Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH) (e-ISSN : 2504-8562)
2026, Volume 11, Issue 3, e003863
DOI: https://doi.org/10.47405/mjssh.v11i3.3863

RESEARCH ARTICLE

Penggunaan AI Gemini dalam Pendidikan Alam Sekitar di Sekolah Menengah: Satu Kajian Kes di Klang

(The Use of AI Gemini in Environmental Education in Secondary Schools: A Case Study in Klang)

Sharmilah Selvarajan[1], Siti Nur Diyana Mahmud[2*]

[1]Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia
Email: p144862@siswa.ukm.edu.my
[2]Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia
Email: diyana@ukm.edu.my

CORRESPONDING AUTHOR (*):
Siti Nur Diyana Mahmud
(diyana@ukm.edu.my)

KATA KUNCI:
Kecerdasan buatan
AI Gemini
Pendidikan alam sekitar
Kajian kes
Sekolah menengah
Cabaran
Peluang

KEYWORDS:
Artificial intelligence
AI Gemini
Environmental education
Case study
Secondary school
Challenges
Opportunities

CITATION:
Sharmilah, S., & Siti Nur Diyana, M. (2026). Penggunaan AI Gemini dalam Pendidikan Alam Sekitar di Sekolah Menengah: Satu Kajian Kes di Klang. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH), 11*(3), e003863. https://doi.org/10.47405/mjssh.v11i3.3863

ABSTRAK

Penggunaan AI Gemini dalam Pendidikan Alam Sekitar memerlukan pendekatan pedagogi yang sesuai bagi menyokong pembelajaran bermakna dan berkesan. Kajian ini bertujuan menilai keberkesanan penggunaan AI Gemini dalam Pendidikan Alam Sekitar di sebuah sekolah menengah di Klang. Pendekatan kualitatif dengan reka bentuk kajian kes digunakan melibatkan empat orang guru dan empat orang pelajar. Data dikumpul melalui temu bual separa berstruktur, pemerhatian bilik darjah dan analisis dokumen serta dianalisis secara tematik. Dapatan kajian menunjukkan bahawa penggunaan AI Gemini berpotensi memperibadikan pembelajaran, meningkatkan kefahaman konsep, penglibatan dan kreativiti pelajar. Walau bagaimanapun, cabaran seperti kekangan kemahiran digital dan ketepatan maklumat turut dikenal pasti. Kajian ini menegaskan keperluan latihan guru, bimbingan pedagogi dan garis panduan etika bagi memastikan integrasi AI Gemini yang berkesan dalam Pendidikan Alam Sekitar di sekolah menengah.

ABSTRACT

The use of AI Gemini in Environmental Education requires appropriate pedagogical approaches to support meaningful and effective learning. This study aims to evaluate the effectiveness of AI Gemini in Environmental Education in a secondary school in Klang. A qualitative approach with a case study design was employed, involving four teachers and four students. Data were collected through semi-structured interviews, classroom observations, and document analysis, and were analysed thematically. The findings indicate that the use of AI Gemini has the potential to personalise learning and enhance students' conceptual understanding, engagement, and creativity. However, challenges such as limitations in digital skills and concerns

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

regarding information accuracy were also identified. This study highlights the need for teacher training, pedagogical guidance, and ethical guidelines to ensure the effective integration of AI Gemini in Environmental Education at the secondary school level.

Sumbangan/Keaslian: Kajian ini menyumbang kepada literatur berkaitan integrasi AI dalam pendidikan alam sekitar di sekolah menengah. Kajian ini juga meneroka keberkesanan AI Gemini dalam meningkatkan penglibatan, kefahaman dan kreativiti pelajar serta mengenal pasti cabaran pelaksanaan dalam konteks sebenar bilik darjah.

1. Pengenalan

Isu perubahan iklim, pencemaran dan eksploitasi sumber semula jadi semakin membimbangkan termasuk di Malaysia (United Nations Environment Programme, 2021), sekali gus menuntut penyepaduan pendidikan alam sekitar di sekolah bagi menyokong pembangunan mampan selaras dengan Matlamat Pembangunan Lestari (United Nations, 2015). Pendidikan alam sekitar berperanan meningkatkan pengetahuan, sikap dan tingkah laku lestari pelajar (van de Wetering et al., 2022), namun pelaksanaannya di Malaysia masih terhad kerana integrasi tidak formal, pendekatan tradisional dan kekurangan penilaian (Larsen & Azizi, 2000). Oleh itu, kecerdasan buatan (AI) berpotensi menjadi pemangkin inovasi melalui pembelajaran interaktif dan berperibadi (Tilbury, 2011).

Imran dan Almusharraf (2024) membincangkan potensi *Google Gemini* sebagai alat kecerdasan buatan (AI) generatif multimodal yang muncul dalam pendidikan. Gemini berbeza daripada model AI tradisional kerana ia mampu memproses dan menghasilkan pelbagai bentuk input dan output seperti teks, imej, audio, video, dan dokumen, yang berupaya menawarkan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, menyeluruh, dan realistic. AI Gemini boleh digunakan untuk mensimulasikan fenomena semula jadi, menjana idea penyelesaian terhadap isu pencemaran, serta memberi panduan kepada pelajar untuk mengambil tindakan lestari di samping membantu guru memperibadikan kandungan PdP berdasarkan tahap kefahaman dan minat pelajar, sekali gus menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan kontekstual.

Oleh itu, inovasi kaedah PdP perlu diteroka bagi meningkatkan keberkesanan pendidikan alam sekitar melalui penggunaan AI Gemini. Kemajuan teknologi menjadikan AI sebagai alat berpotensi dalam memperkasa pembelajaran dengan mensimulasikan situasi dunia sebenar bagi membantu pelajar memahami kesan tindakan terhadap alam sekitar. Aplikasi AI generatif seperti Gemini dan ChatGPT menyokong pembelajaran diperibadikan, manakala Gemini yang bersifat multimodal menggabungkan teks, imej dan video bagi menjelaskan konsep kelestarian dengan lebih menarik (Imran & Almusharraf, 2024). Sejajar dengan pembelajaran adaptif, AI menyokong pemahaman mendalam terhadap isu alam sekitar (Lee, 2021) serta membantu guru merancang strategi PdP inovatif berorientasikan abad ke-21 bagi memupuk kesedaran, penglibatan dan amalan lestari pelajar.

2. Sorotan Literatur

Sejajar dengan Matlamat Pembangunan Mapan (Sustainable Development Goals – SDG), pendidikan menjadi medium penting dalam memupuk kesedaran generasi muda

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

terhadap kelestarian alam sekitar. Pendidikan alam sekitar membantu individu meneroka isu, menyelesaikan masalah, dan mengambil tindakan memulihara alam sekitar. Ia memupuk kefahaman, tanggungjawab, dan hubungan dengan alam semula jadi (Yarkandi, 2012). Selain mewujudkan masyarakat yang prihatin terhadap flora dan fauna dan menyokong usaha kerajaan mengintegrasikannya dalam kurikulum melalui pendekatan yang menggalakkan amalan lestari, pendidikan alam sekitar dapat melahirkan generasi muda yang bertanggungjawab terhadap kelestarian ekosistem (Berita Harian, 2017).

Pelajar yang mengikuti pendidikan alam sekitar menunjukkan tingkah laku pro-alam sekitar yang lebih tinggi (Mamta & Dhiman, 2022) di mana pendidikan sekolah mampu mempengaruhi perubahan tingkah laku pelajar terhadap alam sekitar. Integrasi pendidikan alam sekitar berkesan sebagai alat intervensi bagi meningkatkan kelestarian dan pemuliharaan dalam kalangan belia di Malaysia. Namun, pelaksanaan pendidikan alam sekitar di Malaysia masih terbatas di mana tahap kesedaran dan sikap prihatin pelajar sekolah menengah terhadap alam sekitar masih rendah (Uddin et al., 2020). Kaedah pengajaran tradisional menyebabkan pelajar kurang berminat (Wardani, 2018). Sebaliknya, pendekatan pembelajaran alam sekitar yang lebih interaktif meningkatkan pengetahuan pelajar (Liao & Li, 2019).

2.1. Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pendidikan

Kecerdasan buatan (AI) ialah sistem komputer yang meniru keupayaan manusia untuk berfikir, belajar, dan membuat keputusan (Russell & Norvig, 2021; Wartman & Combs, 2018; Nabiyev, 2010). Disokong oleh infrastruktur digital (de Lima-Santos & Ceron, 2021), AI digunakan dalam pembelajaran interaktif melalui simulasi, gamifikasi dan pembelajaran berasaskan data, menjadikan pembelajaran lebih menarik dan berkesan. Semasa pandemik Covid-19, AI menjadi teknologi penting yang memastikan kesinambungan pembelajaran global (Chua & Valencia, 2020), mempercepatkan transformasi digital dan memperkukuh penggunaan inovasi dalam pendidikan, sekaligus menyokong pembelajaran jarak jauh melalui pendekatan seperti pembelajaran dalam talian, e-pembelajaran dan pembelajaran campuran (Cojocariu et al., 2014). Pelajar kini dapat belajar dan berinteraksi di mana-mana sahaja (Singh & Thurman, 2019).

