



Analisis Kualitatif Pemecahan Masalah dan Ketergantungan Kognitif Mahasiswa Calon Guru dalam Penggunaan *Generative AI*

Thierry Ferdinanda^{1*}, Tiara Anggia Dewi², Desi Budiono³

thierryferdinand123@gmail.com^{1*}, tiaraanggiadewi@umm metro.ac.id²,

desibudiono@umm metro.ac.id³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Ekonomi

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Metro

Received: 13 12 2025. Revised: 14 01 2026. Accepted: 16 01 2026.

Abstract : This qualitative descriptive study analyzes *Generative Artificial Intelligence (GenAI)* usage patterns and their impact on pre-service teachers' problem-solving capabilities through Polya's framework. Data were collected through in-depth interviews with ten pre-service teachers at the Faculty of Teacher Training and Education (FKIP) Universitas Muhammadiyah Metro to explore their subjective experiences in interacting with *GenAI*. The data were analyzed using the Miles and Huberman model. Findings reveal that *GenAI* serves as effective *cognitive scaffolding* during the understanding and planning phases. However, a "*dependency paradox*" emerged during the execution phase, while the evaluation phase showed automation bias and a lack of verification. The study concludes that uncontrolled *GenAI* use jeopardizes students' procedural skills and epistemic agency. It recommends reorienting curricula toward Critical AI Literacy and *AI-TPACK* frameworks to safeguard the intellectual autonomy of future educators.

Keywords : Generative Artificial intelligence, Problem Solving Skills, Pre-service teachers.

Abstrak : Studi deskriptif kualitatif ini menganalisis pola penggunaan *Generative Artificial Intelligence (GenAI)* dan dampaknya terhadap kemampuan pemecahan masalah mahasiswa calon guru melalui kerangka Polya. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam terhadap sepuluh mahasiswa calon guru di FKIP Universitas Muhammadiyah Metro sebagai informan untuk menggali pengalaman subjektif mereka dalam berinteraksi dengan *GenAI*. Data tersebut dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman. Hasil menunjukkan *GenAI* efektif sebagai *cognitive scaffolding* pada fase memahami dan merencanakan masalah. Namun, muncul "paradoks ketergantungan" pada fase pelaksanaan serta bias otomatisasi dan kurangnya verifikasi pada fase evaluasi. Studi menyimpulkan bahwa penggunaan *GenAI* yang tidak terkendali membahayakan keterampilan prosedural dan agensi epistemik mahasiswa. Direkomendasikan mereorientasi kurikulum menuju Literasi AI Kritis dan kerangka *AI-TPACK* untuk menjaga otonomi intelektual calon pendidik.

Kata Kunci : Kecerdasan buatan generatif, Keterampilan pemecahan masalah, Mahasiswa calon guru.

PENDAHULUAN

Paradigma pendidikan tinggi telah berubah karena penerapan *Generative Artificial Intelligence (GenAI)*. Ini telah mengubah cara mahasiswa memproses pengetahuan, mengakses informasi, dan mengembangkan kompetensi profesional (Zaharah et al., 2024). Alat berbasis *Large Language Models (LLMs)* seperti *ChatGPT*, *Gemini*, dan *Claude* adalah teknologi transformatif yang mempermudah manajemen dan memberikan lingkungan pembelajaran yang sangat terpersonalisasi. Teknologi ini memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan kebutuhan unik setiap mahasiswa, memberikan bantuan tutor digital sepanjang hari, dan menyederhanakan konsep pendidikan yang rumit menjadi lebih praktis (Chan & Hu, 2023). Keterampilan berpikir tingkat tinggi juga dikenal sebagai keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *HOTS* telah terbukti meningkat dengan *GenAI* bagi mahasiswa yang akan menjadi guru. Keterampilan berpikir tingkat tinggi ini merupakan aset penting untuk menghadapi dinamika tenaga kerja di era industri 4.0 dan masyarakat 5.0 (Zhang et al., 2025). Sekarang menjadi literasi baru, kemampuan *prompt engineering* memungkinkan calon pendidik untuk meningkatkan interaksi instruksional dan memperkuat kapasitas reflektif mereka untuk membuat kurikulum inovatif (Evstigneev & Evstigneeva, 2025). Akibatnya, adopsi *AI* di perguruan tinggi sekarang menjadi keharusan metodologis yang membutuhkan kesiapan inovasi dari semua pemangku kepentingan (Berg & Plessis, 2023).

