

## Implementasi Workshop Gemini AI untuk Guru SMP dan MI sebagai upaya Mendukung Pembelajaran *Meaningful, Mindful, Joyful*

Herni Yuniarti Suhendi<sup>1</sup>, Eko Sujarwanto<sup>2</sup>, Endang Surahman<sup>3</sup>, Aripin<sup>4</sup>, Ryan Ardiansyah<sup>5</sup>

<sup>12345</sup>Pendidikan Fisika, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

\*e-mail korespondensi: herni.suhendi@unsil.ac.id

### Abstract

Educators at Nurul Yaqin Islamic Junior High School and Cihuni Islamic Junior High School in Tasikmalaya Regency face challenges in utilizing Artificial Intelligence (AI) for in-depth learning due to limited understanding and practical skills. This community service activity aims to improve teacher competency in utilizing AI to create meaningful, enjoyable, and conscious learning. The method used is a participatory approach involving 20 teachers in a series of activities from July to November 2025, including socialization, intensive training, workshops on the use of Gemini AI, implementation, and mentoring. Evaluation used pre-test and post-test instruments to measure competency improvement. The pre-test results showed that initial pedagogical understanding was better than technical mastery of AI, with weaknesses in exploring advanced features and joyful learning strategies. After training, the post-test results showed a significant increase in understanding and skills in using Gemini AI, especially in aspects of processing teaching device results (score 1.00) and feature utilization (0.96). Understanding of meaningful (0.96) and joyful (0.85) pedagogical concepts also increased significantly, although the mindfulness aspect (0.67) still requires further strengthening. This activity was highly positive among participants and successfully addressed partner issues, serving as a model for effective and sustainable AI technology implementation in rural schools.

**Keywords:** Teacher Training, AI Utilization, Deep Learning, Gemini AI

### Abstrak (Times New Roman, 9pt Bold)

Tenaga pendidik di SMP Islam Nurul Yaqin dan MI Cihuni, Kabupaten Tasikmalaya, menghadapi kendala rendahnya kompetensi dalam pemanfaatan *Artificial Intelligence (AI)* untuk pembelajaran mendalam akibat keterbatasan pemahaman dan keterampilan praktis. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru dalam memanfaatkan *AI* guna menciptakan pembelajaran yang bermakna, menyenangkan, dan berkesadaran. Metode yang digunakan adalah pendekatan partisipatif yang melibatkan 20 guru dalam serangkaian kegiatan dari Juli hingga November 2025, meliputi sosialisasi, pelatihan intensif, workshop penggunaan Gemini *AI*, implementasi, dan pendampingan. Evaluasi menggunakan instrumen pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan kompetensi. Hasil pre-test menunjukkan pemahaman pedagogis awal lebih baik daripada penguasaan teknis *AI*, dengan kelemahan pada eksplorasi fitur lanjutan dan strategi joyful learning. Setelah pelatihan, hasil post-test menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman dan keterampilan penggunaan Gemini *AI*, terutama pada aspek pengolahan hasil perangkat ajar (skor 1,00) dan pemanfaatan fitur (0,96). Pemahaman konsep pedagogis meaningful (0,96) dan joyful (0,85) juga meningkat tajam, meskipun aspek mindful (0,67) masih memerlukan penguatan lebih lanjut. Kegiatan ini dinilai sangat positif oleh peserta dan berhasil mengatasi permasalahan mitra, serta menjadi model implementasi teknologi *AI* yang efektif dan berkelanjutan di sekolah pedesaan

**Kata Kunci:** Pelatihan Guru, Pemanfaatan *AI*, Pembelajaran Mendalam, Gemini *AI*

Accepted: 2025-10-01

Published: 2025-10-07

## PENDAHULUAN

SMP Islam Nurul Yaqin dan MI Cihuni yang berlokasi di Kecamatan Sodonghilir, Kabupaten Tasikmalaya, merupakan sekolah yang menghadapi berbagai keterbatasan dalam pengembangan kualitas pembelajaran berbasis teknologi. Kedua sekolah berada di wilayah pedesaan dengan kondisi geografis berbukit-bukit dan tingkat ekonomi masyarakat yang tergolong menengah ke bawah. Meskipun secara administratif sekolah-sekolah ini telah memenuhi syarat operasional, para tenaga pendidiknya masih memiliki kendala dalam pemanfaatan teknologi informasi, khususnya kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), untuk mendukung proses pembelajaran. Kondisi ini mengakibatkan proses pembelajaran kurang memanfaatkan teknologi *AI*.

