

AI-Integrated STEM-PBL Training: Penguatan TPACK Guru SMP di Kabupaten Majalengka

Ella Fitriani^{1*}, Fera Kurniadewi², Hanhan Dianhar³, Ariyatun⁴, Alifah Deslia⁵, Patrisia Maghfira⁶

^{1,4,5,6}Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia

^{2,3}Program Studi Kimia, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia

Corresponding Author Email: ella.fitriani@unj.ac.id

Received : 16 April 2026
Revised : 20 May 2026
Accepted : 21 May 2026
Online : 25 May 2026
Published : 25 May 2026

Sarwahita
Volume 23, Issue 1 (2026)
P-ISSN : 0216-261X
E-ISSN : 2620-9519



Abstract

The rapid development of Artificial Intelligence (AI) offers significant opportunities for innovation in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education through Problem-Based Learning (PBL). However, teachers continue to face challenges in integrating this technology into classroom practice, particularly in areas relatively distant from urban centers, despite the availability of educational facilities. One of the primary barriers is teachers' limited understanding and skills within the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework. To address this need, this training program was designed to strengthen teachers' TPACK in implementing AI-integrated STEM-PBL, with the aim of improving instructional quality while supporting the achievement of Sustainable Development Goal (SDG) 4 on quality education. The program was conducted through interactive workshops, hands-on activities, and mentoring sessions involving university students as collaborative partners between higher education institutions and schools. Findings from a questionnaire using a 5-point Likert scale indicate that the majority of participants (80%) perceived the training as beneficial in enhancing their TPACK skills for designing AI-based STEM-PBL instruction (mean = 4.20; SD = 0.77), and 80% of participants also reported increased confidence in implementing the outcomes of the training (mean = 4.13; SD = 0.74). These findings highlight the importance of systematic and contextually relevant training in equipping teachers with competencies in AI-integrated STEM-PBL and in promoting technology-enhanced educational transformation in secondary schools to improve the quality of education.

Keywords: Artificial Intelligence; STEM Education; TPACK; Teacher Training; Problem-Based Learning

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dunia Pendidikan (Chen et al.,

2020; Moturu & Nethi, 2023). Integrasi AI dalam pembelajaran menawarkan peluang besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, adaptif, dan kontekstual (Davis et al., 2024; Strielkowski et al., 2025). Salah satu pendekatan pembelajaran yang relevan dengan pemanfaatan teknologi ini adalah *Science, Technology, Engineering, and Mathematics berbasis Problem-Based Learning* (STEM-PBL). Pendekatan STEM-PBL terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis yang merupakan salah satu keterampilan penting pada abad 21 (Ariyatun & Octavianelis, 2020). Namun, meskipun fasilitas pendidikan semakin memadai, guru di daerah non-perkotaan masih menghadapi tantangan besar dalam menguasai dan mengintegrasikan AI ke dalam praktik pembelajaran mereka.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan teknologi dalam pendidikan sangat dipengaruhi oleh tingkat penguasaan guru terhadap kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). Jibril & Adedokun-Shittu, 2023 menekankan bahwa TPACK merupakan kompetensi penting yang memungkinkan guru memadukan aspek teknologi, pedagogi, dan konten secara selaras. Studi lain juga mengungkapkan bahwa guru yang memiliki TPACK yang kuat lebih mampu mendesain pembelajaran berbasis STEM dan memanfaatkan teknologi digital secara optimal (Chai et al., 2020; Mansour et al., 2024). Namun, kajian lapangan menunjukkan banyak guru, khususnya di tingkat sekolah menengah di daerah, masih memiliki keterbatasan dalam hal ini.

Studi ini berfokus pada evaluasi efektivitas pelatihan “AI-Integrated STEM-PBL” ini dalam memperkuat TPACK guru, seiring dengan semakin luasnya pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam bidang pendidikan. Program pelatihan ini mengintegrasikan kegiatan workshop interaktif, praktik langsung, serta pendampingan kolaboratif dengan melibatkan mahasiswa sebagai mitra antara perguruan tinggi dan sekolah. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga kemampuan praktis guru dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis STEM-PBL yang terintegrasi AI.

Temuan survei awal menunjukkan bahwa 33,33% peserta belum memiliki pengetahuan tentang STEM, sementara 53,33% hanya mengenalnya sebatas singkatan atau sebagai pendekatan pembelajaran umum, dan hanya 13,33% yang memahami STEM sebagai integrasi multidisiplin untuk menyelesaikan permasalahan nyata. Selain itu, 26,67% guru dilaporkan jarang memanfaatkan AI, dan 66,67% belum pernah menggunakan perangkat AI yang secara khusus dirancang untuk pembelajaran. Data ini mengindikasikan bahwa pengetahuan dan keterampilan guru SMP di Kabupaten Majalengka terkait integrasi STEM dan AI masih berada pada tahap awal, yaitu pada level pengenalan tanpa pemahaman konseptual yang mendalam serta belum mampu mengintegrasikannya secara efektif dalam praktik pembelajaran.

Kondisi tersebut dapat dipahami mengingat keterbatasan akses terhadap pelatihan dan pemanfaatan teknologi, khususnya di wilayah yang relatif jauh dari pusat perkotaan. Dampaknya, implementasi pembelajaran berbasis STEM-PBL yang terintegrasi AI belum berjalan optimal. Oleh karena itu, diperlukan kajian empiris untuk mengevaluasi efektivitas pelatihan yang mampu memperkuat kompetensi guru, sehingga berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran dan mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDG) 4, yaitu pendidikan berkualitas.