AI membantu pelajar memahami dan menyelesaikan tugasan dengan lebih berkesan (Arlingga Cahya, 2021) di mana ia dapat menyesuaikan pembelajaran mengikut keperluan pelajar (Khan et al. 2022) serta meningkatkan hasil pembelajaran dengan menyesuaikan gaya dan kadar pembelajaran. AI juga dapat mengenal pasti objek, memahami bahasa, dan memberi cadangan secara autonomi di samping menjadikan pembelajaran lebih inklusif dan interaktif serta mentransformasikan pedagogi tradisional (Young, 2024). Di Malaysia, AI diterapkan dalam automasi pentadbiran, kurikulum dan penilaian (Chen et al., 2010;), membolehkan reka bentuk pembelajaran lebih diperibadikan (Holmes et al., 2021).

Di samping kemajuan fizikal dan pemikiran kognitif (Karim et al., 2020), AI juga menjadikan pembelajaran fleksibel, inklusif, dan menarik (Pu et al. 2021), namun ia masih terdapat kesan negatif terhadap pemikiran kritis dan interaksi manusia (Ju. 2023) dan kawalan risiko perlu diambil dengan memperketatkan peraturan dan etika penggunaan AI (Łodzikowski et al., 2023). Antara cabarannya adalah isu keselamatan data, berat sebelah dan kebergantungan teknologi yang boleh menjejaskan autonomi

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

pelajar (Bit, Biswas & Nag. 2024), kualiti kandungan yang dihasilkan melalui AI serta risiko AI menggantikan peranan guru di bilik darjah (Felix. 2020).

2.2. Pengintegrasian AI dalam Pendidikan Alam Sekitar

Pendidikan alam sekitar telah lama diintegrasikan dalam Sains, Pendidikan Moral, dan Geografi, tetapi pendekatan tradisional seperti "chalk-and-talk" (Isaac, 2004) yang bergantung pada nota dan hafalan sering gagal mengubah sikap pelajar terhadap amalan lestari (Sanatora, 2003; Abdul Malek, 2016). AI digunakan untuk membantu pelajar memahami isu kemampanan, perubahan iklim, dan pemuliharaan sumber asli melalui simulasi ekosistem maya, analisis data masa nyata, dan chatbot interaktif. AI menggalakkan kolaborasi, pemikiran kritikal, dan pengalaman pembelajaran diperibadikan (Pantelimon et al., 2021), memupuk nilai kemampanan (Domenico et al., 2021), serta meningkatkan keberkesanan melalui interaksi dinamik dan AR seperti permainan kad berasaskan konsep karbon (Chang & Kidman, 2023; Ardyansyah & Rahayu, 2023).

Teknologi seperti AR mudah alih (Arvola et al., 2021) dan simulasi maya (Fauville et al., 2011) membolehkan pembelajaran berasaskan pengalaman dalam pendidikan alam sekitar. Chatbot AI pula menyokong penglibatan emosi dan kognitif pelajar terhadap topik kemampanan (Nguyen et al., 2025), manakala aplikasi Klipaa.id menyesuaikan kandungan mengikut kadar pembelajaran pelajar (Khan et al., 2024). Gabungan AR dan AI, seperti pengecaman imej, serta makmal maya berasaskan maklum balas pintar meningkatkan pengalaman pembelajaran (Fauville et al., 2011). Kelebihan AI termasuk meningkatkan motivasi, penglibatan, pemahaman, pemikiran kritis (Arici, 2024; Chang & Kidman, 2023) dan pemantauan alam secara interaktif (Lee, 2022).

Beberapa cabaran dikenal pasti termasuk kekurangan akses teknologi, infrastruktur lemah dan jurang kemahiran guru (Hara, 2023; Khan et al., 2024; Arvola et al., 2021). Guru kurang latihan profesional untuk mengintegrasikan AI secara bermakna (Chang & Kidman, 2023). Isu etika dan pedagogi juga timbul seperti risiko penyalahgunaan AI, penyebaran maklumat salah (Chang & Kidman, 2023). Selain kos pelaksanaan dan kekurangan sistem tunjuk ajar AI (Reshmi et al., 2024), isu keselamatan data, privasi dan risiko pergantungan berlebihan terhadap teknologi (Holmes et al. 2021) menunjukkan pengaturcaraan AI di sekolah masih rendah dan memerlukan masa serta kemahiran kognitif tinggi (Lee. 2022).

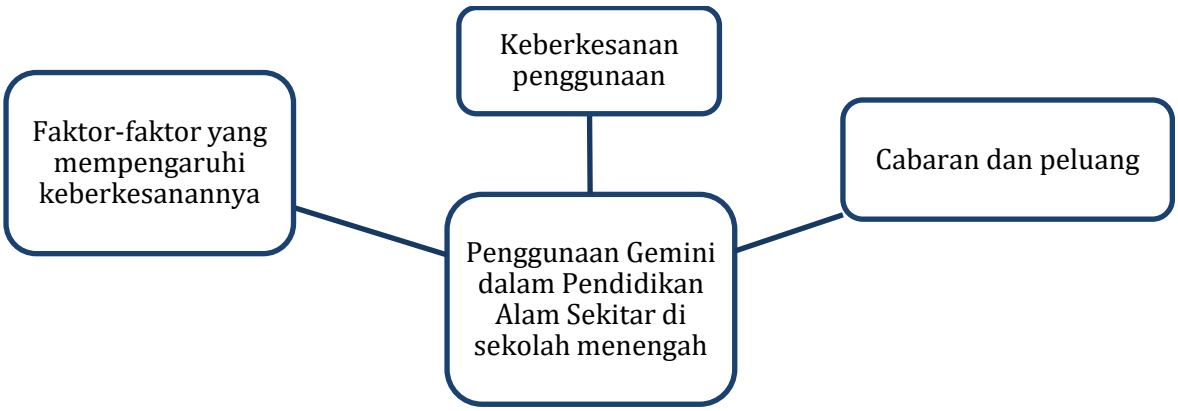
2.3. AI Gemini

Gemini ialah alat kecerdasan buatan (AI) berasaskan teknologi generatif (GenAI) yang berfungsi sebagai penjana kandungan dan bahan PdP interaktif, membantu guru menghasilkan bahan pembelajaran, merancang pengajaran, menambah elemen visual, serta menyediakan lembaran kerja, teka-teki, dan video (Nyaaba, 2023). Gemini memahami dan menjana respons merentasi teks, imej, audio, dan video, membolehkan pengalaman pembelajaran lebih interaktif dan kontekstual (Telkom University, 2024). Ia berperanan sebagai rakan belajar peribadi yang menyokong pembelajaran mengikut tahap dan keperluan pelajar, menjana visualisasi, simulasi, dan naratif kreatif bagi memudahkan pemahaman konsep abstrak, khususnya untuk pelajar visual dan kinestetik (Saeidnia, 2023).

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Berdasarkan Teori Konstruktivisme (Piaget, 1950; Vygotsky, 1978) dan Teori Pembelajaran Sosial (Bandura, 1986), Gemini meningkatkan kefahaman dan penglibatan pelajar dalam pendidikan alam sekitar melalui simulasi interaktif dan realiti maya. Guru bertindak sebagai fasilitator dalam Zon Perkembangan Proksimal (Wood et al., 1976; Holmes et al., 2022), manakala Gemini memodelkan amalan lestari dan menyokong pembelajaran aktif untuk membentuk kesedaran pelajar terhadap pemeliharaan alam sekitar (Imran & Almusharraf, 2024). Kajian ini ingin meneroka bagaimana penggunaan AI Gemini dapat memperibadikan pembelajaran dan meningkatkan kefahaman pelajar terhadap isu alam sekitar. Selain menilai faktor-faktor yang mempengaruhi keberkesanan Gemini dalam PdP pendidikan alam sekitar, ia juga mengenal pasti cabaran serta peluang yang timbul daripada pelaksanaan Gemini sebagai alat PdP dalam pendidikan alam sekitar.

Rajah 1: Kerangka Konsep yang dibina berdasarkan Model Penerimaan Teknologi (TAM) oleh Davis (1989), Model SAMR oleh Puentedura (2010) dan Technology Integration Model (TPACK) oleh Mishra dan Koehler (2006)



3. Metod Kajian

3.1. Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk meneroka isu dunia sebenar secara mendalam (Moser & Korstjens, 2017), menumpukan pengalaman dan persepsi responden (Symon & Cassell, 2014), serta menyiasat keberkesanan dan pengalaman pelajar (Hancock et al., 2021). Analisis data berasaskan teks membolehkan pemahaman fleksibel terhadap isu kajian (Rupert, 2024). Kajian kes digunakan untuk meneliti isu kompleks, membantu membuat keputusan berasaskan data, menjawab soalan "bagaimana" dan "mengapa", serta menyediakan maklumat kontekstual yang kaya (Bartlett & Vavrus, 2017; Hammersley, 2004).

