JOURNAL OF HUMAN AND EDUCATION

E-ISSN: 2776-5857 | P-ISSN: 2776-7876
Website: https://jahe.or.id/index.php/jahe
Vol. 6, No. 6 (2026)

Penguatan Kompetensi Guru Melalui Pendampingan Integrasi Artificial Intelligence Dalam Pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mendalam Berbasis STEAM

Harlis[1], Dara Mutiara Aswan[1*], Muswita[1], Retni S. Budiarti[1], Mia Aina[1], Hadijah[2]
[1]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jambi, Indonesia
[2]SMAN 1 Tanjung Jabung Barat, Jambi, Indonesia
**Email Korespondensi: daramutiara@unja.ac.id*

ABSTRAK
Integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran memberikan peluang untuk mendukung guru dalam merancang pembelajaran yang kontekstual dan bermakna. Namun, pengalaman menggunakan AI belum selalu diikuti kemampuan mengintegrasikannya secara pedagogis ke dalam pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mendalam (RPPM) yang memadukan STEAM dan prinsip Pembelajaran Mendalam. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memperkuat kompetensi guru dalam mengintegrasikan AI pada pengembangan RPPM berbasis STEAM berbasis Pembelajaran Mendalam di SMAN 1 Tanjung Jabung Barat. Kegiatan dilaksanakan melalui pendampingan partisipatif yang meliputi identifikasi kebutuhan, penguatan konsep, demonstrasi pemanfaatan AI, praktik pengembangan RPPM, pendampingan, penyempurnaan hasil, dan evaluasi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diikuti oleh 20 orang peserta yang merupakan guru mata pelajaran di SMAN 1 Tanjung Jabung Barat. Data diperoleh melalui asesmen kondisi awal, dokumentasi proses dan hasil kegiatan, serta angket persepsi peserta menggunakan skala Likert. Hasil menunjukkan bahwa peserta memiliki pengetahuan dasar AI yang baik (88,33%), tetapi masih memerlukan penguatan dalam pemilihan AI sesuai kebutuhan pembelajaran (77,75%) dan kepercayaan diri dalam merancang pembelajaran dengan AI (80,50%). Persepsi peserta terhadap kegiatan berada pada kategori sangat baik dengan skor rata-rata 90,6%. Kegiatan ini menunjukkan bahwa pendampingan yang berorientasi pada integrasi pedagogis dapat mendukung penguatan kapasitas guru dalam merancang pembelajaran berbasis AI, STEAM, dan Pembelajaran Mendalam. Kegiatan ini menghasilkan luaran berupa RPPM berbasis STEAM yang dapat diimplementasikan oleh guru dalam pembelajaran.
Kata Kunci: Artificial Intelligence, kompetensi guru, RPPM, Pembelajaran Mendalam, STEAM.

ABSTRACT
The integration of Artificial Intelligence (AI) into education provides opportunities to support teachers in designing contextual and meaningful learning. However, experience in using AI is not always accompanied by the ability to integrate it pedagogically into the development of lesson plan that combine STEAM and Deep Learning principles. This community engagement program aimed to strengthen teachers' competence in integrating AI into the development of STEAM-based lesson

plan grounded in Deep Learning at SMAN 1 Tanjung Jabung Barat. The program employed a participatory mentoring approach consisting of needs identification, conceptual strengthening, AI demonstrations, module development practice, mentoring, product refinement, and evaluation. Data were collected through a baseline assessment, documentation of the implementation and outputs, and a participant perception questionnaire using a Likert scale. The results indicated that participants demonstrated good basic AI knowledge (88.33%), but still required strengthening in selecting AI according to learning needs (77.75%) and confidence in designing learning with AI (80.50%). Participants' perceptions of the program were very positive, with an overall mean score of 90.6%. The findings indicate that pedagogically oriented mentoring can support the strengthening of teachers' capacity to design learning integrating AI, STEAM, and Deep Learning principles. This activity produces output in the form of STEAM-based RPPM which can be implemented by teachers in learning.
Keywords: *Artificial Intelligence, teacher competence, lesson plan, Deep Learning, STEAM.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dan kecerdasan artifisial (*Artificial Intelligence/AI*) telah membawa perubahan signifikan terhadap praktik pendidikan, termasuk dalam proses perencanaan dan pengembangan pembelajaran. Kehadiran *generative AI* memungkinkan guru memperoleh dukungan dalam menyusun tujuan pembelajaran, mengembangkan aktivitas, menghasilkan bahan ajar, merancang asesmen, serta mengadaptasi materi sesuai kebutuhan pembelajaran. Namun, pemanfaatan AI dalam pendidikan tidak cukup dipahami sebagai kemampuan menggunakan aplikasi atau menghasilkan teks secara otomatis. Guru tetap memiliki peran sentral dalam menentukan tujuan pedagogis, memvalidasi informasi, mempertimbangkan karakteristik murid, serta memastikan luaran yang dihasilkan oleh AI sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. UNESCO melalui AI Competency Framework for Teachers menempatkan pedagogi AI, dasar dan apilikasi AI, etika AI, serta pengembangan profesional sebagai bagian penting dari kompetensi guru di era AI (Miao & Cukurova, 2024). Dengan demikian, pemanfaatan AI dalam pembelajaran membutuhkan penguatan kompetensi guru agar teknologi tersebut digunakan secara kritis, pedagogis, etis, dan berorientasi pada kebutuhan murid. Kebutuhan penguatan kompetensi guru semakin penting dalam konteks penerapan Pembelajaran Mendalam di Indonesia. Kebijakan pendidikan nasional menempatkan Pembelajaran Mendalam sebagai pendekatan yang mendorong proses belajar yang berlangsung secara berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan, dengan penekanan pada pemahaman yang utuh serta kemampuan menghubungkan dan menerapkan pengetahuan dalam konteks yang berbeda. Implementasi pendekatan Pembelajaran Mendalam ini menuntut kemampuan guru untuk merancang pengalaman belajar yang relevan, kontekstual, aktif, dan mendorong keterlibatan murid secara utuh.

