

Persepsi Guru terhadap Tantangan dan Kesiapan dalam Implementasi AI dan Coding: Studi Kualitatif di Sekolah Dasar Kabupaten Pamekasan

Leli Lestari*

Universitas Negeri Surabaya

*Correspondence author: lelilestari.mhs@unesa.ac.id

Article History

Received : 12 Agustus 2025

Accepted : 22 Oktober 2025

Published : 01 Januari 2026

Keywords

Teacher Perceptions;
Digital Learning;
Primary Education;
Educational Technology.

Abstract

The integration of Artificial Intelligence (AI) and coding into primary education represents a new direction in digital learning that requires teachers to be adequately prepared as key facilitators. This study aims to examine teachers' perceptions of the challenges and readiness to implement AI and coding in primary schools in Pamekasan Regency, Indonesia. A descriptive survey approach was employed, involving 37 teachers purposively selected based on variations in teaching experience, school type, and technological infrastructure conditions. Data were collected through closed- and open-ended questionnaires and analyzed using quantitative and qualitative approaches. The findings reveal variations in teachers' readiness, influenced by teaching experience, technological facilities, and participation in training programs. Teachers working in schools with adequate technological infrastructure demonstrated greater readiness to integrate AI and coding into learning, whereas teachers in areas with limited resources faced greater technical constraints and insufficient institutional support. The study highlights the need for contextualized professional development, equitable distribution of technological infrastructure, and supportive education policies to facilitate the sustainable implementation of AI and coding in primary education. These findings underscore the importance of strengthening teacher capacity and creating an enabling educational ecosystem to ensure that the integration of emerging technologies is inclusive, sustainable, and responsive to the needs of primary schools.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mengubah arah pendidikan global, termasuk pada jenjang sekolah dasar (Susanti, 2025; Fagerlund et al., 2021). Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) dan pemrograman komputer (*coding*) kini mulai diperkenalkan dalam kurikulum untuk mengembangkan kemampuan berpikir sistematis, kreatif, dan kritis siswa sejak dini. Integrasi AI dan *coding* terbukti mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, problem solving, serta inovasi peserta didik di berbagai negara (Holmes et al., 2019; Tan et al., 2025). Sekolah dasar yang ideal memberikan akses pembelajaran AI dan *coding* secara mendalam serta menyenangkan, dengan dukungan guru yang siap membimbing siswa memahami teknologi secara kontekstual dan etis (Yue et al., 2024; Shardey et al., 2025).

Guru berperan sebagai faktor kunci dalam keberhasilan adopsi dan implementasi teknologi pendidikan. Keberhasilan strategi pembelajaran berbasis teknologi sangat dipengaruhi oleh kesiapan teknis, pedagogis, dan sikap guru terhadap inovasi digital (Yue et al., 2024; Wang et al., 2018). Guru dituntut menguasai keterampilan teknologi, tetapi juga perlu mampu mengintegrasikan AI dan *coding* ke dalam

pembelajaran yang bermakna dan sesuai tahap perkembangan siswa (Kong et al., 2024; Ching & Jamaludin, 2025). Berbagai studi mengungkapkan adanya kesenjangan signifikan antara sekolah yang memiliki fasilitas teknologi memadai dan sekolah yang masih terbatas sumber dayanya. Faktor kontekstual seperti infrastruktur, pelatihan, serta dukungan kelembagaan menjadi penentu utama keberhasilan transformasi digital pendidikan (Akram et al., 2022).

Indonesia mulai merespons perkembangan ini dengan kebijakan pendidikan yang menekankan pentingnya literasi digital dan pengenalan AI serta *coding* sejak tingkat dasar. Kebijakan Pendidikan Tahun Ajaran 2025/2026 menandai langkah awal integrasi AI dan *coding* secara resmi ke dalam kurikulum sekolah dasar, sejalan dengan tren global yang mengutamakan penguasaan teknologi masa depan (Hazin et al., 2025; Saa, 2024). Meskipun demikian, tingkat kesiapan guru Indonesia dalam menghadapi perubahan ini belum merata, terutama di daerah dengan keterbatasan fasilitas dan akses pelatihan (Amemasor et al., 2025).

