

Peranan Kecerdasan Buatan dalam Pengajaran dan Pembelajaran Bilik Darjah: Satu Tinjauan Literatur Sistematis terhadap Peranan, Cabaran dan Isu Etika

Hassim, Muhammad Isyraf Firdaus¹, Juhari, Muhammad Luqman Hakim¹, Mohd Hamta, Muhammad Faiz Iz'aa¹, Amdan, Insyirah¹, Zulkifli, Nur Naylie Afza¹, Mohd Sobri, Asma' Salsabila¹ & Mat Nashir, Irdyanti^{1*}

¹Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak, MALAYSIA

*Corresponding Author Email: irdyanti@ftv.upsi.edu.my

Diterima: 10 Ogos 2026; Disemak: 11 Ogos 2026; Diterima untuk penerbitan: 15 September 2026; Tersedia dalam talian: 18 September 2026

Abstrak: Kecerdasan buatan semakin meluas digunakan dalam bilik darjah, namun bukti mengenai kesannya terhadap pengajaran dan pembelajaran masih tersebar dan tidak seragam. Tinjauan literatur sistematik ini meneliti peranan kecerdasan buatan dalam meningkatkan keberkesanan pengajaran guru, cabaran serta risiko pelaksanaannya, dan kesan negatif yang berbangkit apabila penggunaannya tidak dipandu etika. Carian dijalankan menggunakan pangkalan data Scopus, Taylor & Francis dan SpringerLink, disokong oleh alat carian literatur berasaskan kecerdasan buatan pada peringkat pengenalan. Proses saringan dilaporkan mengikut kerangka PRISMA dan sintesis dijalankan secara tematik terhadap korpus akhir yang terdiri daripada kajian berbahasa Inggeris yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2026. Tiga tema utama terhasil. Pertama, kecerdasan buatan dilaporkan menyokong pengajaran melalui sokongan pedagogi, pembelajaran peribadi, pentaksiran formatif dan pengurangan beban tugas pentadbiran guru. Kedua, cabaran utama yang berulang ialah privasi dan keselamatan data, bias algoritma, serta tahap kesiapan dan literasi kecerdasan buatan dalam kalangan guru. Ketiga, penggunaan tanpa kawalan pedagogi dikaitkan dengan pembelajaran superfisial, kebergantungan pelajar dan risiko terhadap integriti akademik. Tinjauan ini tidak mengumpulkan data primer dan tidak menuntut telah mengukur keberkesanan; bukti meta-analisis dalam bilik darjah sekolah menunjukkan kesan yang kecil dan bergantung kepada reka bentuk penggunaan. Justeru, kecerdasan buatan wajar diperlakukan sebagai alat sokongan pedagogi yang memerlukan garis panduan etika, pembangunan kapasiti guru dan reka bentuk pentaksiran yang sesuai.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Pengajaran Dan Pembelajaran, Bilik Darjah, Etika Digital, Tinjauan Literatur Sistematis

Abstract: Artificial intelligence is increasingly used in classrooms, yet evidence of its effect on teaching and learning remains scattered and uneven. This systematic literature review examines the role of artificial intelligence in improving the effectiveness of teachers' instruction, the challenges and risks of implementing it, and the negative consequences that arise when its use is not guided by ethics. Searching was carried out using the Scopus, Taylor & Francis and SpringerLink databases, supported by an artificial-intelligence-based literature search tool at the identification stage. Screening is reported following the PRISMA framework and the synthesis was conducted thematically on a final corpus of English-language studies published between 2020 and 2026. Three principal themes emerged. First, artificial intelligence is reported to support instruction through pedagogical support, personalised learning, formative assessment and a reduction in teachers' administrative workload. Second, the recurring challenges are data privacy and security, algorithmic bias, and the level of teachers' readiness and artificial intelligence literacy. Third, use without pedagogical control is associated with superficial learning, student over-reliance and risks to academic integrity. The review collected no primary data and makes no claim to have measured effectiveness; meta-analytic evidence from school classrooms indicates a small effect that depends on how the technology is designed into

*Corresponding author: irdyanti@ftv.upsi.edu.my
<https://www.arsvot.org>/All right reserved

the activity. Artificial intelligence should therefore be treated as a pedagogical support tool requiring ethical guidelines, teacher capacity building and appropriate assessment design.

Keywords: *Artificial Intelligence, Teaching And Learning, Classroom, Digital Ethics, Systematic Literature Review*

1. Pengenalan

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah membawa perubahan ketara dalam sistem pendidikan di peringkat global, sejajar dengan arus pendigitalan dan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Dalam bidang pendidikan, kecerdasan buatan merangkumi penggunaan teknologi pintar yang mampu memproses dan menganalisis data pembelajaran, menyokong keputusan pedagogi serta menyediakan pengalaman pembelajaran yang lebih adaptif dan diperibadikan. Perkembangan ini berlaku lebih pantas daripada pembentukan rangka kerja yang mengawal selainya, dan itulah yang menjadikan sintesis bukti yang berhati-hati diperlukan pada ketika ini.

Di peringkat antarabangsa, keperluan tersebut telah diakui secara formal. Panduan dasar yang dikeluarkan oleh UNESCO menggariskan prinsip penggunaan kecerdasan buatan dalam pendidikan secara beretika, bertanggungjawab dan berpusatkan pembangunan insan, serta menekankan kesaksamaan akses dan pengawasan manusia (Miao et al., 2021). Prinsip ini selari dengan Matlamat Pembangunan Mampan keempat yang menuntut pendidikan berkualiti, inklusif dan saksama. Namun panduan tersebut menetapkan prinsip dan bukan bentuk pelaksanaannya di peringkat bilik darjah, dan jurang itulah yang dirasakan oleh guru.

Asas literatur bagi bidang ini telah dipetakan secara sistematik. Tinjauan sistematik terhadap 146 kajian mengenai aplikasi kecerdasan buatan dalam pendidikan tinggi mendapati bidang ini didominasi empat kelompok aplikasi, iaitu profil dan ramalan pelajar, pentaksiran dan penilaian, sistem adaptif dan pemeribadian, serta sistem tutor pintar, dan yang paling penting, bahawa suara pendidik hampir tidak kelihatan dalam literatur tersebut (Zawacki-Richter et al., 2019). Tinjauan sistematik yang lebih baharu terhadap kecerdasan buatan dalam pendidikan secara umum turut mengesahkan corak yang sama (Wang et al., 2024).

Kajian konseptual awal telah mengenal pasti satu jurang yang kekal relevan sehingga kini, iaitu jurang antara aplikasi teknikal kecerdasan buatan dengan teori pembelajaran yang sepatutnya memandunya (Chen et al., 2020). Kedudukan ini diperkukuh oleh hujah bahawa kecerdasan buatan berfungsi sebagai pelengkap kepada peranan guru dan bukan penggantinya, kerana keputusan pedagogi melibatkan pertimbangan nilai yang tidak boleh diserahkan sepenuhnya kepada sistem (Holmes et al., 2019).

