; Butai et al., 2021). Jadual 7 menunjukkan hasil kutipan data untuk teknik pembelajaran yang sering guru terapkan semasa sesi PdP.

**Jadual 7.** Teknik pembelajaran yang sering guru terapkan semasa sesi PdP

Bil.	Penyataan	Kekerapan	Peratusan
1.	Pembelajaran berasaskan permainan	19	63.3
2.	Pembelajaran berasaskan masalah	22	73.3
3.	Pembelajaran berasaskan AI	10	33.3
4.	Pembelajaran inkuiri	13	43.3

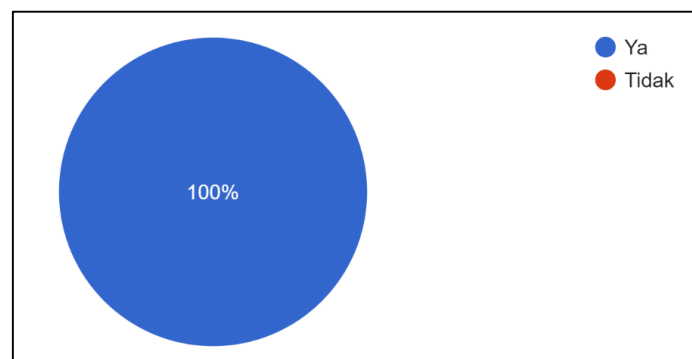
Hasil analisis data menunjukkan PBM merupakan teknik pembelajaran yang sering guru terapkan semasa sesi PdP dengan kekerapan sebanyak 22 kali atau peratusan sebanyak 73.3%. Teknik PBM memberikan impak yang sangat positif kepada pembelajaran fizik kerana teknik ini mampu untuk mengembangkan pengetahuan dan kemahiran untuk menyelesaikan masalah serta fenomena fizikal di persekitaran mereka dengan menggunakan kemahiran metakognitif (Sawitri et al., 2016). Menurut Rahmi et al. (2021) memberikan pendapat bahawa model PBM sangat berpengaruh dalam pembelajaran fizik berdasarkan tahap pendidikan dan teknik ini juga dapat meningkatkan pencapaian dalam pembelajaran murid-murid.

Namun begitu, teknik pembelajaran guru terapkan semasa sesi PdP yang terendah adalah pembelajaran berasaskan AI dengan kekerapan sebanyak 10 orang atau peratusan sebanyak 33.3% sahaja. Ini menunjukkan masih ramai guru tidak mengambil peluang untuk menggunakan AI semasa

sesi pdp. Kemajuan AI memberikan impak yang sangat besar kepada murid-murid jika ianya digunakan secara optimal semasa pdp. Kebanyakan guru menerapkan PBM dalam pembelajaran mereka namun murid-murid masih kurang memahami konsep fizik maka guru seharusnya menggunakan bantuan teknologi seperti teknologi AI bagi memudahkan mereka untuk memahami konsep-konsep yang kompleks. Konteks pengajaran AI – PBM membantu kebanyakan murid-murid memahami pembelajaran dengan lebih baik, memupuk cara berfikir untuk menyelesaikan masalah, dan meningkatkan pembelajaran mereka melalui interaksi dan panduan (Su, 2022). Menurut Selvam (2024) yang juga bersetuju bahawa penggunaan teknologi AI adalah teknik yang berkesan untuk meningkatkan pemahaman konsep dalam pendidikan sains bagi murid-murid dari pelbagai latar belakang pendidikan. Kesimpulannya, penggunaan teknologi AI masih berada di paras peratusan yang rendah oleh guru-guru fizik di daerah Kota Setar.

## **2. Mengenal pasti keperluan guru fizik terhadap pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI**

Hasil dapatan berkenaan keperluan pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI untuk subjek fizik ditunjukkan dalam rajah 3.



**Rajah 3.** Keperluan pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI untuk subjek fizik

Berdasarkan rajah yang ditunjukkan, hasil dapatan menunjukkan bahawa 100% daripada responden bersetuju untuk membangunkan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI untuk subjek fizik. Ini menggambarkan kesepakatan penuh dalam kalangan guru fizik bahawa bahan pembelajaran yang menggunakan teknologi AI diperlukan dalam usaha memperbaiki PdP subjek fizik, khususnya untuk membantu murid-murid memahami konsep-konsep yang lebih kompleks dengan lebih efektif. Penggunaan teknologi AI dalam pendidikan telah menarik minat yang semakin meningkat dan menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam meningkatkan pencapaian serta pemahaman konsep (Zheng et al., 2021). Tambahan pula, teknologi AI berkebolehan untuk menyesuaikan pengajaran berdasarkan keperluan dan tahap kemampuan pembelajaran bagi setiap murid (Alam, 2021). Memberikan keupayaan 'pendidikan diperibadikan' adalah salah satu kelebihan utama teknologi AI dalam Pendidikan di mana pendekatan ini meningkatkan kualiti pembelajaran dengan menyesuaikan diri mengikut keunikan setiap murid, seperti personaliti, bakat, matlamat, dan latar belakang (Mahligawati, 2023). Kesimpulannya, bagi meningkatkan tahap pemahaman konsep dalam subjek fizik guru digalakkan untuk menerapkan PdP dengan menggunakan kecanggihan teknologi yang disediakan seperti teknologi AI. Tuntasnya, data menunjukkan keseluruhan guru-guru fizik di daerah Kota Setar mempunyai kesedaran untuk menerapkan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI bagi meningkatkan tahap kefahaman konsep murid-murid dalam subjek fizik.