Dalam implementasi Pembelajaran Mendalam, dibutuhkan perangkat ajar yang tidak hanya lengkap secara administratif, tetapi juga mampu menerjemahkan tujuan pembelajaran ke dalam pengalaman belajar yang bermakna. Salah satu pendekatan yang memiliki relevansi kuat dengan karakteristik Pembelajaran Mendalam adalah Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM). STEAM mendorong keterhubungan antardisiplin ilmu melalui permasalahan autentik, proses pemecahan masalah, kreativitas, dan penerapan pengetahuan dalam konteks kehidupan nyata. Integrasi STEAM memungkinkan murid menghubungkan konsep dari berbagai disiplin untuk memahami persoalan nyata, melakukan investigasi, mengembangkan solusi, menghasilkan produk, dan

merefleksikan proses pembelajaran. Dengan karakter tersebut, STEAM memiliki titik temu yang kuat dengan prinsip Pembelajaran Mendalam, khususnya dalam aspek pembelajaran kontekstual, pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, dan penerapan pengetahuan. Namun, implementasi STEAM bukan proses yang otomatis terjadi hanya dengan mencantumkan kelima disiplin tersebut dalam perangkat pembelajaran. Boice et al. (2024) guru sering merasa kurang percaya diri dan belum memiliki pengetahuan mendalam mengenai materi STEAM yang berada di luar bidang keahlian utamanya sehingga guru membutuhkan dukungan pedagogis berkelanjutan, kolaborasi antarguru, serta fleksibilitas pedagogis untuk mengembangkan pembelajaran STEAM yang sesuai dengan konteks mata pelajaran dan karakteristik murid. Dapat dikatakan bahwa keberhasilan integrasi STEAM sangat dipengaruhi oleh kesiapan dan kompetensi guru dalam menuangkan bentuk aktivitas STEAM ke dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mendalam (RPPM) yang akan digunakan sebagai acuan dalam melaksanaan pembelajaran di kelas.

Integrasi AI dalam pengembangan RPPM dapat menjadi salah satu alternatif untuk membantu guru merancang aktivitas pembelajaran yang lebih sistematis dan kontekstual. *Generative AI* dapat digunakan untuk mendukung proses perencanaan pembelajaran, seperti membantu guru dalam merancang pembelajaran, dimanfaatkan sebagai asisten pengajar, menyusun tugas dan asesmen, serta memberikan evaluasi dan umpan balik (Zhang & Tur, 2024). Selanjutnya, Gurl et al. (2025) menemukan bahwa ChatGPT dapat membantu calon guru dalam menghasilkan kerangka awal pembelajaran, variasi ide pembelajaran, memprediksi pengetahuan prasyarat yang dibutuhkan oleh murid, mengidentifikasi kemungkinan miskonsepsi, dan contoh penerapan dalam kehidupan nyata. Namun, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa luaran yang dihasilkan oleh AI dapat bersifat repetitif, kurang memperhatikan kebutuhan murid, dan cenderung menghasilkan pembelajaran yang berpusat pada guru sehingga tetap membutuhkan evaluasi dan modifikasi oleh guru sebagai pengguna. Penelitian lain menunjukkan bahwa guru menggunakan generative AI terutama untuk membantu memperdalam pemahaman konseptual, menyusun komponen pembelajaran, dan mengintegrasikan isu-isu kontekstual ke dalam pembelajaran, tetapi para guru juga masih menghadapi hambatan berupa kesiapan yang terbatas, kualitas konten, belum memadainya panduan penggunaan AI dalam pembelajaran, serta perlunya penyelarasan materi dengan tujuan pembelajaran di kelas (Kim, 2026).

Kondisi tersebut tercermin pada SMAN 1 Tanjung Jabung Barat. Asesmen awal yang telah dilakukan menunjukkan bahwa guru telah memiliki pengalaman menggunakan AI untuk keperluan pembelajaran, meskipun dengan frekuensi yang berbeda. Sebanyak 66,7% guru menyatakan bahwa mereka menggunakan AI tetapi masih jarang, 22,2% guru mengatakan bahwa mereka sering menggunakan AI, dan 11,1% pernah menggunakan AI tetapi masih sangat jarang. ChatGPT menjadi salah satu aplikasi yang paling banyak digunakan, disertai Gemini, Canva AI, Perplexity, dan beberapa aplikasi lainnya. Temuan tersebut menunjukkan bahwa akses dan kebiasaan guru dalam menggunakan AI bukan lagi persoalan utama pada guru SMAN 1 Tanjung Jabung Barat. Kebutuhan yang lebih relevan adalah bagaimana pengalaman menggunakan AI tersebut diarahkan menjadi kompetensi yang mendukung perancangan pembelajaran.

Hasil asesmen awal terhadap sembilan orang guru SMAN 1 Tajung Jabung Barat memperkuat temuan tersebut. Skor pengetahuan guru mengenai AI mencapai rata-rata 17,67 dari skor maksimum 20 (88,33%), yang menunjukkan bahwa pengetahuan dasar guru mengenai penggunaan AI telah berada pada tingkat yang relatif baik. Meskipun demikian, pada aspek kompetensi aplikatif masih terdapat

beberapa ruang penguatan. Rata-rata skor kemampuan memilih aplikasi AI sesuai kebutuhan pembelajaran hanya mencapai 3,11 dari 4, sedangkan pemahaman konsep dasar AI dan kepercayaan diri menggunakan AI untuk membantu merancang pembelajaran masing-masing mencapai 3,22 dari 4. Kemampuan memberikan instruksi kepada AI dan mengevaluasi kualitas hasil AI juga masih berada pada kisaran 3,33 dari 4. Sebaliknya, kesadaran untuk memeriksa kembali keluaran AI relatif tinggi, yaitu 3,78 dari 4, dan pemahaman mengenai pentingnya menjaga privasi data mencapai 3,67 dari 4. Pola tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara pengetahuan dan kesadaran mengenai AI dengan kemampuan mengoptimalkan AI sebagai bagian dari proses desain pembelajaran.