Dalam konteks bilik darjah sekolah, bukti keberkesanan masih perlu dibaca dengan berhati-hati. Meta-analisis terhadap 21 kajian yang melibatkan 40 sampel dalam pembelajaran matematik K-12 melaporkan kesan keseluruhan yang kecil sahaja, dan mendapati jenis kecerdasan buatan yang digunakan merupakan penyederhana utama, dengan sistem tutor pintar dan sistem pembelajaran adaptif menunjukkan kesan yang lebih baik daripada jenis yang lain (Yi et al., 2025). Tinjauan sistematik terhadap 169 kajian K-12 pula melaporkan potensi yang meluas tetapi juga cabaran yang konsisten, iaitu persepsi negatif, kekurangan kemahiran teknologi guru dan pelajar, kebimbangan etika serta masalah kebolegunaan alat itu sendiri (Crompton et al., 2024).

Bukti yang lebih luas menghala ke arah kesimpulan yang sama. Meta-tinjauan sistematik terhadap kecerdasan buatan dalam pendidikan tinggi mendapati asas bukti bidang ini lemah dari segi ketegasan metodologi dan pertimbangan etika, serta menyeru kajian yang lebih rapi (Bond et al., 2024). Tinjauan terhadap meta-analisis pembelajaran bersokongan teknologi pula menunjukkan bahawa aktiviti pembelajaran yang direka bentuk, dan bukan kehadiran teknologi itu sendiri, yang menentukan hasil (Sailer et al., 2024). Dengan kata lain, persoalan yang berguna bukan sama ada kecerdasan buatan berkesan, tetapi dalam keadaan reka bentuk yang bagaimana ia berkesan.

Terdapat juga bukti yang menunjuk ke arah bertentangan dengan tuntutan bahawa kecerdasan buatan meningkatkan pemikiran kritis. Kajian korelasi mendapati penggunaan alat kecerdasan buatan yang kerap berkait secara negatif dengan skor pemikiran kritis, dengan pemunggaran kognitif sebagai pengantara (Gerlich, 2025). Kajian dalam persekitaran pembelajaran sebenar pula mendapati pelajar yang bergantung kepada sokongan kecerdasan buatan menunjukkan pengaturan sendiri yang lebih lemah apabila sokongan itu ditarik (Darvishi et al., 2024). Kedua-dua dapatan ini penting bagi bilik darjah kerana ia menyentuh proses yang sepatutnya dibangunkan oleh persekolahan.

Isu etika dalam bidang ini bukan tambahan kepada persoalan teknikal tetapi sebahagian daripadanya. Tinjauan sistematik mengenai keadilan, akauntabiliti, ketelusan dan etika dalam pendidikan tinggi mendapati kajian sedia ada lebih banyak menyatakan kebimbangan berbanding menguji penyelesaian (Memarian & Doleck, 2023). Bias algoritma dalam sistem pendidikan pula merupakan masalah yang terdokumentasi, dengan model ramalan pencapaian berupaya menghasilkan keputusan yang berbeza secara sistematik antara kumpulan pelajar (Baker & Hawn, 2022). Persoalan privasi dan perlindungan data pelajar dalam analitik pembelajaran juga masih belum diselesaikan, termasuk soal persetujuan dan ketelusan penggunaan data (Liu & Khalil, 2023).

Bagi integriti akademik, tindak balas yang paling lazim dicadangkan ialah penggunaan alat pengesan teks kecerdasan buatan, tetapi bukti tidak menyokong pergantungan kepada alat tersebut. Ujian terhadap empat belas alat pengesanan mendapati tiada satu pun daripadanya boleh dipercayai untuk membuat keputusan (Weber-Wulff et al., 2023), dan alat

pengesan didapati berat sebelah terhadap penulis yang bahasa Inggeris bukan bahasa pertama mereka (Liang et al., 2023). Bagi murid Malaysia yang menulis dalam bahasa kedua, risiko tertuduh secara salah adalah nyata.

Dari sudut keupayaan pengguna, literasi kecerdasan buatan telah dikonsepkan sebagai satu set kompetensi yang membolehkan individu menilai, berinteraksi dengan dan bekerjasama bersama sistem kecerdasan buatan secara kritis (Long & Magerko, 2020). Bagi guru, pengetahuan profesional untuk mengintegrasikan alat berasaskan kecerdasan buatan secara beretika melibatkan bukan sahaja kemahiran teknologi tetapi juga pertimbangan nilai dan pedagogi (Celik, 2023).

Di Malaysia, hala tuju pendigitalan pendidikan digariskan melalui Dasar Pendidikan Digital (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2023), manakala prinsip tadbir urus kecerdasan buatan ditetapkan melalui garis panduan tadbir urus dan etika kebangsaan (Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, 2024). Bagi pendidikan tinggi, garis panduan khusus mengenai kecerdasan buatan generatif dalam pengajaran dan pembelajaran telah dikeluarkan (Jabatan Pendidikan Tinggi, 2024), tetapi tiada instrumen setara dikeluarkan secara khusus bagi sekolah rendah dan menengah. Kajian tempatan pula mendapati kebimbangan utama pensyarah berkisar pada privasi data, ketelusan sistem dan ketiadaan garis panduan institusi (Mohammad Jodi et al., 2025), manakala kesediaan institusi TVET terhadap teknologi ini masih tidak seragam (Ab. Jalil & Lee, 2025).

Satu dapatan tempatan yang khusus relevan ialah jurang antara pengakuan etika dan amalan sebenar. Kajian terhadap pelajar matrikulasi Malaysia mendapati skor kesedaran etika kecerdasan buatan yang dilaporkan sendiri berada pada tahap tinggi, sedangkan pemerhatian terhadap amalan mereka merekodkan penyalinan teks hasil kecerdasan buatan secara verbatim (Harun & Khairani, 2026). Dalam bidang penulisan akademik, tinjauan literatur tempatan turut mencatatkan bahawa manfaat alat generatif bergantung kepada bimbingan pedagogi yang menyertainya (Guo & Zaini, 2024), dan inovasi digital yang dibangunkan sendiri oleh pendidik telah pun dilaporkan dalam jurnal sasaran kajian ini (Sangin & Azman, 2024).

Jurang kajian yang cuba diisi oleh tinjauan ini boleh dinyatakan dengan jelas. Sebahagian besar sintesis yang sedia ada tertumpu kepada pendidikan tinggi dan pendidikan teknikal dan vokasional, manakala sintesis yang menggabungkan ketiga-tiga sudut peranan, cabaran dan kesan negatif etika dalam konteks bilik darjah masih terhad. Selain itu, tiada sintesis sedemikian dilaporkan dalam bahasa Melayu untuk pembaca dan pengamal pendidikan di Malaysia.

Objektif tinjauan ini adalah untuk (i) meneliti bagaimana penggunaan kecerdasan buatan dilaporkan membantu meningkatkan keberkesanan pengajaran guru dalam pembelajaran bilik darjah, (ii) mengenal pasti cabaran dan risiko utama penggunaannya, dan (iii) menganalisis kesan negatif yang dilaporkan apabila penggunaannya tidak dilaksanakan secara beretika dan terkawal. Persoalan kajian yang sepadan ialah apakah peranan, cabaran dan kesan negatif yang dilaporkan dalam literatur bagi ketiga-tiga aspek tersebut. Perlu dinyatakan dengan tegas bahawa tinjauan ini mensintesis dapatan kajian yang telah diterbitkan dan tidak mengumpulkan data primer. Ia tidak menuntut telah mengukur kesan kecerdasan buatan terhadap pencapaian murid, dan sebarang hubungan yang dilaporkan dalam korpus dibaca sebagai perkaitan dan bukan sebab akibat.