3.2. Responden Kajian

Responden kajian terdiri daripada empat orang guru dan empat orang pelajar sekolah menengah rendah yang mempunyai pengalaman menggunakan AI Gemini dalam pengajaran dan pembelajaran berkaitan pendidikan alam sekitar. Persampelan bertujuan digunakan kerana peserta mempunyai pengalaman yang relevan dan mampu memberikan maklumat yang mendalam serta bermakna (Maxwell, 2013).

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Saiz sampel yang kecil dipilih bagi membolehkan penerokaan mendalam terhadap pengalaman dan persepsi peserta, selaras dengan reka bentuk kajian kes kualitatif yang menekankan pemahaman konteks secara terperinci.

3.3. Instrumen Kajian

3.3.1. Temu Bual Separa Berstruktur

Temu bual separa berstruktur digunakan untuk mengumpul data daripada pelajar dan guru mengenai impak penggunaan Gemini dalam meningkatkan pemahaman dan penglibatan pelajar dalam pendidikan alam sekitar, serta menilai cabaran dan peluang pelaksanaannya (Syahirah, 2011; Magaldi & Berler, 2020). Ia membolehkan penyelidik menggunakan soalan utama dan menambah soalan susulan berdasarkan jawapan peserta (Rubin & Rubin, 2005). Bagi pelajar, temu bual menumpukan kepada penggunaan Gemini dalam pembelajaran diperibadikan topik kelestarian. Bagi guru, kaedah ini meninjau pelaksanaan AI dalam PdP, kesannya terhadap pelbagai aras pembelajaran, serta strategi, cabaran dan peluang penggunaan Gemini dalam pengajaran topik alam sekitar.

3.4. Pemerhatian

Kaedah pemerhatian digunakan untuk menjawab persoalan kajian mengenai sejauh mana penggunaan AI Gemini membantu guru menjalankan PdP topik alam sekitar, meningkatkan pemahaman dan penglibatan pelajar serta mengenalpasti cabaran dan peluang penggunaan teknologi ini. Penyelidik berperanan sebagai pemerhati, mencatat teknik pengajaran guru, pengintegrasian Gemini dan tingkah laku serta penerimaan pelajar (Zamri Mahamod & Nor Razah, 2011). Data direkod menggunakan senarai semak enam bahagian, dinilai dengan skala Ya/Tidak (skala dichotomous) (DeVellis, 2017; Fraenkel et al., 2012), dengan ruang catatan kualitatif bagi merekod konteks, strategi dan penglibatan peserta.

3.5. Analisis Dokumen

Kaedah analisis dokumen digunakan untuk menilai keberkesanan penggunaan AI Gemini dalam PdP diperibadikan berkaitan topik alam sekitar dan kelestarian (Jasmi, 2012; Fraenkel & Wallen, 1993). Analisis dokumen membolehkan penyelidik menilai kepercayaan, sikap, nilai dan idea tersurat atau tersirat daripada dokumen. Dokumen yang dianalisis adalah Rancangan Pengajaran Harian (RPH) guru dan refleksi bertulis. Guru terpilih telah memberikan salinan RPH khusus bagi sesi topik alam sekitar untuk memastikan data yang diperoleh sahih dan relevan untuk kajian ini.

3.6. Kesahan, Kajian Rintis dan Kebolehpercayaan

Kesahan menilai keupayaan instrumen mengukur konstruk yang sepatutnya, manakala kebolehpercayaan menilai konsistensi hasil (Creswell, 2005). Kajian rintis dijalankan terhadap 10 pelajar Tingkatan 1 dan seorang guru menggunakan 13 soalan temu bual separa berstruktur serta 37 kriteria senarai semak (Fink, 2006; Sekaran, 2003). Penilaian pakar membolehkan penambahbaikan bahasa, struktur ayat, dan keselarasan item dengan tema, objektif, dan persoalan kajian (Gay, Mills & Airasian, 2009). Hasil kajian rintis menunjukkan 5 soalan guru dan 9 soalan pelajar perlu dimurnikan, termasuk menukar “dengan bebas” kepada “secara terbuka” serta menukar soalan tanya

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

kepada ayat penyata seperti “ceritakan pengalaman” dan “berikan pandangan anda” untuk memastikan bahasa jelas dan mudah difahami.

3.7. Analisis Data

Data kualitatif dikumpul dalam bentuk deskriptif, lisan atau tulisan berkaitan tingkah laku manusia (Taylor & Bogdan, 1984). Dapatan kajian telah dianalisi menggunakan kaedah analisis tematik untuk mengenal pasti corak atau “pattern matching” yang dijangkakan, membantu menghasilkan data berguna dan idea baru (Braun & Clarke, 2006). Panduan enam langkah (Nowell et al., 2017) membolehkan penyelidik mengenal pasti tema, menamakan dan menyusun analisis. Analisis tematik memudahkan penyusunan data besar dan menghasilkan dapatan bernas tetapi kekurangan teori boleh menjadi cabaran bagi penyelidik.

3.8. Etika Penyelidikan

Kajian mematuhi garis panduan etika penyelidikan dengan memperoleh kebenaran bertulis daripada pihak sekolah dan peserta. Setiap peserta diberi borang persetujuan dan makluman tentang tujuan kajian, hak, dan kerahsiaan. Penyertaan adalah sukarela, dan peserta berhak menarik diri bila-bila masa. Identiti peserta dirahsiakan dan semua data disimpan selamat. Rakaman audio dan dokumen hanya digunakan untuk analisis. Bagi memastikan penyertaan peserta adalah sukarela dan beretika. Sedikit cenderamata berbentuk makanan ringan diberikan sebagai tanda terima kasih telah diberikan selepas tamat sesi pengumpulan data.

4. Dapatan Kajian

Bahagian ini menganalisis data daripada temu bual separa berstruktur, pemerhatian bilik darjah, dan analisis dokumen untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang corak, kecenderungan, dan pengalaman peserta berkaitan penggunaan AI Gemini dalam pendidikan alam sekitar sebelum analisis tematik dilakukan.

Jadual 1: Profil Guru

Kod Guru	Umur	Tahap Pendidikan	Jawatan	Pengalaman Mengajar	Mata Pelajaran
G1	45	Ijazah Sarjana Muda Biokimia	Guru senior	20 tahun	Sains
G2	37	Ijazah Pendidikan Sumber & Teknologi Maklumat	Guru senior	10 tahun	Geografi, RBT
G3	45	Ijazah Sarjana Muda Sains	Guru	3 tahun	Sains
G4	25	Ijazah Sarjana Muda Sains Komputer	Guru	8 bulan	Pendidikan Moral

Jadual 1 menunjukkan bahawa peserta guru terdiri daripada latar belakang akademik, pengalaman mengajar dan mengajar mata pelajaran yang berbeza. Dua orang guru adalah guru senior dengan pengalaman mengajar melebihi 10 tahun manakala dua orang lagi adalah guru baharu dengan pengalaman kurang daripada lima tahun. Faktor

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

kepelbagaian pengalaman ini merumuskan tahap kesediaan dan penerimaan penggunaan AI Gemini dalam kalangan guru yang mempunyai latar profesional yang berbeza. Melihat kepada bidang kepakaran, guru yang terlibat mengajar mata pelajaran Sains, Geografi dan Pendidikan Moral, membuktikan pengintegrasian AI Gemini merentasi pelbagai mata pelajaran dan latar akademik guru.

Jadual 2: Profil Pelajar

Kod Pelajar	Jantina	Umur
P1	Lelaki	13
P2	Lelaki	13
P3	Perempuan	14
P4	Perempuan	14

Jadual 2 merumuskan profil pelajar yang terdiri daripada pelajar Tingkatan 1 dan Tingkatan 2, dengan perbezaan umur 13 tahun 14 tahun di mana 2 pelajar lelaki dan 2 pelajar perempuan dipilih berdasarkan kelas PdP yang diperhatikan. Pelajar- pelajar ini dipilih dari tahap awal sekolah menengah di mana ia bersesuaian dengan objektif kajian yang meneliti penerimaan dan pengalaman awal pelajar terhadap penggunaan AI dalam pendidikan alam sekitar.