## **3. Mengenal pasti komponen-komponen yang diperlukan dalam pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.**

Kajian ini telah mengumpul data bagi menentukan topik utama yang perlu diberi perhatian dalam pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI dalam kalangan murid tingkatan empat.

Oleh itu, jadual 8 menunjukkan hasil dapatan data bagi topik pembelajaran yang sesuai dipilih sebagai kandungan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.

**Jadual 8.** Topik pembelajaran yang sesuai dipilih sebagai kandungan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI

Bil.	Topik	Kekerapan	Peratusan
1.	Pengukuran	2	6.7
2.	Daya dan gerakan I	8	26.7
3.	Kegravitian	16	53.3
4.	Haba	22	73.3
5.	Gelombang	4	13.3
6.	Cahaya dan optik	3	10.0
7.	Daya dan gerakan II	6	20.0
8.	Tekanan	3	10.0
9.	Elektrik	11	36.7
10.	Keelektromagnetan	10	33.3
11.	Elektronik	8	26.7
12.	Fizik nuklear	15	50.0
13.	Fizik kuantum	22	73.3

Berdasarkan dapatan daripada Jadual 8, topik haba dan fizik kuantum mencatatkan kekerapan tertinggi, iaitu sebanyak 22 kali (73.3%). Ini menunjukkan bahawa topik-topik ini dianggap penting dalam bahan pembelajaran sendiri. Topik fizik kuantum mencatatkan kekerapan yang sama, tetapi penekanan yang diberikan kepada topik ini mungkin disebabkan oleh sifatnya yang kompleks dan menarik perhatian. Selain itu, topik kuantum dianggap sukar kerana topik ini merupakan topik yang baharu sahaja diperkenalkan kepada murid-murid sekolah menengah. Topik ini ditambah dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) yang mula dilaksanakan secara rasmi pada tahun 2017 dan pertama kali diajar kepada kumpulan pertama murid sekolah menengah atas di bawah KSSM pada tahun 2021 (KSSM, 2016). Berdasarkan hasil dapatan yang ditunjukkan dalam jadual 1 topik haba lebih patut diberikan penekanan kerana topik haba merupakan topik yang paling bermasalah yang dihadapi ketika melaksanakan sesi PdP. Hal ini kerana, topik haba sudah lama diperkenalkan namun masih terdapat kesukaran untuk murid-murid menguasai topik ini. Oleh itu, dengan menggunakan teknologi AI akan dapat memudahkan lagi murid-murid untuk menguasai konsep-konsep yang terdapat dalam topik haba.

Kajian oleh Bakri et al. (2019) membuktikan bahawa penggunaan teknologi Realiti Terimbuhan (AR) dalam bahan pembelajaran seperti video yang digabungkan dengan lembaran kerja murid dapat memudahkan pembelajaran sendiri topik rumit seperti haba. Hasil kajian ini menunjukkan bahawa penggunaan AR membantu murid memahami konsep sains dan fizik melalui visualisasi yang lebih interaktif dan menarik. Malah, ia juga dapat meningkatkan motivasi dan prestasi mereka dalam pembelajaran. Penggunaan teknologi AI dengan maklum balas secara langsung membolehkan murid berinteraksi secara nyata dengan bahan pembelajaran seperti simulasi eksperimen dan membantu mereka memahami konsep abstrak dengan lebih baik. Ini terbukti daripada peningkatan hasil pembelajaran murid dalam kajian tersebut, yang menunjukkan n-gain sebanyak 0.50 dan mencerminkan peningkatan sederhana dalam pemahaman murid. Justeru, teknologi AI juga mempunyai daya tarikan yang sama dari segi visual, pergerakan, dan audio seperti teknologi AR, menjadikan penerapannya dalam topik haba berpotensi meningkatkan penguasaan konsep bagi murid-murid yang menghadapi kesukaran dalam subjek ini.

Seterusnya, bagi memastikan murid-murid dapat menguasai konsep-konsep penting dalam topik haba dengan lebih berkesan, subtopik-subtopik yang sesuai juga telah dikenalpasti untuk dijadikan kandungan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Jadual 9 di bawah memperincikan Subtopik pembelajaran bagi topik haba yang sesuai dipilih sebagai kandungan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.

**Jadual 9.** Subtopik pembelajaran bagi topik haba yang sesuai dipilih sebagai kandungan bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI

Bil.	Subtopik	Kekerapan	Peratusan
1.	Keseimbangan terma	4	18.2
2.	Muatan haba tentu	15	68.2
3.	Haba pendam tentu	20	90.9
4.	Hukum gas	9	40.9

Dapatan daripada Jadual 9 menunjukkan subtopik haba pendam tentu merupakan pilihan utama dengan kekerapan tertinggi sebanyak 20 kali (90.9%). Oleh itu, terdapat keperluan yang mendesak untuk memberi fokus kepada topik ini dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Seperti yang diperoleh daripada kajian terdahulu daripada Yahya dan Azaharuddin (2010) terdapat keperluan untuk membangunkan laman web pendidikan berasaskan teori Konstruktivisme untuk topik haba pendam pengewapan. Elemen multimedia yang digunakan dalam laman web ini adalah teks, grafik, dan animasi. Oleh itu, pembelajaran digital terbukti membantu murid memahami konsep abstrak seperti haba pendam Pengewapan. Penggunaan teknologi AI juga mampu menyajikan elemen-elemen yang digunakan dalam laman web seperti teks, grafik dan animasi serta dapat mempertingkatkan lagi kualiti ketiga-tiga elemen ini. Oleh itu, dapatan ini menyokong bahawa bahan pembelajaran sendiri yang dibangunkan harus memberi keutamaan kepada topik haba pendam tentu.