Observasi awal yang dilakukan pada bulan Juli 2025 memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi AI di kedua sekolah masih sangat terbatas. Wawancara yang dilaksanakan bersama kepala sekolah dan beberapa tenaga pendidik pada tanggal 12 Juli 2025 mengonfirmasi bahwa para guru menghadapi kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi AI ke dalam pembelajaran. Hambatan tersebut muncul karena minimnya pemahaman dasar tentang AI, terbatasnya keterampilan praktis dalam menggunakan aplikasi AI, serta ketiadaan modul atau pedoman pembelajaran yang secara khusus mengintegrasikan teknologi ini. Kondisi ini membuat kegiatan belajar cenderung berjalan secara pasif dan kurang interaktif, sehingga berdampak pada rendahnya motivasi belajar siswa dan hasil belajar yang belum optimal.

Pemanfaatan AI dalam pendidikan memiliki urgensi yang tinggi, terutama dalam mendukung pendekatan pembelajaran mendalam (deep learning). AI mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih adaptif, personal, dan interaktif [1], [2], [3]. Dengan dukungan algoritma cerdas, AI dapat membantu guru menganalisis kebutuhan spesifik siswa, menyediakan umpan balik secara real-time, serta menyajikan konten pembelajaran yang kontekstual [4]. Hal ini sejalan dengan esensi pembelajaran mendalam yang menekankan keterlibatan aktif siswa, pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta integrasi pengetahuan teoretis dengan aplikasi nyata [5]. Dengan demikian, penguasaan AI tidak hanya membantu guru meningkatkan efektivitas pengajaran, tetapi juga memungkinkan terciptanya pembelajaran yang bermakna, mindful, dan joyful sesuai dengan tujuan pendidikan abad ke-21 [6].

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa permasalahan utama mitra adalah rendahnya kompetensi tenaga pendidik dalam pemanfaatan teknologi AI untuk pembelajaran mendalam. Sub-permasalahan yang muncul antara lain minimnya pemahaman guru mengenai konsep dasar AI, kurangnya keterampilan praktis dalam penggunaan aplikasi seperti ChatGPT, Gemini, dan ClassPoint, serta ketiadaan pedoman pembelajaran yang dapat menjadi rujukan. Kondisi ini juga berdampak pada rendahnya daya saing akademik sekolah dibandingkan dengan sekolah lain yang sudah lebih maju dalam pemanfaatan teknologi pendidikan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini dirancang dengan beberapa alternatif solusi. Pertama, pelatihan intensif tentang konsep dasar dan hakikat AI dalam pembelajaran diberikan untuk membekali guru dengan pemahaman yang benar sehingga implementasi di kelas lebih tepat sasaran. Kedua, workshop penggunaan aplikasi AI dipilih sebagai strategi agar para guru dapat mempraktikkan secara langsung integrasi teknologi dalam pembelajaran. Ketiga, penyusunan modul pembelajaran mendalam berbasis AI menjadi prioritas untuk menyediakan panduan praktis yang aplikatif dan sesuai kebutuhan lapangan. Terakhir, pendampingan serta evaluasi berkelanjutan dilakukan untuk memastikan keberhasilan program sekaligus menjangkau umpan balik dari guru dan siswa. Dengan strategi ini, diharapkan tenaga pendidik dapat lebih kompeten dalam memanfaatkan AI untuk menciptakan pembelajaran yang lebih berkesadaran, bermakna, dan menyenangkan.