Jadual 3: Hasil Temu Bual bersama Guru

Soalan	G1	G2	G3	G4
Pengalaman mengajar subjek sains/alam sekitar	10 tahun, Tingkatan menengah rendah & atas	7 tahun, geografi	4 tahun, topik alam sekitar menarik minat pelajar	8 bulan
Pengalaman menggunakan teknologi digital/AI	Menggunakan AI Gemini untuk pencarian maklumat & rancangan pengajaran	AI memudahkan PdP, meningkatkan minat & kreativiti pelajar	Menggunakan AI Gemini untuk kajian mini, analogi & aktiviti kreatif	Mula mencuba AI, menghadapi cabaran teknikal
Sokongan sekolah untuk AI	Internet, Smart TV, 2 makmal komputer	Bilik komputer & Smart TV disediakan	Sokongan asas, PLC & rakan sekerja membantu	Kurang penggunaan AI di sekolah
Impak AI Gemini pada pemahaman pelajar	Pelajar lebih faham, dapat artikel terkini & contoh menyeluruh	Membantu pelajar belajar kendiri, berfikir kritikal	Memahami konsep kompleks melalui analogi & aktiviti kreatif	Gunakan ChatGPT untuk idea & brainstorming
Penglibatan pelajar	Pelajar seronok, info tambahan menarik	Tingkatkan penglibatan kumpulan & motivasi	Pelajar aktif, berani cuba, bekerjasama & interaktif	Penglibatan bergantung, kadang pelajar tidak cuba
Contoh situasi AI membantu pelajar	Kitaran nutrien: analisis faktor & kitaran	Pemanasan global: peta minda & faktor utama	Aktiviti ‘Creative Solutions’: puisi & slogan	Menjana idea sebelum tugasan
Faktor keberkesanan	Panduan atau rujukan, guru	Arahan guru jelas,	Penggunaan seimbang, elak	Kefahaman konteks &

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

	membimbing	kekurangan akses peranti & internet, sikap pelajar	terlalu bergantung kepada AI	'prompt' tepat
Kesediaan pelajar menggunakan AI	Pelajar mahir & mendapat sokongan sekolah	Cepat menyesuaikan diri, perlukan bimbingan awal	Mahir, berpengalaman dengan platform AI lain	Skala 7/10, perlu idea awal
Latihan/bimbingan guru untuk AI	Hadiri seminar/bengkel	Belajar sendiri & daripada rakan	Belajar sendiri & perkongsian PLC	Tidak pernah
Cabaran menggunakan AI	Bahasa, kefahaman pelajar	Kekangan masa & maklumat berlebihan	Masa & capaian teknikal, kebergantungan pelajar	Ejaan & pemahaman pelajar
Cara atasi cabaran	Bimbingan guru	Menyediakan slaid visual & pemilihan maklumat penting	Persediaan awal contoh jawapan & semakan maklumat	Guru bantu untuk memahami & menyusun idea
Peluang masa depan AI	AI mempengaruhi pembelajaran, perlukan rujukan & bimbingan	Potensi besar, maklumat terkini & PdP kreatif	Alat adaptif, projek komuniti & nilai lestari	Perlu "catch up" dengan generasi AI
Maklumat tambahan	Harapan untuk lebih banyak latihan & bengkel	AI mendidik pelajar untuk beretika & kreatif	Peluang mengajar lebih kreatif, panduan penting	Tiada

Jadual 3 merumuskan hasil temu bual dengan empat guru berbeza pengalaman: dua senior dan dua baharu. Guru berkelayakan Sains menunjukkan keyakinan dan fleksibiliti lebih tinggi dalam PdP Pendidikan Alam Sekitar, manakala guru bukan opsyen Sains masih boleh mengajar topik kelestarian dengan sokongan teknologi digital, menunjukkan latar belakang akademik mempengaruhi keyakinan integrasi AI. Kebanyakan guru menggunakan AI Gemini untuk pencarian maklumat, perancangan PdP, dan idea kreatif tugasan pelajar, menjimatkan masa, meningkatkan kualiti bahan, dan merangsang kreativiti. Guru kurang berpengalaman menghadapi kesukaran teknikal awal dan memerlukan latihan berperingkat. Sokongan asas sekolah seperti internet, makmal komputer, dan Smart TV tersedia, tetapi tahap penggunaan bergantung pengalaman guru. Guru bersetuju AI Gemini memudahkan pemahaman konsep alam sekitar melalui analogi dan contoh kontekstual, meningkatkan penglibatan dalam tugasan kreatif dan kerja kumpulan, namun terdapat kebimbangan pelajar terlalu bergantung kepada AI. Keberkesanan bergantung kepada bimbingan guru, arahan (prompt) tepat, rujukan jelas, dan sokongan teknikal. Hanya sebahagian guru menerima latihan formal; selebihnya belajar kendiri atau melalui PLC, menunjukkan keperluan latihan berstruktur. Cabaran termasuk bahasa, masa, isu teknikal, dan ketepatan maklumat, diatasi melalui bimbingan berterusan, panduan visual, persediaan bahan, dan penjelasan langsung. Semua guru melihat potensi besar AI Gemini dalam pembelajaran adaptif, PdP kreatif, dan kesedaran kelestarian, dengan latihan profesional penting untuk keberkesanan maksimum.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Jadual 4: Hasil Temu Bual bersama Pelajar

Soalan	P1	P2	P3	P4
Pengalaman belajar menggunakan AI dalam kelas	Memahami pengajaran guru lebih jelas	Berasa senang dan selesa	Membantu ringkasan teks, mencari maklumat, memperbaiki penulisan	Pengalaman pertama, menarik dan berpasangan rakan
Penggunaan AI di luar kelas	Digunakan untuk projek	Digunakan di rumah	Digunakan untuk penyelidikan dan idea baharu	Digunakan apabila tidak memahami topik tertentu
AI berbanding pembelajaran tradisional	Lebih interaktif, belajar mengikut kadar sendiri	Menjana idea dengan cepat	Mudah diakses tetapi tidak menggantikan pembelajaran tradisional	AI fleksibel, pembelajaran tradisional penting untuk interaksi
Kefahaman isu alam sekitar	Mengetahui isu global seperti konflik	Memahami kesan dan penyelesaian isu	Memahami tenaga boleh diperbaharui melalui sumber sahih	Mengetahui kesan penebangan hutan terhadap alam sekitar
Minat terhadap aktiviti alam sekitar	Lebih memahami kepentingan menjaga alam sekitar	Berminat untuk melibatkan diri pada masa hadapan	Minat meningkat kerana faham impak tindakan kecil	Lebih berminat untuk melibatkan diri
Daya tarikan pembelajaran menggunakan AI	Jawapan mudah difahami	Menjana idea kreatif	Kuiz peribadi, peta minda dan rajah	Emoji dan visual menarik
Faktor yang memudahkan atau menyukarkan	Maklumat diperoleh cepat	Menjimatkan masa	Mudah tetapi kurang logik kadang-kadang	Visual membantu kefahaman
Kendiri atau bimbingan guru	Lebih selesa belajar sendiri	Belajar sendiri untuk kreativiti	Bimbingan guru penting tetapi suka meneroka sendiri	Lebih suka belajar sendiri
Cabaran penggunaan AI	Masalah teknikal dan internet	Bahasa dan istilah sukar difahami	Masalah teknikal dan arahan kadang-kadang tidak difahami	Bahasa lanjutan sukar difahami
Kelebihan AI untuk masa depan	Maklumat tepat dan cepat	Sokongan pembelajaran coding	Memahami topik sukar dengan mudah, penerangan jelas	Gaya dan rentak pembelajaran berbeza
Cadangan penambahbaikan	Aktiviti kumpulan	Elakkan terlalu bergantung	Gabung penyelidikan sendiri dan AI	Gunakan bahasa mudah
Pandangan tambahan	Lebih sedar kepentingan alam sekitar	AI digunakan secara bersasar	Pembelajaran lebih menarik tetapi guru tetap penting	Tiada

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Jadual 4 merumuskan hasil temu bual dengan pelajar mengenai penggunaan AI Gemini dalam PdP Pendidikan Alam Sekitar. Semua pelajar melaporkan pengalaman positif; AI membantu mereka memahami kandungan guru dengan lebih jelas, mempercepat pencarian maklumat, membetulkan penulisan, dan menjadikan pembelajaran lebih menyeronokkan serta interaktif melalui penerangan tambahan dan kerjasama rakan. AI turut digunakan di luar bilik darjah untuk projek, penyelidikan, idea baharu, dan pemahaman tambahan, menunjukkan sokongan pembelajaran kendiri dan pengalaman di luar kelas.

Pelajar menyatakan AI menjadikan pembelajaran lebih menarik, interaktif, fleksibel, dan membolehkan mereka belajar mengikut kadar sendiri dengan maklum balas segera. AI Gemini meningkatkan kefahaman isu alam sekitar secara mendalam dan kontekstual, mengaitkan pengetahuan sekolah dengan situasi sebenar seperti tenaga boleh diperbaharui, penebangan hutan, dan kesan konflik global, sekaligus meningkatkan kesedaran tentang kepentingan menjaga alam sekitar. Minat mereka dalam aktiviti pemeliharaan alam sekitar meningkat kerana AI menekankan kepentingan tindakan kecil terhadap alam semula jadi. Fungsi kreatif AI seperti kuiz peribadi, peta minda, rajah, dan emoji turut meningkatkan fokus, kefahaman, dan motivasi pelajar.