Setelah mengenal pasti subtopik-subtopik penting bagi topik haba, jenis bahan pembelajaran sendiri juga memainkan peranan penting dalam memastikan keberkesanan pembelajaran topik haba. Untuk itu, beberapa jenis bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI telah dikenalpasti sebagai pilihan terbaik. Jadual 10 menunjukkan jenis bahan pembelajaran yang sesuai dipilih untuk membantu murid menguasai topik haba dengan lebih berkesan.

**Jadual 10.** Jenis bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI

Bil.	Pernyataan	Kekerapan	Peratusan
1.	Modul interaktif	25	83.3
2.	Komik	23	76.7
3.	Video interaktif	8	26.7
4.	Gamifikasi	11	36.7

Hasil dapatan dari Jadual 10 menunjukkan bahawa modul interaktif dipilih sebagai bahan yang paling sesuai dengan kekerapan sebanyak 25kali (83.3%). Dapatan ini selaras dengan kajian oleh Cynthia et al. (2023) yang mendapati bahawa modul interaktif berupaya meningkatkan kemahiran berfikir kritis murid melalui penyediaan maklum balas segera dan penyelesaian masalah interaktif. Modul ini membolehkan murid mempelajari sesuatu topik mengikut kadar pemahaman masing-masing, sekali gus mengurangkan kebergantungan kepada guru. Kajian dilaksanakan oleh Kusuma (2023) mendapati penggunaan modul berintergrasikan AI iaitu *Chatbot* dapat dikembangkan sebagai alat bantu pembelajaran mandiri berpotensi meningkatkan pemahaman murid dengan memberikan respons yang pantas terhadap pertanyaan yang diajukan serta menyediakan latihan soal dan diskusi yang relevan. Manakala menurut Bruneau et al. (2023), *ChatGPT* iaitu salah satu daripada alatan teknologi AI turut menyumbang kepada peningkatan dalam pencapaian pendidikan fizik dengan menyediakan sokongan yang dipersonalisasikan, membantu menyelesaikan masalah serta memperdalamkan lagi kefahaman murid terhadap subjek fizik. Oleh itu, penggunaan modul berintegrasikan AI dapat memudahkan murid untuk memahami sesuatu konsep yang sukar seperti topik haba.

Manakala komik juga menunjukkan kekerapan yang agak tinggi iaitu 23 kali (76.7%). Pilihan komik menunjukkan bahawa bahan visual juga mempunyai tempat penting dalam pendidikan, yang mana penyampaian secara ringan dan menarik dapat membantu murid memahami konsep yang rumit, seperti dinyatakan oleh Kurnianto et al. (2022) yang membangunkan e-modul dengan aplikasi *Flip PDF* untuk mempermudah pemahaman konsep abstrak. Selain itu, keberkesanan komik sebagai medium pembelajaran boleh diperkukuhkan dengan merujuk kepada kajian lepas yang menunjukkan bahawa komik dapat membantu murid memahami konsep-konsep abstrak secara visual dan menarik. Sebagai

contoh, dalam kajian yang lepas, pengkaji menggunakan e-komik untuk menerangkan konsep Newton. Hasil dapatan kajian ini mendapati bahawa e-komik berfungsi sebagai alat yang efektif untuk membina pemahaman yang lebih mendalam dalam kalangan murid mengenai konsep-konsep sains yang kompleks (Khoiri et al., 2024). Kajian tersebut menunjukkan bahawa komik dapat memberikan penyampaian secara visual yang mudah difahami dan naratif yang menarik serta membantu mengatasi cabaran pembelajaran bagi konsep-konsep yang abstrak seperti topik haba. Tambahan pula, komik mempersembahkan maklumat dengan teknik yang menyeronokkan tetapi masih menyampaikan maklumat yang penting (Khoiri et al., 2024). Oleh itu, penggunaan komik dalam pembelajaran fizik terutamanya dalam topik haba mewujudkan keselarian dengan pendekatan pedagogi moden yang menekankan kepentingan pembelajaran visual dan multimodal.

Kesimpulan, kolaborasi antara modul dan komik berintegrasikan AI akan memberikan satu impak yang positif kepada murid dalam mempelajari topik haba. Hal ini kerana, kedua-dua media ini mempunyai hujah yang dapat meningkatkan kefahaman terhadap sesuatu konsep. Intergrasi teknologi AI antara kolaborasi ini akan memberikan pengalaman pembelajaran sendiri yang lebih menarik dan interaktif. Dengan adanya teknologi AI, murid dapat berinteraksi secara langsung dengan bahan pembelajaran, mendapatkan maklum balas segera, serta menyelesaikan masalah secara berperingkat mengikut kemampuan mereka. Selain itu, kolaborasi modul dan komik yang berintegrasikan AI juga berpotensi mengurangkan kebergantungan murid kepada guru. Secara keseluruhannya, integrasi ini bukan sahaja meningkatkan kefahaman terhadap sesuatu konsep, tetapi juga menyokong pembelajaran sendiri yang lebih efektif dan menyeronokkan.