Kesenjangan tersebut menjadi semakin penting ketika AI tidak hanya digunakan untuk menghasilkan materi secara umum, tetapi diarahkan untuk mengembangkan RPPM berbasis STEAM. Pengembangan kegiatan yang mengintegrasikan STEAM ini menuntut guru untuk mengambil sejumlah keputusan pedagogis secara berurutan, mulai dari menganalisis tujuan pembelajaran dan karakteristik murid, menentukan konteks atau masalah autentik, mengintegrasikan unsur STEAM, merancang pengalaman belajar yang berkesadaran dan bermakna, menentukan aktivitas investigasi dan produk, hingga menyusun asesmen yang selaras. AI dapat membantu mempercepat sebagian proses tersebut, tetapi kualitas produk tetap sangat bergantung pada kemampuan guru memberikan konteks, menyusun instruksi atau prompt, mengevaluasi luaran yang dihasilkan AI, dan melakukan adaptasi. Boolzen et al. (2026) menyatakan bahwa GenAI dapat menjanjikan efektivitas dalam pendidikan STEM jika penggunaannya ditargetkan untuk meningkatkan perolehan pengetahuan dan memperkaya aktivitas belajar murid secara bermakna. Namun, pemanfaatan AI ini memiliki berbagai tantangan. Shenoy & Saarela (2026) menyatakan bahwa kurangnya pelatihan rekayasa prompt dan minimnya kerangka etika yang memadai merupakan salah satu tantangan integrasi generative AI dalam pengembangan kompetensi guru.

Berdasarkan beberapa kajian literatur, generative AI telah dimanfaatkan dalam berbagai aktivitas pengajaran dan pembelajaran, tetapi permasalahan kualitas luaran, kesiapan guru, etika, dan integrasi pedagogis tetap menjadi perhatian penting (Labadze et al., 2023). Penelitian Marzano (2026) menunjukkan bahwa GenAI dapat memberikan dukungan yang bersifat personal dan kontekstual dalam perencanaan pembelajaran, tetapi efektivitasnya bergantung pada kemampuan guru melakukan proses iteratif melalui prompting, refleksi, dan pengambilan keputusan pedagogis. Li et al. (2026) lebih lanjut menyatakan pendekatan pengembangan kompetensi guru yang hanya berorientasi pada pengenalan berbagai aplikasi AI belum cukup untuk menjawab kebutuhan pembelajaran masa kini. Studi yang dilakukan oleh (Montenegro-Rueda et al., 2023), menekankan pentingnya pelatihan yang memadai bagi para guru agar dapat mengoperasikan AI secara tepat dan bertanggung jawab.

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa terdapat kebutuhan untuk menghubungkan pemanfaatan AI dengan desain pedagogis STEAM dan prinsip Pembelajaran Mendalam melalui proses pendampingan guru yang berorientasi pada produk nyata. Penelitian terdahulu telah membahas penggunaan GenAI dalam perencanaan pembelajaran, pengembangan kompetensi AI guru, dan pengembangan profesional guru dalam STEAM secara relatif terpisah. Sementara itu, masih terbatas kajian yang secara khusus mengembangkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan AI ke dalam RPPM yang memadukan STEAM dan Pembelajaran Mendalam, terutama pada konteks sekolah menengah di Indonesia. Oleh karena itu, tim Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa

pendampingan integrasi AI dalam merancang RPPM berbasis STEAM untuk guru-guru SMA. Kegiatan ini tidak hanya sebatas pengenalan teknologi AI semata, tetapi lebih kepada penguatan kapasitas guru untuk mengubah AI dari sekadar alat bantu generatif menjadi bagian dari proses desain pembelajaran yang pedagogis, kontekstual, dan reflektif.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kompetensi guru melalui pendampingan integrasi Artificial Intelligence dalam pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mendalam (RPPM) berbasis STEAM di SMAN 1 Tanjung Jabung Barat. Secara khusus, kegiatan diarahkan untuk memperkuat kemampuan guru dalam memilih dan memanfaatkan AI sesuai kebutuhan pembelajaran, merancang prompt yang efektif, mengevaluasi dan memverifikasi keluaran AI, serta mengintegrasikan hasil pemanfaatan AI ke dalam RPPM yang mengintegrasikan prinsip STEAM. Melalui kegiatan tersebut, guru diharapkan tidak hanya mampu menggunakan AI secara lebih efektif, tetapi juga mampu menghasilkan perangkat pembelajaran yang kontekstual, bermakna, dan sesuai dengan kebutuhan murid.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan pendampingan partisipatif yang dipadukan dengan evaluasi deskriptif untuk mengidentifikasi kondisi awal peserta, mendokumentasikan proses pelaksanaan, serta mengevaluasi persepsi peserta terhadap kegiatan. Pendekatan ini dipilih karena tujuan kegiatan tidak hanya memberikan pengetahuan mengenai Artificial Intelligence (AI), STEAM, dan Pembelajaran Mendalam, tetapi juga mendampingi guru dalam menerapkan pengetahuan tersebut untuk mengembangkan perangkat pembelajaran. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, penguatan konsep, demonstrasi, praktik terbimbing, pendampingan pengembangan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Mendalam (RPPM), refleksi, dan evaluasi. Seluruh tahapan diarahkan pada pencapaian tujuan utama, yaitu memperkuat kompetensi guru dalam mengintegrasikan AI pada pengembangan RPPM berbasis STEAM. Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan dua sumber data utama. Pertama, asesmen awal diberikan kepada guru untuk memperoleh gambaran pengetahuan dan kesiapan awal dalam memanfaatkan AI untuk pembelajaran. Kedua, angket persepsi guru diberikan setelah kegiatan untuk mengetahui tingkat kebermanfaatan kegiatan, ketercapaian pengalaman belajar, persepsi terhadap peningkatan kompetensi, serta kebutuhan tindak lanjut pendampingan.

Kegiatan dilaksanakan di SMAN 1 Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Peserta kegiatan merupakan 20 orang guru dari berbagai mata pelajaran di sekolah mitra. Keberagaman bidang studi peserta menjadi pertimbangan dalam desain pendampingan agar pemanfaatan AI dan pengembangan RPPM berbasis STEAM dapat dipahami sebagai pendekatan yang dapat diadaptasi sesuai karakteristik mata pelajaran.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkesinambungan. Tahap pertama, identifikasi kebutuhan. Tahap ini dilakukan melalui asesmen awal untuk memperoleh gambaran pengalaman guru dalam menggunakan AI, pemahaman terhadap AI, serta kesiapan memanfaatkan AI untuk mendukung perancangan pembelajaran. Hasil asesmen digunakan sebagai dasar dalam menentukan fokus materi dan bentuk pendampingan. Tahap kedua, penguatan konsep. Peserta memperoleh penguatan mengenai konsep dan prinsip Pembelajaran Mendalam, integrasi STEAM, serta posisi AI dalam mendukung proses perancangan pembelajaran. Pada tahap ini ditekankan bahwa AI