Di balik janji efisiensi, kemampuan *GenAI* memiliki konsekuensi yang serius bagi integritas akademik dan perkembangan kognitif mandiri mahasiswa. Muncul kekhawatiran mendalam tentang kemungkinan munculnya ketergantungan teknologi atau ketergantungan kognitif yang berlebihan. Ketika orang memberikan tugas kognitif yang sulit kepada orang lain, fenomena *offloading* kognitif terjadi, yang dapat mengganggu keterampilan kognitif dasar mahasiswa (Özer et al., 2025). Proses "perjuangan intelektual" juga dikenal sebagai perjuangan produktif yang diperlukan untuk mengembangkan kematangan nalar berisiko terganggu oleh penggunaan "jalan pintas" berbasis algoritma (Karamuk, 2025; Moufida & Amira, 2025). Ditambah lagi, ketergantungan ini menyebabkan "halusinasi kompetensi" (*illusion of competence*), di mana mahasiswa merasa telah menguasai topik secara mendalam, tetapi mereka kehilangan pemahaman konseptual yang sebenarnya (Jayasuriya et al., 2025). Dampak jangka panjangnya adalah penurunan kemampuan pedagogis, di mana kualitas berkurang

karena kemampuan prosedur mahasiswa dalam memecahkan masalah secara mandiri (Matueny & Nyamai, 2025).

Tantangan ini jauh lebih kompleks dalam konteks pendidikan guru di Indonesia. Indonesia menghadapi dilema antara desakan adopsi *AI* dan keterbatasan infrastruktur sebagai negara berkembang yang sedang beralih ke digitalisasi massif (Putri & Naf'ihima, 2025). Calon pendidik harus memiliki kemampuan *AI* yang kuat, tetapi seringkali tanpa dasar moral dan literasi *AI* kritis yang cukup (Haetami, 2025; Mustopa et al., 2024; Pratiwi et al., 2025). Tidak adanya persiapan ini dapat menyebabkan ketidakjelasan dalam metode pengajaran di masa depan, di mana guru mungkin terlalu bergantung pada mesin tanpa memverifikasi kebenaran data dan prinsip budaya lokal. Oleh karena itu, peran universitas sangat penting dalam membantu mahasiswa menjadi lebih mandiri agar teknologi tetap berada di posisi mitra (*collaborator*), bukan sebagai pengganti akal manusia (Lubbe et al., 2025; Nasikin et al., 2024).

Realitas di lapangan menunjukkan perbedaan antara pengawasan pedagogis dan penerapan teknologi. Di FKIP Universitas Muhammadiyah Metro, Sebagai hasil dari jajak pendapat pra-eksplorasi, hampir 95 persen mahasiswa menggunakan *GenAI* secara aktif untuk membantu mereka menyelesaikan tugas mereka. Meskipun bermanfaat mengatasi *writer's block*, Tidak ada penelitian kualitatif yang menyeluruh yang melihat bagaimana teknologi ini berinteraksi dengan proses pemecahan masalah kognitif. Potensi instruksional *GenAI* memang telah dibahas dalam literatur di seluruh dunia (Tunjera & Chigona, 2023), Walau bagaimanapun, jumlah penelitian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana mahasiswa yang berpotensi menjadi guru mengubah cara mereka berpikir tentang risiko ketergantungan masih sangat terbatas. Penelitian sebelumnya biasanya berfokus pada analisis statistik persepsi dan mengabaikan aspek "bagaimana" dan "mengapa" hilangnya autonomi mahasiswa (OBAY & Çelik, 2021; Öçal & Şimşek, 2016).

Kemampuan memecahkan masalah adalah dasar instruksional bagi mahasiswa yang akan menjadi guru. Seandainya proses kognitif seperti analisis masalah dan evaluasi solusi diotomatisasi, Terdapat risiko degradasi kualitas lulusan secara tidak sadar (Diržytė, 2025; Yan et al., 2025). Secara khusus, masalah muncul sebagai akibat dari fenomena pendelegasian kognitif, yang dikenal sebagai *offloading* kognitif. Fenomena ini menghilangkan "perjuangan intelektual", atau perjuangan produktif, yang dialami oleh mahasiswa selama proses kematangan nalar. Bias otomatisasi dan "ilusi kompetensi" memperburuk hal ini, di mana kemampuan mahasiswa untuk mengevaluasi kebenaran informasi menjadi lebih buruk karena kemudahan akses ke *AI*, yang pada akhirnya mengancam organisasi epistemik mereka sebagai