Tujuan artikel ini adalah untuk menganalisis dampak pelatihan berbasis praktik dalam mengintegrasikan AI pada pembelajaran STEM-PBL terhadap peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kepercayaan diri guru SMP di Kabupaten Majalengka dalam memanfaatkan AI untuk pembelajaran. Sejalan dengan tujuan tersebut, evaluasi kegiatan pelatihan sebagai bagian dari pengabdian kepada masyarakat ini diarahkan oleh dua pertanyaan evaluatif, yaitu: (1) bagaimana penilaian guru terhadap pemahaman mereka terhadap materi pelatihan, dan (2) sejauh mana penerapan AI yang diperoleh selama pelatihan serta rencana implementasinya ke depan. Selain itu, artikel ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi terkait model pelatihan berkelanjutan yang dapat diadaptasi dalam berbagai konteks sekolah menengah.

2. TINJAUAN LITERATUR

Artificial Intelligence (AI) dalam Pendidikan

Kecerdasan buatan (AI) adalah cabang ilmu komputer yang memungkinkan mesin melakukan tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia, seperti pengenalan pola, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan (Korteling et al., 2021; Pannu, 2015). Dalam konteks pendidikan, AI dimanfaatkan untuk personalisasi pembelajaran, otomatisasi penilaian, analisis data belajar, hingga pengembangan media interaktif (Jibril & Adedokun-Shittu, 2023; Moturu & Nethi, 2023). Kehadiran AI membuka peluang bagi guru untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih adaptif dan kontekstual sesuai kebutuhan peserta didik.

Penerapan AI dalam pendidikan juga dapat mendukung guru dalam melakukan *assessment for learning* (Murphy, 2019). Misalnya, sistem berbasis AI mampu menganalisis pola jawaban siswa secara real-time untuk mengidentifikasi kesulitan belajar, kemudian memberikan umpan balik yang sesuai. Teknologi ini berpotensi mengurangi beban administratif guru, sehingga mereka dapat lebih fokus pada aspek pedagogis seperti membimbing, memotivasi, dan mengembangkan keterampilan abad 21 peserta didik (Owan et al., 2023; Saini et al., 2025). Dengan demikian, AI bukan sekadar alat bantu, tetapi dapat menjadi mitra dalam proses pembelajaran.

AI dalam pendidikan juga mendorong transformasi peran guru dari sekadar penyampai informasi menjadi fasilitator dan desainer pembelajaran. Guru perlu memahami bagaimana memanfaatkan potensi AI untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan relevan (Cope et al., 2021). Tantangan utamanya adalah memastikan kompetensi guru dalam memilih, mengadaptasi, dan mengintegrasikan teknologi AI sesuai dengan kebutuhan kurikulum dan karakteristik siswa. Hal ini menegaskan pentingnya program pelatihan dan pendampingan yang berfokus pada penguatan kompetensi TPACK agar guru siap menghadapi era pembelajaran berbasis teknologi cerdas.

STEM - Problem-Based Learning (STEM-PBL)

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu untuk membekali peserta didik dengan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (AlAli, 2024). Salah satu model yang banyak digunakan adalah *Problem-Based Learning*

(PBL), yang menekankan pemecahan masalah autentik sebagai inti proses belajar (Fajrina et al., 2020). Integrasi AI dalam STEM-PBL memberi peluang bagi peserta didik untuk berlatih memanfaatkan teknologi modern dalam menyelesaikan masalah nyata.

Penerapan STEM berbasis PBL mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*), karena mahasiswa dihadapkan pada permasalahan kompleks yang membutuhkan analisis, sintesis, dan evaluasi (Noble et al., 2020). (Adhelacahya et al., 2023), berpendapat PBL tidak hanya meningkatkan penguasaan konsep, tetapi juga melatih keterampilan metakognitif peserta didik dalam merencanakan, memantau, dan mengevaluasi strategi penyelesaian masalah. Dengan demikian, integrasi STEM dan PBL memungkinkan terciptanya pembelajaran yang lebih kontekstual, kreatif, dan sesuai dengan kebutuhan zaman (Smith et al., 2022). Lebih lanjut, ketika AI diintegrasikan dalam STEM-PBL, siswa tidak hanya diajak untuk memecahkan masalah berbasis sains dan teknologi, tetapi juga belajar menggunakan kecerdasan buatan sebagai alat bantu inovatif (Dare et al., 2021). Misalnya, penggunaan perangkat lunak berbasis AI untuk simulasi eksperimen, analisis data, atau desain rekayasa dapat memperluas cakrawala berpikir peserta didik. Hal ini sejalan dengan tuntutan dunia kerja di era industri 4.0 yang membutuhkan lulusan dengan kompetensi digital, literasi data, serta kemampuan berkolaborasi dengan teknologi cerdas.

Kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK)

TPACK adalah kerangka konseptual yang menggabungkan tiga domain utama: pengetahuan konten (*Content Knowledge/CK*), pengetahuan pedagogi (*Pedagogical Knowledge/PK*), dan pengetahuan teknologi (*Technological Knowledge/TK*) yang diperkenalkan oleh Koehler & Mishra (2009). Integrasi ketiga aspek ini menghasilkan kompetensi guru dalam mendesain dan melaksanakan pembelajaran berbasis teknologi secara efektif. TPACK menjadi dasar penting untuk memahami sejauh mana guru mampu memanfaatkan AI dalam pembelajaran STEM-PBL (Kaplon-Schilis & Lyublinskaya, 2020). Kerangka TPACK menekankan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak cukup hanya dengan menguasai perangkat digital, tetapi juga harus memahami bagaimana teknologi tersebut mendukung strategi pedagogi dan konten yang diajarkan. Guru yang hanya menguasai aspek teknologi tanpa memadukannya dengan pedagogi dan konten cenderung menggunakan teknologi secara dangkal, misalnya sebatas presentasi atau alat administrasi (Ratnaya et al., 2024). Sebaliknya, guru dengan TPACK yang kuat dapat memilih teknologi yang tepat, merancang aktivitas pembelajaran yang inovatif, serta menyesuaikan konten agar lebih mudah dipahami peserta didik.

Dalam konteks STEM-PBL, TPACK memberikan landasan bagi guru untuk mendesain kegiatan yang menekankan pemecahan masalah nyata dengan dukungan teknologi (Niess, 2011). Misalnya, guru dapat memanfaatkan aplikasi berbasis AI untuk analisis data eksperimen sains atau simulasi rekayasa, sambil menerapkan strategi pedagogi berbasis kolaborasi dan inkuiri. Dengan begitu, siswa tidak hanya belajar konsep akademik, tetapi juga berlatih keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif melalui pengalaman langsung yang didukung teknologi cerdas.

Selain itu, penguatan TPACK juga berdampak pada kepercayaan diri guru dalam mengintegrasikan teknologi baru, termasuk AI, ke dalam kelas. Penelitian menunjukkan bahwa guru yang mengikuti pelatihan berbasis TPACK cenderung lebih siap menghadapi perubahan kurikulum dan perkembangan teknologi pendidikan (Mouza et al., 2014). Oleh karena itu, program pelatihan yang menekankan integrasi TPACK dalam konteks AI-integrated STEM-PBL menjadi sangat penting untuk membekali guru SMP, khususnya di daerah, agar mampu menghadirkan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan era digital.

3. METODE PELAKSANAAN

Program pelatihan ini dirancang dengan pendekatan workshop interaktif yang dipadukan dengan praktik langsung serta pendampingan berkelanjutan (Rahaju, 2025). Desain ini dipilih agar peserta tidak hanya memperoleh pemahaman teoretis, tetapi juga pengalaman aplikatif dalam mengintegrasikan kecerdasan buatan (AI) ke dalam pembelajaran STEM-PBL berbasis kerangka TPACK. Kegiatan ini bersifat *pilot implementation* dalam lingkup terbatas untuk mengevaluasi efektivitas awal program pelatihan, diikuti oleh 15 guru SMP di salah satu sekolah di Kabupaten Majalengka yang dipilih melalui koordinasi dengan Dinas Pendidikan setempat.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi pemahaman awal guru terkait TPACK, STEM-PBL, dan penggunaan AI melalui pertanyaan diagnostik di awal pelatihan dengan menggunakan formulir interaktif *online* *menti.com*. Selanjutnya, peserta mengikuti workshop interaktif yang berfokus pada konsep dasar AI, penerapannya dalam pembelajaran, serta penguatan kerangka TPACK melalui diskusi dan studi kasus. Tahap berikutnya adalah praktik langsung, di mana guru dilatih menggunakan perangkat berbasis AI, melakukan simulasi STEM-PBL, dan mendesain rancangan pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi. Setelah itu, dilaksanakan pendampingan kolaboratif yang melibatkan mahasiswa sebagai mitra untuk membantu guru dalam mengimplementasikan rancangan pembelajaran di kelas. Pada tahap akhir, dilakukan evaluasi dengan menggunakan kuesioner pasca-pelatihan untuk menilai efektivitas pelatihan ini dalam peningkatan pemahaman, keterampilan, dan kepercayaan diri guru dalam memanfaatkan AI pada pembelajaran STEM-PBL.

Instrumen yang digunakan dalam kegiatan ini berupa kuesioner pascapelatihan dengan 10 pernyataan dengan skala Likert 5 poin dan 3 pertanyaan terbuka. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang meliputi nilai rata-rata, persentase, dan standar deviasi. Analisis ini bertujuan untuk mengukur tiga indikator utama, yaitu: (1) pemahaman peserta terhadap materi pelatihan, (2) keterampilan dalam mengintegrasikan AI pada pembelajaran STEM-PBL, dan (3) kepercayaan diri dalam mengimplementasikan hasil pelatihan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam mengadopsi AI ke dalam pembelajaran STEM-PBL

melalui pendekatan berbasis praktik. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini dipandu oleh dua rumusan masalah utama: (1) Bagaimana penilaian guru terhadap pemahaman mereka terhadap materi pelatihan; (2) Sejauh mana penerapan AI yang diperoleh guru selama pelatihan serta rencana implementasinya ke depan.