2. Metodologi

2.1 Reka Bentuk Tinjauan

Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan reka bentuk tinjauan literatur sistematik. Pelaporan proses carian dan saringan berpandukan kerangka PRISMA 2020, yang menggariskan item pelaporan minimum bagi tinjauan sistematik (Page et al., 2021). Panduan umum mengenai pelaksanaan tinjauan literatur sistematik dalam bidang sosial dirujuk bagi penstrukturan peringkat kerja (Xiao & Watson, 2019). Sintesis dapatan dijalankan menggunakan kaedah sintesis tematik, iaitu pendekatan yang membangunkan tema secara induktif daripada dapatan kajian yang disertakan (Thomas & Harden, 2008).

2.2 Sumber dan Strategi Carian

Carian dijalankan menggunakan tiga pangkalan data akademik, iaitu Scopus, Taylor & Francis dan SpringerLink. Rentetan carian bagi setiap pangkalan data dirumuskan dalam Jadual 1. Strategi carian dibina dengan menggabungkan kata kunci utama berkaitan kecerdasan buatan, proses pengajaran dan keberkesanan pendidikan menggunakan operator Boolean AND dan OR.

Jadual 1: Pangkalan Data dan Rentetan Carian

Pangkalan data	Rentetan carian
Scopus	("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("Teaching and Learning" OR "Classroom Teaching" OR "Classroom Learning") AND ("Educational Effectiveness" OR "Learning Effectiveness" OR "Teaching Effectiveness")
Taylor & Francis	("Artificial Intelligence" OR "AI in Education") AND ("Classroom Teaching" OR "Teaching and Learning") AND ("Effective Teaching" OR "Student Engagement" OR "Learning Outcomes")
SpringerLink	("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("Teaching and Learning" OR "Classroom Instruction") AND ("Learning Effectiveness" OR "Educational Innovation" OR "Pedagogical Improvement")

Nota: Peringkat pengenalpastian dan saringan awal turut disokong oleh alat carian literatur berasaskan kecerdasan buatan, yang bukan pangkalan data berwasit. Implikasinya dibincangkan dalam bahagian 4.7.

Peringkat pengenalpastian dan saringan awal turut disokong oleh alat carian literatur berasaskan kecerdasan buatan. Penggunaan alat tersebut dinyatakan secara terbuka di sini kerana ia mempunyai dua implikasi. Pertama, ia mempengaruhi komposisi korpus, kerana alat sedemikian memulangkan set rekod yang telah dikurasi dan bukan hasil carian pangkalan data yang lengkap. Kedua, ia bermakna keboleholangan carian ini tidak setara dengan carian pangkalan data yang didokumentasikan sepenuhnya. Implikasi ini dibincangkan dalam bahagian 4.7.

2.3 Kriteria Kemasukan dan Pengecualian

Kriteria kemasukan dan pengecualian ditetapkan sebelum saringan dijalankan dan dirumuskan dalam Jadual 2. Kriteria kemasukan meliputi artikel jurnal atau prosiding berwasit yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2026, memberi tumpuan khusus kepada penggunaan kecerdasan buatan dalam pengajaran dan pembelajaran, melaporkan dapatan empirikal atau sintesis literatur, dan ditulis dalam bahasa Inggeris atau bahasa Melayu. Kajian dikecualikan sekiranya ia berbentuk ulasan umum tanpa metodologi yang jelas, tidak berkaitan secara langsung dengan bidang pendidikan, atau merupakan laporan bukan akademik.

Jadual 2: Kriteria Kemasukan dan Pengecualian

Kriteria	Kemasukan	Pengecualian
Jenis penerbitan	Artikel jurnal atau prosiding berwasit	Laporan bukan akademik; ulasan umum tanpa metodologi
Tumpuan kajian	Penggunaan kecerdasan buatan dalam pengajaran dan pembelajaran	Tidak berkaitan secara langsung dengan pendidikan
Jenis dapatan	Empirikal, sintesis literatur, meta-analisis atau konseptual	Tiada dapatan yang boleh disintesis
Tempoh penerbitan	2020 hingga 2026	Sebelum 2020
Bahasa	Bahasa Inggeris atau bahasa Melayu	Bahasa lain

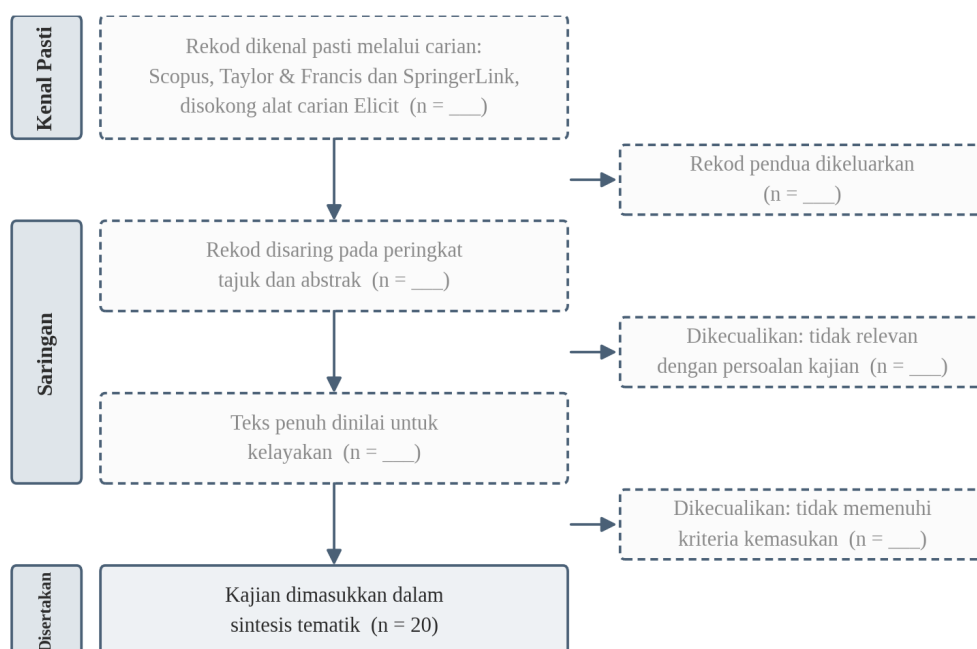
2.4 Proses Saringan Artikel

Proses saringan dilaksanakan mengikut empat peringkat PRISMA, iaitu pengenalpastian, saringan tajuk dan abstrak, penilaian kelayakan teks penuh, dan kemasukan. Korpus akhir yang dibawa ke peringkat sintesis terdiri daripada 20 kajian. Rajah 1 menggambarkan aliran tersebut.