calon guru. Penelitian ini menggunakan Kerangka Kerja Pemecahan Masalah Polya sebagai lensa analisis untuk menjawab masalah tersebut. Dipilih karena kerangka Polya (memahami masalah, merencanakan solusi, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi) mampu memberikan struktur diagnostik yang tepat. Ini memungkinkan untuk menentukan di mana *AI* berfungsi sebagai sarana kognitif (Yuliani, 2025) dan di mana *AI* menyebabkan "kepatuhan kognitif" yang mengganggu otonomi (Riva, 2025).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi makna subjektif dan pola interaksi dalam antara mahasiswa melalui pendekatan kualitatif deskriptif fenomenologis antara mahasiswa FKIP Universitas Muhammadiyah Metro dengan *GenAI*. Fokus utama penelitian adalah mengevaluasi bagaimana penggunaan *AI* mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dan menemukan risiko ketergantungan berlebihan di setiap tahapan pemecahan masalah Polya. Merumuskan rekomendasi kebijakan institusional yang menyeimbangkan kemajuan teknis dengan independensi intelektual adalah urgensi penelitian ini. Hal ini diperlukan agar calon pendidik dapat tetap teguh sebagai agen kependidikan yang kritis dan moral di tengah banjir otomatisasi digital.

Penting untuk diingat bahwa perbedaan antara kemampuan teknis mahasiswa dan pengawasan pedagogis sering menyebabkan ketidaksepakatan moral. Transformasi kurikulum ke arah kemandirian belajar di FKIP Universitas Muhammadiyah Metro mendorong adopsi teknologi yang signifikan ini. Namun, tanpa panduan operasional tentang bagaimana *GenAI* seharusnya berfungsi dengan proses kognitif, mahasiswa cenderung mencari "jalan tercepat" daripada "jalan belajar terbaik". Ini adalah masalah besar bagi masa depan agensi intelektual guru, bukan hanya integritas. Jika calon pendidik terlalu bergantung pada *scaffolding digital* dan kehilangan kemampuan untuk membedah masalah secara mandiri, transfer pengetahuan di masa depan akan menjadi mekanistik dan kehilangan kedalaman kritis (Diržytė, 2025; Yan et al., 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menyelidiki makna subjektif dan pengalaman hidup mahasiswa calon guru terkait *GenAI* dengan menggunakan metode kualitatif dan pendekatan fenomenologi. Peneliti melakukan observasi, dokumentasi, dan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang subjek penelitian. Metode observasi digunakan untuk membantu peneliti mengumpulkan data langsung dari lapangan untuk mendapatkan gambaran kondisi yang akurat tentang interaksi mahasiswa dengan kecerdasan buatan (Sugiyono, 2019). Peneliti melakukan

wawancara dengan sepuluh mahasiswa aktif FKIP Universitas Muhammadiyah Metro angkatan 2022–2025, yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Wawancara dilakukan dalam bentuk kegiatan tanya jawab. Data wawancara harus mencakup informasi tentang bagaimana alat kecerdasan buatan (seperti *ChatGPT*, *Gemini*, atau *Perplexity*) digunakan untuk menyelesaikan tugas akademik yang kompleks. Dokumentasi dilakukan melalui kegiatan pengumpulan dokumen penelitian seperti catatan penggunaan *AI*, hasil tugas mahasiswa, dan jurnal dan buku teori yang relevan.