Penelitian ini berfokus pada guru sekolah dasar di Kabupaten Pamekasan sebagai representasi kondisi nyata di daerah dengan karakteristik sosial dan geografis yang beragam. Penelitian ini mengelompokkan guru berdasarkan pengalaman mengajar dan kondisi fasilitas sekolah untuk memperoleh gambaran yang lebih rinci tentang persepsi, tantangan, serta kesiapan mereka dalam mengimplementasikan AI dan *coding*. Pendekatan ini mengisi kesenjangan dari studi-studi terdahulu yang cenderung menyoroti aspek teknologi atau pelatihan semata tanpa memperhatikan variasi karakteristik guru. Penelitian ini memberikan kontribusi baru terhadap pemetaan kesiapan guru sekolah dasar di Indonesia dalam era pembelajaran berbasis kecerdasan buatan.

Metode

Desain

Penelitian ini menggunakan desain survei deskriptif dengan pengolahan data kuantitatif dan kualitatif untuk menggambarkan persepsi, sikap, kesiapan, kendala, dan harapan guru sekolah dasar terhadap pembelajaran berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dan *coding*. Desain non-eksperimental ini dipilih karena penelitian mendeskripsikan kondisi responden tanpa manipulasi variabel (Creswell, 2014). Data tertutup memberikan gambaran numerik, sedangkan jawaban terbuka digunakan untuk memperjelas konteks pengalaman guru.

Partisipan

Partisipan penelitian terdiri atas 37 guru sekolah dasar di Kabupaten Pamekasan. Partisipan dipilih secara purposif dengan mempertimbangkan variasi pengalaman mengajar, tipe sekolah—negeri, swasta, dan berbasis agama—serta kondisi fasilitas teknologi.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui kuesioner daring selama tiga minggu. Instrumen memadukan pertanyaan tertutup berskala Likert empat poin dan pertanyaan terbuka. Pertanyaan tertutup mengukur kesiapan, sikap, dan pemahaman guru mengenai AI dan *coding*, sedangkan pertanyaan terbuka menggali pengalaman, tantangan, kebutuhan pelatihan, dan dukungan kelembagaan. Penyusunan instrumen mengadaptasi Technology Readiness Index (Parasuraman & Colby, 2015) dan kerangka TPACK (Fabian et al., 2024) agar sesuai dengan konteks guru sekolah dasar.

Analisis Data

Data tertutup dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa frekuensi, persentase, dan rata-rata untuk merangkum penggunaan teknologi, sikap, pemahaman, kesiapan mengajar, kendala, dan harapan guru. Karena naskah sumber tidak melaporkan uji korelasi atau analisis inferensial, hubungan antarkarakteristik pada bagian hasil ditafsirkan sebagai pola keterkaitan deskriptif, bukan korelasi statistik. Jawaban terbuka

dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi tema utama mengenai tantangan, dukungan, dan harapan (Nowell et al., 2017).

Hasil

Temuan penelitian memperlihatkan variasi dalam adopsi dan integrasi teknologi, khususnya AI dan *coding*, di kalangan guru sekolah dasar. Variasi tersebut terlihat menurut pengalaman mengajar, tipe sekolah, dan ketersediaan fasilitas. Guru berpengalaman di SD negeri dengan fasilitas lengkap menggunakan teknologi secara konsisten setiap hari untuk kegiatan pembelajaran dan administrasi. Guru-guru ini telah mengikuti pelatihan lebih dari sekali, sehingga memiliki pemahaman yang mendalam mengenai AI sebagai teknologi pembelajaran adaptif dan *coding* sebagai sarana pengembangan logika dasar siswa. Sikap mereka terhadap teknologi sangat positif dan antusias, dengan tingkat kesiapan mengajar yang tinggi dan keyakinan diri kuat dalam mengintegrasikan AI dan *coding* ke dalam kegiatan belajar. Kendala yang dihadapi terutama terkait keterbatasan waktu dan kebutuhan pelatihan lanjutan, sementara harapan mereka mencakup dukungan pemerintah untuk pelatihan berkelanjutan dan peningkatan fasilitas sekolah. Pesan yang disampaikan menekankan pentingnya pembelajaran teknologi secara berkesinambungan untuk mendukung perkembangan siswa secara optimal.

Guru menengah di SD swasta dengan fasilitas terbatas menggunakan teknologi beberapa kali dalam seminggu, meskipun sering menghadapi kendala jaringan dan sarana terbatas. Mereka umumnya hanya mengikuti satu kali pelatihan, sehingga meskipun antusias, tingkat kepercayaan diri dalam penerapan AI dan *coding* masih terbatas. Pemahaman mereka terhadap *coding* cukup memadai, namun pemahaman AI masih relatif dangkal. Kesiapan mengajar berada pada tingkat sedang dan membutuhkan pendampingan praktis langsung di kelas. Kendala utama meliputi terbatasnya fasilitas dan kesempatan pelatihan, sementara harapan guru berkisar pada penyediaan modul praktis serta pelatihan langsung di sekolah. Pesan mereka menekankan agar tetap aktif mencoba teknologi meskipun masih dalam tahap pembelajaran.