Seterusnya, untuk mengenal pasti kaedah pembelajaran yang paling sesuai dalam pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI, kajian ini telah meninjau pendapat guru-guru mengenai pelbagai pendekatan yang boleh digunakan. Jadual 11 menunjukkan kutipan data bagi kaedah pembelajaran bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.

**Jadual 11.** Kaedah pembelajaran bagi bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI

<b>Bil.</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>Kekerapan</b>	<b>Peratusan</b>
1.	Pembelajaran inkuiri	10	33.3
2.	Pembelajaran berasaskan masalah	22	73.3
3.	Pembelajaran berasaskan projek	8	26.7
4.	Pembelajaran berasaskan permainan	23	76.7
5.	Masteri	26	86.7

Dalam jadual ini, data menunjukkan pembelajaran masteri mendapat sokongan yang paling tinggi, iaitu dengan jumlah kekerapan sebanyak 26 kali atau 86.7%. Wambugu dan Changeiywo (2008) menyimpulkan bahawa pembelajaran masteri di Kenya merupakan kaedah pengajaran yang berkesan, yang mana guru fizik disarankan untuk menggunakannya dan perlu dilaksanakan dalam semua program pendidikan guru.

Model ini digunakan sebagai pendekatan PdP yang menekankan penguasaan murid dalam setiap topik yang dipelajari (Raflee & Halim, 2021). Tambahan pula, Arhin & Opoku (2020) mendapati kaedah pembelajaran masteri mempunyai kesan positif terhadap pencapaian akademik murid.

Selain pembelajaran masteri, Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) mempunyai kekerapan sebanyak 23kali (76.7%) dan PBM 22kali (73.3%) juga mendapat sokongan tinggi. Ini menunjukkan bahawa walaupun pembelajaran masteri adalah kaedah yang dipilih secara majoriti, pendekatan seperti PBP dan PBM juga dianggap berkesan dan relevan. Kaedah PBP mungkin memberikan elemen interaktif yang menarik, sementara PBM menekankan penyelesaian masalah yang praktikal, kedua-duanya dapat memperkaya pengalaman pembelajaran murid-murid.

Sebaliknya, kaedah pembelajaran berasaskan projek (26.7%) dan pembelajaran inkuiri (33.3%) mendapat sokongan yang lebih rendah dalam konteks ini. Walaupun kaedah-kaedah ini masih menjadi pilihan segelintir guru, data menunjukkan bahawa mereka kurang sesuai untuk diterap dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI jika berbanding dengan pembelajaran masteri dan kaedah lain. Ini mungkin disebabkan oleh keperluan spesifik untuk memastikan penguasaan konsep asas sebelum

melangkah ke tahap yang mencabar yang mana pembelajaran masteri dapat memenuhi keperluan ini dengan lebih baik.

Dalam konteks pembangunan bahan pembelajaran sendiri berasaskan (AI) untuk topik haba dalam kalangan murid tingkatan empat, keperluan untuk pendekatan pengajaran seperti pembelajaran masteri menjadi lebih relevan. Dengan menerapkan kaedah ini, guru dapat memastikan murid menguasai sepenuhnya konsep asas haba sebelum beralih kepada konsep-konsep yang lebih kompleks seperti konsep muatan haba tentu dan haba pendam tentu. Oleh itu, data yang diperoleh daripada persepsi guru menunjukkan bahawa model pembelajaran masteri boleh berintegrasi dengan baik dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI serta menyediakan rangsangan yang diperlukan untuk memperdalam lagi pemahaman murid mengenai topik haba. Kesimpulannya, pendekatan ini amat sesuai untuk topik-topik kompleks, di mana pemahaman asas adalah sangat penting sebelum mempelajari konsep-konsep yang lebih lanjut. Ini menunjukkan bahawa, memastikan penguasaan asas adalah kunci dalam menguasai pembelajaran yang lebih mendalam dan berkesan dalam topik haba.

Disamping itu, kajian ini juga telah meninjau pendapat guru-guru mengenai jenis-jenis aktiviti yang sesuai untuk diterapkan dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Oleh itu, Jadual 12 menunjukkan hasil kutipan data mengenai Jenis pelaksanaan aktiviti untuk bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI bagi topik haba.

**Jadual 12.** Jenis pelaksanaan aktiviti untuk bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI

<b>Bil.</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>Kekerapan</b>	<b>Peratusan</b>
1.	Eksperimen	29	96.7
2.	Simulasi	27	90.0
3.	Permainan	19	63.3

Berdasarkan data yang diperolehi, majoriti guru memilih eksperimen dengan kekerapan sebanyak 29 orang (96.7%) sebagai jenis pelaksanaan aktiviti yang paling sesuai untuk bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Ini menunjukkan bahawa aktiviti eksperimen dianggap sebagai kaedah yang berkesan untuk membantu murid-murid memahami konsep-konsep dalam topik haba melalui pengalaman praktikal. Kajian awal mendapati bahawa murid sering menghadapi kesukaran memahami konsep haba dan suhu apabila pembelajaran hanya berfokus pada penggunaan formula. Namun, melalui eksperimen, murid dapat mengaitkan konsep-konsep tersebut dengan fenomena dalam kehidupan sebenar serta menjadikan pembelajaran lebih mudah untuk difahami (Jannah et al., 2020). Eksperimen memberikan peluang kepada murid untuk meneroka dan mengesahkan konsep-konsep teori yang dipelajari secara langsung. Di samping itu, penggunaan eksperimen maya juga telah terbukti berkesan dalam meningkatkan pemahaman murid terhadap konsep-konsep fizik (Hamed & Aljanazrah, 2020). Tambahan pula, murid-murid juga dapat melihat sendiri hasil dari tindakan yang mereka lakukan yang memperkukuhkan pemahaman mereka serta memudahkan proses mengingati dan memahami konsep-konsep yang dipelajari.