berfungsi sebagai alat bantu bagi guru dan bukan sebagai pengganti pertimbangan pedagogis guru. Tahap ketiga, demonstrasi pemanfaatan AI. Fasilitator mendemonstrasikan penggunaan AI untuk mendukung berbagai tahapan pengembangan perangkat pembelajaran, mulai dari eksplorasi ide, analisis kebutuhan pembelajaran, penyusunan tujuan dan aktivitas pembelajaran, hingga penyusunan alternatif asesmen. Peserta juga diperkenalkan pada prinsip penyusunan instruksi (prompt) dan evaluasi keluaran AI. Tahap keempat, praktik dan pendampingan. Peserta melakukan praktik secara langsung dengan mengembangkan bagian-bagian RPPM menggunakan AI. Pendampingan dilakukan melalui pemberian umpan balik terhadap rancangan peserta, terutama dalam memastikan kesesuaian antara tujuan pembelajaran, konteks permasalahan, unsur STEAM, pengalaman belajar, pemanfaatan AI, dan prinsip Pembelajaran Mendalam. Tahap kelima, penyempurnaan produk. Rancangan yang telah dibuat peserta diperiksa dan disempurnakan melalui proses refleksi dan umpan balik. Pada tahap ini peserta diarahkan untuk tidak menerima keluaran AI secara langsung, tetapi melakukan verifikasi, seleksi, adaptasi, dan kontekstualisasi sebelum memasukkannya ke dalam RPPM. Tahap keenam, evaluasi kegiatan. Evaluasi dilakukan melalui angket persepsi peserta dan pertanyaan terbuka mengenai materi yang paling bermanfaat serta saran untuk keberlanjutan kegiatan. Hasil evaluasi digunakan untuk mengetahui keterterimaan kegiatan sekaligus mengidentifikasi kebutuhan pendampingan lanjutan.

Data kegiatan diperoleh melalui beberapa teknik pengumpulan data. Pertama, asesmen awal digunakan untuk mengidentifikasi pengetahuan dan kesiapan guru dalam memanfaatkan AI. Instrumen terdiri atas pertanyaan mengenai pengalaman penggunaan AI dan sejumlah indikator kompetensi yang berkaitan dengan pemanfaatan AI dalam pembelajaran. Pengumpulan data awal ini dilakukan pada sembilan orang guru dari beberapa mata pelajaran yang berbeda. Kedua, dokumentasi proses dan produk digunakan untuk merekam pelaksanaan pendampingan serta perkembangan rancangan perangkat pembelajaran yang dikembangkan peserta. Dokumentasi meliputi aktivitas praktik, diskusi, pendampingan, dan produk pembelajaran yang dihasilkan. Ketiga, angket persepsi peserta diberikan setelah kegiatan. Instrumen terdiri atas 10 pernyataan tertutup menggunakan skala Likert 1–5, mulai dari skor 1 (sangat tidak setuju) sampai skor 5 (sangat setuju). Instrumen ini diisi oleh 20 orang peserta pelatihan. Pernyataan mencakup kesesuaian materi dengan kebutuhan peserta, pemahaman Pembelajaran Mendalam, pemanfaatan AI dalam pengembangan RPPM, penerapan STEAM, efektivitas metode penyampaian dan pendampingan, pengalaman praktis, kepercayaan diri guru, serta kebermanfaatan dan keberlanjutan kegiatan. Selain pernyataan tertutup, angket juga memuat dua pertanyaan terbuka, yaitu materi atau bagian kegiatan yang paling bermanfaat bagi peserta serta saran untuk perbaikan dan keberlanjutan kegiatan.

Data kuantitatif dari asesmen awal dan angket persepsi dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa frekuensi, persentase, dan nilai rata-rata. Persentase skor persepsi dihitung dengan membandingkan skor rata-rata yang diperoleh dengan skor maksimum, menggunakan persamaan:

$$P = \frac{\bar{X}}{X_{maks}} \, x \, 100\%$$

dengan (P) merupakan persentase capaian persepsi, ($\bar{X}$) merupakan skor rata-rata yang diperoleh, dan (X_{maks}) merupakan skor maksimum.

Data jawaban terbuka dianalisis secara deskriptif melalui proses pengelompokan respons berdasarkan tema yang muncul, seperti pemanfaatan AI, Pembelajaran Mendalam, kebutuhan tambahan waktu praktik, dan kebutuhan pendampingan lanjutan. Data kualitatif tersebut digunakan untuk

memperkuat interpretasi terhadap hasil kuantitatif. Hasil evaluasi kemudian diinterpretasikan secara terpadu dengan membandingkan kondisi awal peserta, proses pendampingan, produk yang dihasilkan, serta persepsi peserta terhadap kebermanfaatan kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Asesmen awal dilakukan terhadap sembilan orang peserta untuk memperoleh gambaran pengalaman, pengetahuan, dan kesiapan dalam memanfaatkan Artificial Intelligence (AI) untuk pembelajaran. Hasil menunjukkan bahwa seluruh peserta telah memiliki pengalaman menggunakan AI untuk keperluan pembelajaran, tetapi frekuensi penggunaannya berbeda. Sebanyak 66,7% guru menyatakan menggunakan AI kadang-kadang, 22,2% sering menggunakan AI, dan 11,1% pernah menggunakan AI tetapi masih sangat jarang. Aplikasi yang digunakan peserta antara lain ChatGPT, Gemini, Canva AI, Perplexity, dan beberapa aplikasi AI lainnya.

Hasil tes pengetahuan menunjukkan skor rata-rata 17,67 dari skor maksimum 20 (88,33%), dengan skor individual berkisar antara 13 sampai 19. Temuan ini menunjukkan bahwa peserta telah memiliki pengetahuan dasar yang relatif baik mengenai AI. Namun, hasil pengukuran persepsi kompetensi menunjukkan variasi antarindikator sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi awal kompetensi guru dalam pemanfaatan AI

Indikator Utama	**Skor Rata-rata**	**Persentase (%)**
Pengetahuan AI	17,67/20	88,33
Pemilihan AI sesuai kebutuhan pembelajaran	3,11/4	77,75
Kepercayaan diri merancang pembelajaran dengan AI	3,22/4	80,50
Verifikasi luaran yang dihasilkan AI	3,78/4	94,50
Rata-rata Kompetensi	3,44/4	85,94

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa peserta telah memiliki pengetahuan dasar dan kesadaran kritis yang relatif baik dalam penggunaan AI. Namun, kemampuan memilih AI berdasarkan kebutuhan pembelajaran dan kepercayaan diri dalam menggunakannya untuk merancang pembelajaran memperoleh skor yang relatif lebih rendah. Temuan ini menjadi dasar pelaksanaan pendampingan yang berfokus pada integrasi AI dalam proses desain pembelajaran, bukan sekadar pengenalan aplikasi AI.