Untuk menjawab pertanyaan evaluatif dalam kegiatan pengabdian ini, setelah pelatihan peserta diminta mengisi kuesioner pascapelatihan yang terdiri atas 10 pernyataan dengan skala Likert 5 poin dan 3 pertanyaan terbuka. Pernyataan pada skala Likert dikelompokkan ke dalam dua dimensi, yaitu: (1) pemahaman guru terhadap materi pelatihan dan (2) penerapan AI dalam praktik pembelajaran serta persepsi terhadap kebermanfaatan pelatihan. Sementara itu, pertanyaan terbuka digunakan untuk menggali pengalaman peserta, kendala yang dihadapi, serta rencana implementasi hasil pelatihan. Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif, sedangkan data kualitatif dianalisis secara tematik untuk melengkapi dan memperdalam temuan. Instrumen ini digunakan untuk menilai ketercapaian tujuan pelatihan, yaitu meningkatkan TPACK guru dalam mengintegrasikan AI pada pembelajaran STEM-PBL.

Pemahaman Guru terhadap Materi Pelatihan

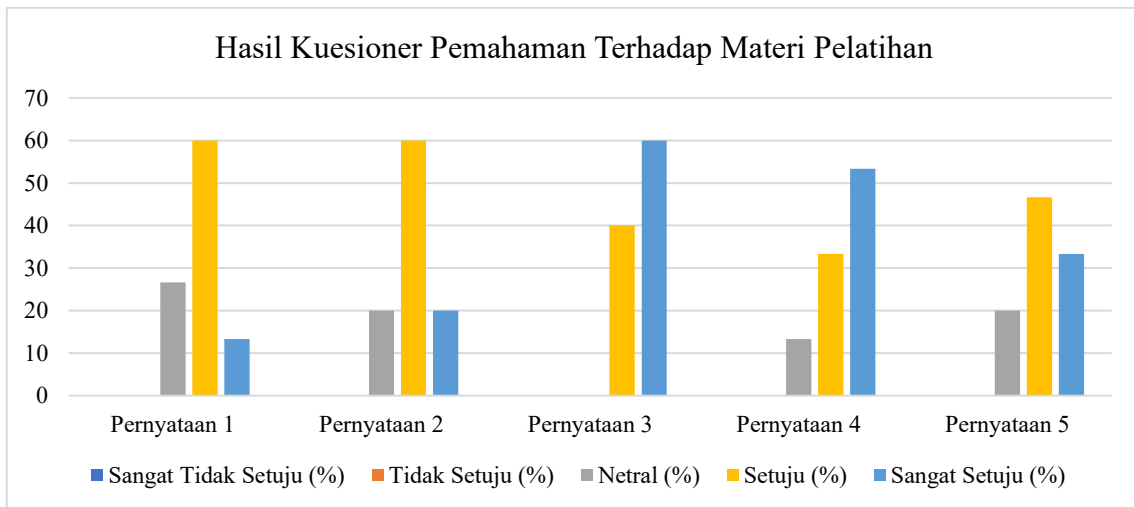
Dimensi pertama mencakup lima pernyataan skala Likert yang mengukur pemahaman guru terhadap materi pelatihan. Rincian pernyataan, nilai rerata (mean), dan standar deviasi setiap item maupun dimensi ditampilkan pada Tabel 1, sementara distribusi persentase pilihan jawaban peserta disajikan pada Gambar 1. Nilai rerata keseluruhan untuk dimensi ini adalah 4,20 (SD = 0,54), yang menunjukkan bahwa guru menilai materi pelatihan dapat dipahami dengan baik.

Tabel 1. Pemahaman Terhadap Materi Pelatihan

No	Pernyataan	Mean	SD
1	Memahami konsep dasar TPACK	3,87	0,64
2	Memahami konsep dan penerapan STEM-PBL	4,00	0,65
3	Pelatihan membantu memahami potensi penerapan TPACK dan STEM-PBL	4,60	0,51
4	Mengetahui beberapa tools AI yang relevan	4,40	0,74
5	Lebih percaya diri untuk menerapkan hasil pelatihan	4,13	0,74

*N = 15

Berdasarkan Tabel 1, nilai rerata pada pernyataan pertama, yaitu pemahaman terhadap konsep dasar TPACK, adalah 3,87 (SD = 0,64). Meskipun nilai ini berada di antara kategori *netral* dan *setuju*, secara umum guru menunjukkan penilaian positif, meskipun tingkat kesetujuannya belum mencapai kategori sangat tinggi. Gambar 1 memperlihatkan bahwa 73,3% peserta menyatakan setuju dan sangat setuju bahwa mereka memahami konsep dasar TPACK, sementara 26,6% memilih netral. Temuan ini mengindikasikan bahwa mayoritas guru telah memahami konsep TPACK, sehingga diharapkan lebih siap mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten dalam praktik pembelajaran.



Gambar 1. Grafik Hasil Kuesioner Pemahaman Terhadap Materi Pelatihan

Pernyataan nomor 3 memperoleh nilai rerata tertinggi, yaitu 4,60 ($SD = 0,51$). Temuan ini merefleksikan respons sangat positif dari guru terkait bagaimana pelatihan membantu mereka memahami potensi penerapan TPACK dan STEM-PBL. Selain itu, guru juga melaporkan peningkatan rasa percaya diri dalam mengimplementasikan hasil pelatihan, sebagaimana tercermin dari nilai rerata pada pernyataan nomor 5 sebesar 4,13 ($SD = 0,74$).