Target yang diharapkan dari kegiatan ini mencakup peningkatan kompetensi guru dalam memahami dan menerapkan AI, terciptanya perangkat pembelajaran inovatif berbasis teknologi, serta meningkatnya motivasi dan kualitas hasil belajar siswa. Lebih jauh, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model implementasi teknologi AI dalam pembelajaran di sekolah pedesaan, sehingga mampu mendorong pemerataan kualitas pendidikan di daerah.

## METODE KEGIATAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di SMP Islam Nurul Yaqin dan MI Cihuni yang berlokasi di Kecamatan Sodonghilir, Kabupaten Tasikmalaya. Pelaksanaan program berlangsung selama lima bulan, terhitung dari Juli hingga November 2025, yang mencakup tahap persiapan, pelatihan, penerapan, pendampingan, hingga evaluasi. Seluruh tahapan dirancang secara partisipatif dengan melibatkan guru dan pihak sekolah sebagai mitra utama.

Alur kegiatan dimulai pada bulan Juni 2025 dengan sosialisasi program. Pada bulan September 2025 dilaksanakan pelatihan intensif dan workshop. Tahap penerapan teknologi berlangsung pada bulan September 2025. Evaluasi awal dilaksanakan pada akhir bulan September 2025 dengan menggunakan instrumen angket dan post-test berbentuk pilihan ganda untuk mengukur peningkatan kompetensi guru dan persepsi guru terhadap pelaksanaan kegiatan. Monitoring berkelanjutan dilakukan melalui pendampingan pasca-pelatihan. Pada akhir bulan November 2025 dilakukan kegiatan monitoring akhir serta perumusan strategi keberlanjutan program.

Indikator keberhasilan ditetapkan secara konkret, antara lain minimal 75% guru secara konsisten mengintegrasikan aplikasi AI dalam RPP, terbentuknya komunitas belajar internal sekolah, serta peningkatan perangkat ajar berbasis AI yang di sekolah. Peserta kegiatan berjumlah 20 guru, terdiri dari 12 guru SMP Islam Nurul Yaqin dan 8 guru MI Cihuni, yang mengikuti seluruh rangkaian program secara aktif.

## HASIL PELAKSANAAN DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diawali pada bulan Juni 2025 dengan sosialisasi program kepada kepala sekolah, guru, dan staf di SMP Islam Nurul Yaqin dan MI Cihuni. Sosialisasi ini bertujuan memberikan pemahaman awal mengenai urgensi pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran mendalam. Melalui forum diskusi, pihak sekolah diberi gambaran mengenai manfaat, tujuan, serta tahapan program yang akan dijalankan. Kegiatan ini menjadi dasar penting agar seluruh pemangku kepentingan memahami arah dan luaran yang diharapkan dari pelaksanaan pengabdian.

Tahap berikutnya dilaksanakan pada bulan September 2025 berupa pelatihan intensif dan workshop. Acara ini dimulai dengan pembukaan, sambutan dari pihak sekolah, serta pengantar dari tim pengabdian. Selanjutnya, sesi pemberian materi disampaikan oleh Ryan Ardiansyah, M.Pd., dosen dari Tim Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Siliwangi. Rangkaian Pelatihan dan Workshop disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Jadwal Kegiatan Pelatihan dan Workshop

Waktu	Kegiatan
09.00 – 09.15	Pembukaan dan doa
09.15 – 09.30	Sambutan Kepala Sekolah dan Ketua Tim Pengabdian
09.30 – 10.15	Pre-test Materi Konsep Dasar AI & Pembelajaran Mendalam
10.15 – 10.30	Diskusi dan Tanya Jawab
10.30 – 12.00	Workshop Interaktif Gemini AI
12.00 – 12.30	Presentasi Hasil Sementara, Refleksi, Post-test