Selain itu, simulasi juga mempunyai kekerapan yang sangat tinggi iaitu 27 orang (90.0%). Ini menunjukkan bahawa ia juga dilihat sebagai kaedah yang berkesan dalam PdP topik haba. Sharifov dan MacIsaac (2021) menyatakan bahawa simulasi atau makmal secara maya memberi kesan positif terhadap pemikiran murid-murid. Sehubungan dengan itu, simulasi membolehkan murid-murid untuk memvisualisasikan teori atau konsep yang sering kali sukar difahami secara abstrak, terutamanya topik haba. Dengan menggunakan simulasi, murid dapat melihat pergerakan dan interaksi elemen-elemen dalam sesuatu proses dengan cara yang lebih jelas dan terperinci. Kajian lepas oleh Haryadi dan Pujiastuti (2020) menunjukkan bahawa penggunaan simulasi PhET dalam pembelajaran topik haba menyumbang kepada peningkatan prestasi sebanyak 37% lebih tinggi berbanding kelas kawalan yang menggunakan kaedah pembelajaran konvensional. Oleh yang demikian, simulasi terbukti sebagai alat yang berkesan dalam proses pengajaran dan pembelajaran bagi mata pelajaran fizik di sekolah menengah (Batuyong & Antonio, 2018; Ulen et al., 2014; Ajdredini et al., 2012). Kesimpulannya, eksperimen dan simulasi dapat membantu mengatasi cabaran yang dihadapi oleh murid-murid dalam memahami kandungan pembelajaran mata pelajaran fizik khususnya kerana kesukaran mereka untuk memvisualisasikan teori atau konsep yang dipelajari (Onder et al., 2018; Vilarta Rodriguez et al., 2020).

Oleh itu, menurut Li (2024), inovasi dan kemajuan teknologi AI dapat menyediakan pengalaman PdP yang hampir sama antara eksperimen fizik simulasi dan eksperimen dunia sebenar. Dengan teknologi AI, eksperimen simulasi akan menjadi lebih realistik dan relevan, memberikan pengalaman yang lebih mendalam dan tepat kepada pengguna. Ini juga akan memudahkan pelaksanaan eksperimen dengan mengurangkan halangan teknikal dan menyediakan alat yang lebih canggih untuk analisis dan visualisasi. Akibatnya, pelaksanaan eksperimen akan menjadi lebih efisien dan efektif, menjadikannya lebih mudah diakses dan digunakan dalam konteks pendidikan terutamanya dalam topik haba.

Setelah membincangkan jenis-jenis pelaksanaan aktiviti sesuai untuk bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI, kajian ini juga telah menilai jenis pentaksiran yang sesuai untuk digunakan dalam konteks tersebut. Jadual 13 menunjukkan hasil kutipan data mengenai jenis pentaksiran dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI.

**Jadual 13.** Jenis pentaksiran dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI

<b>Bil.</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>Kekerapan</b>	<b>Peratusan</b>
1.	Lembaran kerja	24	80.0
2.	Aktiviti Latihan interaktif	25	83.3
3.	Refleksi dan penilaian diri	3	60.0
4.	Projek berkumpulan	18	3.3
5.	Mini kuiz	2	6.7
6.	Peta minda	1	3.3

Hasil dapatan menunjukkan bahawa jenis pentaksiran yang paling sesuai untuk digunakan dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI adalah aktiviti latihan interaktif (83.3%). Kajian lepas menunjukkan bahawa aktiviti latihan interaktif merupakan salah satu bentuk pentaksiran yang paling berkesan dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI. Kajian-kajian terdahulu telah menekankan bahawa penggunaan teknologi AI seperti agen pintar dan perisian interaktif membolehkan penilaian dilakukan secara lebih dinamik dan berfokus kepada pembelajaran murid-murid secara individu. Ini membolehkan murid mendapatkan maklum balas segera dan memperbaiki pemahaman mereka berdasarkan kemajuan yang diperolehi. Kajian lepas turut menyokong penggunaan AI untuk pentaksiran formatif, di mana latihan interaktif ini membantu dalam proses pembelajaran yang lebih mendalam dan personalisasi pendidikan (González-Calatayud et al., 2021; Yim & Su, 2023).

## KESIMPULAN DAN CADANGAN

Kajian ini berjaya mengenal pasti keperluan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI bagi topik haba dalam kalangan murid tingkatan empat berdasarkan persepsi guru. Hasil kajian menunjukkan bahawa majoriti guru berpendapat topik haba sebagai topik yang mencabar bagi murid-murid dengan peratusan sebanyak 73.3%. Tambahan pula, 100% guru-guru menyatakan persetujuan untuk membangunkan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI berfokuskan topik haba (73.3%). Seterusnya, 90.9% guru-guru memilih subtopik haba pendam tentu sebagai kandungan bagi pembangunan ini. Sebagian besar guru iaitu dengan peratusan sebanyak 83.3% memilih modul interaktif sebagai jenis bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI yang sesuai. Sebanyak 86.7% guru memilih teknik pembelajaran masteri sebagai teknik pembelajaran yang paling sesuai untuk diterapkan dalam bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI ini. Dalam aspek pelaksanaan aktiviti, majoriti guru memilih eksperimen (96.7%) manakala untuk pentaksiran pula aktiviti latihan interaktif dipilih oleh majoriti guru (83.3%).