Pernyataan nomor 4 memperoleh nilai rerata tertinggi kedua, yaitu 4,40 ($SD = 0,74$). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mengakui manfaat pelatihan, khususnya melalui pengenalan berbagai *tools* MagicSchool.AI yang relevan untuk mendukung pembelajaran. Sebanyak 86,6% peserta memberikan respons positif, yang menandakan bahwa guru mulai melihat peluang besar dalam pemanfaatan AI untuk perencanaan maupun pelaksanaan pembelajaran. Temuan ini juga memperlihatkan adanya pergeseran dari ketergantungan pada metode konvensional menuju pemanfaatan teknologi cerdas yang mampu mempercepat analisis data siswa, menyusun materi, serta merancang aktivitas belajar yang lebih dipersonalisasi.

Sejalan dengan hasil ini, beberapa penelitian sebelumnya menegaskan potensi AI dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Misalnya, Naseer et al. (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AI yang dipersonalisasi dan adaptif dapat meningkatkan performa akademik, keterlibatan, serta kepuasan siswa dibandingkan dengan pendekatan tradisional. Meskipun demikian, efektivitas AI untuk pembelajaran personalisasi tetap bergantung pada kompetensi guru dalam mengintegrasikan AI dalam pembelajaran (Barrera Castro et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil pada dimensi pertama menunjukkan bahwa guru mampu memahami materi pelatihan dengan baik, sekaligus menyadari potensi integrasi TPACK, STEM-PBL, dan AI dalam praktik mengajar mereka. Selain itu, peningkatan rasa percaya diri serta keterbukaan terhadap penggunaan *AI-based tools* seperti MagicSchool.AI mengindikasikan kesiapan guru untuk berinovasi dalam pembelajaran. Temuan ini konsisten dengan penelitian Sun et al. (2023) yang melaporkan bahwa pelatihan berbasis TPACK efektif dalam meningkatkan kompetensi guru, khususnya dalam mengintegrasikan AI ke dalam

pembelajaran. Temuan ini juga menjadi dasar penting untuk melihat lebih jauh bagaimana guru menilai penerapan AI dalam praktik mengajar serta rencana implementasinya ke depan, yang dibahas pada dimensi kedua.

Penerapan AI dalam Praktik Mengajar dan Kebermanfaatan Pelatihan

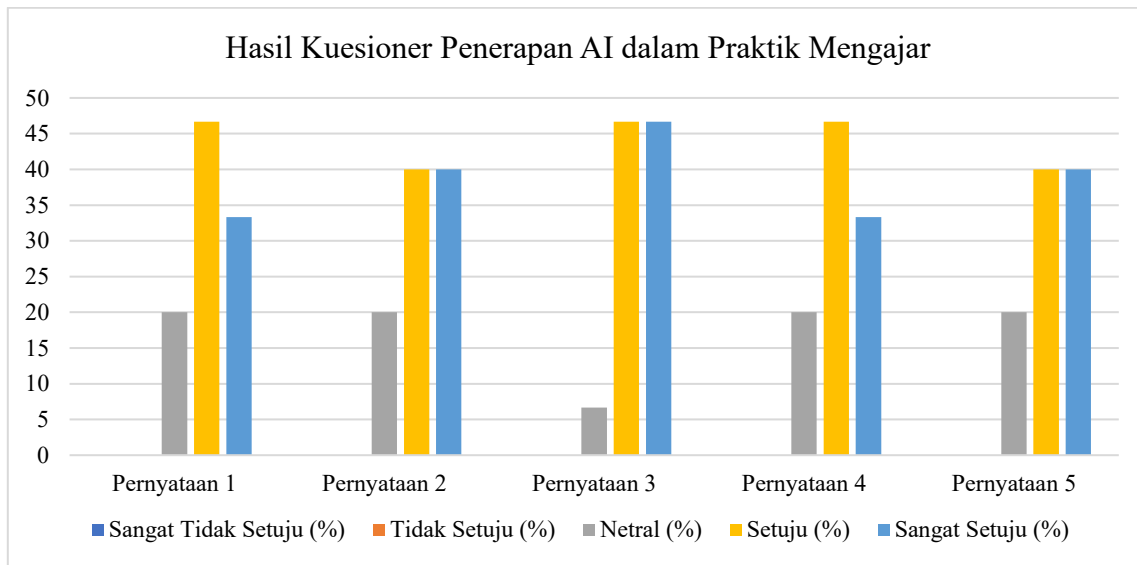
Dimensi kedua terdiri atas lima pernyataan skala Likert yang berfokus pada penerapan AI dalam praktik mengajar serta persepsi guru terhadap kebermanfaatan pelatihan. Rincian nilai rerata dan standar deviasi setiap item dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan distribusi persentase jawaban peserta disajikan pada Gambar 2. Secara keseluruhan, dimensi ini memperoleh nilai rerata 4,05 (SD = 0,62), yang menunjukkan bahwa guru menilai pelatihan bermanfaat dalam memberikan pemahaman praktis mengenai penggunaan AI dan membuka peluang penerapannya dalam pembelajaran. Hasil ini juga mencerminkan bahwa guru tidak hanya memahami konsep yang dipelajari, tetapi mulai melihat relevansi dan aplikasinya dalam konteks pengajaran sehari-hari.