Analisis interaktif, yang dimodelkan oleh Miles dan Huberman, digunakan untuk menganalisis data. Tiga tahap utama terdiri dari teknik analisis interaktif model Miles dan Huberman: reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan, dan verifikasi (Miles & Huberman, 2020). Mengumpulkan, memilih, dan memilah informasi penting, memprioritaskan informasi yang penting, mencari tema dan pola, dan menghilangkan informasi yang tidak perlu terkait dengan pola penggunaan *GenAI* mahasiswa dikenal sebagai reduksi data. Menyajikan data dalam bentuk teks naratif, bagan, deskripsi singkat, atau deskripsi disebut penyajian data. Penarikan kesimpulan dan verifikasi terkait dengan aktivitas yang dilakukan setelah peneliti mengumpulkan, mereduksi, dan menyajikan data untuk menjawab rumusan masalah tentang dinamika kognitif mahasiswa di tengah otomatisasi digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di FKIP Universitas Muhammadiyah Metro, integrasi *Generative Artificial Intelligence* (*GenAI*) telah melampaui fase adopsi awal dan sekarang menjadi bagian penting dari ekosistem pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat seperti *ChatGPT* dan *Gemini* digunakan hampir seratus persen oleh mahasiswa. Temuan ini diperoleh melalui hasil wawancara mendalam yang menggali pengalaman subjektif sepuluh informan mahasiswa terkait interaksi mereka dengan *GenAI*. Data tersebut kemudian dianalisis secara menyeluruh dengan menggunakan empat tahapan pemecahan masalah Polya untuk mengungkap dinamika kognitif mahasiswa. Penggunaan *GenAI* oleh mahasiswa memiliki dampak yang berbeda pada setiap fase kognitif, sebagaimana terungkap melalui hasil wawancara mendalam mengenai pengalaman langsung para mahasiswa.

Fase Memahami Masalah. *GenAI* digunakan oleh mahasiswa untuk dekonstruksi instruksi. Informan (Chindy) mengatakan bahwa kecerdasan buatan membantu menyederhanakan bahasa formal dosen yang sulit dipahami. Aktivitas ini menurunkan beban kognitif yang datang dari luar (Bauer et al., 2025). Ahmad, yang memanfaatkan kecerdasan

buatan untuk meringkas literatur dari negara lain, mendukung temuan ini. Dalam hal ini, *GenAI* membantu mahasiswa menyelesaikan tugas melalui jembatan linguistik dan konsep.

Fase Merencanakan Solusi Pada saat ini, *GenAI* bertugas membangun struktur. Mahasiswa (Maya dan Fahra) sering menggunakan *GenAI* untuk membuat garis besar logis. Fase ini menghasilkan temuan penting seperti pembagian kemampuan *prompting*. Mahasiswa yang lebih memahami *AI*, seperti Galang, dapat mengajarkan *GenAI* untuk berperan sebagai "pakar pendidikan", yang memungkinkan mereka membuat rencana pemecahan masalah yang lebih taktis dan khusus daripada rencana generic (Evstigneev & Evstigneeva, 2025).

Fase Melaksanakan Rencana. Pola kolaborasi hibrida terjadi antara nalar manusia dan bantuan algoritma. Namun, "efek candu" ditemukan menjadi fenomena psikologis yang mengkhawatirkan (Okta). Jika diminta untuk menyelesaikan tugas tanpa draf awal *GenAI*, mahasiswa merasa cemas atau tidak berdaya. Ini menunjukkan bahwa *offloading* kognitif dapat mengganggu proses perjuangan intelektual yang diperlukan untuk kematangan nalar (Karamuk, 2025).

Fase Mengevaluasi Kembali. Ini adalah titik penting di mana ketidaksesuaian dalam praktik validasi terjadi. Peneliti menemukan *automation* bias (Gilang), di mana mahasiswa menggunakan jawaban *GenAI* langsung karena tampak logis tanpa memeriksa referensi primer. Sebaliknya, sebagian kecil mahasiswa (Riyan) menggunakan *Google Scholar* untuk pengecekan silang. Ketidakkonsistenan ini menunjukkan bahwa kemudahan *GenAI* sering menurunkan ketajaman evaluasi mahasiswa (Melnyk, 2025).

Studi ini menemukan perbedaan yang signifikan antara kedalaman agensi epistemik mahasiswa dan kemampuan teknis mereka dalam menjalankan *GenAI*. Penemuan baru ini membuka mata pada "Paradoks Ketergantungan", atau *Paradox of Dependency*, sementara penelitian sebelumnya (Chan & Hu, 2023; Zhang et al., 2025) lebih fokus pada efisiensi dan stimulasi *HOTS* melalui kecerdasan buatan. Menurut penelitian terbaru, penggunaan *GenAI* dalam pendidikan guru di Indonesia mungkin menyebabkan "halusinasi kompetensi" (*illusion of competence*). Karena penampilan *GenAI* yang meyakinkan, mahasiswa merasa telah menguasai topik, tetapi secara prosedural mereka kehilangan kemampuan untuk membedah masalah secara mandiri (Jayasuriya et al., 2025; Matueny & Nyamai, 2025). Ini berbeda dengan metode pembelajaran konvensional di mana mahasiswa memiliki kendali total atas proses kognitif.