Satu perkara perlu dinyatakan secara terbuka. Bilangan rekod pada peringkat pengenalpastian, saringan dan kelayakan tidak direkodkan sepenuhnya semasa pelaksanaan carian, dan oleh itu kotak berkenaan dalam Rajah 1 dibiarkan kosong. Melaporkan kekosongan ini adalah lebih jujur daripada mengisi angka yang tidak berasaskan rekod sebenar. Kekurangan ini disenaraikan sebagai batasan dalam bahagian 4.7 dan perlu dilengkapkan sebelum penghantaran akhir.

2.5 Pengekstrakan Data dan Sintesis Tematik

Data daripada 20 kajian yang disertakan diekstrak ke dalam satu matriks yang merekodkan konteks dan populasi, kaedah kajian, tumpuan kecerdasan buatan, tema utama dan dapatan utama setiap kajian. Matriks penuh disertakan sebagai Lampiran A. Sintesis tematik kemudiannya dijalankan secara manual melalui pembacaan berulang, pengekodan awal, pengelompokan kod dan pembentukan tema, sehingga terhasil tiga tema utama yang sepadan dengan tiga objektif kajian.



Rajah 1: Aliran Pemilihan Kajian Berpanduan Kerangka PRISMA

2.6 Kesahan dan Kebolehpercayaan

Bagi menyokong kesahan tinjauan, hanya kajian daripada sumber akademik berwasit digunakan, dan setiap kajian dinilai berdasarkan kejelasan metodologi serta kesepadanan dapatannya dengan persoalan kajian. Perlu dinyatakan bahawa saringan dan pengekstrakan data dijalankan oleh pasukan pengkaji tanpa pengiraan pekali persetujuan antara penilai, sehingga kebolehlugan keputusan saringan tidak dapat dinyatakan secara berangka. Batasan ini dicatatkan dalam bahagian 4.7.

3. Dapatan Kajian

3.1 Profil Korpus Kajian

Jadual 3 merumuskan profil 20 kajian yang membentuk korpus akhir. Dari segi konteks, korpus meliputi pendidikan teknikal dan vokasional, pendidikan tinggi, sekolah rendah dan menengah, serta kajian berskala global yang merentas peringkat. Dari segi kaedah, tinjauan sistematik dan kajian konseptual mendominasi korpus, diikuti kajian empirikal dan bab buku. Komposisi ini bermakna korpus lebih kuat dalam memetakan tuntutan dan kebimbangan dalam literatur berbanding mengukur kesan, dan tafsiran dapatan di bawah dibaca dalam batasan itu.

Jadual 3: Profil Korpus Kajian (n = 20)

Ciri korpus	Kategori	Bilangan kajian
Konteks pendidikan	Pendidikan teknikal dan vokasional	9
	Pendidikan tinggi	4
	Sekolah rendah dan menengah	2
	Merentas peringkat atau global	5
Kaedah kajian	Tinjauan sistematik atau tinjauan literatur	8
	Konseptual atau bab buku	6
	Empirikal	5
	Meta-analisis	1
Tempoh penerbitan	2020 hingga 2022	3
	2023 hingga 2024	8
	2025 hingga 2026	9

Nota: Pengelasan konteks dan kaedah dibuat oleh pengkaji berdasarkan maklumat yang dilaporkan dalam setiap kajian. Matriks penuh disertakan sebagai Lampiran A.

Matriks penuh dalam Lampiran A menunjukkan bahawa alat generatif dan sistem tutor pintar merupakan tumpuan yang paling kerap disebut, diikuti analitik pembelajaran dan sistem pentaksiran automatik. Hanya sebahagian kecil kajian

dalam korpus melaporkan saiz kesan, dan tiada satu pun menggunakan pengagihan rawak dengan kumpulan kawalan dalam bilik darjah sekolah.

3.2 Peranan Kecerdasan Buatan dalam Meningkatkan Keberkesanan Pengajaran Guru

Dapatan bagi objektif pertama menunjukkan empat peranan utama yang berulang dalam korpus. Peranan pertama ialah sokongan pedagogi. Sistem tutor pintar, chatbot pendidikan dan analitik pembelajaran dilaporkan membolehkan guru memahami keperluan murid dengan lebih tepat serta menyesuaikan strategi pengajaran, dan ini merupakan kelompok aplikasi yang paling banyak didokumentasikan dalam literatur (Zawacki-Richter et al., 2019; Wang et al., 2024).

Peranan kedua ialah pembelajaran peribadi. Kajian dalam pendidikan vokasional melaporkan bahawa kecerdasan buatan menyesuaikan kandungan, kadar dan tahap kesukaran pembelajaran berdasarkan analisis prestasi murid, sekali gus menyokong pengajaran berpusatkan pelajar (Kovalchuk et al., 2025; Rozputnia et al., 2025). Peranan ketiga ialah pentaksiran formatif dan maklum balas segera, dengan sistem penilaian automatik dilaporkan membolehkan guru mengesan kelemahan pembelajaran lebih awal dan merancang intervensi yang bersesuaian (Yan et al., 2025; Liu et al., 2024).

Peranan keempat ialah pengurangan beban tugas pentadbiran guru, khususnya dalam pemarkahan, analisis data dan penyediaan bahan pengajaran, yang dilaporkan membolehkan guru memberi tumpuan kepada interaksi pedagogi bermakna (Gao & Xiao, 2024; Elnaffar et al., 2026). Dalam konteks pendidikan teknikal dan vokasional, peranan tambahan yang dilaporkan ialah simulasi latihan industri yang membolehkan kemahiran teknikal dilatih tanpa risiko fizikal (Solak Berigel et al., 2025; Prasetya et al., 2025; Mustafa et al., 2026).

3.3 Cabaran dan Risiko Penggunaan Kecerdasan Buatan dalam Bilik Darjah

Dapatan bagi objektif kedua menunjukkan tiga kelompok cabaran yang paling dominan. Cabaran pertama ialah privasi dan keselamatan data, khususnya yang melibatkan data pembelajaran dan maklumat peribadi murid. Kebimbangan terhadap penyalahgunaan data dan keselamatan siber dilaporkan menjejaskan penerimaan kecerdasan buatan dalam pendidikan (Liu & Khalil, 2023; Windelband, 2023).

Cabaran kedua ialah bias algoritma. Sistem yang dilatih menggunakan data yang tidak seimbang atau tidak mewakili boleh menghasilkan ketidakadilan dalam penilaian dan keputusan pembelajaran, dan kesan ini didokumentasikan berbeza secara sistematik antara kumpulan murid (Baker & Hawn, 2022; Memarian & Doleck, 2023). Isu kebolehan jelasan turut dikenal pasti, dengan pendekatan kecerdasan buatan boleh dijelaskan dicadangkan bagi membantu pendidik memahami asas keputusan sistem dan mengenal pasti murid yang memerlukan sokongan tambahan (Liu et al., 2024).

Cabaran ketiga ialah tahap kesediaan dan kompetensi guru. Beberapa kajian menegaskan bahawa kekurangan latihan profesional menyebabkan kecerdasan buatan tidak digunakan secara optimum atau disalah guna dalam bilik darjah (Jose & Jose, 2024; Rott et al., 2022; Celik, 2023). Cabaran struktur turut dilaporkan dalam konteks yang kurang sumber, termasuk kos infrastruktur dan jurang capaian (Tonui et al., 2025; Karlsen et al., 2025).