Oleh itu, dapatan kajian ini menunjukkan bahawa teknologi AI berpotensi besar untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran murid melalui penyampaian kandungan yang disesuaikan dengan keperluan individu, interaktiviti yang lebih tinggi, dan pelbagai kaedah pengajaran yang lebih menarik. Ini menekankan pentingnya pembangunan bahan pembelajaran sendiri yang mampu merangsang pemahaman murid dan memudahkan penguasaan konsep yang kompleks.

Walau bagaimanapun, terdapat kekurangan dalam kajian ini iaitu tidak melibatkan murid-murid sehingga tidak dapat menggambarkan perspektif mereka terhadap bahan pembelajaran sendiri

berasaskan AI. Oleh itu, adalah dicadangkan agar kajian lanjutan dilaksanakan dengan memperluaskan sampel kepada lebih banyak sekolah di seluruh Malaysia serta melibatkan murid-murid sebagai responden utama. Ini akan membolehkan pengumpulan data yang lebih komprehensif dan memberikan pandangan yang lebih tepat mengenai keperluan dan penerimaan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI dalam kalangan murid tingkatan empat. Selain itu, kajian juga boleh memberi tumpuan kepada pembangunan prototaip bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI dan menilai keberkesannya dalam meningkatkan pemahaman murid-murid mengenai topik haba.

Kajian ini memberikan implikasi penting dalam bidang pendidikan, khususnya dalam pengajaran topik haba dalam fizik. Penggunaan bahan pembelajaran sendiri berasaskan AI berpotensi mengubah kaedah pembelajaran bagi topik-topik yang sukar difahami oleh murid. Teknologi AI bukan sahaja memberi manfaat kepada murid dari segi pembelajaran yang lebih tersusun dan interaktif, malah turut mengurangkan beban guru dalam menyampaikan konsep-konsep yang kompleks. Selain itu, pembelajaran sendiri ini dapat memperibadikan proses pembelajaran, membolehkan murid belajar mengikut rentak mereka sendiri, sekali gus meningkatkan penguasaan murid terhadap konsep-konsep yang sukar. Implikasi terhadap dasar pendidikan juga merangkumi kepentingan memperkenalkan teknologi AI secara lebih meluas dalam sistem pendidikan, selaras dengan keperluan pembelajaran abad ke-21.

## **PENGHARGAAN**

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua responden yang telah meluangkan masa dan memberikan maklum balas yang berharga dalam kajian ini. Tanpa kerjasama dan input mereka, kajian ini tidak akan dapat dilaksanakan dengan jayanya. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pakar-pakar yang telah memberikan pandangan dan nasihat yang berguna sepanjang proses penyelidikan ini. Sokongan dan bimbingan mereka telah banyak membantu dalam memperbaiki kualiti kajian ini. Penghargaan ini diucapkan dengan penuh rasa terima kasih kepada semua yang telah terlibat dalam menjayakan kajian ini.

## **RUJUKAN**

- Adeoye, M. A. (2023). Review of sampling techniques for education. *ASEAN Journal for Science Education*, 2(2), 87-94.
- Alam, A. (2021, December). Should robots replace teachers? Mobilisation of AI and learning analytics in education. In *2021 International Conference on Advances in Computing, Communication, and Control (ICAC3)* (pp. 1-12). IEEE.
- Aldarayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100132>
- Almeda, M.V.Q., & Baker, R.S. (2020). Predicting student participation in STEM careers: The role of affect and engagement during middle school. *Journal of Educational Data Mining*, 12(2), 33–47. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4008054>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem-Solving Skills of Physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857–871.
- Arhin, D., & Opoku, B. W. (2020). A Meta-Analysis on Effects of Mastery Learning Strategy (MLS) on Academic Achievements of Learners. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 4(7), 102 – 106. Retrieved from <https://www.rsisinternational.org/journals/ijriss/Digital-Library/volume-4-issue7/102106.pdf>
- Astra, I. M., Aminudin, D., & Henukh, A. (2021). Enhancing students' learning activities using problem-based learning model on temperature and heat concept. In *Journal of Physics:*