Berdasarkan Tabel 2, nilai rerata pada pernyataan pertama, yaitu kemampuan merancang RPP atau modul ajar yang mengintegrasikan AI, adalah 4,13 (SD = 0,74). Meskipun masih terdapat guru yang memberikan penilaian pada kategori *netral*, secara umum guru menunjukkan respons positif. Gambar 2 memperlihatkan bahwa 80,0% peserta menyatakan *setuju* dan *sangat setuju* bahwa mereka mampu merancang RPP atau modul ajar yang mengintegrasikan AI, sementara 20,0% memilih *netral*. Temuan ini mengindikasikan bahwa mayoritas guru telah memiliki kemampuan untuk memanfaatkan AI dalam perancangan pembelajaran.

Tabel 2. Tabel Hasil Kuesioner Penerapan AI dalam Praktik Mengajar

No	Pernyataan	Mean	SD
1	Saya mampu merancang RPP atau modul ajar yang mengintegrasikan AI	4.13	0.74
2	Saya memahami batasan dan etika penggunaan AI dalam dunia pendidikan	4.20	0.77
3	Saya berencana untuk terus mengeksplorasi pemanfaatan AI dalam pembelajaran	4.40	0.63
4	Pelatihan ini relevan dan dapat langsung saya terapkan di kelas	4.13	0.74
5	Pelatihan ini bermanfaat dalam meningkatkan keterampilan TPACK saya dalam merancang pembelajaran STEM-PBL menggunakan AI	4.20	0.77

*N = 15



Gambar 2. Grafik Hasil Kuesioner Penerapan AI dalam Praktik Mengajar

Hasil penilaian pada pernyataan pertama ini dapat dikaitkan dengan metode pelatihan yang tidak hanya menjelaskan konsep, tetapi juga memberikan praktik langsung. Fasilitator mendemonstrasikan cara merancang RPP berbasis AI, kemudian peserta diberi kesempatan untuk mencoba secara mandiri, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih bermakna. Hal ini sejalan dengan penelitian Dogan et al. (2025) yang menekankan bahwa pelatihan guru sebaiknya memperkenalkan beragam *AI-based tools* (misalnya sistem penilaian otomatis) dan teknologi AI lainnya, sehingga guru tidak hanya memahami konsep teoretis (seperti pemrograman), tetapi juga memperoleh pengalaman langsung dalam aplikasi praktis. Dengan pendekatan semacam ini, pelatihan dinilai lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan guru. Selain itu, Gambar 2 juga menampilkan hasil kuesioner terkait kemampuan guru dalam merancang RPP atau modul ajar yang mengintegrasikan AI, sebagian besar responden memberikan jawaban *Setuju* sebesar 46,67% dan *Sangat Setuju* sebesar 33,33%. Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari tiga seperempat responden merasa mampu mengaplikasikan AI dalam perencanaan pembelajaran.

Pada pernyataan kedua, yaitu pemahaman guru terhadap batasan dan etika penggunaan AI dalam pendidikan, 40,00% responden menyatakan *setuju* dan 40,00% lainnya *sangat setuju*, dengan nilai rerata 4,20 (SD = 0,77). Hasil ini mengindikasikan bahwa mayoritas guru telah memahami pentingnya menggunakan AI secara bijak. Aspek ini krusial karena keberhasilan integrasi AI dalam pembelajaran juga ditentukan oleh kemampuan guru dalam menavigasi isu-isu etis, seperti privasi data dan potensi bias (Barrera Castro et al., 2024).

Pernyataan ketiga mengenai rencana untuk terus mengeksplorasi pemanfaatan AI dalam pembelajaran memperoleh tanggapan paling tinggi pada kategori *sangat setuju* (46,67%), sementara 46,67% lainnya memilih *setuju*, dengan nilai rerata 4,40 (SD = 0,63). Temuan ini menunjukkan adanya minat dan komitmen yang kuat dari guru untuk melanjutkan pemanfaatan AI dalam praktik profesional mereka sebagai pendidik.

Selanjutnya, pada pernyataan keempat tentang relevansi pelatihan dan penerapannya di kelas, sebanyak 46,67% responden menyatakan *setuju* dan 33,33% lainnya *sangat setuju*, dengan nilai rerata 4,13 (SD = 0,74). Artinya, sebagian besar guru menilai bahwa materi pelatihan relevan dengan kebutuhan mereka dan dapat segera diterapkan dalam praktik pembelajaran.

Terakhir, pernyataan kelima terkait manfaat pelatihan dalam meningkatkan keterampilan TPACK guru dalam merancang pembelajaran STEM-PBL berbasis AI juga memperoleh respons positif. Sebanyak 40,00% responden menyatakan *setuju* dan 40,00% lainnya *sangat setuju*, menghasilkan nilai rerata 4,20 (SD = 0,77). Temuan ini menegaskan bahwa pelatihan memberikan dampak nyata dalam memperkuat keterampilan pedagogis guru yang berorientasi pada integrasi teknologi.

Secara keseluruhan, temuan pada dimensi kedua menunjukkan bahwa guru tidak hanya memahami batasan dan aspek etika penggunaan AI, tetapi juga memiliki komitmen kuat untuk terus mengeksplorasi pemanfaatannya dalam pembelajaran. Mereka menilai pelatihan ini relevan dan aplikatif, serta merasakan manfaat nyata dalam peningkatan keterampilan TPACK untuk merancang pembelajaran STEM-PBL berbasis AI. Hal ini menegaskan bahwa pengembangan kompetensi guru dalam bidang etika, penerapan praktis, dan keterampilan pedagogis berbasis teknologi berjalan seiring, sehingga memperkuat kesiapan mereka dalam mengintegrasikan AI secara efektif dan bertanggung jawab di kelas.