3.4 Kesan Negatif Penggunaan Kecerdasan Buatan yang Tidak Beretika

Dapatan bagi objektif ketiga menunjukkan tiga kesan negatif yang berulang. Kesan pertama ialah pembelajaran superfisial, apabila murid terlalu bergantung kepada kecerdasan buatan untuk mendapatkan jawapan tanpa memahami konsep secara mendalam. Keadaan ini dikaitkan dengan kemerosotan pemikiran kritis dan pembelajaran sendiri (Chen et al., 2020; Gerlich, 2025; Darvishi et al., 2024).

Kesan kedua ialah risiko terhadap integriti akademik, termasuk plagiarisme dan ketidaktuluan dalam pentaksiran (Chen et al., 2025; Harun & Khairani, 2026). Perlu dicatatkan bahawa tindak balas yang paling lazim dicadangkan, iaitu penggunaan alat pengesan teks, tidak disokong oleh bukti (Weber-Wulff et al., 2023; Liang et al., 2023). Kesan ketiga ialah penghakisian peranan guru dan hubungan guru dengan murid apabila kecerdasan buatan dilihat sebagai pengganti dan bukan alat sokongan (Holmes et al., 2019; Lee & Kwon, 2024).

4. Perbincangan

4.1 Transformasi Pedagogi Melalui Sokongan Kecerdasan Buatan

Dapatan tinjauan ini mengukuhkan hujah bahawa kecerdasan buatan bukan sekadar alat teknologi tambahan tetapi berpotensi mengubah cara guru merancang dan melaksanakan pengajaran. Empat peranan yang dikenal pasti dalam bahagian 3.2 menunjuk ke arah peralihan peranan guru daripada penyampai maklumat kepada pemudah cara pembelajaran. Pembacaan ini selari dengan pemetaan kelompok aplikasi dalam literatur (Zawacki-Richter et al., 2019) dan dengan hujah bahawa kecerdasan buatan berfungsi sebagai pelengkap kepada pertimbangan pedagogi guru (Holmes et al., 2019).

4.2 Apa yang Bukti Menyokong dan Apa yang Tidak

Bahagian ini merupakan kelayakan yang paling penting dalam kertas ini. Peranan yang dilaporkan dalam bahagian 3.2 ialah peranan yang didokumentasikan dalam literatur, bukan kesan yang diukur secara terkawal dalam bilik darjah. Meta-analisis dalam pembelajaran matematik K-12 melaporkan kesan keseluruhan yang kecil sahaja dan bergantung kepada jenis kecerdasan buatan yang digunakan (Yi et al., 2025), manakala tinjauan sistematik terhadap 169 kajian K-12 mendapati bukti keberkesanan masih tidak seragam di samping cabaran kemahiran guru, etika dan kebolegunaan alat (Crompton et al., 2024).

Kedudukan ini diperkukuh oleh dua dapatan yang lebih luas. Meta-tinjauan sistematik mendapati asas bukti kecerdasan buatan dalam pendidikan lemah dari segi ketegasan metodologi (Bond et al., 2024), dan tinjauan terhadap meta-analisis pembelajaran bersokongkan teknologi menunjukkan bahawa aktiviti pembelajaran yang direka bentuk yang menentukan hasil, bukan teknologi itu sendiri (Sailer et al., 2024). Oleh itu tuntutan bahawa kecerdasan buatan meningkatkan keberkesanan pengajaran perlu dinyatakan sebagai potensi yang bersyarat, dan syarat itu ialah reka bentuk pedagogi.

4.3 Menangani Jurang Kesediaan dan Literasi Kecerdasan Buatan

Satu penemuan penting dalam tinjauan ini ialah wujudnya jurang antara potensi teknologi dengan realiti kompetensi pendidik. Walaupun kecerdasan buatan menawarkan kecekapan dalam pentaksiran dan pengurusan data, keberkesanannya bergantung kepada literasi digital guru. Literatur menunjukkan bahawa tanpa latihan profesional yang berterusan, sistem yang canggih mungkin hanya digunakan pada tahap permukaan (Rott et al., 2022; Jose & Jose, 2024).

Rangka konsep yang berguna di sini ialah pengetahuan profesional guru untuk mengintegrasikan alat berasaskan kecerdasan buatan secara beretika, yang melibatkan bukan sahaja kemahiran teknologi tetapi juga pertimbangan nilai dan pedagogi (Celik, 2023). Literasi kecerdasan buatan sebagai satu set kompetensi menilai, berinteraksi dan bekerjasama secara kritis dengan sistem (Long & Magerko, 2020) wajar menjadi sasaran pembangunan kapasiti, dan bukan sekadar kemahiran mengendalikan alat tertentu. Guru perlu memahami konsep kecerdasan buatan boleh dijelaskan agar mereka tidak menerima keputusan sistem secara membuta tuli.

4.4 Etika, Integriti dan Implikasi Kemanusiaan

Isu etika merupakan aspek paling kritikal yang dibangkitkan dalam literatur. Dapatan menunjukkan kebimbangan terhadap bias algoritma dan privasi data bukan sekadar isu teknikal, tetapi melibatkan hak dan keadilan dalam pendidikan (Baker & Hawn, 2022; Liu & Khalil, 2023; Memarian & Doleck, 2023). Sekiranya data latihan mengandungi bias, murid daripada latar belakang sosioekonomi atau budaya tertentu berpotensi terpinggir oleh sistem penilaian automatik.

Bagi integriti akademik, implikasi praktikalnya jelas dan berlawanan dengan jangkaan biasa. Oleh sebab alat pengesan teks kecerdasan buatan didapati tidak boleh dipercayai dan berat sebelah terhadap penulis bahasa kedua (Weber-Wulff et al., 2023; Liang et al., 2023), tadbir urus integriti dalam bilik darjah perlu bersandar pada reka bentuk pentaksiran dan bukan pada pengesanan. Dapatan tempatan bahawa skor kesedaran etika yang dilaporkan sendiri tidak sepadan dengan amalan sebenar (Harun & Khairani, 2026) mengukuhkan hujah yang sama, iaitu kawalan perlu terletak pada struktur tugas dan bukan pada kesedaran murid semata-mata.

4.5 Kebergantungan dan Pemungghahan Kognitif

Antara kesan negatif yang dikenal pasti, yang paling memerlukan kehati-hatian ialah kebergantungan. Kajian korelasi mendapati penggunaan alat kecerdasan buatan yang kerap berkait secara negatif dengan skor pemikiran kritis melalui pemungghahan kognitif (Gerlich, 2025), dan kajian dalam persekitaran pembelajaran sebenar mendapati pengaturan sendiri pelajar merosot apabila sokongan ditarik (Darvishi et al., 2024).