Pendampingan dilaksanakan dengan mengintegrasikan penguatan konsep Pembelajaran Mendalam, STEAM, dan pemanfaatan AI dalam pengembangan perangkat pembelajaran khususnya RPPM (Gambar 1). Kegiatan tidak hanya memberikan pemahaman konseptual, tetapi juga memberikan kesempatan kepada peserta untuk mempraktikkan penggunaan AI dalam proses perancangan pembelajaran. Pada tahap praktik (Gambar 2), peserta diarahkan untuk menggunakan AI berdasarkan tujuan dan kebutuhan pembelajaran yang telah ditentukan. Pemanfaatan AI dilakukan untuk mengeksplorasi ide pembelajaran, mengembangkan permasalahan kontekstual, menyusun aktivitas pembelajaran, serta merancang alternatif asesmen. Peserta juga diberikan pengalaman dalam menyusun instruksi (prompt) yang lebih spesifik agar keluaran AI sesuai dengan konteks pembelajaran.



Gambar 1. Pendampingan penggunaan Prompt AI

Hasil keluaran AI selanjutnya tidak langsung digunakan, tetapi diperiksa, diseleksi, dan disesuaikan oleh peserta dengan karakteristik mata pelajaran, tujuan pembelajaran, kondisi murid, dan konteks sekolah. Proses tersebut menempatkan guru sebagai pengambil keputusan utama dalam pengembangan RPPM, sedangkan AI berfungsi sebagai alat bantu dalam mengeksplorasi dan mengembangkan alternatif desain pembelajaran. Integrasi STEAM dan Pembelajaran Mendalam dilakukan dengan mengarahkan peserta untuk mengembangkan pengalaman belajar yang kontekstual, menghubungkan berbagai konsep atau disiplin dalam aktivitas pembelajaran, serta mendorong murid untuk terlibat dalam pemecahan masalah dan menghasilkan pengalaman belajar yang bermakna. Melalui kegiatan ini dihasilkan RPPM berbasis STEAM yang dapat diimplementasikan oleh guru di dalam pembelajaran.



Gambar 2. Praktik pemanfaatan AI

Evaluasi terhadap pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui angket persepsi yang diisi oleh peserta. Instrumen terdiri atas 10 pernyataan dengan skala Likert 1–5. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata keseluruhan persepsi peserta mencapai 90,5%.

Tabel 2. Persepsi peserta terhadap kegiatan pendampingan

Indikator Utama	**Skor Rata-rata**	**Persentase (%)**
Kesesuaian materi dengan kebutuhan	4,55	91,0
Pemahaman dan penerapan Pembelajaran Mendalam	4,50	90,0
Pemahaman dan keterampilan memanfaatkan AI dalam penulisan RPPM	4,55	91,0
Penerapan STEAM pada mata pelajaran	4,50	90,0
Metode penyampaian, praktik, dan pendampingan	4,60	92,0
Pengalaman dan keterampilan praktis	4,45	89,0
Kepercayaan diri setelah kegiatan	4,50	90,0
Manfaat keseluruhan dan kebutuhan keberlanjutan	4,55	91,0
Rata-rata	4,525	90,5

Skor tertinggi terdapat pada indikator metode penyampaian (92,0%). Sementara itu, skor terendah terdapat pada pengalaman/keterampilan praktis (89,0%).

Analisis terhadap jawaban terbuka menunjukkan bahwa tema yang disampaikan bermanfaat bagi peserta. Peserta juga memberikan masukan terkait pelaksanaan kegiatan. Tema yang paling sering muncul adalah kebutuhan untuk menambah waktu praktik, terutama praktik pemanfaatan AI dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Peserta juga mengusulkan agar kegiatan dilakukan secara berkelanjutan dan berkala, termasuk pendampingan lanjutan untuk membantu guru mengembangkan dan menyempurnakan produk pembelajaran. Beberapa peserta juga mengharapkan adanya pembaruan pengetahuan secara berkala mengenai perkembangan teknologi dan strategi pembelajaran. Dengan demikian, respons terbuka menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memberikan penilaian positif terhadap kegiatan yang telah dilakukan, tetapi juga mengidentifikasi kebutuhan pengembangan profesional lanjutan.

2. Pembahasan Temuan

Hasil asesmen awal menunjukkan bahwa seluruh peserta kegiatan telah memiliki pengalaman menggunakan Artificial Intelligence (AI), dengan skor pengetahuan AI sebesar 17,67 dari 20 (88,33%) dan persepsi kompetensi rata-rata sebesar 3,44 dari skala 4 (85,94%). Namun, kemampuan memilih AI sesuai kebutuhan pembelajaran hanya mencapai 77,75%, sedangkan kepercayaan diri dalam merancang pembelajaran dengan AI mencapai 80,50%. Pola tersebut menunjukkan bahwa pengalaman menggunakan AI belum sepenuhnya berkembang menjadi kemampuan mengintegrasikan AI secara pedagogis. Temuan ini dapat dijelaskan melalui *AI Competency Framework for Teachers* yang dikembangkan UNESCO. Kerangka ini menempatkan kompetensi AI guru tidak hanya pada aspek pengetahuan dan keterampilan teknis, tetapi juga pada human-centred mindset, etika AI, pedagogi AI, serta pemanfaatan AI untuk pengembangan profesional. Kompetensi tersebut disusun dalam tiga tingkat perkembangan, yaitu Acquire, Deepen, dan Create. Dengan demikian, kemampuan menggunakan aplikasi AI secara teknis merupakan bagian dari kompetensi yang berbeda dari kemampuan menentukan bagaimana AI digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu.