Selain data kuantitatif dari skala Likert, penelitian ini juga memperoleh data kualitatif melalui tanggapan guru pada kuesioner. Mayoritas peserta menilai bahwa aspek paling bermanfaat dari pelatihan adalah pengenalan dan pemanfaatan berbagai *tools Artificial Intelligence* (AI), khususnya MagicSchool.AI, yang dianggap sangat membantu dalam penyusunan bahan ajar serta meringankan beban administrasi. Beberapa guru juga menekankan bahwa AI memudahkan mereka dalam membuat modul, presentasi, maupun media pembelajaran lain secara lebih cepat dan efektif. Hal ini tercermin dari pernyataan peserta seperti:

“Mengenalkan tools pembelajaran dan penggunaannya.”

“Sangat bermanfaat karena bisa memudahkan guru dalam mencari bahan pembelajaran.”

Namun, dalam penerapannya guru masih menghadapi sejumlah kendala. Kendala yang paling dominan adalah aspek teknis, terutama terkait jaringan internet yang tidak stabil dan keterbatasan perangkat, karena sebagian guru hanya mengandalkan telepon genggam dengan spesifikasi terbatas. Selain itu, keterbatasan waktu praktik dan penyampaian materi yang dinilai terlalu cepat membuat beberapa peserta merasa belum sepenuhnya terbiasa dengan teknologi yang dikenalkan. Hal ini tergambar dari kutipan peserta:

“Sinyal dan perangkat kurang mendukung.”

“Materi sudah menarik, namun karena keterbatasan waktu, bagian STEM belum dibahas secara detail.”

Sejumlah saran juga disampaikan peserta untuk perbaikan pelatihan serupa di masa mendatang. Mereka umumnya menekankan pentingnya peningkatan kualitas praktik langsung dengan alokasi waktu yang lebih panjang, serta pelaksanaan pelatihan secara rutin agar guru tetap mengikuti perkembangan teknologi. Selain itu, beberapa peserta mengusulkan perluasan materi, mencakup topik coding, STEAM, hingga penulisan jurnal penelitian, serta penyelenggaraan pelatihan bagi guru dari berbagai jenjang pendidikan. Harapan ini tercermin dari pernyataan seperti:

“Bisa praktik satu per satu.”

“Adakan pelatihan serupa dan di awal tahun ajaran bagi Guru SD, SMP, dan SMA.”

Secara keseluruhan, temuan kualitatif ini memperkuat hasil analisis kuantitatif dengan menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik berhasil memberikan pengalaman nyata yang bermanfaat bagi guru, khususnya dalam pemanfaatan AI untuk mendukung pembelajaran STEM-PBL. Meskipun masih terdapat kendala teknis dan keterbatasan waktu, antusiasme dan komitmen guru untuk terus mengembangkan keterampilan mereka terlihat jelas. Saran yang diberikan menunjukkan adanya kebutuhan akan pelatihan yang lebih mendalam, berkelanjutan, serta adaptif terhadap berbagai jenjang pendidikan. Hal ini menegaskan bahwa keberlanjutan program serupa sangat penting untuk memastikan guru tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengimplementasikan teknologi secara efektif dan etis di kelas.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pelatihan berbasis praktik dalam meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan kepercayaan diri guru dalam mengintegrasikan AI pada pembelajaran STEM-PBL. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan ini efektif dalam memperkuat pemahaman guru terhadap konsep TPACK, potensi penerapan STEM-PBL, serta etika penggunaan AI dalam pembelajaran. Selain itu, guru menilai pelatihan ini relevan, aplikatif, dan mampu meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam merancang serta mengimplementasikan pembelajaran berbasis AI. Temuan ini menunjukkan bahwa pelatihan telah mencapai tujuannya dalam memperkuat kompetensi guru dalam memadukan teknologi, pedagogi, dan konten secara terpadu.

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kendala, terutama keterbatasan perangkat, akses internet, dan waktu praktik yang memengaruhi optimalisasi pemanfaatan teknologi oleh peserta. Oleh karena itu, pelatihan selanjutnya perlu dirancang dengan durasi praktik yang lebih memadai, dilaksanakan secara berkelanjutan, serta dilengkapi dengan materi lanjutan yang lebih kontekstual.