Cabaran termasuk masalah teknikal seperti sambungan internet perlahan, jawapan AI yang kompleks atau kurang tepat, serta keterbatasan AI memahami konteks atau arahan panjang. Pelajar seperti P1, P2, dan P4 lebih selesa menggunakan AI secara berdikari, manakala P3 menekankan kepentingan bimbingan guru untuk memastikan maklumat tepat. Pelajar mencadangkan integrasi AI dalam aktiviti kumpulan dan penyelidikan kendiri, penggunaan bahasa mudah, serta latihan menghasilkan “prompt” sesuai. Kesimpulannya, AI Gemini memudahkan pembelajaran, menyokong pembelajaran praktikal, dan meningkatkan minat serta interaksi pelajar dalam Pendidikan Alam Sekitar, walaupun pembelajaran bersemuka dengan guru tetap penting untuk kefahaman dan pembangunan kemahiran komunikasi.

Jadual 5: Hasil Analisis RPH Guru

Kriteria	G1	G2	G3	G4
Tingkatan	Tingkatan 2	Tingkatan 2	Tingkatan 1	Tingkatan 1
Subjek	Sains	Geografi	Sains	Pendidikan Moral
Topik	Kitaran Nutrien	Pemanasan Global	Pencemaran Udara	Sayangi Alam Sekitar
Objektif PdP	Mengenal pasti kesan aktiviti manusia terhadap kitaran nutrien	Mengenal pasti faktor pemanasan global	Definisi, punca, kesan dan cadangan kreatif mengurangkan pencemaran udara	Cadangan, kepentingan dan kesan menjaga alam sekitar
Aktiviti PdP	Carian maklumat dan pembentangan menggunakan AI	Penjanaan isi dan peta minda (Napkin AI) serta pembentangan	Video AI dan penghasilan pantun/slogan	Penghasilan poster dan pembentangan
Penggunaan AI	AI Gemini	AI Gemini & Napkin AI	AI Gemini	AI Gemini
Pentaksiran	Refleksi bertulis	Perbentangan berkumpulan	Hasil kreatif (pantun/slogan)	Perbentangan poster

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Nilai & Sikap	Tanggungjawab terhadap alam sekitar	Keprihatinan terhadap perubahan iklim	Kreativiti dan kepekaan terhadap pencemaran	Menghargai dan memelihara alam sekitar
Keberkesanan RPH	Penglibatan pelajar 100%, mahir menghasilkan prompt	Majoriti murid capai objektif, PdP ikut masa	PdP interaktif, pelajar bergantung kepada AI	Kerjasama baik, isu ejaan dan kebergantungan AI

Jadual 5 menunjukkan bahawa G1 hingga G4 telah melaksanakan PdP yang selaras dengan topik alam sekitar dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran bagi mata pelajaran masing-masing. Objektif PdP yang ditetapkan adalah jelas, menepati tahap pelajar Tingkatan 1 dan Tingkatan 2, serta menekankan pemahaman punca, kesan dan langkah penyelesaian isu alam sekitar. Semua guru menggunakan AI Gemini sebagai alat sokongan utama PdP, dengan G1, G3 dan G4 memanfaatkannya untuk pencarian maklumat dan penghasilan bahan kreatif, manakala G2 menggabungkan AI Gemini dan Napkin AI untuk pembinaan peta minda. Refleksi guru menunjukkan bahawa penggunaan AI Gemini meningkatkan kreativiti dan penglibatan pelajar. Namun, isu kebergantungan pelajar terhadap AI dan kesilapan bahasa dikenal pasti sebagai cabaran dalam PdP. Kesemua RPH turut menekankan penerapan nilai murni seperti tanggungjawab terhadap alam sekitar, keprihatinan terhadap perubahan iklim, kreativiti, serta sikap menghargai dan memelihara alam sekitar.

Jadual 6: Hasil Pemerhatian PdP

Aspek	G1	G2	G3	G4	Catatan Ringkas
A. Penglibatan Pelajar dengan AI					
Minat	/	/	/	/	Semua pelajar menunjukkan minat
Interaksi	/	/	/	/	-
Interaksi aktif	/	/	/	X	G4: Tidak semua pelajar dapat peluang AI
Soalan & respons bermakna	/	/	/	/	-
Inisiatif mencari maklumat	X	/	/	/	G1: Kekurangan masa
Kekal terlibat sepanjang aktiviti	/	X	X	/	G2: Ada yang buka laman lain G3: Aktiviti cepat tamat, membuka laman lain
Reaksi emosi (seronok, ingin tahu, kecewa, bosan)	/	/	/	/	-
B. Kefahaman Pelajar terhadap Konsep Alam Sekitar					
Perhatian terhadap penerangan AI	/	/	X	/	G3: Ada pelajar pantas, menyukarkan pelajar lemah
Menjawab soalan dengan tepat	X	X	X	X	G1: Sukar faham soalan G2: Perlu bimbingan guru G3: Guru perlu semak jawapan G4: Kesalahfahaman istilah
Menerangkan konsep sendiri	X	X	X	X	G1-G4: Perlu bantuan guru untuk menyemak fakta dan menterjemah istilah
Hubungkan maklumat AI dengan isu sebenar	/	/	/	/	-
Cadang penyelesaian masalah	X	/	X	X	G1: Minimum 2 jawapan G3: Pelajar lemah perlahan

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

					G4: Perlu kata kunci Bahasa Melayu
Kaitkan pembelajaran dengan topik lain	/	/	/	/	G2: Ada pelajar buka laman lain
Contoh tambahan & hujah sendiri	/	/	/	/	G1: Perlu bimbingan kata kunci G3: Mengikut tahap kefahaman G4: Perlu suntikan soalan tambahan
C. Kemudahan Penggunaan & Penerimaan AI Gemini					
Mudah dikendalikan	/	/	/	/	-
Penerimaan positif	/	/	/	/	-
Masalah teknikal atau kesukaran	/	/	/	/	G1: Masalah Internet/komputer G2: Perlu bantuan guru G3: Capaian Internet lemah G4: 1 komputer untuk 1 kumpulan
Semangat menggunakan AI	X	/	X	/	G1: Kurang berminat G3: Cepat selesai, bosan menunggu pelajar lemah
Sesuai dengan tahap kebolehan	/	/	X	/	G1: Arahan berlainan G3: Pelajar lemah lambat G4: Mudah mengikut tahap pemahaman
Memudahkan pemahaman	/	/	/	/	G4: Poster AI menarik & membantu pemahaman
Menarik minat pelajar	/	/	/	/	G4: Poster interaktif
D. Peranan Guru dalam Integrasi AI Gemini					
Arahan jelas	/	/	/	/	G4: Arahan dalam dwibahasa
Pemantauan interaksi pelajar dengan AI	/	/	/	/	-
Hubungkan info AI dengan PdP	/	/	/	/	-
Penyelesaian masalah teknikal	/	/	/	/	G4: Guru minta pelajar tukar komputer jika perlu
Peneguhan positif	/	/	/	/	-

4.1. Pemberibadian dan Penglibatan Pelajar dengan AI

Penggunaan AI Gemini dalam PdP kelestarian meningkatkan penglibatan pelajar, dengan minat, interaksi aktif, dan emosi positif seperti seronok dan bermotivasi. Aktiviti visual seperti poster, peta minda, dan puisi generatif menarik perhatian. Namun, akses peranti terhad, kekurangan masa serta pemantauan guru menyebabkan sesetengah pelajar kurang eksplorasi.

4.2. Kefahaman Pelajar terhadap Konsep Alam Sekitar

Walaupun penglibatan digital tinggi, kefahaman kognitif pelajar masih lemah kerana laras bahasa AI yang kompleks. Penilaian 'X' membuktikan intervensi guru tetap kritikal bagi menterjemah istilah teknikal dan menjelaskan konsep. Cabaran termasuk bahasa, terjemahan AI Gemini, kekeliruan kata kunci, dan kebergantungan kepada arahan dwibahasa guru. Pelajar terbeban dengan maklumat banyak, mengambil masa lama menjawab soalan, dan sukar mencadangkan penyelesaian tanpa soal susulan guru.

4.3. Kemudahan Penggunaan & Penerimaan AI Gemini

Semua kelas mempunyai akses Internet dan aplikasi AI Gemini, dan pelajar mampu menggunakan platform dengan baik. Penerimaan pelajar terhadap aktiviti berkumpulan

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

seperti poster, peta minda dan puisi generatif positif. Kekangan termasuk capaian Internet lemah (G1 & G3), perkongsian komputer (G4) dan keutamaan pelajar terhadap ChatGPT. Motivasi dan minat pelajar juga kurang terhadap Sains manakala pelajar berkemahiran tinggi cepat menyiapkan tugasan dan bosan menunggu giliran.