Jika dikaitkan dengan kerangka kompetensi AI tersebut, kondisi awal peserta dalam kegiatan ini dapat dipandang sebagai posisi yang relatif kuat pada aspek dasar AI, tetapi masih memerlukan penguatan pada dimensi *AI pedagogy*. Hal ini terlihat dari skor pemilihan aplikasi AI sesuai kebutuhan pembelajaran yang lebih rendah dibandingkan pengetahuan umum dan kesadaran melakukan verifikasi. Artinya, persoalan utama mitra bukan lagi apakah guru memiliki pengetahuan terkait AI, tetapi apakah guru mampu membuat keputusan secara pedagogis tentang AI. Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian Yang et al. (2025) yang menunjukkan bahwa *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) berpengaruh positif terhadap kemauan guru mengintegrasikan GenAI. Artinya, kesiapan mengintegrasikan GenAI tidak hanya ditentukan oleh penguasaan teknologi, tetapi oleh kemampuan menghubungkan teknologi dengan pengetahuan pedagogis dan konten. Penelitian Xia et al. (2025) juga menunjukkan hubungan antara TPACK, *self-efficacy*, dan kemauan guru mengintegrasikan GenAI, sehingga penguatan kapasitas dan keyakinan profesional menjadi bagian penting dari proses adopsi teknologi. Temuan ini memberikan dasar penting bagi desain pendampingan. Pelatihan AI untuk guru tidak cukup diarahkan pada pengenalan semakin banyak aplikasi, tetapi perlu menggeser fokus menuju pengambilan keputusan pedagogis berbantuan AI. Dalam konteks kegiatan ini, pergeseran tersebut dilakukan dengan menghubungkan AI dengan tujuan pembelajaran, karakteristik murid, konteks mata pelajaran, STEAM, serta pengembangan RPPM.

Skor tertinggi pada asesmen awal terdapat pada kemampuan atau kesadaran melakukan verifikasi terhadap keluaran AI, yaitu 3,78 dari 4 (94,50%). Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa peserta telah memiliki kesadaran bahwa keluaran AI tidak dapat langsung diterima sebagai produk pembelajaran final. Secara teoretis, kondisi tersebut sejalan dengan prinsip *human agency* dalam kerangka kompetensi AI UNESCO. UNESCO menekankan bahwa penggunaan AI dalam pendidikan perlu tetap berpusat pada manusia, mempertahankan tanggung jawab profesional guru, serta memastikan bahwa AI melengkapi dan bukan menggantikan peran guru. Pedoman UNESCO tentang GenAI juga menekankan pentingnya validasi etis dan pedagogis, perlindungan data, serta penggunaan AI yang aman, bermakna, dan berorientasi pada manusia.

Dalam konteks desain pembelajaran, prinsip tersebut berarti bahwa AI seharusnya diposisikan sebagai mitra atau alat bantu kognitif, bukan sebagai pengambil keputusan pedagogis. Guru tetap menentukan tujuan, konteks, tingkat kedalaman materi, karakteristik murid, serta kesesuaian aktivitas dan asesmen. AI kemudian dapat digunakan untuk menghasilkan alternatif, mengeksplorasi ide, memberikan variasi aktivitas, atau membantu menyusun RPPM. Hal ini didikung oleh Gurl et al. (2025) yang menunjukkan bahwa ChatGPT dapat digunakan sebagai *lesson-planning assistant* bagi calon guru, tetapi pengguna tetap perlu melakukan refleksi dan evaluasi terhadap keluaran yang dihasilkan. Dengan demikian, kebermanfaatan ChatGPT tidak terletak pada kemampuannya menghasilkan rencana pembelajaran secara otomatis, tetapi pada potensinya membantu pengguna mengeksplorasi dan mengembangkan alternatif desain pembelajaran. Lebih lanjut Kim, (2026) juga memperlihatkan bahwa guru dapat menggunakan GenAI untuk mendukung berbagai tugas dalam desain pembelajaran sains. Namun, penggunaan tersebut tetap berkaitan dengan keputusan guru mengenai tujuan pembelajaran dan bagaimana hasil yang diberikan AI diselaraskan dengan tujuan pembelajaran.

Dengan demikian, proses yang dilakukan dalam pendampingan, mulai dari menentukan kebutuhan, *menyusun prompt*, memperoleh keluaran AI, memeriksa, memilih, dan mengadaptasi merupakan bentuk penerapan prinsip *human-in-the-loop*. Dalam pola tersebut, kualitas pembelajaran

tidak ditentukan oleh seberapa banyak konten yang dapat dihasilkan AI, tetapi oleh kualitas keputusan profesional guru dalam mengolah keluaran tersebut.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pemahaman peserta terhadap metode praktik serta pendampingan memperoleh skor tertinggi (92,0%). Temuan tersebut menunjukkan bahwa peserta memberikan respons positif ketika pemanfaatan teknologi ditempatkan dalam konteks desain pembelajaran yang konkret. Temuan ini penting karena AI pada dasarnya merupakan teknologi yang bersifat *general purpose*. Tanpa kerangka pedagogis yang jelas, AI dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai materi, tetapi belum tentu menghasilkan pengalaman belajar yang bermakna. Oleh karena itu, integrasi AI dalam kegiatan ini ditempatkan di dalam dua kerangka pedagogis, yaitu STEAM dan Pembelajaran Mendalam.

Penelitian Boice et al. (2024) menunjukkan bahwa pemahaman guru mengenai STEAM dapat berkembang melalui program pengembangan profesional yang memberikan dukungan pedagogis dan material secara berkelanjutan. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa guru membutuhkan otonomi dan fleksibilitas untuk menyesuaikan implementasi STEAM dengan konteks mata pelajaran dan sekolah masing-masing. Temuan tersebut relevan dengan karakteristik peserta dalam kegiatan ini yang berasal dari berbagai bidang studi. Integrasi STEAM tidak dapat diberikan dalam bentuk satu desain yang seragam karena konteks pembelajaran Biologi, Fisika, Bahasa, Ekonomi, atau mata pelajaran lainnya berbeda. Karena itu, pendampingan diarahkan pada prinsip dan proses desain, sedangkan guru memiliki ruang untuk menentukan konteks dan bentuk implementasinya.