- Conference Series* 2019(1), 1 – 6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2019/1/012025/meta>
- Bakri, F., Shabrina Pratiwi, & Dewi Muliwati. (2019). Video-enriched worksheet based on augmented reality technology: The heat experiment is easier. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.5132645>
- Bakri, S. N. S., Matawali, A., Jumat, N. R., Kanak, F. A., & Ismail, I. H. (2021). Encouraging STEM interest among high school students in rural area of Sabah: a Botani<sup>s</sup>nja module integrated with problem-based learning case. *Transactions on Science and Technology*, 8(3), 372–379. <https://tost.unise.org/pdfs/vol8/no3-2/ToST-CoFA2020-372-379-OA.pdf>
- Bruneau, P., Wang, J., Cao L., & Truong, H. (2023). The potential of Chatgpt to enhance physics education in Vietnamese high schools. *Journal Physics Education*, 1 – 7. <https://doi.org/10.35542/osf.io/36qw9>
- Butai, S. N., Awang, H., Ismail, I. H., & Eldy, E. F. (2021). Effectiveness of PBL-STEM module in physics on students' interest: a preliminary finding of implementation amongst students in rural areas of Sabah, Malaysia. *Transactions on Science and Technology*, 8(3–2), 380–387. <https://tost.unise.org/pdfs/vol8/no3-2/ToST-CoFA2020-380-387-OA.pdf>
- Chang, L. K. (2024, May). SPM 2023: Trend pelajar mengambil mata pelajaran sains tulen menurun. *Berita Harian*. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/05/1252374/spm-2023-trend-pelajar-mengambil-mata-pelajaran-sains-tulen-menurun>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Sixth). SAGE Publication, Inc.
- Cynthia, C., Arafah, K., & Palloan, P. (2023). Development of interactive physics e-module to improve critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5), 3943–3952. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.2302>
- Devialita, A., Suhandi, A., Samsudi, A., Hendriyani, D., Purwanto, M. G., Riani, V. R., Nurzakiah, E., & Gitnita, S. (2021). Analysis conception of secondary student's using four tier test on heat and temperature. *Journal of Physics: Conference Series* 2098(1), 1 – 7. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2098/1/012002/meta>
- Ding, L., Reay, N., Lee, A., & Bao, L. (2011). Exploring the role of conceptual scaffolding in solving synthesis problems. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 7(2), 1 – 11. <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevSTPER.7.020109>
- Durall Gazulla, E., Martins, L., & Fernández-Ferrer, M. (2023). "Designing learning technology collaboratively: Analysis of a chatbot codesign." *Education and Information Technologies*, 28(1), 109 – 134. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11162-w>.
- Fowler, F. J. (2014). *Survey Research Methods* (Fifth Edit). Sage Publications, Inc. <https://www.jstor.org/stable/3250956?origin=crossref>
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/12/5467>
- Hamed, G., & Aljanazrah, A. (2020). The effectiveness of using virtual experiments on students' learning in the general physics lab. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 976 – 995. <https://doi.org/10.28945/4668>
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F.(1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36 (1), 55 – 87. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199901\)36:1%3C55::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-P](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098-2736(199901)36:1%3C55::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-P)
- Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2020). PhET simulation software-based learning to improve science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*. 1521(2), 1 – 6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1521/2/022017/meta>
- Hashim, S., Omar, M. K., Jalil, H. A., & Sharef, N. M. (2022). Trends on Technologies and Artificial

- Intelligence in Education for Personalized Learning: Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 884–903. <http://hrmars.com/index.php/pages/detail/IJARPED>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational psychology review*, 16(3), 235 – 266. <https://link.springer.com/article/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Huang, J., Saleh, S., & Liu, Y. (2021). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. 10(3), 206 – 217. <https://doi.org/10.36941/ajis-2021-0077>.
- Idris, N. (2013). *Penyelidikan Dalam Pendidikan Edisi Kedua*. Selangor: McGraw-Hill Education.
- Jannah, M., Supardi Z. A. I., & Prabowo. (2020). Guided inquiry model with the REACT strategy learning materials to improve the students' learning achievement. *International Journal of Recent Educational Research*, 1(2), 156 – 168. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v1i2.45>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013 – 2015: Pendidikan Prasekolah hingga Lepas Menengah*. Putrajaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Khoiri, N., Lilyanam F. S. T., & Wijayanto, W. (2024). E-comic as a media to build an understanding of newtons concepts. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(1), 154 – 165. <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i1.8478>
- Kim N. J., & Kim M. K. (2022). Teacher's perceptions of using an artificial intelligence-based educational tool for scientific writing. *Frontiers in Education*, 7. <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2022.755914/full>
- Kurnianto, D., Sudiansyan, Heriyanto, Yani T., A., & T., H. (2022). Development of mathematics emodules through the professional flip pdf application assisted react strategy to improve problem solving ability of vocational middle school students concentration of accounting expertise. *International Journal of Science and Society*, 4(3), 499–512. <https://doi.org/10.54783/ijsoc.v4i3.544>
- Kusuma, A. A. K., Maharani, W. A. D., Wibowo, F. C., Nasbey, H., & Costu, B. (2023). Effectiveness of Artificial Intelligent Independent Learning (AIIL) with physics chatbot of global warming concept. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(1), 42 – 54. <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i1.8942>
- Li, Z. (2024). Research on Simulation Experiment Teaching Strategies for High School Physics in Remote Areas. *Open Journal of Social Sciences*, 12(8), 442 – 455. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=135502>
- Mahligawati, F., Allanas, E., Butarbutar, M. H., & Nordin, N. A. N. (2023). Artificial intelligence in Physics Education: a comprehensive literature review. *Journal of Physics: Conference Serie.*, 2596(1), 1 – 6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2596/1/012080/meta>
- Musa, R., & Kusairi, S. (2019). Analisis penguasaan konsep siswa materi suhu kalor pada pembelajaran Cognitive Apprenticeship (CA) disertai Formative E-Assessment. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 4(2), 85–90. <https://journal2.um.ac.id/index.php/jrpf/article/view/15207/6082>
- Mustapa Kamal, S. F., Mohd Nasrah, S. K., & Syed Abdullah, S. M. (2021). Persepsi kaunselor terhadap Gangguan Stres Pasca Trauma (Post-Traumatic Stress Disorder) mangsa buli di Malaysia: Counsellor perception of Post-Traumatic Stress Disorder among bullying victim in Malaysia. *Sains Insani*, 6(1), 217-226. <https://doi.org/10.33102/sainsinsani.vol6no1.277>
- Nasir, M., & Mahfuz (2023). Pemanfaatan google form untuk pelaporan form A di panwasdam daha selatan: Inovasi teknologi dalam peningkatan efisiensi dan akurasi pengawasan pemilu. *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 2(3), 11808-11824. <https://publisherqu.com/index.php/pediaqu/article/view/403/389>
- Onder, F., Şenyiğit, Ç., & Silay. (2018). Effect of an inquiry-based learning method on students' misconceptions about charging of conducting and insulating bodies. *European Journal of Physics*, 39(5). <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aac52a>