Bukti ini tidak membatalkan dapatan korpus tetapi mengubah tafsirannya. Peranan pembelajaran peribadi yang dilaporkan dalam bahagian 3.2 dan kesan pembelajaran superfisial yang dilaporkan dalam bahagian 3.4 mungkin merujuk kepada mekanisme yang sama dilihat dari dua arah. Sama ada kecerdasan buatan menyokong atau menggantikan usaha kognitif murid bergantung kepada reka bentuk tugas, dan itu sekali lagi meletakkan tanggungjawab pada guru dan institusi.

4.6 Implikasi kepada Dasar dan Amalan di Malaysia

Malaysia tidak kekurangan instrumen dasar peringkat kebangsaan. Dasar Pendidikan Digital menggariskan hala tuju pendigitalan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2023), garis panduan tadbir urus dan etika kecerdasan buatan menetapkan prinsip teras (Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, 2024), dan garis panduan khusus bagi kecerdasan buatan generatif telah dikeluarkan untuk pendidikan tinggi (Jabatan Pendidikan Tinggi, 2024).

Yang kurang ialah terjemahan instrumen tersebut kepada prosedur bilik darjah di peringkat sekolah, yang tidak dilindungi garis panduan pendidikan tinggi. Berdasarkan dapatan tinjauan ini, tiga perkara wajar diberi keutamaan. Pertama, garis panduan peringkat sekolah yang menyatakan penggunaan yang dibenarkan dan yang tidak dibenarkan bagi

setiap jenis tugas. Kedua, pelaburan dalam kesediaan guru yang diukur melalui perubahan amalan dan bukan kehadiran kursus, memandangkan kesediaan institusi pendidikan di Malaysia masih tidak seragam (Ab. Jalil & Lee, 2025). Ketiga, pernyataan polisi privasi data yang jelas sebelum alat kecerdasan buatan diintegrasikan ke dalam sistem sekolah, sejajar dengan kebimbangan yang dilaporkan oleh pendidik tempatan (Mohammad Jodi et al., 2025).

Jadual 4: Sintesis Peranan, Cabaran dan Implikasi Kecerdasan Buatan dalam Bilik Darjah

Tema	Peranan utama	Cabaran pelaksanaan	Implikasi terhadap PdP
Transformasi pedagogi	Automasi tugas rutin dan analitik pembelajaran	Kompetensi digital guru untuk mentafsir data	Guru beralih daripada penyampai maklumat kepada pemudah cara
Pembelajaran peribadi	Penyesuaian kandungan mengikut tahap kognitif murid	Keputusan sistem sukar difahami tanpa kebolehan penjelasan	Berpotensi mengurangkan jurang pencapaian, dengan syarat reka bentuk tugas kekal menuntut usaha kognitif
Integriti dan etika	Pentaksiran automatik dan maklum balas segera	Risiko plagiarisme, bias algoritma dan privasi data	Kawalan perlu terletak pada reka bentuk pentaksiran, bukan pada alat pengesan
Konteks teknikal dan vokasional	Simulasi latihan industri dan penilaian kompetensi	Kos infrastruktur dan jurang capaian	Kemahiran teknikal boleh dilatih tanpa risiko fizikal

4.7 Batasan Tinjauan

Tinjauan ini mempunyai batasan yang ketara dan perlu dinyatakan tanpa berselindung. Pertama, bilangan rekod pada peringkat pengenalan, saringan dan kelayakan tidak direkodkan sepenuhnya, sehingga aliran PRISMA dalam Rajah 1 tidak lengkap dan kebolehulangan proses saringan tidak dapat dinilai oleh pembaca. Kedua, carian bergantung sebahagiannya kepada alat literatur berasaskan kecerdasan buatan, yang berkemungkinan memperkenalkan bias pemilihan ke arah rekod yang telah dikurasi oleh alat tersebut.

Ketiga, saringan dan pengekstrakan dijalankan tanpa pengiraan pekali persetujuan antara penilai. Keempat, korpus didominasi tinjauan sistematik dan kajian konseptual, dan hanya sebahagian kecil melaporkan saiz kesan, sehingga tiada tuntutan sebab akibat boleh dibuat daripada sintesis ini. Kelima, sebahagian besar korpus menyasarkan pendidikan tinggi dan pendidikan teknikal dan vokasional berbanding bilik darjah sekolah rendah dan menengah, iaitu jurang yang tinjauan ini sendiri kenal pasti dan tidak dapat diatasi. Keenam, tiada kajian dalam korpus dijalankan dalam konteks Malaysia, jadi pemindahan dapatan kepada bilik darjah Malaysia perlu dibuat dengan berhati-hati. Ketujuh, satu kajian dalam korpus diterbitkan dalam venue yang kualiti penerbitannya dipersoalkan, dan ini dicatatkan sebagai batasan kualiti sumber.

4.8 Cadangan Kajian Lanjutan

Setiap cadangan berikut menjawab batasan yang dinyatakan di atas. Bagi menangani ketidaklengkapan aliran PRISMA dan pergantungan kepada alat carian berasaskan kecerdasan buatan, tinjauan susulan perlu didaftarkan protokolnya terlebih dahulu dan dilaksanakan menggunakan carian pangkalan data yang didokumentasikan sepenuhnya, dengan sekurang-kurangnya dua penilai bebas pada setiap peringkat saringan.

Bagi menangani ketiadaan bukti kesan dalam bilik darjah sekolah, kajian eksperimen atau kuasi eksperimen dengan kumpulan pembandingan diperlukan, dengan tumpuan kepada pencapaian akademik dan kemahiran abad ke-21 dalam tempoh yang lebih panjang daripada tempoh novelti. Bagi menangani ketiadaan konteks Malaysia, kajian primer dalam bilik darjah sekolah Malaysia diperlukan, meliputi kesediaan guru, penerimaan murid dan kesan terhadap amalan pentaksiran. Bagi menangani jurang antara kesedaran dan amalan etika, pengukuran perlu menggabungkan laporan sendiri dengan pemerhatian amalan sebenar. Akhirnya, kajian khusus mengenai kesahan dan keadilan sistem penilaian berbantuan kecerdasan buatan diperlukan sebelum sistem sedemikian digunakan dalam keputusan yang memberi kesan kepada murid.

5. Kesimpulan

Tinjauan literatur sistematik ini meneliti peranan kecerdasan buatan dalam pengajaran dan pembelajaran bilik darjah, cabaran serta risiko pelaksanaannya, dan kesan negatif yang berbangkit apabila penggunaannya tidak dipandu etika. Ketiga-tiga objektif dicapai melalui sintesis tematik terhadap korpus kajian yang diterbitkan dalam tempoh yang ditetapkan.

Peranan yang paling kerap dilaporkan ialah sokongan pedagogi, pembelajaran peribadi, pentaksiran formatif dengan maklum balas segera, dan pengurangan beban tugas pentadbiran guru. Cabaran yang paling menonjol ialah privasi dan keselamatan data, bias algoritma, serta tahap kesediaan dan literasi kecerdasan buatan dalam kalangan guru. Kesan

negatif yang dikenal pasti ialah pembelajaran superfisial, risiko terhadap integriti akademik, dan penghakisan peranan guru apabila teknologi dianggap pengganti.