Pada sisi lain, Pembelajaran Mendalam memberikan orientasi terhadap kualitas pengalaman belajar. Pembelajaran tidak hanya diarahkan pada penyampaian informasi, tetapi pada proses memahami, mengaplikasi, dan merefleksi melalui pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan. Dalam kerangka tersebut, pemanfaatan teknologi digital merupakan salah satu komponen pendukung, bukan tujuan pembelajaran itu sendiri. Hubungan antara ketiga pendekatan tersebut dapat dipahami secara fungsional. Pembelajaran Mendalam memberikan orientasi terhadap kualitas pengalaman belajar; STEAM memberikan kerangka integrasi lintas disiplin dan pemecahan masalah; sedangkan AI menyediakan dukungan teknologi dalam proses perancangan. Dengan posisi tersebut, AI tidak berdiri sebagai inovasi yang terpisah, tetapi menjadi bagian dari ekosistem desain pembelajaran. Temuan systematic review Zhu et al. (2026) semakin memperkuat relevansi integrasi tersebut. Kajian terhadap 55 penelitian menunjukkan bahwa GenAI telah digunakan dalam berbagai konteks STEM dan memberikan manfaat bagi guru maupun proses pembelajaran, tetapi penelitian mengenai integrasi STEM dan konteks pendidikan dasar dan menengah masih relatif terbatas dibandingkan pendidikan tinggi. Dengan demikian, kegiatan PkM ini memberikan kontribusi praktis dengan membawa pelatihan GenAI ke dalam konteks pengembangan profesional guru sekolah menengah, sekaligus mengintegrasikannya dengan STEAM dan Pembelajaran Mendalam.

Indikator metode penyampaian, praktik, dan pendampingan memperoleh skor 4,60 (92,0%). Respons tersebut dapat dijelaskan karena kegiatan memberikan kesempatan kepada peserta untuk menggunakan AI secara langsung dalam menyelesaikan persoalan desain pembelajaran. Peserta tidak hanya memperoleh penjelasan mengenai fungsi aplikasi, tetapi mengalami proses merancang, mencoba, mengevaluasi, dan menyesuaikan hasil. Pendekatan tersebut sejalan dengan perkembangan konseptual mengenai *teacher professional development* berbasis GenAI. Shenoy & Saarela (2026), mengidentifikasi empat kelompok manfaat GenAI dalam pengembangan profesional guru, yaitu manfaat fungsional,

kognitif, sosial, dan reflektif. Mereka juga mengusulkan perkembangan kompetensi melalui tahapan *exploration, integration, critical reflection,* dan *peer exchange*. Telaah tersebut menunjukkan bahwa dukungan berkelanjutan dan mentoring manusia tetap dibutuhkan, terutama untuk pengembangan integrasi pedagogis dan evaluasi kritis. Sun & Huang (2025) menyatakan bahwa dalam konteks perencanaan pembelajaran kolaboratif, GenAI dapat membantu pada tahap awal eksplorasi dan menghasilkan alternatif, tetapi manfaatnya sebagai *cognitive scaffolding* menjadi lebih terbatas pada tahap-tahap iteratif yang membutuhkan pertimbangan lebih mendalam. Hal tersebut menunjukkan bahwa interaksi manusia dengan AI perlu didukung oleh struktur tugas, refleksi, dan fasilitasi yang tepat.

Kondisi tersebut menjelaskan mengapa praktik dan pendampingan menjadi komponen penting dalam kegiatan ini. Guru membutuhkan ruang untuk mengalami sendiri bagaimana sebuah *prompt* menghasilkan keluaran yang berbeda, bagaimana kualitas keluaran perlu diperiksa, serta bagaimana hasil AI harus diadaptasi agar sesuai dengan tujuan pembelajaran. Dengan demikian, pendampingan dalam kegiatan ini bukan sekadar strategi penyampaian materi, tetapi merupakan bentuk *scaffolding* profesional yang membantu guru bergerak dari pengetahuan deklaratif menuju kemampuan aplikatif.

Rata-rata persepsi peserta sebesar 4,525 dari 5 (90,5%) menunjukkan bahwa kegiatan memperoleh penerimaan yang sangat positif. Hampir seluruh indikator berada pada rentang 89–92%, termasuk kesesuaian materi, pemahaman Pembelajaran Mendalam, pemanfaatan AI, STEAM, praktik, dan kepercayaan diri peserta. Tingginya persepsi tersebut dapat dipahami dari kesesuaian antara kebutuhan awal dan bentuk intervensi. Peserta sebelumnya telah memiliki pengalaman menggunakan AI, sehingga kegiatan tidak mengulang pengenalan teknologi secara dasar. Sebaliknya, kegiatan memberikan konteks baru mengenai bagaimana AI dapat digunakan untuk mengembangkan RPPM dan diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran tertentu. Yang et al. (2025) yang menyatakan bahwa TPACK berhubungan positif dengan kemauan guru mengintegrasikan GenAI mendukung penjelasan tersebut. Ketika guru memperoleh dukungan untuk menghubungkan pengetahuan teknologi dengan pedagogi dan konten, integrasi teknologi menjadi lebih relevan secara profesional. Namun, data yang diperoleh melalui evaluasi kegiatan hanya menunjukkan penerimaan dan persepsi kebermanfaatan, bukan bukti bahwa kompetensi guru telah meningkat secara signifikan. Hal ini semakin penting karena Shenoy & Saarela (2026) menyatakan bahwa sebagian besar penelitian pengembangan profesional berbasis GenAI masih mengandalkan *self-report*, sementara pengukuran berbasis performa untuk membuktikan kompetensi aktual guru masih terbatas. Dengan demikian, hasil PkM ini merupakan bukti bahwa pendekatan pendampingan diterima dan dipersepsikan relevan oleh peserta, sementara perubahan kompetensi aktual memerlukan evaluasi lebih lanjut melalui asesmen kinerja atau perbandingan sebelum dan sesudah intervensi.

Temuan kualitatif dari jawaban terbuka memberikan informasi penting yang tidak sepenuhnya terlihat dari skor kuantitatif. Peserta secara berulang mengusulkan penambahan waktu praktik, kegiatan lanjutan, serta pendampingan secara berkala. Dengan demikian, kegiatan tidak hanya menghasilkan persepsi positif, tetapi juga mengidentifikasi kebutuhan pengembangan profesional berikutnya. Temuan ini sejalan dengan Boice et al. (2024) yang menunjukkan bahwa implementasi STEAM membutuhkan dukungan profesional yang berkelanjutan, kolaborasi, sumber daya, otonomi, dan fleksibilitas. Pengembangan kompetensi tidak berhenti pada pemahaman konsep, tetapi berkembang melalui pengalaman menerapkan dan merefleksikan praktik. Kebutuhan keberlanjutan juga semakin relevan dalam konteks AI karena teknologi dan praktik penggunaannya berkembang sangat cepat. Guru