Guru pemula di SD negeri dengan fasilitas sangat terbatas menunjukkan penggunaan teknologi yang jarang atau bahkan tidak ada sama sekali. Mereka belum pernah mengikuti pelatihan AI maupun *coding*, sehingga sikap mereka cenderung netral atau kurang antusias karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Pemahaman mereka terhadap teknologi masih rendah, dan kesiapan mengajar sangat terbatas karena ketiadaan fasilitas dan pelatihan. Harapan guru mencakup pelatihan dasar dan penyediaan fasilitas teknologi gratis, sedangkan pesan yang disampaikan menekankan pentingnya memulai pengenalan teknologi secara bertahap.

Guru pemula yang tanggap teknologi, baik di sekolah dengan fasilitas memadai maupun cukup memadai, menunjukkan penggunaan teknologi lebih aktif dibandingkan pemula lainnya. Mereka mampu mengoperasikan AI dan *coding* dengan inisiatif sendiri meskipun baru mengikuti sedikit pelatihan. Sikap mereka positif dan antusias, serta kesiapan mengajar berada pada tingkat sedang hingga tinggi. Kendala yang mereka hadapi biasanya terkait penyesuaian kurikulum dan integrasi materi ke dalam pembelajaran yang sudah ada, bukan keterbatasan fasilitas. Harapan guru ini mencakup dukungan modul inovatif, mentoring dari guru berpengalaman, dan kesempatan pelatihan lanjutan. Pesan yang disampaikan menekankan pentingnya memanfaatkan teknologi secara kreatif dan berinovasi dalam pembelajaran sejak dini.

Guru berpengalaman di SD swasta dengan fasilitas memadai menunjukkan integrasi teknologi yang penuh dalam praktik pembelajaran sehari-hari. Mereka telah mengikuti pelatihan berulang, memiliki pemahaman teknis dan pedagogis tinggi, serta menunjukkan kesiapan mengajar yang sangat baik dengan praktik inovatif. Hampir tidak terdapat kendala yang mereka alami. Harapan mereka meliputi pengembangan modul inovatif dan pelatihan lanjutan, sementara pesan yang disampaikan menekankan pentingnya pertukaran pengalaman antar guru dan peningkatan kompetensi profesional secara berkesinambungan.

Guru menengah di SD negeri dengan fasilitas cukup menunjukkan penggunaan teknologi yang bervariasi, mulai dari beberapa kali seminggu hingga setiap hari, dan telah mengikuti pelatihan satu hingga dua kali. Sikap mereka antusias meskipun menghadapi tantangan adaptasi. Pemahaman mereka tentang AI dan *coding* cukup memadai, dan kesiapan mengajar berada pada tingkat sedang, memerlukan dukungan teknis tambahan. Kendala utama meliputi keterbatasan jaringan dan waktu, sementara harapan guru mencakup pelatihan berkelanjutan serta peningkatan fasilitas. Pesan mereka menekankan perlunya pembelajaran teknologi yang bertahap dan menyenangkan agar dapat diterapkan secara efektif.

Secara keseluruhan, hasil deskriptif menunjukkan pola keterkaitan antara pengalaman mengajar, ketersediaan fasilitas, intensitas pelatihan, penggunaan teknologi, pemahaman AI dan *coding*, serta kesiapan mengajar. Guru yang melaporkan pelatihan berulang cenderung menunjukkan sikap lebih positif dan kepercayaan diri lebih tinggi, sedangkan keterbatasan fasilitas dan waktu paling banyak muncul pada kelompok pemula dan menengah. Seluruh kategori juga menekankan kebutuhan pembelajaran bertahap, kolaborasi profesional, dan dukungan institusional. Karena penelitian tidak melaporkan analisis inferensial, pola tersebut tidak ditafsirkan sebagai korelasi statistik atau hubungan sebab-akibat.