Sumbangan tinjauan ini perlu difahami dalam batasannya. Yang dilaporkan ialah peta peranan dan kebimbangan dalam literatur, bukan bukti keberkesanan kecerdasan buatan terhadap pencapaian murid. Bukti meta-analisis dalam bilik darjah sekolah menunjukkan kesan yang kecil dan bergantung kepada jenis serta reka bentuk penggunaan, dan sebahagian besar korpus tidak menyasarkan bilik darjah sekolah sama sekali.

Dalam batasan tersebut, tinjauan ini menyimpulkan bahawa kecerdasan buatan wajar diperlakukan sebagai alat sokongan pedagogi dan bukan pengganti peranan guru. Halangan yang dikenal pasti bersifat institusi dan pedagogi, bukan teknologi, dan oleh itu boleh ditangani melalui garis panduan peringkat sekolah, pembangunan kapasiti guru yang diukur melalui perubahan amalan, reka bentuk pentaksiran yang tahan terhadap penggantian oleh mesin, dan pernyataan polisi privasi data yang jelas. Keempat-empat perkara ini boleh diselaraskan dengan instrumen dasar kebangsaan yang telah tersedia.

Penghargaan

Penghargaan dirakamkan kepada Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sokongan sepanjang pelaksanaan tinjauan ini, dan kepada rakan-rakan yang memberikan maklum balas terhadap draf awal manuskrip.

Konflik Kepentingan

Pengarang mengisytiharkan tiada konflik kepentingan berhubung penerbitan kertas ini. Tinjauan ini dijalankan tanpa pembiayaan luar.

Lampiran

Lampiran A menyenaraikan matriks penuh korpus kajian, merekodkan konteks pendidikan, kaedah kajian serta tumpuan dan tema utama bagi setiap kajian yang disertakan dalam sintesis tematik.

Lampiran A: Matriks Penuh Korpus Kajian (n = 20)

No	Kajian	Konteks	Kaedah	Tumpuan dan tema utama
1	Almasri (2024)	Pendidikan sains	Tinjauan sistematik	Kesan AI terhadap pengajaran dan pembelajaran sains
2	Chen et al. (2020)	Merentas peringkat	Analisis konseptual	Jurang antara aplikasi dan teori pembelajaran
3	Chen et al. (2025)	Merentas peringkat	Perlombongan teks	Penglibatan pelajar berbantuan AI
4	Çela et al. (2024)	TVET, Albania	Bab buku konseptual	AI dalam pendidikan vokasional dan kesediaan industri
5	Elnaffar et al. (2026)	Pendidikan pengaturcaraan	Tinjauan sistematik	Chatbot, alat generatif dan sistem tutor
6	Gao & Xiao (2024)	Pendidikan vokasional tinggi	Konseptual	Senario aplikasi dan pembinaan kerangka AI
7	Ishrat et al. (2025)	TVET	Bab buku konseptual	Trend masa hadapan dan kemampunan AI dalam TVET
8	Jose & Jose (2024)	Pendidikan am	Kajian tinjauan	Persepsi pendidik, cabaran dan peluang
9	Karlsen et al. (2025)	Norway dan Afrika Selatan	Kajian perbandingan	Integrasi AI dalam pendidikan vokasional tinggi
10	Kovalchuk et al. (2025)	Pendidikan vokasional	Empirikal	AI sebagai alat pembelajaran diperibadikan
11	Lee & Kwon (2024)	K-12	Tinjauan sistematik	Topik, strategi dan hasil pembelajaran AI dalam K-12
12	Liu et al. (2024)	China	Empirikal	Sistem pembelajaran AI, kebolehan kognitif dan pencapaian
13	Prasetya et al. (2025)	Pendidikan vokasional	Tinjauan sistematik	Trend, cabaran dan sumbangan AI kepada SDG 2030
14	Quispe & Zarate-Perez (2025)	Pendidikan tinggi	Tinjauan sistematik	Trend dan cabaran AI dalam pendidikan tinggi
15	Rott et al. (2022)	Latihan vokasional dwi, Jerman	Empirikal	Keperluan kelayakan AI bagi perantis dan guru
16	Rozputnia et al. (2025)	Pendidikan vokasional, Ukraine	Empirikal	AI sebagai alat sokongan pengajaran pengaturcaraan
17	Solak Berigel et al. (2025)	TVET	Tinjauan sistematik PRISMA	Integrasi AI dalam TVET dan keperluan rangka etika
18	Tonui et al. (2025)	TVET, Kenya	Konseptual	Teknologi 4IR, AR dan AI dalam institusi TVET
19	Wang et al. (2024)	Merentas peringkat	Tinjauan sistematik	Pemetaan menyeluruh AI dalam pendidikan
20	Yan et al. (2025)	Pendidikan vokasional tinggi	Pemodelan ramalan	Penilaian kompetensi dan transformasi kurikulum

Nota: Korpus disusun mengikut abjad nama pengarang pertama. Windelband (2023) turut disertakan dalam sintesis sebagai sumber mengenai risiko sistem bantuan AI dalam latihan teknikal.

Rujukan

- Ab. Jalil, A. A., & Lee, M. F. (2025). Kesiediaan institusi TVET ke arah penggunaan teknologi kecerdasan buatan dalam era digital. *Online Journal for TVET Practitioners*, 10(2), 34–42. <https://doi.org/10.30880/ojtp.2025.10.02.003>
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977–997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Baker, R. S., & Hawn, A. (2022). Algorithmic bias in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 1052–1092. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>

- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., Pham, P., Chong, S. W., & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>
- Çela, E., Vajjhala, N. R., Eappen, P., & Vedishchev, A. (2024). Artificial intelligence in vocational education and training. In E. Çela, N. R. Vajjhala, R. M. Potluri, & P. Eappen (Eds.), *Transforming vocational education and training using AI* (pp. 1–16). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8252-3.ch001>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chen, X., Xie, H., Qin, S. J., Wang, F. L., & Hou, Y. (2025). Artificial intelligence-supported student engagement research: Text mining and systematic analysis. *European Journal of Education*, 60(1), Article e70008. <https://doi.org/10.1111/ejed.70008>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G.-J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Crompton, H., Jones, M. V., & Burke, D. (2024). Affordances and challenges of artificial intelligence in K-12 education: A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(3), 248–268. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2121344>
- Darvishi, A., Khosravi, H., Sadiq, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2024). Impact of AI assistance on student agency. *Computers & Education*, 210, 104967. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104967>
- Elnaffar, S., Rashidi, F., & Abualkishik, A. Z. (2026). Teaching with AI: A systematic review of chatbots, generative tools, and tutoring systems in programming education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 25(1), 1–28. <https://doi.org/10.26803/ijlter.25.1.1>
- Gao, F., & Xiao, X. (2024). Application scenarios and framework construction of artificial intelligence technology in higher vocational education. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), Article 20243405. <https://doi.org/10.2478/amns-2024-3405>
- Gerlich, M. (2025). AI tools in society: Impacts on cognitive offloading and the future of critical thinking. *Societies*, 15(1), Article 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>
- Guo, H., & Zaini, S. H. (2024). Artificial intelligence in academic writing: A literature review. *Asian Pendidikan*, 4(2), 46–55. <https://doi.org/10.53797/aspen.v4i2.6.2024>
- Harun, A., & Khairani, A. Z. (2026). When high scores do not mean ethical understanding: Revisiting AI ethics measurement among matriculation students. *International Journal of Modern Education*, 8(29), 945–960. <https://doi.org/10.35631/IJMOE.829056>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Ishrat, M., Khan, W., Faisal, S. M., Ansari, M. S. H., & Ahmad, F. (2025). Future trends and challenges for AI and sustainability in TVET. In A. Sorayyaee Azar, S. K. Gupta, H. Taherdoost, & F. Alhamaty (Eds.), *Integrating AI and sustainability in technical and vocational education and training (TVET)* (pp. 1–32). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-1142-5.ch001>
- Jabatan Pendidikan Tinggi. (2024). *Garis panduan teknologi kecerdasan buatan generatif (KBG) dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) pendidikan tinggi (Cetakan pertama)*. Kementerian Pendidikan Tinggi. <https://repositori.mohe.gov.my/109/>
- Jose, J., & Jose, B. J. (2024). Educators' academic insights on artificial intelligence: Challenges and opportunities. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(2), 59–77. <https://doi.org/10.34190/ejel.21.5.3272>
- Karlsen, E. H., Nazar, M., & Voldsund, K. H. (2025). Integrating artificial intelligence in higher vocational education: A comparative study between Norway and South Africa. In 2025 *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON62633.2025.11016389>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2023). *Dasar Pendidikan Digital*. Kementerian Pendidikan Malaysia. <https://www.moe.gov.my/dasarmenu/dasar-pendidikan-digital>

- Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi. (2024). *The national guidelines on AI governance & ethics: To enhance the development and deployment of AI technology*. Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi. <https://mastic.mosti.gov.my/publication/the-national-guidelines-on-ai-governance-ethics/>
- Kovalchuk, V., Reva, S., Volch, I., Shcherbyna, S., Mykhailyshyn, H., & Lychova, T. (2025). Artificial intelligence as an effective tool for personalized learning in modern education. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 3, 187–194. <https://doi.org/10.17770/etr2025vol3.8534>
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K–12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100211. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211>
- Liang, W., Yuksekgonul, M., Mao, Y., Wu, E., & Zou, J. (2023). GPT detectors are biased against non-native English writers. *Patterns*, 4(7), 100779. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100779>
- Liu, B., Li, C., & Wan, Z. (2024). Using explainable AI (XAI) to identify and intervene with students in need: A review. In *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Education* (pp. 636–641). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3722237.3722348>
- Liu, Q., & Khalil, M. (2023). Understanding privacy and data protection issues in learning analytics using a systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 54(6), 1715–1747. <https://doi.org/10.1111/bjet.13388>
- Liu, Y., Qi, Y., & Sun, Y. (2024). AI learning system research on cognitive ability and academic achievement. In *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Education* (pp. 663–669). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3722237.3722353>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–16). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Memarian, B., & Doleck, T. (2023). Fairness, accountability, transparency, and ethics (FATE) in artificial intelligence (AI) and higher education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100152. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100152>
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- Mohammad Jodi, K. H., Che Husain, F., & Omar, R. (2025). Cabaran etika penggunaan kecerdasan buatan dalam pendidikan tinggi: Perspektif pensyarah dan amalan profesional. *MANU Jurnal Pusat Penataran Ilmu dan Bahasa*, 36(2), 151–167. <https://doi.org/10.51200/manu.v36i2.7088>
- Mustafa, M. S. O., Ismail, A., & Hanafi, H. F. (2026). Artificial intelligence in simulation-based education training for TVET: A mini review of benefits and limitations. *International Journal of Modern Education*, 8(29), 888–907. <https://doi.org/10.35631/IJMOE.829053>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Prasetya, F., Fortuna, A., Samala, A. D., Latifa, D. K., Andriani, W., Gusti, U. A., Raihan, M., Criollo-C, S., Kaya, D., & Cabanillas-García, J. L. (2025). Harnessing artificial intelligence to revolutionize vocational education: Emerging trends, challenges, and contributions to SDGs 2030. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101401. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101401>
- Quispe, R., & Zarate-Perez, E. (2025). Trends and challenges of artificial intelligence in higher education: A systematic review. In *Proceedings of the 23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology* (Paper 1477). Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.1477>
- Rott, K. J., Lao, L., Petridou, E., & Schmidt-Hertha, B. (2022). Needs and requirements for an additional AI qualification during dual vocational training: Results from studies of apprentices and teachers. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100102. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100102>
- Rozputnia, B., Shevchenko, L., Umanets, V., Yashchuk, S., & Sabadosh, Y. (2025). Artificial intelligence as a support tool in teaching programming to future bachelor's students of vocational education. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 3, 253–259. <https://doi.org/10.17770/etr2025vol3.8537>

- Sailer, M., Maier, R., Berger, S., Kastorff, T., & Stegmann, K. (2024). Learning activities in technology-enhanced learning: A systematic review of meta-analyses and second-order meta-analysis in higher education. *Learning and Individual Differences*, 112, 102446. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102446>
- Sangin, S. N. P., & Azman, M. N. A. (2024). Pembangunan aplikasi mudah alih bagi topik keselamatan bengkel sebagai nilai tambah bagi kursus VDC 3013 Pengurusan dan Keselamatan Bengkel. *ANP Journal of Social Sciences and Humanities*, 5(2), 55–64. <https://doi.org/10.53797/anp.jssh.v5i2.8.2024>
- Solak Berigel, D., Şilbir, L., & Şilbir, G. M. (2025). Integrating artificial intelligence (AI) into technical and vocational education and training (TVET): A PRISMA-based systematic review. *Calitatea Vieții*, 36(1), 83–108. <https://doi.org/10.46841/RCV.2025.01.05>
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8, Article 45. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- Tonui, B. C., Chepsiror, P., & Kosgei, L. (2025). Use of disruptive technologies 4IR/AR/AI in technical, vocational and training institutions to enhance higher education in Sub-Sahara, Africa: Case of Kenya. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 12(4), 219–227. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2025.12040023>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Weber-Wulff, D., Anohina-Naumeca, A., Bjelobaba, S., Foltýnek, T., Guerrero-Dib, J., Popoola, O., Šigut, P., & Waddington, L. (2023). Testing of detection tools for AI-generated text. *International Journal for Educational Integrity*, 19, Article 26. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00146-z>
- Windelband, L. (2023). Artificial intelligence and assistance systems for technical vocational education and training: Opportunities and risks. In A. Shajek & E. A. Hartmann (Eds.), *New digital work: Digital sovereignty at the workplace* (pp. 195–213). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26490-0_12
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>
- Yan, J., Tian, H., Sun, X., & Song, L. (2025). Role of artificial intelligence in enhancing competency assessment and transforming curriculum in higher vocational education. *Frontiers in Education*, 10, Article 1551596. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1551596>
- Yi, L., Liu, D., Jiang, T., & Xian, Y. (2025). The effectiveness of AI on K-12 students' mathematics learning: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(4), 1105–1126. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10499-7>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>