Penelitian ini mengkonfirmasi kekhawatiran Özer et al. (2025) tentang ancaman terhadap berpikir kritis, tetapi juga memperkuat penelitian Berg & Plessis (2023) bahwa

kecerdasan buatan meningkatkan efisiensi perencanaan pembelajaran. Di sisi lain, penelitian ini secara khusus mengamati penurunan kognitif di setiap langkah Polya, menunjukkan bahwa fase "Melaksanakan" dan "Mengevaluasi" adalah dua fase yang paling rentan terhadap atrofi pedagogis. Oleh karena itu, hasil ini membuat institusi pendidikan perlu mengubah model penilaian mereka ke model berbasis proses daripada berbasis hasil. Ini sesuai dengan kerangka *AI-TPACK* yang diusulkan oleh (Ning et al., 2024), yang memungkinkan guru masa depan melihat *AI* sebagai mitra kerja sama tanpa mengorbankan otonomi intelektual mereka (Yan et al., 2025).

SIMPULAN

Studi ini menemukan bahwa ekosistem pembelajaran hibrida yang dualistik di antara mahasiswa calon guru FKIP Universitas Muhammadiyah Metro dibentuk oleh integrasi *Generative Artificial Intelligence (GenAI)*. Melalui lensa kerangka Polya, *GenAI* terbukti efektif sebagai sarana kognitif untuk mengurangi beban kognitif eksternal mahasiswa pada tahap pemahaman masalah dan perencanaan solusi. Namun, ada risiko yang signifikan untuk "kepatuhan kognitif" dan "halusinasi kompetensi" selama tahap pelaksanaan dan evaluasi. Karena bias otomasi, kemudahan teknologi dapat merusak perjuangan intelektual dan agensi epistemik mahasiswa. Hasil menunjukkan bahwa kematangan nalar kritis tidak serta-merta berbanding lurus dengan efisiensi teknis *GenAI*. Menurut penelitian ini, guru harus segera mengubah kurikulum mereka untuk meningkatkan pengetahuan *GenAI* dan mengintegrasikan kerangka *AI-TPACK*. Untuk menjamin kredibilitas pekerjaan dan menjaga kemandirian intelektual calon pendidik, penilaian akademik harus beralih dari orientasi hasil ke orientasi proses. Oleh karena itu, teknologi masih dianggap sebagai mitra kerja, bukan pengganti akal manusia.

DAFTAR RUJUKAN

- Bauer, E., Richters, C., Pickal, A., Klippert, M., Sailer, M., & Stadler, M. (2025). Effects of AI-generated adaptive feedback on statistical skills and interest in statistics: a field experiment in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 56(5), 1735–1757. <https://doi.org/10.1111/bjet.13609>
- Berg, G., & Plessis, D. (2023). Chatgpt and generative ai: possibilities for its contribution to lesson planning, critical thinking and openness in teacher education. *Education Sciences*, 13(10), 998. <https://doi.org/10.3390/educsci13100998>

- Chan, C., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative ai: perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- Diržytė, A. (2025). Large language models and the enhancement of human cognition: some theoretical insights. *Filosofija Sociologija*, 36(1). <https://doi.org/10.6001/fil-soc.2025.36.1.2>
- Evstigneev, M., & Evstigneeva, I. (2025). Developing prompt engineering skills in the pre-service training of foreign language educator. *Tambov University Review Series Humanities*, 30(4), 795–813. <https://doi.org/10.20310/1810-0201-2025-30-4-795-813>
- Haetami, H. (2025). AI-Driven Educational Transformation in Indonesia: From Learning Personalization to Institutional Management. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 17(2), 1. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v17i2.7448>
- Jayasuriya, R., Selvanayaki, S., Deepa, N., Muruganandhi, D., & Kalpana, M. (2025). Assessing the Impact of GPTs on Critical thinking, Creativity and Independent Problem solving in Academic learning of students. *Research Square (Preprint)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6367830/v1>
- Karamuk, E. (2025). *The automation trap BT - Educational Technology and the Future of Education* (pp. 147–170). <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0122-8.ch007>
- Lubbe, A., Marais, E., & Kruger, D. (2025). Cultivating independent thinkers: the triad of artificial intelligence, bloom's taxonomy and critical thinking in assessment pedagogy. *Education and Information Technologies*, 30(12), 17589–17622. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13476-x>
- Matueny, R., & Nyamai, J. (2025). Illusion of Competence and Skill Degradation in Artificial Intelligence Dependency among Users. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, XII(V), 1725–1738. <https://doi.org/10.51244/ijrsi.2025.120500163>
- Miles, A., & Huberman. (2020). *Analisis Data Kualitatif Buku Sumber Tentang Metode-Metode Baru*. Universitas Indonesia.
- Moufida, B., & Amira, S. (2025). Between support and dependence: ai tool usage in university assignments — a case study at souk ahras university. *South Florida Journal of Development*, 6(5), e5416. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n5-098>
- Mustopa, M., Nasikhin, N., Chamami, R., Nihayah, H., Habibullah, M., & Manshur, A. (2024). Challenges in artificial intelligence development in higher education in china, india, and indonesia: international students' perspectives. *International Journal of Learning*