- 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. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/nur.20199>
- Raflee, S. S. M., & Halim, L. (2021). The effectiveness of critical thinking in improving skills in KBAT problem solving. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(1), 60 – 76. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.6.2021>
- Rahmi, A., Fitri Y. W., Zahara, F., & Desnita (2021). Meta analisis pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap hasil belajar fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11 (2), 20 – 25. <http://repository.unp.ac.id/38097/>
- Reinhold, S., Holzberger, D., & Seidel, T. (2018). Encouraging a career in Science: A research review of secondary schools' effects on students' STEM orientation. *Studies in Science Education*, 54(1), 69–103. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442900>
- 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. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol9.2.4.2021>
- Sari, Y., Qadar, R., & Hakim, A. (2023). Analysis of High School Students' Conceptual Understanding of Physics on Temperature and Heat Concepts. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 3(1), 212–224. <https://doi.org/10.53889/ijses.v3i1.92>
- Sawitri, I., Suparmi, & Aminah, N. S. (2016). Pembelajaran fisika berbasis problem-based learning (pbl) menggunakan metode eksperimen dan demonstrasi ditinjau dari kemampuan berpikir kritis terhadap prestasi belajar dan keterampilan metakognitif. *Jurnal Inkuiri*, 5(2), 79 – 86. <https://jurnal.uns.ac.id/inkuiri/article/view/9480/8410>
- Selvam, A. A. A. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence on transforming physics, chemistry, and biology education. *The Cuvette*. <https://doi.org/10.21428/a70c814c.747297aa>
- Shafie, H., Abd Majid, F., & Ismail, I. S. (2019). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in teaching 21st century skills in the 21st century classroom. *Asian Journal of University Education*, 15(3) 24 – 33.
- Shamsuddin, N. F., & Nasri, N. M. (2022). Kajian tinjauan penggunaan jenis peranti dan status capaian internet terhadap kesediaan pelajar mengikuti PDPR semasa penularan COVID-19. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(1), 70 – 76. <https://scholar.archive.org/work/usdsgylycvey7kygo7nfzfxbc4/access/wayback/https://myjms.mohe.gov.my/index.php/jdpd/article/download/17064/9173>
- Sharifov, G., & MacIsaac, D. (2021). Effectiveness of a simulated thermodynamics lab in a grade eight lyceum class. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 17(2), 133 – 140. <https://journal.unnes.ac.id/nju/JPFI/article/view/27589>
- Singh, A. S., & Masuku, M. B. (2014). Sampling techniques & determination of sample size in applied statistics research: An overview. *International Journal of economics, commerce and management*, 2(11), 1-22. [https://www.academia.edu/download/65225177/21131\\_IJECM.pdf](https://www.academia.edu/download/65225177/21131_IJECM.pdf)
- Su, K. D. (2022). Implementation of innovative artificial intelligence cognitions with problem-based learning guided tasks to enhance students' performance in science. *Journal of Baltic Science Education*, 21(2), 245-257. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1038066>
- The Curriculum Development Department, Buku Penerangan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Putrajaya, Malaysia: Bahagian Pembangunan Kurikulum Ministry of Education Malaysia (in Malay), 2016.
- Vilarta, L. V., Veen, J. T., Anjewierden, A., Berg, E., & Jong, T. (2020). Designing inquiry-based learning environments for quantum physics education in secondary schools. *Physics Education*, 55(6), 1 – 9. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abb346>
- Wambugu, P. W. & Changeiywo, J. M. (2008). Effects of mastery learning approach on secondary school students' physics achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(3), 293 – 302. <http://dx.doi.org/10.12973/ejmste/75352>

- Yahya, N. B., & Azaharuddin, N. A. B. (2010). Pembangunan Laman Web Bagi Mata Pelajaran Fizik Tingkatan 4: Haba Pendam Tentu Pengewapan Dengan Menggunakan Teori Konstruktivisme. <https://core.ac.uk/download/pdf/11785557.pdf>
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2023). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-023-00304-9>
- Yolviansyah, F., Suryanti, S., Rini, E. S., Matondang, M. M., & Wahyuni, S. (2021). Hubungan minat belajar siswa terhadap hasil belajar fisika di SMAN 3 Muaro Jambi. *Tunjuk Ajar J. Penelit. Ilmu Pendidik*, 4(1), 16-25. <http://dx.doi.org/10.31258/jta.v4i1.16-25>
- Zheng, L., Niu, J., Zhong, L., & Gyasi, J. F. (2021). The effectiveness of artificial intelligence on learning achievement and learning perception: A meta-analysis. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5650–5664. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2015693>
- Zudonu, O. C., Osiah, C. U., Ogbu, M., Adejoke, B., John, J. P., & Nkisa, O. D. (2024). Investigating the effect of artificial intelligence on chemistry and physics students' achievement and conceptual change in heat change in SSS2 in rivers state. *International Journal of Chemistry and Chemical Processes*, 10(3), 42 – 66. <https://iardjournals.org/get/IJCCP/Vol%2010.%20No.%203%202024/Investigating%20the%20Effect%20of%20Artificial%20AI-66.pdf>