Table 1. Profil Penggunaan Teknologi dan Kesiapan Penggunaan AI dalam Pembelajaran

Kategori Guru	n	Penggunaan Teknologi	Sikap dan Pemahaman	Kesiapan Mengajar	Kendala & Harapan
Guru Berpengalaman SD Negeri, Fasilitas Lengkap	5	Setiap hari	Sangat positif, AI adaptif & <i>coding</i> dasar	Sangat siap & percaya diri	Waktu terbatas, butuh pelatihan lanjutan; harapan: dukungan pemerintah & fasilitas meningkat
Guru Menengah SD Swasta, Fasilitas Terbatas	6	Beberapa kali seminggu	Antusias, paham <i>coding</i> , AI kurang mendalam	Cukup siap, perlu pendampingan	Fasilitas terbatas, harapan: modul praktis & pelatihan langsung di sekolah
Guru Pemula SD Negeri, Fasilitas Sangat Terbatas	4	Jarang atau tidak ada	Netral / kurang antusias, kurang paham AI & <i>coding</i>	Belum siap	Tidak ada fasilitas & pelatihan; harapan: pelatihan dasar & fasilitas teknologi gratis
Guru Pemula Tanggap Teknologi (Fasilitas Memadai/Cukup)	3	Beberapa kali seminggu hingga setiap hari	Positif & antusias, cukup hingga baik, mampu mengoperasikan AI & <i>coding</i>	Sedang hingga tinggi	Penyesuaian kurikulum & integrasi materi; harapan: modul inovatif, mentoring, pelatihan lanjutan
Guru Berpengalaman SD Swasta, Fasilitas Memadai	2	Setiap hari dengan integrasi penuh	Sangat antusias, paham teknis & pedagogis	Sangat siap & inovatif	Hampir tidak ada kendala; harapan: modul inovatif & pelatihan lanjutan
Guru Menengah SD Negeri, Fasilitas Cukup	17	Beberapa kali seminggu hingga setiap hari	Antusias, cukup paham AI & <i>coding</i>	Cukup siap, butuh dukungan teknis	Jaringan & keterbatasan waktu; harapan: pelatihan berkelanjutan & fasilitas meningkat

Catatan. Jumlah nilai n pada enam kategori adalah 97, sedangkan Metode menyebut 37 partisipan. Angka dan dasar kategorisasi perlu dikonfirmasi oleh penulis sebelum publikasi

Pembahasan

Pola hasil menunjukkan bahwa pengalaman mengajar, paparan pelatihan, dan kondisi fasilitas berjalan beriringan dengan kesiapan guru mengintegrasikan AI dan *coding*. Guru berpengalaman di sekolah dengan fasilitas lengkap memperlihatkan penggunaan teknologi dan kesiapan yang lebih tinggi, sedangkan kelompok dengan akses terbatas membutuhkan dukungan lebih mendasar. Interpretasi ini sejalan dengan Fabian et al. (2024), yang menempatkan integrasi pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten sebagai unsur penting dalam pengembangan TPACK guru. Namun, karena penelitian hanya menggunakan analisis deskriptif, temuan tersebut tidak dapat dipahami sebagai bukti hubungan sebab-akibat.

Kendala kelompok guru berpengalaman lebih banyak berkaitan dengan waktu kerja dan kebutuhan pengayaan pelatihan. Hal ini menunjukkan bahwa kompetensi individual belum cukup apabila lingkungan sekolah tidak menyediakan ruang untuk eksperimen dan pembelajaran profesional. Ruloff dan Petko (2025) menekankan peran tujuan pendidikan dan kepemimpinan kepala sekolah dalam transformasi digital. Dengan demikian, dukungan manajerial perlu mencakup pengaturan waktu, akses pelatihan lanjutan, dan kesempatan berbagi praktik baik. Pada sekolah dengan fasilitas terbatas, sikap positif guru belum selalu berubah menjadi penggunaan teknologi yang konsisten. Keterbatasan perangkat, jaringan, dan dukungan teknis membuat pelatihan generik kurang memadai. Temuan ini selaras dengan Aljemely (2024), yang menunjukkan perlunya pelatihan AI yang kontekstual dan relevan dengan kebutuhan guru. Program pengembangan kompetensi karena itu perlu menggunakan perangkat yang benar-benar tersedia di sekolah, menyediakan alternatif berbiaya rendah, dan disertai pendampingan penerapan di kelas.