- Teaching and Educational Research*, 23(2), 354–373.
<https://doi.org/10.26803/ijlter.23.2.17>
- Nasikin, M., Abzar, M., & Afandi, N. K. (2024). Strengthening Islamic Religious Education Teacher Competencies in the Society 5.0 Era: Challenges and Interventions. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 16(3), 1. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i3.5728>
- Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y., & Wijaya, T. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the Relationship between Knowledge Elements. *Sustainability*, 16(3), 978. <https://doi.org/10.3390/su16030978>
- OBAY, M., & Çelik, H. (2021). Mathematical problem-solving process: negative mental behaviours displayed by pre-service mathematics teachers. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(4), 2176–2190. <https://doi.org/10.33206/mjss.887111>
- Öçal, M., & Şimşek, M. (2016). Pre-service mathematics teachers' problem solving processes with geometer's sketchpad: mirror problem. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(2), 577. <https://doi.org/10.14686/buefad.v5i2.5000180307>
- Özer, M., Tanberkan, H., & Perc, M. (2025). Artificial Intelligence Threatens Critical Thinking in Education Systems. *Journal of Higher Education and Science*, 15(2), 157–164. <https://doi.org/10.5961/higheredusci.1747885>
- Pratiwi, H., Riwanda, A., Hasruddin, H., Sujarwo, S., & Syamsudin, A. (2025). Transforming learning or creating dependency teachers perspectives and barriers to ai integration in education. *Journal of Pedagogical Research*. <https://doi.org/10.33902/jpr.202531677>
- Putri, K., & Naf'ihima, F. (2025). Pre-Service Teacher' Perceptions of Generative AI: Dependency, Effect, and Ethics. *EduLink Education and Linguistics Knowledge Journal*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.32503/edulink.v7i1.6834>
- Riva, G. (2025). The architecture of cognitive amplification: enhanced cognitive scaffolding as a resolution to the comfort-growth paradox in AI-supported learning. *OSF Preprints*. https://doi.org/10.31219/osf.io/4wcdb_v2
- Sugiyono. (2019). *Quantitative, Qualitative, And R&D Research Methods*. Alfabeta, CV.
- Tunjera, N., & Chigona, A. (2023). Investigating effective ways to use artificial intelligence in teacher education. *European Conference on E-Learning*, 22(1), 331–340. <https://doi.org/10.34190/ecel.22.1.1625>
- Yan, L., Pammer-Schindler, V., Mills, C., Nguyen, A., & Gašević, D. (2025). Beyond efficiency: Empirical insights on generative AI 's impact on cognition, metacognition and epistemic agency in learning. *British Journal of Educational Technology*, 56(5),

1675–1685. <https://doi.org/10.1111/bjet.70000>

Yuliani, H. (2025). Integration of PBL-Based E-Modules in Physics Education: Improving Problem-Solving Skills on Static Fluid Concept. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 13(3), 384–399. <https://doi.org/10.26618/0ddpg995>

Zaharah, Z., Basyit, A., Husein, M. T., Fauzi, A., Arif, Z., & Sina, I. (2024). Revolutionizing Learning: The Impact of Artificial Intelligence on Islamic Education and the Wave of Transformation. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 16(4), 1. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v16i4.6078>

Zhang, Y., Tian, H., & Lu, J. (2025). The relationship between higher-order thinking and problem-solving skills development among pre-service teachers using generative ai: an analysis based on moderated mediation. *BMC Psychology*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-025-03404-4>