membutuhkan kemampuan yang tidak hanya bersifat aplikatif terhadap satu platform, tetapi juga kemampuan untuk mengevaluasi teknologi baru, menilai manfaat dan risikonya, serta menentukan relevansinya terhadap tujuan pembelajaran. Shenoy & Saarela (2026) juga mengusulkan bahwa pengembangan profesional GenAI perlu bergerak dari tahap eksplorasi menuju integrasi, refleksi kritis, dan pertukaran praktik secara berkelanjutan. Hal tersebut selaras dengan masukan peserta dalam kegiatan ini yang menginginkan lebih banyak praktik dan pendampingan lanjutan. Oleh karena itu, model pendampingan ke depan dapat dikembangkan dalam bentuk siklus merancang-mencoba-menerapkan-merefleksikan-merevisi. Guru tidak hanya menghasilkan RPPM selama kegiatan, tetapi memperoleh kesempatan untuk menguji RPPM dalam pembelajaran, merefleksikan pengalaman, menerima umpan balik, kemudian memperbaiki rancangan. Pendekatan semacam ini lebih sesuai dengan karakter pengembangan kompetensi profesional dibandingkan pelatihan satu kali.

SIMPULAN

Kegiatan pendampingan integrasi Artificial Intelligence dalam pengembangan RPPM berbasis STEAM berbasis Pembelajaran Mendalam dapat memperkuat kesiapan dan kapasitas guru dalam memanfaatkan AI sebagai pendukung perancangan pembelajaran yang kontekstual, bermakna, dan sesuai dengan kebutuhan murid. Kondisi awal menunjukkan bahwa guru telah memiliki pengetahuan dan pengalaman dasar dalam menggunakan AI, tetapi masih memerlukan penguatan pada aspek pemilihan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran serta kepercayaan diri dalam mengintegrasikannya ke dalam desain pembelajaran. Melalui kegiatan pendampingan yang memadukan penguatan konsep, praktik, dan bimbingan pengembangan RPPM, guru memperoleh pengalaman dalam menghubungkan AI dengan pendekatan STEAM dan prinsip Pembelajaran Mendalam. Respons peserta terhadap kegiatan juga menunjukkan tingkat penerimaan yang sangat baik, dengan skor rata-rata persepsi sebesar 90,6%, serta adanya kebutuhan untuk melanjutkan pendampingan secara berkala dengan waktu praktik yang lebih memadai. Dengan demikian, pendampingan yang berorientasi pada integrasi pedagogis, bukan sekadar pengenalan teknologi, menjadi strategi yang relevan untuk mendukung penguatan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran berbasis AI, STEAM, dan Pembelajaran Mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jambi atas dukungan dan fasilitasi pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Jambi atas dukungan pendanaan dan kelembagaan untuk kegiatan ini. Tim pelaksana juga menyampaikan terima kasih kepada SMAN 1 Tanjung Jabung Barat sebagai mitra kegiatan atas kerja sama dan partisipasi aktif dalam seluruh rangkaian kegiatan pendampingan.

DAFTAR PUSTAKA

Boice, K. L., Alemdar, M., Jackson, J. R., Kessler, T. C., Choi, J., Grossman, S., & Usselman, M. (2024). Exploring teachers' understanding and implementation of STEAM: One size does not fit all. *Frontiers in Education*, *9*, 1401191. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1401191

Boolzen, C., Kuhn, J., Flegr, S., Rott, E.-M., Stausberg, N., & Küchemann, S. (2026). Evidence of impact and interpretational limits of generative AI in STEM education: A systematic review and meta-analysis on cognitive learning outcomes. *Artificial Intelligence Review*, *59*(10), 223. https://doi.org/10.1007/s10462-026-11665-9

Gurl, T. J., Markinson, M. P., & Artzt, A. F. (2025). Using ChatGPT as a Lesson Planning Assistant with Preservice Secondary Mathematics Teachers. *Digital Experiences in Mathematics Education*, *11*(1), 114–139. https://doi.org/10.1007/s40751-024-00162-9

Kim, W. J. (2026). Teachers' Use of Generative Artificial Intelligence for Designing Science Lessons in Support of Environmental Science Agency. *Research in Science Education*, *56*(1), 203–222. https://doi.org/10.1007/s11165-025-10262-0

Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 56. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1

Li, Z., Wang, C., & Bonk, C. J. (2026). Generative AI for Teachers' Self-Directed Professional Development: A Mixed-Methods Study. *TechTrends*, *70*(1), 23–38. https://doi.org/10.1007/s11528-025-01123-8

Marzano, D. (2026). Generative Artificial Intelligence (GAI) in Teaching and Learning Processes at the K-12 Level: A Systematic Review. *Technology, Knowledge and Learning*, *31*(2), 789–829. https://doi.org/10.1007/s10758-025-09853-7

Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO.

Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., Fernández-Batanero, J. M., & López-Meneses, E. (2023). Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review. *Computers*, *12*(8), 153. https://doi.org/10.3390/computers12080153

Shenoy, P., & Saarela, M. (2026). A critical review and actionable framework for integrating generative AI into teacher professional development. *Discover Education*, *5*(570).

Sun, Y., & Huang, Y. (2025). Exploring the Role of Generative AI in Collaborative Lesson Planning for Pre-Service Teachers. *Journal of Computer Assisted Learning*, *41*(4), e70098. https://doi.org/10.1111/jcal.70098

Xia, Q., Yang, Y., Weng, X., Cheng, W. K., & Chiu, T. K. F. (2025). Needs Satisfaction Mediates the Relationships Between TPACK , Self-Efficacy and Teachers' Willingness to Integrate Generative AI Into Higher Education Practices. *European Journal of Education*, *60*(4), e70328. https://doi.org/10.1111/ejed.70328

Yang, Y., Xia, Q., Liu, C., & Chiu, T. K. F. (2025). The impact of TPACK on teachers' willingness to integrate generative artificial intelligence (GenAI): The moderating role of negative emotions and the buffering effects of need satisfaction. *Teaching and Teacher Education*, *154*, 104877. https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104877

Zhang, P., & Tur, G. (2024). A systematic review of CHATGPT use in K-12 education. *European Journal of Education*, *59*(2), e12599. https://doi.org/10.1111/ejed.12599

Zhu, Y., Jiang, H., & Zhong, L. (2026). Generative Artificial Intelligence-Assisted STEM Education: A Systematic Review and Future Research Agenda. *European Journal of Education*, *61*(1), e70462. https://doi.org/10.1111/ejed.70462