4.4. Peranan Guru dalam Integrasi AI

Guru memberi arahan dwibahasa, memantau interaksi pelajar, mengaitkan maklumat AI dengan PdP, dan memberi peneguhan positif. G1–G3 memantau aktif, manakala G4 memberi ruang berdikari. Guru menyelesaikan masalah teknikal dan urus perkongsian komputer. Pelajar masih memerlukan bimbingan guru untuk menggunakan AI secara autonomi dan mentafsir kandungan dengan tepat.

Jadual 7: Catatan Umum Pemerhatian

Aspek	K1	K2	K3	K4
Suasana kelas	Semua pelajar mengikuti arahan, seronok, bekerjasama	Fokus sepenuhnya pada tugasan	Seronok tetapi cepat bosan	Komunikasi baik, aktiviti teratur
Kata-kata pelajar	Memerlukan bantuan guru untuk kata kunci/prompt	AI Gemini bantu cipta imej visual menarik	Kurang komunikasi kerana masalah bahasa	Seronok, visual bantu ulang kaji
Cabaran	Kurang minat terhadap topik	Masa menaip prompt panjang, perlukan e-mel/telefon	Aktiviti perlu dirancang supaya visual membantu pemahaman	Istilah sukar, banyak kesalahan fakta, perlu semakan guru
Impak keseluruhan	Memahami kitaran nutrien tetapi terma sains sukar	Imbasan visual topik pemanasan global meningkatkan pemahaman	Aktiviti perlu dirancang dengan teliti	Sama seperti K3, perlukan aktiviti menarik dan bimbingan guru

Secara keseluruhan, suasana kelas menunjukkan pelajar terlibat secara aktif di mana pelajar dilihat berasa seronok, bekerjasama dengan baik dalam kumpulan dan pembahagian tugas tersusun (K1, K2, K4). Aktiviti visual janaan AI seperti imej pemanasan global, peta minda, dan poster generatif meningkatkan minat pelajar serta membantu mereka mengimbas kembali kandungan pembelajaran (K2, K4). Namun, penglibatan tidak menyeluruh kerana sesetengah pelajar cepat bosan selepas tugasan tamat (K3), menunjukkan penglibatan bergantung pada jenis aktiviti, mata pelajaran, dan topik yang dipelajari, bukan motivasi intrinsik.

Pelajar menghadapi kesukaran menafsir maklumat kerana istilah saintifik kompleks dan penggunaan Bahasa Inggeris (K1, K3, K4). Di K1, bantuan guru diperlukan untuk menyediakan kata kunci atau prompt yang tepat. Sesetengah pelajar di K3 kurang berkomunikasi kerana kekangan bahasa, manakala di K4 terdapat kesilapan fakta apabila jawapan AI disalin tanpa pentafsiran. Batasan teknikal termasuk keperluan mendaftar masuk e-mel peribadi, masa menaip prompt yang panjang dan had penggunaan selepas beberapa carian (K1, K2). G1 dan G2 terpaksa meminta pelajar lain mendaftar masuk emel untuk mengekalkan penggunaan AI, terutamanya bagi topik yang

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

memerlukan maklumat banyak seperti kitaran nutrien (K1). Sesetengah pelajar kurang berminat terhadap topik tertentu (K1), mempengaruhi penglibatan.

Peranan guru penting sebagai penyemak fakta, pemberi kata kunci, dan fasilitator untuk menghubungkan maklumat AI dengan PdP sebenar (K1, K3, K4). AI digunakan sebagai alat sokongan pengajaran di mana ia menjimatkan masa penyediaan bahan, terutamanya bahan visual, meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik seperti pemanasan global (K2). Secara keseluruhan, AI Gemini berkesan sebagai alat sokongan yang meningkatkan penglibatan dan pembelajaran visual, tetapi kejayaan PdP bergantung kepada bimbingan guru, motivasi pelajar, dan akses teknikal kepada platform.

4.5. Analsis Tematik

4.5.1. Tema 1: Pemperibadian Pembelajaran dan Peningkatan Penglibatan Pelajar

Penggunaan AI Gemini membolehkan pelajar memperibadikan pembelajaran mengikut tahap kefahaman masing-masing. Pelajar dapat menyesuaikan cara penerangan yang diterima melalui visual, penggunaan bahasa atau penerangan yang lebih mudah. Aktiviti kreatif seperti penghasilan poster, carta berasaskan AI, imej visual dan puisi interaktif didapati meningkatkan penglibatan pelajar secara aktif dalam proses pembelajaran, disokong oleh P2 yang menyatakan, “Gemini memudahkan mereka menghasilkan imej pemanasan global yang menarik.” G2 pula menyatakan bahawa “Menggunakan teknologi AI dalam PdP ini sangat menarik… pembelajaran lebih aktif dan kreatif,” manakala G3 menegaskan bahawa “Aktiviti PdP menjadi lebih interaktif dan menyeronokkan dengan penglibatan aktif pelajar dalam aktiviti kreatif.” P4 menyatakan, “…apabila saya tidak memahami sesuatu topik, saya akan minta AI Gemini untuk mengajar saya seperti saya berumur 5 tahun.” Secara keseluruhannya, AI Gemini meningkatkan minat dan penglibatan pelajar melalui visual, interaktiviti dan pembelajaran bersifat personal. Pelajar yang sebelum ini pasif menjadi lebih berani dan aktif kerana dapat berinteraksi dengan AI tanpa rasa takut melakukan kesilapan atau dihakimi.

4.5.2. Tema 2: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberkesanan AI Gemini

Beberapa faktor utama yang dikenal pasti adalah tahap kefahaman pelajar, kemahiran bahasa, ketepatan maklumat yang dijana serta tahap bimbingan guru. Pelajar yang mempunyai penguasaan konsep yang rendah memerlukan panduan guru untuk menafsir arahan dan menapis maklumat yang diberikan oleh AI, dibuktikan oleh G3 yang menyatakan, “Ada pelajar yang pantas berbanding dengan pelajar lain… menyukarkan pelajar lemah untuk memahami input AI.” G4 pula menyatakan bahawa “…pelajar hanya memahami input AI dalam Bahasa Inggeris,” menunjukkan bahawa kemahiran bahasa merupakan satu cabaran utama. Isu ketepatan maklumat turut dibangkitkan apabila G4 menyebut, “Kesalahan fakta atau istilah… kesalahan ejaan dalam AI poster menjejaskan kefahaman pelajar.” Tambahan pula, G2 menyatakan bahawa “…ada pelajar yang kurang yakin untuk memilih maklumat yang tepat untuk dimasukkan ke dalam peta minda.” Oleh itu, keberkesanan AI Gemini sangat bergantung kepada sokongan guru dari aspek bimbingan, penyemakan fakta dan penyesuaian bahasa agar maklumat yang diperoleh adalah relevan dan mudah difahami.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

4.5.3. Tema 3: Cabaran dan Peluang Penggunaan AI Gemini

Antara cabaran yang dikenal pasti ialah perbezaan kemahiran digital guru dan pelajar, kesukaran menafsir maklumat AI, isu ketepatan maklumat, keperluan bimbingan guru yang berterusan serta perbezaan motivasi dan latar belakang pelajar. Hal ini disokong oleh kenyataan G3, "Menghadapi kesukaran untuk memproses maklumat yang banyak," dan G1, "…ada pelajar yang kurang mahir dalam Bahasa Inggeris… masalah menggunakan prompt atau kata kunci yang betul." Namun begitu, peluang penggunaan AI Gemini adalah besar. G2 menyatakan bahawa "20 daripada 23 murid berjaya mencapai objektif pembelajaran apabila dibimbing menggunakan AI," manakala G4 menegaskan bahawa "Penggunaan AI Gemini membantu pelajar memahami topik kelestarian dengan visual kreatif dan penjelasan terstruktur." Secara keseluruhannya, AI Gemini berpotensi besar meningkatkan keberkesanan PdP melalui pembelajaran visual, kreatif, interaktif serta pengukuhan kemahiran berfikir kritis, dengan syarat disokong oleh intervensi guru yang berkesan.

5. Perbincangan

5.1. Penglibatan Pelajar dalam PdP dengan AI Gemini

Penggunaan AI Gemini dapat meningkatkan penglibatan pelajar dalam PdP. Pelajar menunjukkan minat, interaksi aktif, dan respons emosi positif seperti seronok, ingin tahu, dan bermotivasi semasa menggunakan AI untuk menghasilkan poster, peta minda, dan puisi generatif. AI Gemini bertindak sebagai alat yang menarik perhatian pelajar dan membolehkan mereka mengeksplorasi topik alam sekitar secara visual dan interaktif. Namun, penglibatan pelajar tidak seragam. Kekangan seperti bilangan peranti terhad, masa aktiviti singkat bagi pelajar berkemahiran tinggi, dan kurang pemantauan guru menyebabkan sesetengah pelajar kurang terlibat. Ini menunjukkan penglibatan bergantung kepada tarikan aktiviti, minat individu, dan sokongan guru, bukannya motivasi intrinsik semata-mata. Selari dengan Holmes et al. (2019) yang menegaskan bahawa AI dapat meningkatkan penglibatan pelajar apabila digabungkan dengan bimbingan guru dan aktiviti interaktif.