Materi yang diberikan mencakup konsep dasar kecerdasan buatan, pemanfaatan aplikasi AI dalam pendidikan, serta integrasi AI dalam Pembelajaran Mendalam. Sesi materi diawali dengan pemberian Pre Test. Setelah sesi materi, peserta dilibatkan secara langsung dalam workshop interaktif, di mana guru berkesempatan mempraktikkan penggunaan aplikasi Gemini AI. Workshop ini dirancang agar para guru tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu merancang perangkat pembelajaran seperti RPP, LKPD, dan instrumen penilaian berbasis AI. Kegiatan disajikan pada Gambar 1



Gambar 1a. Pemaparan Materi



Gambar 1b. Sesi Pendampingan

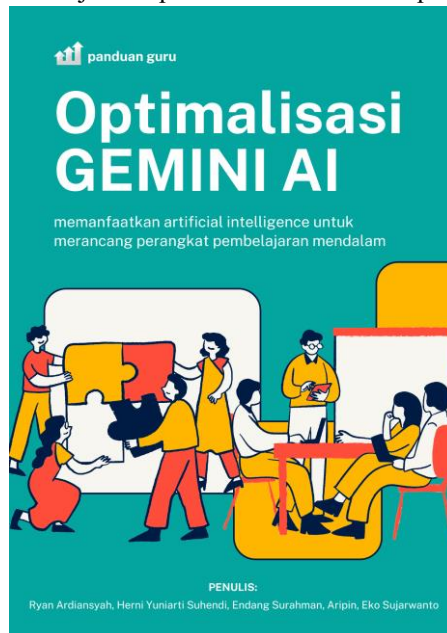


Gambar 1c. Sesi Pendampingan



Gambar 1d. Presentasi hasil kinerja guru

Tahap penerapan berlangsung dari September hingga Oktober 2025, di mana guru mulai mengimplementasikan teknologi AI ke dalam kegiatan belajar-mengajar dengan bimbingan tim pengabdian. Untuk memudahkan proses, para guru menggunakan modul dan panduan teknis yang telah disiapkan sebelumnya. Petunjuk penggunaan ditunjukkan pada Gambar 1 dan ada pada tautan berikut [Panduan Guru](#)



Gambar 1. Sampul Panduan Guru Optimalisasi GEMINI AI

Evaluasi awal dilakukan pada bulan September 2025 menggunakan instrumen angket dan post-test berbentuk pilihan ganda guna mengukur peningkatan kompetensi guru sekaligus menilai persepsi mereka terhadap kegiatan. Selanjutnya, monitoring dilakukan secara berkelanjutan melalui pendampingan pasca-pelatihan, yang

berfokus pada identifikasi kendala serta pemberian umpan balik terhadap praktik pembelajaran di kelas. Pada akhir November 2025, dilaksanakan monitoring akhir yang disertai dengan perumusan strategi keberlanjutan program sehingga implementasi AI dapat terus dijalankan di sekolah mitra.

Dengan terselenggaranya rangkaian kegiatan sosialisasi, pelatihan, workshop, serta implementasi di kelas, tahap evaluasi awal menjadi instrumen penting untuk menilai keberhasilan program. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test yang diberikan kepada seluruh peserta guru. Pre-test digunakan untuk memetakan pengetahuan awal guru mengenai konsep dasar AI, aplikasi yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran, serta strategi integrasi AI dalam RPP, LKPD, dan instrumen penilaian. Sementara itu, post-test diberikan setelah pelatihan dan workshop guna mengukur peningkatan pemahaman serta keterampilan praktis guru dalam memanfaatkan AI untuk mendukung pembelajaran mendalam.

Pre-test terdapat dua bagian. Bagian pertama menilai persepsi dan pengalaman guru tentang pembelajaran mendalam dan penggunaan Gemini AI. Bagian kedua menilai pemahaman guru tentang pembelajaran mendalam dan Gemini AI. Hasilnya ditunjukkan oleh Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Pre-test persepsi serta Pengalaman Guru Tentang Pembelajaran Mendalam dan Penggunaan Gemini AI

Aspek	Rata-rata
Pernah menggunakan Gemini AI untuk perangkat ajar	3,00
Pernah menggunakan langkah teknis lanjut Gemini AI	2,88
Mengeksplorasi fitur tambahan Gemini AI	2,84
Penerapan konsep mindful-joyful-meaningful learning	3,24
Mengaitkan pembelajaran mindful dengan fokus siswa	2,96
Merancang pembelajaran joyful	2,84
Mengintegrasikan pembelajaran meaningful	3,24

\*skor maksimal tiap aspek = 5

Tabel 3. Pre-test pemahaman guru tentang pembelajaran mendalam dan Gemini AI

Soal	Rata-rata
Langkah pertama menggunakan Gemini AI	0,92
Pentingnya memilih Gemini 2.5 Pro	0,60
Fitur interaktif Gemini	0,52
Prinsip joyful	0,28
Prinsip meaningful	0,84
Prinsip mindful	0,48

\*skor maksimal tiap soal = 1

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil *pre-test* bahwa pemahaman konsep pedagogis (*mindful, joyful, meaningful*) relatif lebih baik dibanding penguasaan teknis Gemini AI. Area terlemah adalah eksplorasi fitur tambahan AI. Hal ini karena mayoritas guru memperoleh pengetahuan tentang AI secara insidental, bukan melalui pelatihan formal, sehingga sering terjadi miskonsepsi dan pemahaman yang dangkal tentang AI [7], [8]. Pengetahuan teknis dan kemampuan pedagogis berbasis AI (AI-TPACK) guru umumnya masih di bawah rata-rata, meskipun tingkat literasi digital mereka cukup baik [9], [10].

Sementara berdasarkan Tabel 3, guru memiliki penguasaan yang baik pada aspek dasar, terutama langkah awal penggunaan Gemini AI serta pemahaman tentang pembelajaran meaningful, yang ditunjukkan dengan skor rata-rata tinggi. Namun, masih terdapat kesenjangan pemahaman pada aspek teknis lanjutan, seperti alasan memilih Gemini 2.5 Pro dan fitur interaktif yang tepat. Hal itu dikarenakan keterbatasan infrastruktur, resistensi terhadap perubahan, serta kurangnya dukungan dan model penggunaan teknologi yang efektif dalam konteks pembelajaran [11].

Pada ranah pedagogis tertentu seperti prinsip mindful dan terutama strategi joyful learning memperoleh skor terendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa guru membutuhkan penguatan dalam mengaplikasikan strategi pembelajaran yang lebih variatif serta pemanfaatan fitur teknologi secara optimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengalaman dalam menerapkan metode inovatif, kurangnya model praktik yang baik, serta orientasi jangka pendek dalam pengembangan profesional [12].

Post-test dilakukan setelah guru mendapat materi, pelatihan, dan workshop. Post-test pemahaman tentang pembelajaran mendalam, pemahaman dan penggunaan Gemini AI, dan refleksi serta evaluasi terhadap serangkaian kegiatan pengabdian. Hasil post-test disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Pemahaman Tentang Pembelajaran Mendalam, Pemahaman Dan Penggunaan Gemini AI

Aspek	Rata-rata
Persiapan/langkah awal penggunaan Gemini AI	0.94
Fitur dan Pemanfaatan Gemini AI	0.96
Pengolahan hasil perangkat ajar	1.00
Prinsip Mindful	0.67
Prinsip Meaningful	0.96
Prinsip Joyful	0.85

\*skor maksimal tiap soal = 1

Tabel 5. Persepsi Peserta terhadap Serangkaian Kegiatan Pengabdian

Aspek	Rata-rata
Kegiatan pengabdian bermanfaat & sesuai kebutuhan	4,69
Mempermudah perencanaan pembelajaran koheren	4,77
Pemateri menguasai materi	5,00
Pemateri memberikan asistensi & pembimbingan	4,92
Sarana dan prasarana tersedia baik	4,92
Komitmen menerapkan hasil pengabdian	4,46