Secara praktis, kegiatan ini menegaskan pentingnya pelatihan yang tidak hanya berfokus pada aspek konseptual, tetapi juga memberikan pengalaman praktik yang intensif dan pendampingan berkelanjutan. Pendekatan ini relevan bagi pemangku kepentingan dalam merancang program pengembangan profesional guru yang lebih adaptif, kontekstual, dan berkelanjutan, sehingga mampu memperkuat kesiapan guru dalam mengintegrasikan AI secara efektif dan etis dalam pembelajaran.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, melalui skema *Pengabdian kepada Masyarakat Wilayah Binaan Fakultas* dengan kontrak nomor 226/SPK-PKM/FMIPA/2025. Penulis menyampaikan apresiasi atas dukungan yang telah memungkinkan terlaksananya kegiatan ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adhelacahya, K., Sukarmin, S., & Sarwanto, S. (2023). Impact of Problem-Based Learning Electronics Module Integrated with STEM on Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 4869–4878. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3931>
- AlAli, R. (2024). Enhancing 21st Century Skills Through Integrated Stem Education Using Project-Oriented Problem-Based Learning. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 53(2), 421–430. <https://doi.org/10.30892/gtg.53205-1217>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Barrera Castro, G. P., Chiappe, A., Becerra Rodriguez, D. F., & Sepulveda, F. G. (2024). Harnessing AI for Education 4.0: Drivers of Personalized Learning. *Electronic Journal of E-Learning*, 22(5), 01–14. <https://doi.org/10.34190/ejel.22.5.3467>
- Chai, C. S., Rahmawati, Y., & Jong, M. S. Y. (2020). Indonesian science, mathematics, and engineering preservice teachers' experiences in stem-tpack design-based learning. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12219050>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Cope, B., Kalantzis, M., & Searsmith, D. (2021). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, 53(12), 1229–1245. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732>
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond content: The role of stem disciplines, real-world problems, 21st century skills, and stem careers within science teachers' conceptions of integrated stem education. *Education Sciences*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
- Davis, C., Bush, T., & Wood, S. (2024). Artificial Intelligence in Education: Enhancing Learning Experiences through Personalized Adaptation. *International Journal of Cyber and IT Service Management*, 4(1), 26–32. <https://doi.org/10.34306/ijcitsm.v4i1.146>
- Dogan, S., Nalbantoglu, U. Y., Celik, I., & Agacli Dogan, N. (2025). Artificial intelligence professional development: a systematic review of TPACK, designs, and effects for teacher learning. *Professional Development in Education*, 51(3), 519–546. <https://doi.org/10.1080/19415257.2025.2454457>
- Fajrina, S., Lufri, L., & Ahda, Y. (2020). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) as a learning approach to improve 21st century skills: A review. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 16(7), 95–104. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i07.14101>

- Jibril, M., & Adedokun-Shittu, N. A. (2023). Enhancing Education: A Comprehensive Framework for Integrating Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Into Teaching and Learning. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Research*, 4(1), 181–188. <https://doi.org/10.17509/ijomr.v4i1.72044>
- Kaplon-Schilis, A., & Lyublinskaya, I. (2020). Analysis of Relationship Between Five Domains of TPACK Framework: TK, PK, CK Math, CK Science, and TPACK of Pre-service Special Education Teachers. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(1), 25–43. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09404-x>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Korteling, J. E. (Hans), van de Boer-Visschedijk, G. C., Blankendaal, R. A. M., Boonekamp, R. C., & Eikelboom, A. R. (2021). Human- versus Artificial Intelligence. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4(March), 1–13. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.622364>
- Mansour, N., Said, Z., & Abu-Tineh, A. (2024). Factors impacting science and mathematics teachers' competencies and self-efficacy in TPACK for PBL and STEM. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(5). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14467>
- Moturu, V. R., & Nethi, S. D. (2023). Artificial Intelligence in Education. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 478(July), 233–244. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2940-3_16
- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Yilmaz Ozden, S., & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers and Education*, 71, 206–221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020>
- Murphy, R. (2019). Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Challenges, and Risks. *Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Challenges, and Risks, January*. <https://doi.org/10.7249/pe315>
- Naseer, F., Khan, M. N., Tahir, M., Addas, A., & Aejaaz, S. M. H. (2024). Integrating deep learning techniques for personalized learning pathways in higher education. *Heliyon*, 10(11), e32628. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32628>
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299–317. <https://doi.org/10.2190/EC.44.3.c>
- Noble, E., Ferris, K. A., Laforce, M., & Zuo, H. (2020). A Mixed-Methods Approach to Understanding PBL Experiences in Inclusive STEM High Schools. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/8356>
- Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Basse, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13428>
- Pannu, A. (2015). Artificial Intelligence and its Application in Different Areas. *Certified International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 4(10), 2277–3754.

- Rahaju, S. (2025). Mentoring the Young Generation of Balongdowo in Making Hand- drawn Batik Through Local Culture-Based Educational STEAM Workshops Pendampingan Generasi Muda Balongdowo dalam Pembuatan Batik Tulis Melalui Workshop STEAM Edukasi Berbasis Budaya Lokal. *Short Communication*, 1(1), 1–11.
- Ratnaya, I. G., Hunaepi, H., Wardani, K. S. K., & Sukiastini, S. (2024). Evaluation of Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Understanding Profile. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 12(1), 210. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v12i1.10561>
- Saini, D. A., Sharma, Mrs. D., & Tripathi, Mrs. K. (2025). Artificial Intelligence (Ai) in Education: Using Ai Tools for Teaching and Learning Process. *Ijireeice*, 13(2). <https://doi.org/10.17148/ijireeice.2025.13206>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/educsci12100728>
- Strielkowski, W., Grebennikova, V., Lisovskiy, A., Rakhimova, G., & Vasileva, T. (2025). AI-driven adaptive learning for sustainable educational transformation. *Sustainable Development*, 33(2), 1921–1947. <https://doi.org/10.1002/sd.3221>
- Sun, J., Ma, H., Zeng, Y., Han, D., & Jin, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1509–1533. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11256-5>