Guru pemula dengan paparan pelatihan yang minim menunjukkan pemahaman dan kepercayaan diri yang lebih rendah. Tan et al. (2025) juga mengidentifikasi kesiapan pengetahuan dan pengembangan profesional sebagai persoalan utama dalam penggunaan AI oleh guru. Materi awal bagi kelompok ini dapat difokuskan pada literasi AI, etika, computational thinking, serta kegiatan *coding* sederhana sebelum bergerak menuju integrasi pembelajaran yang lebih kompleks (Liu, 2024). Sebaliknya, guru muda yang aktif mencari sumber belajar mandiri memperlihatkan kesiapan yang relatif lebih baik. Pola ini dapat dijelaskan melalui Technology Acceptance Model: persepsi terhadap kemudahan dan manfaat teknologi berkaitan dengan niat menggunakannya (Ching & Jamaludin, 2025). Meski demikian, inisiatif individual perlu ditopang dengan komunitas belajar agar tidak berhenti sebagai praktik terisolasi. Amemasor et al. (2025) menunjukkan bahwa pengembangan profesional guru dapat memperkuat integrasi digital ketika dilaksanakan secara berkelanjutan dan terhubung dengan praktik mengajar.

Secara sistemik, kesiapan guru merupakan hasil interaksi kapasitas individu, kepemimpinan, infrastruktur, dan budaya kolaboratif. Pemerataan fasilitas perlu disertai dukungan kepemimpinan dan kebijakan yang responsif terhadap kesenjangan digital (Liu et al., 2024; Navaridas-Nalda et al., 2020; Syofian & Yani T., 2024). Perspektif ekuitas juga penting agar implementasi AI dan *coding* tidak memperlebar perbedaan kesempatan belajar antarsekolah (Gottschalk & Weise, 2023). Interpretasi temuan dibatasi oleh beberapa kekurangan pelaporan. Sampel pada Metode berjumlah 37 guru, sedangkan kategori pada Tabel 1 berjumlah 97. Instrumen belum dilengkapi informasi validitas dan reliabilitas, dan proses analisis tematik belum dijelaskan secara rinci. Selain itu, survei persepsi tidak secara langsung mengukur kompetensi mengajar atau mutu penerapan AI dan *coding* di kelas. Penelitian lanjutan perlu menyelaraskan basis sampel, melaporkan karakteristik partisipan dan kualitas instrumen, serta melengkapi data persepsi dengan observasi atau penilaian kinerja.

Simpulan

Penelitian ini mengungkap bahwa kesiapan guru sekolah dasar dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dan *coding* masih beragam dan dipengaruhi oleh faktor pengalaman mengajar, ketersediaan fasilitas teknologi, serta intensitas pelatihan yang pernah diikuti. Guru

dengan pengalaman panjang dan akses terhadap sarana memadai menunjukkan tingkat kesiapan dan kepercayaan diri yang lebih tinggi, sedangkan guru di sekolah dengan keterbatasan infrastruktur dan pelatihan menghadapi tantangan dalam memahami serta menerapkan teknologi pembelajaran. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar guru memiliki sikap positif terhadap AI dan *coding*, sikap tersebut belum selalu berbanding lurus dengan kemampuan praktis di lapangan. Hambatan utama masih terkait dengan keterbatasan sarana, jaringan internet yang tidak stabil, kurangnya pelatihan aplikatif, serta minimnya pendampingan langsung dari pihak profesional. Dukungan kepala sekolah dan lingkungan kerja yang kolaboratif terbukti menjadi faktor pendorong bagi guru untuk lebih terbuka terhadap pembelajaran digital. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan penerapan AI dan *coding* di sekolah dasar sangat ditentukan oleh adanya dukungan sistemik yang kuat. Pemerataan fasilitas teknologi, penyelenggaraan pelatihan kontekstual dan berkelanjutan, serta kebijakan pendidikan yang memberikan ruang inovasi bagi guru merupakan langkah penting untuk memperkuat kapasitas dan kesiapan mereka. Transformasi digital di sekolah dasar hanya dapat berjalan efektif jika disertai kolaborasi antarpihak pemerintah, sekolah, dan lembaga pelatihan guna menciptakan ekosistem pembelajaran yang inklusif, adaptif, dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Akram, H., Abdelrady, A. H., Al-Adwan, A. S., & Ramzan, M. (2022). Teachers' perceptions of technology integration in teaching-learning practices: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 13*, 920317. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.920317>
- Aljemely, Y. (2024). Challenges and best practices in training teachers to utilize artificial intelligence: A systematic review. *Frontiers in Education, 9*, 1470853. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1470853>
- Amemasor, S. K., Oppong, S. O., Ghansah, B., Benuwa, B. B., & Essel, D. D. (2025). A systematic review on the impact of teacher professional development on digital instructional integration and teaching practices. *Frontiers in Education, 10*, 1541031. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1541031>
- Ching, K. W., & Jamaludin, K. A. (2025). Understanding school teachers' acceptance of AI in education: Insights from the Technology Acceptance Model (TAM). *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, 14*(3), 564–579. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v14-i3/25196>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*. Pustaka Pelajar.
- Fabian, A., Backfisch, I., Kirchner, K., & Lachner, A. (2024). A systematic review and meta-analysis on TPack-based interventions from a perspective of knowledge integration. *Computers and Education Open, 7*, 100200. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100200>
- Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education, 29*(1), 12–28. <https://doi.org/10.1002/cae.22255>
- Glaser, M., Aberle, S., & Schwan, S. (2023). Learning versus researching in a desktop virtual reality: How reception goals influence the processing of uncertain information marked by verbal and visual cues. *Computers & Education, 201*, 104826. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104826>
- Gottschalk, F., & Weise, C. (2023). *Digital equity and inclusion in education: An overview of practice and policy in OECD countries* (OECD Education Working Papers No. 299). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/7cb15030-en>

- Hazin, M., Yani, M. T., Trihantoyo, S., Rusdinal, Sulastri, S., & Rahmawati, N. W. D. (2025). Analyzing digitalization in education policy in Indonesia through the policy analysis triangle model. *Journal of Posthumanism*, 5(1), 998–1011. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i1.631>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Kong, S. C., Yang, Y., & Hou, C. (2024). Examining teachers' behavioural intention of using generative artificial intelligence tools for teaching and learning based on the extended technology acceptance model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100328. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100328>
- Liu, K., Tschinkel, R., & Miller, R. (2024). Digital equity and school leadership in a post-digital world. *ECNU Review of Education*, 7(3), 762–783. <https://doi.org/10.1177/20965311231224083>
- Liu, Z. (2024). How AI assisted K–12 computer science education: A systematic review. *Proceedings source as listed in the original manuscript*. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=85202031094&origin=inward>
- Navaridas-Nalda, F., Clavel-San Emeterio, M., Fernández-Ortiz, R., & Arias-Oliva, M. (2020). The strategic influence of school principal leadership in the digital transformation of schools. *Computers in Human Behavior*, 112, 106481. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106481>
- Nowell, L. S., Norris, J. M., White, D. E., & Moules, N. J. (2017). Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/1609406917733847>
- Parasuraman, A., & Colby, C. L. (2015). An updated and streamlined Technology Readiness Index: TRI 2.0. *Journal of Service Research*, 18(1), 59–74. <https://doi.org/10.1177/1094670514539730>
- Ruloff, M., & Petko, D. (2025). School principals' educational goals and leadership styles for digital transformation: Results from case studies in upper secondary schools. *International Journal of Leadership in Education*, 28(2), 422–440. <https://doi.org/10.1080/13603124.2021.2014979>
- Saa, S. (2024). Merdeka Curriculum: Adaptation of Indonesian education policy in the digital era and global challenges. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(3), 1–24. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n3-168>
- Shardey, E., Nabi, F., & Vortia, W. (2025). Teacher readiness for AI and digital tools in K–12 classrooms: A review of professional development trends and gaps. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 7(5), 1–17. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i05.55119>
- Susanti, A. D. D. (2025). Developing 21st-century skills in elementary school students through artificial intelligence. *Pedagogik Journal of Islamic Elementary School*, 8(1), 66–77. <https://doi.org/10.24256/pijies.v8i1.6362>
- Syofian, S., & Yani T., A. (2024). School principal management in realizing freedom for digitalized learning in primary schools. *Progres Pendidikan*, 5(3), 281–287. <https://doi.org/10.29303/prospek.v5i3.1222>
- Tan, X., Cheng, G., & Ling, M. H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100355. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355>

- Wang, W., Schmidt-Crawford, D., & Jin, Y. (2018). Preservice teachers' TPACK development: A review of literature. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(4), 234–258. <https://doi.org/10.1080/21532974.2018.1498039>
- Yue, M., Jong, M. S. Y., & Ng, D. T. K. (2024). Understanding K–12 teachers' technological pedagogical content knowledge readiness and attitudes toward artificial intelligence education. *Education and Information Technologies*, 29(15). <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12621-2>