\*skor maksimal tiap Aspek = 5

Hasil analisis post-test setelah kegiatan workshop dan pelatihan dalam program pengabdian masyarakat menunjukkan bahwa peserta memiliki pemahaman yang sangat baik terhadap penggunaan Gemini AI. Hasil ini diperkuta oleh [13] dan [14] yaitu pelatihan dan pendampingan menghasilkan peningkatan signifikan pada skor pengetahuan dan keterampilan guru dalam memanfaatkan AI untuk administrasi pembelajaran, perancangan proses belajar, dan pembuatan materi ajar. Aspek pengolahan hasil perangkat ajar memperoleh skor sempurna, yang berarti hampir semua peserta sudah mampu menyalin, menyesuaikan, dan memanfaatkan perangkat dengan benar. Pada aspek fitur dan pemanfaatan Gemini AI juga tampak tinggi, menandakan bahwa peserta mampu memahami fungsi-fungsi dasar dalam aplikasi. Namun, sedikit kendala masih muncul pada tahap persiapan awal, yang mengindikasikan perlunya penguatan pemahaman langkah dasar sebelum penggunaan lebih lanjut. Workshop berbasis praktik langsung dan mentoring juga membantu guru memahami aplikasi AI secara nyata, mengurangi beban administratif, serta meningkatkan interaksi dengan siswa [15], [16].

Sementara itu, hasil post-test pembelajaran mendalam menunjukkan variasi antar aspek yang mencerminkan tingkat internalisasi peserta setelah pelatihan. Aspek *meaningful* mendapatkan nilai tertinggi. Hal itu menegaskan bahwa guru mampu memahami bentuk kegiatan pembelajaran yang mengaitkan materi dengan pengalaman nyata secara optimal. Aspek *joyful* dan pengalaman belajar juga berada pada kategori tinggi. Hal ini menandakan guru dapat memajami cara menciptakan suasana menyenangkan dan reflektif bagi siswa. Namun, prinsip *mindful* memperoleh skor paling rendah, sehingga masih perlu penguatan lebih lanjut agar guru dapat menumbuhkan kesadaran, refleksi, dan regulasi diri dalam proses pembelajaran. Prinsip *mindful* dalam konteks *deep learning* memang lebih sulit dipahami dan diimplementasikan oleh guru karena keterbatasan pengalaman, kurangnya sumber daya, dan kesulitan menghubungkan teori mindful dengan praktik kelas [17], [18].

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta memiliki persepsi yang sangat positif terhadap rangkaian kegiatan pengabdian. Pemateri dinilai menguasai materi dengan sempurna (5,00), disertai asistensi yang baik serta dukungan sarana dan prasarana yang memadai (4,92). Kegiatan ini juga dianggap bermanfaat serta mempermudah perencanaan pembelajaran yang koheren dengan skor tinggi (4,69–4,77). Bahkan komitmen untuk menerapkan hasil pengabdian memperoleh skor 4,46, yang tetap menunjukkan kecenderungan kuat bagi peserta untuk mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh.

## KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat mengenai optimalisasi Gemini AI untuk pembelajaran mendalam telah dilaksanakan dengan baik, lancar, dan memenuhi indikator keberhasilan. Kegiatan tersebut dikatakan berhasil dalam aspek adopsi penggunaan teknologi dan kolaborasi antara institusi. Kegiatan ini mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra serta menciptakan dampak jangka panjang dalam meningkatkan kompetensi tenaga pendidik dan kualitas pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi Artificial Intelligence secara efektif dan berkelanjutan.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] L. Chen, P. Chen, and Z. Lin, "Artificial Intelligence in Education: A Review," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 75264–75278, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988510.
- [2] A. Harry, "Role of AI in Education," *Interdisciplinary Journal and Humanity (INJURITY)*, 2023, doi: 10.58631/injury.v2i3.52.
- [3] K. Kahn and N. Winters, "Child-Friendly Programming Interfaces to AI Cloud Services," pp. 566–570, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-66610-5\_64.
- [4] W. S. Sayed *et al.*, "AI-based adaptive personalized content presentation and exercises navigation for an effective and engaging E-learning platform," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 82, no. 3, pp. 3303–3333, 2023.
- [5] A. N. Akmal, N. Maelasari, and L. Lusiana, "Pemahaman Deep Learning dalam Pendidikan: Analisis Literatur melalui Metode Systematic Literature Review (SLR)," *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, vol. 8, no. 3, pp. 3229–3236, 2025.
- [6] A. M. Diputera and E. G. N. Zulpan, "Memahami Konsep Pendekatan Deep Learning dalam Pembelajaran Anak Usia Dini Yang Meaningful, Mindful dan Joyful: Kajian Melalui Filsafat Pendidikan," *Bunga Rampai Usia Emas*, vol. 4, no. 2, pp. 108–120, 2024.
- [7] D. T. K. Ng, J. K. L. Leung, J. Su, R. C. W. Ng, and S. K. W. Chu, "Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world," *Educational technology research and development*, vol. 71, no. 1, pp. 137–161, 2023.
- [8] J. Velander, M. A. Taiye, N. Otero, and M. Milrad, "Artificial Intelligence in K-12 Education: eliciting and reflecting on Swedish teachers' understanding of AI and its implications for teaching & learning," *Education and Information Technologies*, vol. 29, no. 4, pp. 4085–4105, 2024.
- [9] K. Hava and Ö. Babayiğit, "Exploring the relationship between teachers' competencies in AI-TPACK and digital proficiency," *Education and information technologies*, vol. 30, no. 3, pp. 3491–3508, 2025.
- [10] Y. Ning, C. Zhang, B. Xu, Y. Zhou, and T. T. Wijaya, "Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements," *Sustainability*, vol. 16, no. 3, p. 978, 2024.
- [11] M. B. Batan, J. K. D. Treceñe, J. R. N. D. Santos, and R. R. Paler, "Assessment of Competencies in Technology Operation and Concepts among Teachers in a Philippine State University," *European Journal of Education and Pedagogy*, vol. 3, no. 3, pp. 306–309, 2022.
- [12] L. Darling-Hammond, A. C. W. Schachner, S. K. Wojcikiewicz, and L. Flook, "Educating teachers to enact the science of learning and development," *Applied Developmental Science*, vol. 28, no. 1, pp. 1–21, 2024.
- [13] X. He, R. Zhou, Q. Fan, X. Xiao, Y. Yu, and Z. Yan, "Preparing Student Teachers for Professional Development: Mentoring Generative Artificial Intelligence (AI) Learners in Mathematical Problem Solving," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2025.
- [14] L. N. Hidayati, P. Rahmawaty, I. Mustaqim, and C. R. Ahmadi, "Education on the utilization of artificial intelligence technology to support the development of learning media," *Community Empowerment*, vol. 10, no. 2, pp. 219–227, 2025.
- [15] T. Indarti, U. Z. Fanani, R. Nasrullah, H. Septiana, and N. Afdholy, "Innovative artificial intelligence (AI) technology learning support for Indonesian language teachers at a junior high school in Tuban," *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 20, no. 2, pp. 438–452, 2024.
- [16] P. Kitcharoen, S. Howimanporn, and S. Chookaew, "Enhancing Teachers' AI Competencies through Artificial Intelligence of Things Professional Development Training.," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 18, no. 2, 2024.

- 
- [17] J. Jafar, A. A. Muadyah, A. A. F. Yusran, E. I. Silas, and P. Amalia, "Workshop Merancang Modul Ajar dengan Pendekatan Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) Menggunakan AI pada Guru Biologi SMA/MA Kota Parepare," *Jurnal Pengabdian Nasional (JPN) Indonesia*, vol. 6, no. 2, pp. 406–416, 2025.
- [18] O. Levin, "Simulation as a pedagogical model for deep learning in teacher education," *Teaching and Teacher Education*, vol. 143, p. 104571, 2024.