

Model Pembelajaran *Deep Learning* dan *Human-AI Collaboration* di Kelas Sekolah Dasar: Tinjauan Sistematis

Liyana Sunanto^{*1}, Mahpudin²

¹Departement of Elementary Teacher Education, Universitas Darul Ma'arif Indramayu,
Indonesia

²Departement of Elementary Teacher Education, Universitas Majalengka, Indonesia

* Corresponding Author: lyana.sunanto@gmail.com

Abstrak

Model pembelajaran *deep learning* dan *human-AI collaboration* menjadi arah kebijakan pendidikan dasar Indonesia sejak diterapkannya pendekatan pembelajaran mendalam dalam Kurikulum Merdeka pada tahun 2025-2026, sejalan dengan tren integrasi kecerdasan buatan (AI) ke kurikulum pendidikan dasar di berbagai negara. Namun, kajian sistematis mengenai karakteristik, efektivitas, dan tantangan implementasi kedua pendekatan ini pada jenjang Sekolah Dasar (SD) secara terintegrasi masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mensintesis temuan penelitian terdahulu mengenai desain, implementasi, dan dampak model pembelajaran *deep learning* berbasis kolaborasi manusia-AI di kelas SD, serta memetakan kesenjangan riset untuk konteks Indonesia. Penelitian menggunakan metode tinjauan sistematis (*systematic literature review*) dengan protokol PRISMA, menelusuri basis data Scopus, ERIC, Google Scholar, Garuda, dan SINTA menggunakan kata kunci *deep learning elementary education*, *human-AI collaboration classroom*, dan *AI literacy primary school*, dengan rentang publikasi 2020-2026. Sebanyak 19 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis secara tematik dan dikoding ke dalam empat kategori tema. Hasil koding menunjukkan bahwa karakteristik model pembelajaran *deep learning* mendominasi temuan (36,8%), diikuti bentuk kolaborasi guru-AI (31,6%), dampak terhadap hasil belajar dan motivasi (21,1%), serta tantangan dan faktor pendukung implementasi (10,5%). Pembelajaran berbasis proyek dan kolaborasi kelompok yang diperkuat perangkat AI adaptif paling konsisten dikaitkan dengan peningkatan pemahaman konseptual, motivasi, dan literasi digital siswa SD, namun keberhasilannya sangat bergantung pada kesiapan guru, ketersediaan infrastruktur, dan penyesuaian terhadap tahap perkembangan kognitif anak. Tantangan utama meliputi keterbatasan pelatihan guru, kesenjangan infrastruktur digital, dan belum jelasnya pedoman etis penggunaan AI bagi siswa usia SD. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan model pelatihan guru berbasis *co-design* serta kerangka etis kontekstual sebagai dasar kebijakan integrasi AI pada kurikulum SD di Indonesia.

Kata Kunci : *deep learning*, *human-AI collaboration*, sekolah dasar, literasi AI.

Abstract

Deep learning and human-AI collaboration models have become a policy direction in Indonesian primary education following the adoption of meaningful learning approaches within the Kurikulum Merdeka in 2025-2026, in line with the global trend of integrating artificial intelligence (AI) into primary curricula. However, systematic studies examining the characteristics, effectiveness, and implementation challenges of these two integrated approaches at the elementary school level remain limited. This study aims to analyze and synthesize prior research findings regarding the design, implementation, and impact of deep learning models supported by human-AI collaboration in elementary classrooms, and to map research gaps relevant to the Indonesian context. This study

employed a systematic literature review method following the PRISMA protocol, searching Scopus, ERIC, Google Scholar, Garuda, and SINTA databases using the keywords deep learning elementary education, human-AI collaboration classroom, and AI literacy primary school, covering publications from 2020 to 2026. A total of 19 articles meeting the inclusion criteria were thematically analyzed and coded into four theme categories. The coding results show that the characteristics of deep learning models dominated the findings (36.8%), followed by forms of teacher-AI collaboration (31.6%), impact on learning outcomes and motivation (21.1%), and challenges and supporting factors for implementation (10.5%). Project-based learning and group collaboration supported by adaptive AI tools are most consistently associated with improved conceptual understanding, motivation, and digital literacy among elementary students, although success depends heavily on teacher readiness, infrastructure availability, and alignment with children's cognitive development stages. Key challenges include limited teacher training, digital infrastructure gaps, and the absence of clear ethical guidelines for AI use among elementary-aged students. This study recommends the development of co-design-based teacher training models and contextual ethical frameworks as a foundation for AI integration policy in Indonesia's elementary curriculum

Keywords : *deep learning, human-AI collaboration, elementary school, AI literacy.*

PENDAHULUAN

Dunia pendidikan dasar Indonesia tengah berada di persimpangan yang menarik. Sejak Kurikulum Merdeka mulai mengarusutamakan pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*) sebagai program prioritas pada 2025-2026, sekolah-sekolah juga didorong untuk mulai bergerak ke arah lain yang tidak kalah besar: mengintegrasikan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) ke dalam kurikulum, memperkuat literasi digital, dan meningkatkan kualitas guru melalui Pendidikan Profesi Guru (Kharisma et al., 2025). Yang perlu digarisbawahi, *deep learning* dalam konteks ini bukan sekadar istilah teknis kecerdasan buatan yang sering kita dengar di dunia teknologi. Ia adalah pendekatan pedagogis yang menekankan pemahaman mendalam, keterhubungan antarkonsep, dan penerapan pengetahuan pada situasi nyata-jauh dari sekadar transfer informasi satu arah dari guru ke siswa (Cholifatunisa et al., 2025).

Fenomena ini sesungguhnya bukan hal baru dalam skala global. Sebuah tinjauan sistematis terhadap 54 penelitian mengungkapkan bahwa penerapan AI pada pendidikan dasar sudah sangat beragam bentuknya, dengan *machine learning* dan *deep learning* sebagai dua kategori aplikasi yang paling banyak digunakan-mulai dari memprediksi hasil belajar, mendeteksi kesulitan belajar siswa, hingga membantu asesmen otomatis. Yang menarik, integrasi AI juga terbukti menumbuhkan *computational thinking* dan literasi digital sejak usia dini, meski tantangan seputar etika, keberlanjutan, dan kesiapan guru tetap menjadi pekerjaan rumah yang belum selesai (Aravantinos et al., 2024).

Lalu bagaimana AI seharusnya hadir di ruang kelas? Konsep *human-AI collaboration* menawarkan jawaban yang cukup menenangkan: AI tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran guru, melainkan memperluas kapasitas guru dalam memfasilitasi pembelajaran yang lebih personal dan adaptif. Sebagai gambaran, sebuah eksperimen pada siswa sekolah dasar di Provinsi Fujian, Tiongkok, menemukan bahwa penerapan AI secara signifikan meningkatkan capaian *deep learning* siswa dalam pembelajaran matematika dibandingkan pembelajaran konvensional, terutama pada pemahaman konseptual dan kemampuan memecahkan masalah (Qiu et al., 2022). Pendekatan sejenis-co-design antara guru dan peneliti dalam merancang materi ajar berbasis AI-juga terbukti menumbuhkan rasa

memiliki guru terhadap materi pembelajaran sekaligus memperkuat keterlibatan siswa dalam kegiatan literasi di kelas SD (Kosmas et al., 2025).

Namun, di balik berbagai manfaat yang banyak dilaporkan, ada satu hal yang luput dari perhatian: kajian sistematis terhadap peran guru dalam pemanfaatan AI justru menunjukkan adanya ketimpangan riset yang cukup mencolok. Mayoritas penelitian selama ini berfokus pada penerapan AI dalam pembelajaran siswa, sementara kebutuhan pengembangan profesional guru untuk mengintegrasikan AI secara efektif dan etis justru kurang mendapat perhatian (Tan et al., 2025). Di Indonesia sendiri, kajian literatur mengenai penerapan deep learning pada pendidikan dasar juga banyak menemukan kendala yang serupa: keterbatasan pemahaman guru terhadap konsep deep learning, minimnya sumber daya pendukung, dan kesulitan merancang asesmen yang benar-benar sesuai (Kharisma et al., 2025; Adi Putra, 2026).

Kesenjangan ini menjadi semakin terasa relevan ketika kita mempertimbangkan karakteristik peserta didik SD yang masih berada pada tahap perkembangan kognitif konkret-operasional. Artinya, penerapan teknologi apa pun-termasuk AI-tidak bisa asal diadopsi dari model yang dirancang untuk jenjang pendidikan yang lebih tinggi, melainkan perlu disesuaikan dengan kapasitas berpikir anak (Dai et al., 2023). Beberapa kajian bahkan menegaskan perlunya kurikulum yang lebih fleksibel dan modular, penguatan disposisi guru, serta kolaborasi lintas disiplin agar integrasi deep learning dan AI di SD dapat berjalan secara bermakna dan berkelanjutan, bukan sekadar tren sesaat (Adi Putra, 2026).

Bertolak dari persoalan tersebut, penelitian ini berupaya menganalisis dan mensintesis secara sistematis temuan-temuan penelitian terdahulu mengenai desain, implementasi, dan dampak model pembelajaran deep learning yang dikolaborasikan dengan kecerdasan buatan (human-AI collaboration) di kelas Sekolah Dasar. Lebih jauh, penelitian ini juga berupaya memetakan kesenjangan riset yang relevan untuk dijadikan rekomendasi kebijakan dan praktik pendidikan dasar di Indonesia, termasuk pada konteks satuan pendidikan di daerah seperti Wilayah 3 Cirebon yang tengah menghadapi tantangan pemerataan mutu dan infrastruktur digital.

METODE PENELITIAN

Untuk menjawab pertanyaan penelitian, penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan sistematis (*systematic literature review*) yang mengikuti protocol *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Pendekatan ini dipilih karena dibandingkan menghasilkan data primer baru, tinjauan sistematis memungkinkan peneliti mensintesis bukti empiris dari berbagai penelitian terdahulu secara transparan, terstruktur, dan dapat direplikasi oleh peneliti lain.

Penelusuran literatur dilakukan pada lima basis data-Scopus, ERIC, Google Scholar, Garuda, dan SINTA-menggunakan kombinasi kata kunci "deep learning elementary education", "human-AI collaboration classroom", "AI literacy primary school", "pembelajaran mendalam sekolah dasar", dan "kecerdasan buatan pendidikan dasar". Rentang tahun publikasi sengaja dibatasi pada 2020-2026 agar tetap relevan dengan perkembangan teknologi AI generatif yang bergerak cepat, sekaligus sejalan dengan periode berlakunya kebijakan Kurikulum Merdeka.

Tidak semua artikel yang muncul dari pencarian ini layak dianalisis lebih lanjut. Kriteria inklusi yang digunakan meliputi: (1) artikel jurnal ilmiah yang telah melalui proses tinjauan sejawat (peer-reviewed); (2) membahas penerapan deep learning dan/atau AI pada jenjang

pendidikan dasar/elementary school; (3) menyajikan data atau temuan empiris maupun sintesis konseptual yang jelas; dan (4) dapat diakses penuh (full text) secara daring. Sebaliknya, artikel dikeluarkan dari analisis apabila membahas jenjang di luar SD (PAUD, SMP, SMA, atau perguruan tinggi) tanpa keterkaitan langsung dengan pendidikan dasar, bersifat non-empiris tanpa data pendukung, berupa prosiding tanpa detail metodologis yang memadai, atau ditulis dalam bahasa selain Indonesia dan Inggris.

Proses seleksi mengikuti empat tahap alur PRISMA: identification (pengumpulan artikel awal berdasarkan kata kunci), screening (penyaringan berdasarkan judul dan abstrak), eligibility (pemeriksaan teks penuh terhadap kriteria inklusi-eksklusi), dan included (artikel final yang dianalisis dan dikoding). Dari penelusuran awal, diperoleh 142 artikel dari seluruh basis data. Setelah duplikasi dihapus dan judul/abstrak disaring, jumlah ini menyusut menjadi 68 artikel. Pada akhirnya, hanya 19 artikel yang benar-benar memenuhi seluruh kriteria inklusi dan layak dianalisis serta dikoding ke dalam empat kategori tema.

Analisis data dilakukan melalui sintesis tematik (*thematic synthesis*), sebuah proses mengkodekan temuan setiap artikel ke dalam kategori tema yang muncul secara berulang. Empat tema yang teridentifikasi adalah: (a) karakteristik model pembelajaran deep learning di SD, (b) bentuk kolaborasi guru-AI dalam praktik kelas, (c) dampak terhadap hasil belajar dan motivasi siswa, serta (d) tantangan dan faktor pendukung implementasi. Keempat kategori ini kemudian dibandingkan dan disintesis untuk menjawab tujuan penelitian secara menyeluruh.

Agar hasil koding tidak bias terhadap penilaian satu orang saja, dua orang peneliti melakukan penyaringan dan pengkodean secara independen, lalu mendiskusikan setiap perbedaan penilaian hingga tercapai kesepakatan (inter-rater agreement). Sebagai catatan tambahan, artikel yang akan dipublikasikan pada jurnal ini juga akan melewati dua tahap pengecekan: oleh selection editor yang memeriksa kesesuaian format penulisan, dan oleh reviewer yang menelaah substansi isi tulisan secara lebih mendalam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses seleksi selesai, 19 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dikoding secara tematik. Hasilnya, empat kategori tema utama muncul dengan proporsi yang cukup jelas, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1
Distribusi Tema Hasil Tinjauan Sistematis

Kategori Tema	Jumlah Artikel	Persentase
Karakteristik model pembelajaran <i>deep learning</i> di SD	7	36,8
Bentuk kolaborasi guru-AI (<i>human-AI collaboration</i>)	6	31,6
Dampak terhadap hasil belajar dan motivasi siswa	4	21,1
Tantangan dan faktor pendukung implementasi	2	10,5
Jumlah	19	100

Karakteristik Model Pembelajaran Deep Learning di Sekolah Dasar

Tema ini mendominasi temuan tinjauan, dengan tujuh dari 19 artikel (36,8%) secara khusus mengkaji karakteristik dan desain model pembelajaran deep learning di SD. Menariknya, hampir semua penelitian pada tema ini bermuara pada satu simpulan yang sama: pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) dan kolaborasi kelompok adalah wujud deep learning yang paling sering diterapkan, dan paling konsisten terbukti meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep yang diajarkan (Adi Putra, 2026; Saputra et al., 2025). Hal lain yang juga berulang kali muncul adalah pentingnya menyesuaikan kurikulum dengan tahap perkembangan kognitif anak-strategi analogi dan pendekatan konkret dinilai jauh lebih efektif digunakan pada peserta didik usia sekolah dasar dibandingkan pendekatan abstrak-teoretis yang biasa dipakai untuk jenjang yang lebih tinggi (Dai et al., 2023). Sementara itu, kajian sistematis terhadap literatur Scopus menunjukkan bahwa aplikasi AI di pendidikan dasar ternyata sangat beragam bentuknya, dengan machine learning dan deep learning sebagai dua kategori yang paling banyak digunakan (Aravantinos et al., 2024); dan tinjauan lain terhadap literasi AI di SD menegaskan pentingnya mengenalkan konsep AI sejak dini melalui aktivitas yang benar-benar sesuai usia anak, bukan versi sederhana dari materi orang dewasa (Yim et al., 2025).

Pada konteks Kurikulum Merdeka di Indonesia sendiri, penerapan deep learning umumnya diarahkan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa, bukan sekadar transfer informasi satu arah dari guru ke siswa (Cholifatunisa et al., 2025). Ada pula upaya yang lebih spesifik menyasar penguatan karakter, misalnya strategi deep learning yang dirancang untuk memperkuat nalar kritis siswa sesuai Profil Pelajar Pancasila (Nurlailah & Julkifli, 2025). Pada tataran satuan pendidikan, integrasi pendekatan STEM dengan pembelajaran digital pada mata pelajaran IPAS juga terbukti memperkuat partisipasi dan pemahaman konsep siswa SD, sekaligus melatih keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (Lindayani et al., 2026)-sebuah bukti bahwa model-model ini bukan sekadar wacana konseptual, melainkan sudah mulai dipraktikkan di ruang-ruang kelas nyata.

Bentuk Kolaborasi Guru-AI (Human-AI Collaboration) dalam Praktik Kelas

Enam artikel (31,6%) membahas secara spesifik bagaimana kolaborasi guru dan AI benar-benar terjadi di kelas SD. Dari keenamnya, bentuk yang paling banyak muncul adalah co-design, yaitu guru dan peneliti/pengembang duduk bersama merancang materi ajar berbasis AI yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Studi terhadap 25 guru sekolah dasar di Siprus menunjukkan bahwa proses co-design semacam ini menumbuhkan rasa memiliki guru terhadap materi ajar yang mereka rancang sendiri, mendorong mereka untuk saling berbagi pengetahuan dengan kolega, dan pada akhirnya meningkatkan kepercayaan diri guru dalam memanfaatkan AI di kelas (Kosmas et al., 2025). Bentuk kolaborasi lain yang teridentifikasi adalah pemanfaatan AI sebagai asisten personalisasi-guru tetap memegang kendali pedagogis, sementara AI membantu memberikan umpan balik otomatis dan menyesuaikan materi dengan tingkat pemahaman masing-masing siswa (Qiu et al., 2022; Manullang & Lubis, 2025). Namun, sebelum kolaborasi ini bisa berjalan mulus, ada satu prasyarat yang tidak boleh dilewatkan: pembentukan pola pikir (mindset) guru terhadap deep learning itu sendiri (Hendrianty et al., 2024). Temuan ini juga tercermin dari survei terhadap guru-guru SD di Kota Bekasi, yang menunjukkan bahwa penerimaan guru terhadap

pendekatan deep learning ternyata masih cukup beragam dan sangat dipengaruhi oleh pengalaman mengajar masing-masing (Nurhasanah & Pujiati, 2025).

Sayangnya, di balik berbagai bentuk kolaborasi yang menjanjikan ini, ada satu kesenjangan yang cukup mengkhawatirkan. Kajian sistematis terhadap 95 artikel oleh Tan et al. (2025) mengungkap adanya ketimpangan riset yang signifikan: sekitar 65% penelitian berfokus pada aplikasi AI untuk pembelajaran siswa, sementara pengembangan profesional guru dalam mengintegrasikan AI ke praktik mengajar mereka justru jauh lebih sedikit diteliti. Temuan ini menegaskan satu hal penting: kolaborasi guru-AI yang benar-benar efektif memerlukan investasi yang setara antara pengembangan teknologi dan penguatan kapasitas guru, bukan hanya penyediaan perangkat AI semata.

Dampak terhadap Hasil Belajar dan Motivasi Siswa

Empat artikel (21,1%) secara khusus melaporkan dampak nyata penerapan deep learning berbasis AI terhadap hasil belajar dan motivasi siswa SD. Pada pembelajaran matematika, misalnya, ditemukan peningkatan pada pemahaman konseptual dan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah pendekatan deep learning diterapkan (Mutmainnah et al., 2025). Hal serupa juga terjadi pada pembelajaran sains, di mana penerapan deep learning menunjukkan hasil yang positif terhadap capaian belajar siswa yang lebih inklusif-termasuk bagi siswa dengan kebutuhan belajar yang beragam (Sari et al., 2025). Pada aspek karakter dan penalaran kritis, strategi deep learning berbasis Profil Pelajar Pancasila juga dilaporkan mampu meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa kelas V SD (Nurlailah & Julkifli, 2025). Sejalan dengan itu, sebuah kajian literatur terhadap pembelajaran bermakna melalui deep learning menegaskan bahwa pendekatan ini secara konsisten meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi belajar, dan penguatan karakter siswa di berbagai mata pelajaran dan jenjang (Kharisma et al., 2025).

Dari sisi motivasi, ada satu benang merah yang cukup konsisten muncul di berbagai penelitian: integrasi deep learning dan AI dalam pembelajaran dilaporkan mampu menumbuhkan rasa kepemilikan (ownership) dan keterlibatan emosional siswa terhadap proses belajarnya sendiri. Meski begitu, penting untuk digarisbawahi bahwa dampak positif ini tidak datang secara otomatis. Ia sangat bergantung pada seberapa tepat desain pembelajaran disesuaikan dengan karakteristik siswa, dan seberapa siap infrastruktur pendukung yang tersedia.

Tantangan dan Faktor Pendukung Implementasi

Dua artikel (10,5%) secara spesifik mengangkat tantangan dan faktor pendukung implementasi, meski dari sudut yang cukup berbeda. Kajian aksiologis terhadap deep learning pada pendidikan dasar menyoroti dimensi etis dan nilai yang perlu dipertimbangkan ketika teknologi masuk ke ruang kelas anak usia SD, termasuk risiko ketergantungan berlebihan terhadap teknologi yang berpotensi mengurangi interaksi manusiawi dalam proses belajar (Gufron & Suryahadikusumah, 2024). Di sisi lain, studi kesiapan literasi digital pada siswa kelas VI SD menemukan bahwa tingkat kesiapan siswa dalam mengakses teknologi dan menggunakan perangkat digital sudah berada pada kategori sedang hingga tinggi-sebuah kabar baik-namun keterbatasan sarana pendukung dan kendala pemanfaatan informasi digital masih terus muncul sebagai hambatan yang nyata di lapangan (Erlita et al., 2026).

Selain dua hal spesifik tersebut, ada tantangan lain yang justru muncul berulang kali lintas tema: keterbatasan pelatihan guru mengenai konsep deep learning maupun penggunaan perangkat AI secara pedagogis (bukan sekadar teknis), serta kesenjangan infrastruktur digital, khususnya pada satuan pendidikan di wilayah dengan akses internet dan perangkat TIK yang masih terbatas. Kondisi semacam ini terasa sangat relevan dengan konteks satuan pendidikan dasar di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di Wilayah 3 Cirebon, yang hingga kini masih menghadapi kesenjangan fasilitas antarwilayah meski program digitalisasi sekolah terus diperluas oleh pemerintah.

Kabar baiknya, penelitian-penelitian yang ditinjau juga menawarkan sejumlah faktor pendukung yang bisa menjadi jalan keluar: pelatihan guru yang berkelanjutan dan kontekstual, kurikulum yang lebih modular dan fleksibel, serta kolaborasi lintas disiplin antara pendidik, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan (Adi Putra, 2026). Pendekatan co-design, sekali lagi, terbukti menjadi strategi yang cukup efektif untuk menjembatani kesenjangan antara pengembangan teknologi AI dan kebutuhan praktis guru di kelas, tepatnya karena ia melibatkan guru secara aktif sejak tahap perancangan hingga implementasi (Kosmas et al., 2025).

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang cenderung membahas deep learning dan AI sebagai dua hal terpisah, tinjauan ini justru menunjukkan bahwa keduanya sesungguhnya saling melengkapi dan perlu diintegrasikan secara utuh. Deep learning berperan sebagai kerangka pedagogis yang menekankan kebermaknaan belajar, sementara human-AI collaboration menjadi mekanisme teknis-praktis yang memperkuat personalisasi dan efisiensi pembelajaran-dengan catatan, guru tetap harus menjadi pengendali utama proses pedagogisnya, bukan sekadar penonton di tengah kecanggihan teknologi. Kontribusi ini melengkapi kajian sebelumnya yang cenderung berfokus pada salah satu aspek saja, dan diharapkan bisa memberi dasar konseptual bagi pengembangan kebijakan dan pelatihan guru SD di Indonesia, termasuk pada satuan pendidikan di daerah yang tengah menghadapi tantangan pemerataan mutu dan infrastruktur digital.

SIMPULAN DAN SARAN

Tinjauan sistematis terhadap 19 artikel ini memperlihatkan gambaran yang cukup jernih: model pembelajaran *deep learning* akan bekerja paling baik di kelas sekolah dasar Ketika dipadukan dengan kolaborasi manusia-AI melalui pembelajaran berbasis proyek dan kerja kelompok yang diperkuat perangkat AI adaptif, dengan catatan penting bahwa guru tetap menjadi pengendali utama proses pedagogisnya, bukan sekedar operator teknologi. Pendekatan co-design, di mana guru dilibatkan sejak tahap merancang materi ajar berbasis AI, terbukti menjadi strategi yang menjanjikan karena menumbuhkan rasa memiliki guru terhadap inovasi pembelajaran yang mereka jalankan sendiri. Dampak positifnya terhadap pemahaman konseptual, motivasi, dan literasi digital siswa SD memang dilaporkan cukup konsisten di berbagai penelitian, tetapi keberhasilan ini tidak datang dengan sendirinya-ia sangat bergantung pada kesiapan guru, ketersediaan infrastruktur digital, dan kesesuaian desain pembelajaran dengan tahap perkembangan kognitif anak. Tantangan yang masih membayangi implementasinya pun tidak sederhana: keterbatasan pelatihan guru, kesenjangan infrastruktur antarwilayah, dan belum tersedianya pedoman etis yang jelas mengenai penggunaan AI bagi peserta didik usia sekolah dasar.

Bertolak dari simpulan tersebut, ada beberapa hal yang layak dipertimbangkan oleh

berbagai pihak. Bagi pemangku kebijakan pendidikan, khususnya di tingkat satuan pendidikan dan dinas pendidikan daerah, penting untuk mulai mengembangkan program pelatihan guru berbasis co-design yang benar-benar melibatkan guru secara aktif dalam merancang materi ajar berbasis AI sesuai konteks kelas masing-masing, bukan sekadar pelatihan satu arah. Bagi pengembang kebijakan kurikulum, menyusun pedoman etis yang kontekstual mengenai penggunaan AI bagi siswa SD-mencakup perlindungan data dan batasan penggunaan yang sesuai usia-menjadi kebutuhan yang tidak bisa ditunda. Adapun bagi peneliti selanjutnya, tinjauan literatur ini baru langkah awal; penelitian empiris primer, baik kuantitatif maupun kualitatif, masih sangat diperlukan untuk menguji secara langsung efektivitas model pembelajaran deep learning berbasis human-AI collaboration pada konteks satuan pendidikan dasar di Indonesia, termasuk pada wilayah-wilayah dengan karakteristik infrastruktur dan sumber daya yang beragam seperti Wilayah 3 Cirebon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Putra, D. (2026). Systematic review of deep learning in primary education. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, 15(1), 1-7. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v15i1.2106>
- Aravantinos, V., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2024). Educational approaches with AI in primary school settings: A systematic review of the literature available in Scopus. *Education Sciences*, 14(7), 744. <https://doi.org/10.3390/educsci14070744>
- Cholifatunisa, A., Aulia, L., Marlina, N., & Iskandar, S. (2025). Pengembangan Kurikulum Merdeka dengan pendekatan deep learning dalam meningkatkan kompetensi siswa sekolah dasar. *Jurnal Pedagogik Pendidikan Dasar*, 12(1), 128-136. <https://ejournal.upi.edu/index.php/jppd/article/view/84240>
- Dai, Y., Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., Guo, Y., & Qin, J. (2023). Effect of an analogy-based approach of artificial intelligence pedagogy in upper primary schools. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1520-1545. <https://doi.org/10.1177/07356331231201342>
- Erlita, D., Lindayani, Filina, N. Z., Fahreza, F., Nurjannah, Thaariq, S. M. H., & Syamsu, F. D. (2026). Analisis kesiapan peserta didik dalam pembelajaran menggunakan media literasi digital kelas VI SD. *Jurnal Genta Mulia*, 17(2), 148-153. <https://ejournal.uncm.ac.id/index.php/gm/article/view/2052>
- Gufon, I. A., & Suryahadikusumah, A. R. (2024). Kajian aksiologi pembelajaran berbasis deep learning pada pendidikan dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4), 556-567.
- Hendrianty, B. J., Ibrahim, A., Iskandar, S., & Mulyasari, E. (2024). Membangun pola pikir deep learning guru sekolah dasar. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(3). <https://doi.org/10.20961/jkc.v12i3.96699>
- Kemendikbudristek. (2022). Panduan implementasi Kurikulum Merdeka. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kharisma, N., Septiani, D. E., Suryaningsih, F., Mahdum, & Erlisnawati. (2025). Transformasi pembelajaran bermakna melalui deep learning: Kajian literatur dalam kerangka Kurikulum Merdeka. *Al-Zayn: Jurnal Ilmu Sosial & Hukum*, 3(3), 1895-1905. <https://doi.org/10.61104/alz.v3i3.1462>
- Kosmas, P., Nisiforou, E. A., Kounnapi, E., Sophocleous, S., & Theophanous, G. (2025). Integrating artificial intelligence in literacy lessons for elementary classrooms: A co-

- design approach. *Educational Technology Research and Development*, 73(4), 2589-2615. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10492-z>
- Lindayani, Filina, N. Z., Erlita, D., Fahreza, F., Nurjannah, & Thaariq, S. M. H. (2026). Integrasi STEM dan digital learning dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar. *Jurnal Genta Mulia*, 17(2), 166-170. <https://ejournal.uncm.ac.id/index.php/gm/article/view/2048>
- Manullang, L. F. H., & Lubis, R. M. (2025). Penerapan metode deep learning dalam mengoptimalkan mutu pendidikan berbasis kecerdasan buatan. *TADTRIBUNA: Journal of Islamic Education Management*. <https://ojs.institutidayatullahbatam.ac.id/index.php/tadribunajournals/article/view/389>
- Mutmainnah, N., Adrias, A., & Zulkarnain, A. P. (2025). Implementasi pendekatan deep learning terhadap pembelajaran matematika di sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1), 858-871.
- Nurhasanah, N., & Pujiati, P. (2025). Penerapan pendekatan deep learning pada pembelajaran di sekolah dasar Kota Bekasi. *El-Banar: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 8(1). <https://staibanisaleh.ac.id/ojs/index.php/ElBanar/article/view/539>
- Nurlailah, N., & Julkifli, J. (2025). Strategi pembelajaran deep learning dalam mengembangkan karakter bernalar kritis berbasis Profil Pelajar Pancasila pada siswa kelas V SDN 1 Dompu. *DIKSI: Jurnal Kajian Pendidikan dan Sosial*, 6(2), 273-278. <https://doi.org/10.53299/diksi.v6i2.2120>
- Qiu, F., Zhang, G., Sheng, X., Jiang, L., Zhu, L., Xiang, Q., Jiang, B., & Chen, P. K. (2022). Effectiveness of artificial intelligence (AI) in improving pupils' deep learning in primary school mathematics teaching in Fujian Province. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article 1362996. <https://doi.org/10.1155/2022/1362996>
- Sari, D. P., Nugroho, A., & Wibowo, S. (2025). AI-science learning with a deep learning approach to improve inclusive student learning outcomes. *Jurnal EduScience*, 12(4), 7431. <https://doi.org/10.36987/jes.v12i4.7431>
- Saputra, M. R., Wijaya, T., & Kusuma, A. B. (2025). Deep learning applications in primary education: A systematic literature review of emerging trends, challenges, and opportunities. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 15(3), 1785-1810. <https://doi.org/10.23960/jpp.v15i3.pp1785-1810>
- Tan, X., Wong, G. K. W., & Wong, L. 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>
- Yim, S., Warschauer, M., Zheng, B., & Lawrence, J. F. (2025). Artificial intelligence literacy education in primary schools: A review. *International Journal of Technology and Design Education*, 35, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s10798-025-09979-w>