5.2. Kefahaman Pelajar terhadap Konsep Alam Sekitar

Walaupun penglibatan tinggi, kefahaman pelajar terhadap konsep alam sekitar masih bercampur. Pelajar memerlukan bantuan guru untuk mentafsir arahan dan menjelaskan konsep dengan kata-kata sendiri. Cabaran utama ialah bahasa, kerana kandungan AI Gemini banyak diterjemahkan dari Bahasa Inggeris, menyebabkan salah faham istilah dan kekeliruan kata kunci. Pelajar juga menghadapi kesukaran membina penyelesaian atau contoh baru tanpa panduan guru. AI Gemini berfungsi sebagai agen sokongan kognitif yang membantu menjelaskan konsep seperti pencemaran, kitaran karbon, dan kelestarian secara bertahap. Ia selaras dengan prinsip pembelajaran konstruktivisme Piaget dan Vygotsky, di mana pelajar membina pengetahuan baru melalui interaksi aktif dengan maklumat yang tersedia. Sokongan guru sebagai fasilitator memastikan pelajar dapat memahami konsep dengan lebih mendalam dan menghubungkannya dengan situasi sebenar.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

5.3. Faktor, Cabaran, dan Keberkesanan AI Gemini dalam PdP Pendidikan Alam Sekitar

Keberkesanan penggunaan AI Gemini dipengaruhi oleh empat faktor utama: tahap kefahaman pelajar, kemahiran bahasa, ketepatan maklumat AI, dan intervensi guru. Pelajar mahir menggunakan AI untuk bertanya soalan lanjutan, menjana idea, dan menyemak kefahaman secara kendiri, manakala pelajar kurang mahir memerlukan bimbingan guru. Kemahiran bahasa penting kerana arahan jelas dan kosa kata tepat diperlukan untuk mendapatkan maklumat relevan. Ketepatan maklumat AI memudahkan pemahaman fakta saintifik dan konsep kelestarian, namun pengesahan guru tetap diperlukan. Intervensi guru membimbing pelajar menggunakan AI secara efektif, mengelakkan kebergantungan pasif, dan meningkatkan penglibatan serta motivasi. Jurang kemahiran digital antara guru dan pelajar juga memberi cabaran; pelajar celik AI menyesuaikan diri cepat, manakala guru dan pelajar kurang mahir memerlukan masa tambahan. Perbezaan kemahiran ini menuntut strategi pengajaran berbeza untuk memastikan semua pelajar terlibat aktif dan memahami konsep alam sekitar.

6. Rumusan

AI Gemini memperibadikan pembelajaran, meningkatkan penglibatan pelajar, dan memudahkan pemahaman konsep kompleks. Teknologi ini menyokong guru dengan menyediakan bahan dan idea aktiviti. Cabaran termasuk ketepatan maklumat, perbezaan kemahiran digital, dan kekangan ICT. Gabungan antara bimbingan guru, aktiviti ‘hands-on’ dan pembelajaran kolaboratif, meningkatkan motivasi, minat, dan penglibatan pelajar, selaras dengan objektif PdP yang berfokus dan bermakna. Namun, keberkesanannya bergantung pada peranan guru, perancangan pedagogi dan kemudahan teknologi.

6.1. Implikasi Kajian

Implikasi kajian terhadap pelajar termasuk peningkatan kreativiti, kemahiran kolaboratif, pemikiran kritis, dan pemahaman konsep alam sekitar secara mendalam, dengan keperluan menggunakan AI secara etika untuk memperibadikan pembelajaran. Guru berperanan sebagai fasilitator, meningkatkan kemahiran AI, dan memastikan PdP tidak pasif. Bagi sekolah, kemudahan ICT mencukupi dan garis panduan penggunaan AI adalah penting, manakala dari perspektif teori, kajian menyumbang kepada literatur mengenai pengintegrasian AI dalam Pendidikan Alam Sekitar melalui interaksi aktif guru, pelajar, dan AI.

6.2. Cadangan Kajian

Guru disarankan mengintegrasikan AI Gemini secara terancang dalam projek dan perbincangan berkumpulan, dengan bimbingan guru memastikan AI digunakan sebagai alat sokongan, bukan sekadar mendapatkan jawapan pantas. Sekolah perlu menyediakan kemudahan ICT mencukupi, capaian internet stabil, garis panduan jelas, dan latihan profesional bagi meningkatkan kemahiran AI guru. Kajian lanjutan perlu menumpukan kepada impak jangka panjang AI terhadap penglibatan, kesedaran, dan tingkah laku pelajar merentas kurikulum, menggunakan pendekatan kuantitatif atau kaedah campuran untuk menilai keberkesanan secara menyeluruh.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Kelulusan Etika dan Persetujuan untuk Menyertai Kajian (*Ethics Approval and Consent to Participate*)

Para penyelidik menggunakan garis panduan etika penyelidikan yang disediakan oleh Jawatankuasa Etika Penyelidikan Universiti Kebangsaan Malaysia (RECUKM). Semua prosedur yang dilakukan dalam kajian ini yang melibatkan subjek manusia telah dijalankan mengikut piawaian etika jawatankuasa penyelidikan institusi. Kebenaran dan persetujuan mengikuti kajian turut diperoleh daripada semua peserta kajian.

Penghargaan (*Acknowledgement*)

Para penyelidik ingin merakamkan penghargaan kepada pihak sekolah, guru dan pelajar yang telah memberikan kerjasama sepanjang pelaksanaan kajian ini.

Kewangan (*Funding*)

Kajian ini tidak menerima sebarang tajaan atau bantuan kewangan daripada mana-mana pihak.

Konflik Kepentingan (*Conflict of Interest*)

Penulis melaporkan tiada sebarang konflik kepentingan berkaitan penyelidikan, pengarangan dan penerbitan kajian ini.

Rujukan

Abdul Malek, M. (2016). *Environmental education in Malaysian schools: Issues and challenges*. Universiti Pendidikan Sultan Idris Press.

Ardyansyah, A., & Rahayu, S. (2023). Development and implementation of augmented reality-based card game learning media with environmental literacy in improving students' understanding of carbon compounds. *Orbital, 15*(2), 118-126. https://doi.org/10.17807/orbital.v15i2.17617

Arici, F. (2024). Artificial intelligence and augmented reality integration in environmental learning. *Computers & Education, 215*, 104121. https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2310921

Arlingga Cahya, M. (2021). AI in remote learning: A post-pandemic analysis. *Journal of Modern Education Review, 11*(9), 890–903.

Arvola, M., Edfors Fuchs, I., Nyman, I., & Szczepanski, A. (2021). Mobile augmented reality and outdoor education. *Built Environment, 47*(2), 223–242. https://doi.org/10.2148/benv.47.2.223

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice Hall.

Bartlett, L., & Vavrus, F. (2017). Comparative case studies: An innovative approach. *Nordic Journal of Comparative and International Education, 1*(1), 5–17. https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.7577%2Fnjcie.1929?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

Berita Harian. (2017, January 12). *Pendidikan alam sekitar perlu diperkasa di sekolah*.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Bit, S., Biswas, R., & Nag, D. (2024). Data security and ethical concerns in AI-based education systems. *AI Ethics Review, 5*(1), 101–119. https://doi.org/10.32628/IJSRST2411424

Chang, C. H., & Kidman, G. (2023). The rise of generative artificial intelligence (AI) language models: Challenges and opportunities for geographical and environmental education. *Asia-Pacific Journal of Geography Education*, *51*(2), 120–135. DOI:10.1080/10382046.2023.2194036

Chen, H., Huang, X., & Zhang, L. (2010). AI applications in Malaysian educational contexts. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 4690–4694.

Chua, C. P., & Valencia, L. D. (2020, August). *The role of artificial intelligence in education amidst the COVID-19 pandemic*. Paper presented at the ICPSR Conference. Diambil dari https://www.researchgate.net/publication/343691393_The_Role_of_Artificial_Intelligence_in_Education_Amidst_of_the_COVID-19_Pandemic

Cojocariu, V. M., Lazar, I., & Butnaru, G. (2014). E-learning and distance education in pandemic times. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 180*, 426–432.

Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (3rd ed.). Pearson Merrill Prentice Hall.

de-Lima-Santos, M.-F., & Ceron, W. (2021). *Artificial intelligence in news media: Current perceptions and future outlook. Journal. Media, 3*(1), 13–26. https://doi.org/10.3390/journalmedia3010002

DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). SAGE Publications.

Domenico, S., Russo, R., & Cimini, M. (2021). AI for sustainable education: A conceptual framework. *Sustainability, 13*(12), 6654.

Fauville, G., Lantz-Andersson, A., & Säljö, R. (2014). *ICT tools in environmental education: Reviewing two newcomers to schools. Environmental Education Research, 20*(2), 248–283. https://doi.org/10.1080/13504622.2013.775220

Felix, U. (2020). Teachers vs AI: Debating the future of the classroom. *Journal of the Learning Sciences, 29*(3), 245–262.

Fink, A. (2006). *How to conduct surveys*. SAGE Publications.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.

Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1993). *How to design and evaluate research in education*. McGraw-Hill.

Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2009). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Prentice Hall.

Hammersley, M. (2004). Towards a usable past for qualitative research. *International Journal of Social Research Methodology, 7*(1), 19–27. https://doi.org/10.1080/1364557032000164058 1

Hancock, D. R., Algozzine, B., & Lim, J. H. (2021). *Doing case study research: A practical guide for beginning researchers* (4th ed.). Teachers College Press.

Hara, K. (2023). Reforming environmental curriculum through AI and digital tools. *Educational Research International, 15*(2), 113–128.

Harrison, H., Birks, M., Franklin, R., & Mills, J. (2017). Case study research: Foundations and methodological orientations. *Forum: Qualitative Social Research, 18*(1), Article 19. https://doi.org/10.17169/fqs-18.1.2655

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Holmes, W., Park, C., & Tan, C. (2022). Vygotsky in the age of AI: Reimagining the zone of proximal development. *Computers & Education, 185*, 104183.

Hua, A. K. (2016). Pengenalan rangkakerja metodologi dalam kajian penyelidikan: Satu kajian literatur. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities, 1*(1), 17–24. DOI: https://doi.org/10.47405/mjssh.v1i2.8

Imran, A., & Almusharraf, N. (2024). Google Gemini as a next generation AI educational tool: A review of emerging educational technology. *Smart Learning Environments, 11*(1), Article 22. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00310-z

Isaac, J. (2004). Chalk and talk: The decline of interactive pedagogy. *Asian Journal of Education, 24*(3), 43–56.

Jasmi, K. A. (2012). Metodologi pengumpulan data dalam penyelidikan kualitatif. In *Kertas kerja dibentangkan dalam Kursus Penyelidikan Kualitatif* (pp. 28–29). Universiti Teknologi Malaysia, Puteri Resort Melaka.

Karim, A., Sandu, R., & Gide, E. (2020). AI and cognitive learning enhancement in schools. *International Journal of Learning Analytics, 7*(4), 102–118.

Khan, F., Ahmad, A., & Rahim, M. (2022). Machine learning applications in personalized learning. *Educational AI Review, 2*(1), 89–102.

Khan, A. H., Marlina, A., & Cahyadi, A. (2024). Effectiveness of lecture results via the Klipaa.Id application on environmental education class students in the era of artificial intelligence. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, *16*(2), 167–182. https://doi.org/10.37640/jip.v16i2.2137

Larsen, L., & Azizi, N. (2000). Environmental education in Denmark and Malaysia: A comparative study. *Environmental Education Research, 6*(3), 241–255.

Lee, J. (2021). AI for differentiated learning: Personalization in secondary schools. *Asia-Pacific Education Review, 22*(6), 945–961.

Lee, K. (2022). Programming AI sensors for environmental monitoring in schools. *STEM Education Journal, 9*(2), 201–217.

Liao, Y., & Li, C. (2019). Interactive environmental learning models. *International Journal of Environmental Studies, 76*(5), 789–805.

Łodzikowski, M., Baran, M., & Gajda, P. (2023). Ethical regulation in artificial intelligence systems. *AI Policy Review, 11*(4), 301–319.

Magaldi, D., & Berler, M. (2020). Semi-structured interviews. In V. Zeigler-Hill & T. K. Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of personality and individual differences*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3

Mamta, S., & Dhiman, P. (2022). Environmental education and pro-environmental behavior. *Sustainability Education Review, 4*(1), 33–48.

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design: An interactive approach* (3rd ed.). SAGE Publications.

Moser, A., & Korstjens, I. (2017). Series: Practical guidance to qualitative research. Part 1: Introduction. *European Journal of General Practice, 23*(1), 271–273. https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1375090

Nabiyev, V. (2010). *Artificial intelligence: Foundations and applications*. Springer.

Nguyen, H., Nguyen, V., Ludovise, S., & Santagata, R. (2025). Value-sensitive design of chatbots in environmental education: Supporting identity, connectedness, well-being and sustainability. *British Journal of Educational Technology, 5*6 1370–1390. https://doi.org/10.1111/bjet.13568

Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods, 16*(1). https://doi.org/10.1177/1609406917733847

Nyaaba, D. (2023). Google Gemini in education: A new frontier for AI-enhanced teaching. *Journal of Educational Innovation and Practice, 17*(3), 65–78.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Pantelimon, F.-V., Bologa, R., Toma, A., & Posedaru, B.-S. 2021. The Evolution of AI-Driven Educational Systems during the COVID-19 Pandemic. *Sustainability*. 13(23): 13501. https://doi.org/10.3390/su132313501

Piaget, J. (1950). *The psychology of intelligence*. Routledge.

Pu, S., Tan, E., & Lin, J. (2021). AI-driven flexible learning models. *Educational Technology Research Journal, 7*(4), 331–348.

Reshmi, R. K., Joseph, B., Antony, R. V., & Krishnakumar, K. S. (2024). Environmental education with artificial intelligence tutoring systems. *Madhya Bharti - Humanities and Social Sciences*, *85*(4), 170–176.

Rubin, H. J., & Rubin, C. S. (2005). *Qualitative interviewing: The art of hearing data* (2nd ed.). SAGE Publications.

Rupert, M. (2024). *The importance of qualitative research*. https://amg-research.com/the-importance-of-qualitative-research/

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Saeidnia, S. (2023). Personalized learning through AI assistants: Case study of Gemini. *Technology in Education Review, 14*(2), 91–108.

Sanatora, L. (2003). Limitations of traditional teaching methods in environmental education. *Asia-Pacific Education Review, 4*(2), 203–210

Sekaran, U. (2003). *Research methods for business*. John Wiley & Sons.

Singh, V., & Thurman, A. (2019). How many ways can we define online learning? A systematic literature review of definitions of online learning (1988–2018). *American Journal of Distance Education, 33*(4), 289–306. https://doi.org/10.1080/08923647.2019.1663082

Symon, G., & Cassell, C. (2014). Qualitative research. In C. Pope & N. Mays (Eds.), *Qualitative research in health care* (4th ed.). Wiley-Blackwell. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470395/

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1984). *Introduction to qualitative research methods: The search for meanings* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Telkom University. (2025). *What is Gemini AI?* https://it.telkomuniversity.ac.id/en/what-is-gemini-ai/

Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development: An expert review*. UNESCO.

Uddin, M. R., Shimizu, K., & Widiyatmoko, A. (2020). Assessing secondary level students' critical thinking skills: Inspiring environmental education for achieving sustainable development goals. *Journal of Physics: Conference Series, 1567*(2), 022043. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022043

United Nations Environment Programme. (2021). *Emissions gap report 2021*. UNEP. https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations. *development.* United Nations. https://sdgs.un.org/2030agenda

van de Wetering, J., Leijten, P., Spitzer, J., & Thomaes, S. (2022). Does environmental education benefit environmental outcomes in children and adolescents? A meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology, 81,* 1–12. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101782

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wardani, E. (2018). Traditional teaching methods and student motivation in environmental education. *Journal of Environmental Education Research, 8*(4), 331–341.

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).

Wartman, S., & Combs, C. (2018). Artificial intelligence and the future of education. *Perspectives in Education, 36*(2), 89–104.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

Yarkandi, A. H. (2012). *Strengthening environmental education in school curricula. Journal of Education and Vocational Research, 3*(8), 264–270. https://doi.org/10.22610/jevr.v3i8.77

Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (2nd ed.). SAGE Publications.

Young, K. (2024). Pedagogical transformation through AI in education. *International Journal of Innovative Education, 19*(2), 144–160.

Zamri Mahamod, & Nor Razah Lim. (2011). Kepelbagaian kaedah penyoalan lisan dalam pengajaran guru Bahasa Melayu: Kaedah pemerhatian. *Jurnal Pendidikan Bahasa Melayu (MyLEJ), 1*(1), 51–65. Retrieved from http://journalarticle.ukm.my/2540/1/51-65_Jurnal_pendidikan_bahasa_melayu.pdf

© 2026 by the authors. Published by Secholian Publication. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY).