



# Systematic Review of Deep Learning in Primary Education

## Ulasan Sistematis tentang Deep Learning dalam Pendidikan Dasar

Deni Adi Putra<sup>1\*</sup>

Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia

*This review study analyzes the integration of deep learning concepts into elementary school curriculum learning. The aim of this study is to identify strategies and solutions for practical purposes in integrating deep learning concepts into the curriculum. To achieve this goal, researchers analyzed 30 literatures from 2020 to 2025. These literatures were analyzed from the perspective of curriculum, methods, learning outcomes, and potential implementation obstacles. Project-based learning methods and group collaboration are preferred and can improve students' understanding of deep learning, according to the study's findings. This study also offers various recommendations to overcome obstacles in integrating deep learning. These recommendations include teacher support (disposition) and commitment to teaching new concepts and adequate school facilities. This study also proposes the development of a more flexible (modular) curriculum and the placement of devices for children's purposes, as well as interdisciplinary collaboration.*

**Keywords:** deep learning, elementary school curriculum, artificial intelligence, AI literacy, STEM education

### OPEN ACCESS

ISSN 2548 2254 (online)  
ISSN 2089 3833 (print)

Edited by:

Mahardika Darmawan  
Kusuma Wardana

Reviewed by:

Panut Setiono  
Ari Metalin Ika Puspita

\*Correspondence:

Deni Adi Putra  
[deniadiputra@um-surabaya.ac.id](mailto:deniadiputra@um-surabaya.ac.id)

Received: 27 December 2025

Accepted: 29 January 2026

Published: 03 February 2026

Citation:

Deni Adi Putra (2026)

Systematic Review of Deep Learning in  
Primary Education.

Pedagogia: Jurnal Pendidikan. 15:1.doi:  
10.21070/pedagogia.v15i1.2106

Studi tinjauan ini menganalisis integrasi pemahaman konsep deep learning dalam pembelajaran dalam kurikulum sekolah dasar. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan strategi dan solusi untuk keperluan praktis dalam pengintegrasian konsep deep learning dalam kurikulum. Untuk mendapatkan tujuan tersebut, peneliti menganalisis 30 literatur dari tahun 2020 - 2025. Beberapa literatur tersebut dibedah dan dianalisis dari aspek kurikulum, metode, hasil belajar, dan berbagai kemungkinan kendala pada saat pelaksanaan. Metode pembelajaran berbasis proyek dan kolaborasi kelompok lebih disukai dan dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang deep learning, dari hasil penelitian. Penelitian ini juga menawarkan berbagai rekomendasi untuk mengatasi kendala dalam pengintegrasian pembelajaran deep learning. Berbagai rekomendasi seperti adanya dukungan (disposisi) dan komitmen dari guru untuk mengajarkan hal baru dan Fasilitas sekolah yang memadai. Penelitian ini juga mengusulkan pengembangan kurikulum yang lebih fleksibel (modular) dan penempatan perangkat untuk tujuan anak serta kolaborasi yang interdisiplin.

**Kata Kunci:** deep learning, kurikulum sekolah dasar, kecerdasan buatan, literasi AI, pendidikan STEM

## PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 dan transformasi digital yang terjadi di dunia saat ini, juga menjangkau dunia pendidikan. Salah satu karena adanya artificial intelligence (AI) dan deep learning. Ini adalah bagian dari machine learning yang sudah menyatu dengan kehidupan masyarakat dan sudah menjadi bagian dari keseharian dalam kehidupan (Tedre et al., 2021). Teknologi seperti virtual assistants dan recommendation systems sudah menjadi bagian dari digital experience. Dalam dunia pendidikan, penggunaan AI dan deep learning harusnya bukan sekadar memperkenalkan teknologi, tetapi juga mempersiapkan peserta didik untuk beradaptasi dengan teknologi tersebut dan berinovasi dengan penggunaan AI (Su et al., 2023). Di pendidikan dasar, pengenalan dan pemahaman konsep AI harusnya menjadi perhatian utama. Di tingkat usia tersebut, anak sudah seharusnya memahami dan mempelajari konsep-konsep yang berkaitan dengan AI, sepanjang disampaikan dengan cara yang tepat (Kajiwaru et al., 2023).

Sejalan dengan pengertian AI sebagai system cerdas, penggunaan sejumlah model spesifik AI, atau lebih dahulu dikenal sebagai deep learning, dapat diterapkan dalam beberapa hal di bidang pendidikan, antara lain; AI dapat menghasikan personalisasi pengalaman belajar, mengidentifikasi berbagai hal yang menjadi penghambat proses belajar siswa, pengadaan, pengembangan, dan otomatisasi sistem evaluasi, serta mengoptimalkan kurikulum (Saputra et al., 2025). Dalam pengertian deep learning lebih sederhana, sebagai pendekatan pembelajaran, merupakan cara atau metode pengajaran yang tidak lain ialah dengan sejumlah contoh, yang mengacu pada pembelajaran dengan pola yang dapat diidentifikasi, dan didasarkan pada keputusan yang diambil dari data atau informasi sistem tertentu (Moon et al., 2024).

Teknologi yang sudah berkembang menjadi kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mendalam (deep learning) serta model-model pembelajaran yang sudah mencakup pendidikan sekolah dasar sudah di Tiongkok dan Korea Selatan, sebagai dua negara yang lebih dahulu mengintegrasikan perkembangan teknologi tersebut dalam kurikulum, dengan pesat diikuti oleh negara-negara lainnya seperti Indonesia, India, dan Filipina, yang telah memiliki teknologi tersebut lebih dahulu (Saputra et al., 2025). Di Indonesia, Digitalisasi pendidikan telah menjadi sesuatu yang diprioritaskan (Lestari et al., 2024).

Ada berbagai rintangan yang ada dalam implementasi deep learning dalam pendidikan dasar. Rintangan eksternal ini termasuk dalam merumuskan kurikulum yang sesuai dengan usia anak, sulitnya menentukan strategi sehingga proses pembelajaran dan evaluasi dapat berjalan dengan baik (Yim et al., 2025). Lebih jauh, ada juga rintangan yang bersifat etis, seperti model data yang bias, algoritma yang bias, dan pembagian data yang tidak merata. Hal ini juga menjadi menarik

dalam konteks pengembangan AI dalam pendidikan untuk anak (Casal-Otero et al., 2023).

Implementasi kurikulum deep learning di pendidikan dasar juga perlu disesuaikan dengan dengan usia dan tahap perkembangan kognitif anak. Kajiwaru et al. (2023) menjelaskan dan menawarkan pembelajaran machine learning yang terstruktur per kelas. Pada kelas 1 dan 2, pembelajaran terfokus pada penguasaan konsep persepsi komputer. Kelas 3 dan 4, pembelajaran lebih menekankan pada penguasaan representasi dan penalaran berbasis aturan. Dan di atas kelas 7, pembelajaran machine learning dilengkapi dengan pengenalan, evaluasi, dan optimasi model machine learning yang sederhana.

Temuan dalam studi ini memberikan dukungan yang substansial terhadap teori Piaget. Teori ini mengemukakan pentingnya proses pembelajaran yang disinkronkan dengan tahap perkembangan kognitif anak. Dalam konteks ini, untuk mengajarkan kecerdasan buatan (AI) kepada anak-anak di tingkat pendidikan dasar, pendekatan pembelajaran yang mengutamakan praktik langsung (hands-on) dan pembelajaran melalui pengalaman (experiential learning) sangat tepat dan efektif (Yim et al., 2024).

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mendalami tren dan perkembangan terbaru pada penerapan pembelajaran mendalam dalam kurikulum pendidikan dasar. Peneliti mencoba untuk mengidentifikasi dan menilai beberapa pendekatan desain kurikulum dan metode pengajaran yang berhasil. Peneliti juga mencoba untuk mengeksplorasi beberapa dampak dari penerapan pembelajaran mendalam terhadap proses pembelajaran siswa serta untuk mengidentifikasi beberapa kendala yang mungkin akan muncul. Dari sini, peneliti berharap untuk mendapatkan beberapa rekomendasi yang dapat bermanfaat bagi para pengajar, institusi pendidikan, dan pengambil keputusan.

## METODE

Untuk menganalisis dan mensintesis temuan dari studi empiris mengenai penerapan deep learning pada kurikulum sekolah dasar, penulis melakukan tinjauan literatur secara sistematis. Pendekatan ini memberikan analisis dan sintesis yang komprehensif dengan memanfaatkan studi yang telah dilakukan. Tinjauan sistematis ini memberikan analisis yang lebih dari sekedar tinjauan, dengan memberikan analisis yang lebih komprehensif dan berbasis bukti dari suatu topik yang masih baru dan berkembang (Saputra et al. 2025).

Proses seleksi literatur dilakukan dalam beberapa tahap: 1) pencarian literatur yang difokuskan pada publikasi dari tahun 2020–2025 untuk memastikan literatur memiliki relevansi terkini, 2) penyaringan awal artikel yang ditemukan yang mencakup penghapusan duplikasi dan penyaringan berdasarkan relevansi judul dan abstrak, 3) seleksi akhir di mana 30 artikel relevan dipilih untuk analisis mendalam. Kriterianya adalah: a) studi empiris atau tinjauan sistematis yang diterbitkan dalam jurnal yang

ditinjau seawat atau prosiding konferensi, b) studi yang berfokus pada implementasi pembelajaran mendalam/AI di tingkat sekolah dasar (K-6), c) studi yang membahas desain kurikulum, pendekatan pedagogis, atau hasil pembelajaran, dan d) studi yang tersedia dalam berbagai bahasa dan dengan akses terbuka yang diutamakan ke teks lengkap, dan 4) ekstraksi data dari 30 artikel yang dipilih, di mana data diekstrak menggunakan kerangka analisis terstruktur yang mencakup komponen berikut: metodologi penelitian, desain kurikulum, pendekatan pedagogis, hasil pembelajaran, dan tantangan implementasi.

Proses analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode sintesis tematik. Langkah pertama dalam metode ini adalah pengidentifikasian dan pengkodean tema-tema utama, kemudian pengelompokan kode tersebut ke dalam kategori yang sesuai. Setelah itu, temuan dari masing-masing penelitian disintesis dan hasil sintesis tersebut diinterpretasikan untuk menjawab dan memberikan rekomendasi yang bersifat positif untuk pengembangannya secara teori dan praktik dalam dunia pendidikan. Agar perbandingan dan identifikasi praktik-praktik terbaik dalam pembelajaran mendalam (deep learning) pada pendidikan dasar lebih mudah, tiga kategori informasi tambahan yang menggunakan kecerdasan buatan (AI) telah disintesis. Kategori tersebut adalah metodologi penelitian, isi dan hasil sintesis, serta strategi kurikulum yang dipakai.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Tren Global Implementasi Deep Learning di Sekolah Dasar

Pertumbuhan penelitian yang sedang berlangsung, khususnya dalam penerapan kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mendalam (deep learning) pada skala pendidikan dasar (elementary education) secara global, patut dicatat. Saputra et al. (2025) mencatat bahwa dalam pengembangan pesat yang berlangsung di Asia pada rentang waktu 2020-2025, China dan Korea Selatan memimpin dalam penerapan integrasi kurikulum AI (Park et al., 2024). Beberapa contoh program tersebut adalah AI-based picture recognition dan curriculum convergence (Zhao et al., 2024).

Belakangan ini, Indonesia juga telah memulai program kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan. Lestari et al. (2024) mendeskripsikan program perancangan kurikulum dan pengajaran AI dan pemrograman pada tingkat pendidikan dasar. Ia dalam kajian ini menyatakan bahwa program tersebut menunjukkan adanya peningkatan capaian belajar siswa. Selain Indonesia, negara lain seperti Taiwan, Hong Kong, beberapa negara di Eropa juga telah mengembangkan dan sedang mengembangkan kurikulum AI pada pendidikan dasar (Zhao et al., 2024). Di pendidikan dasar, beberapa aspek yang mengena dari penerapan deep learning (pembelajaran mendalam) adalah Convolutional Neural Networks (CNN) image recognition, pengolahan bahasa alami, adaptive learning, dan early detection learning (deteksi kesulitan belajar pada tahap

awal).

Yim et al. (2024) mencatat bahwa sejumlah platform telah berhasil membantu pengajaran literasi kecerdasan buatan (AI) untuk siswa K-12. Beberapa di antaranya adalah Google Teachable Machine, LearningML, dan Machine Learning for Kids. Google Teachable Machine khususnya mendapat sorotan untuk digunakan di kelas karena antarmuka yang ramah pengguna dan fungsionalitas seluler. Sementara alat lain, seperti PopBots, dan Scratch dan Python, juga berperan dalam pengembangan keterampilan berpikir komputasional siswa sekolah dasar dan menengah.

### B. Desain Kurikulum Deep Learning untuk Sekolah Dasar

Program training yang merupakan gabungan beberapa disiplin ilmu yang mengkolaborasikan PjBL dan DL (Deep Learning) bagi Guru Sekolah Dasar atau SD) juga tidak kalah menantang. Moon et al. (2024) merancang program AI (Artificial Intelligence) berbasis deep learning khusus untuk SD. Dalam program ini peserta didik diajak berperan aktif menggunakan alat bantu gambar (visual) yang terbukti berpotensi meningkatkan berpikir, dan melek huruf (kognisi dan literasi) anak.

Kim et al. (2024) menawarkan pengembangan kurikulum kecerdasan buatan (AI) untuk jenjang sekolah dasar dengan pendekatan inclusively. Kurikulum ini didasarkan kepada enam prinsip desain yang menginisiasi kesenjangan atau disparitas, khususnya, untuk perempuan. Urgenesis program ini adalah peningkatan kolaborasi di antaranya siswa dan penggunaan alat bantu yang non-material. Melalui pendekatan ini, siswa diharapkan akan berpartisipasi aktif dan lebih kreatif. Hasil analisis berdasarkan MANCOVA menunjukkan peningkatan yang signifikan terkait pemahaman siswa mengenai AI, yang pasti melek huruf dan melek teknologi. Dalam hal ini, penting untuk dicatat bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan berdasarkan jenis kelamin, ataupun berdasarkan level pengetahuan AI yang didapat siswa sebelumnya.

Dalam bentuk RPG, Kajiwar dkk. (2023) merancang pembelajaran machine learning (ML) berbasis game ke berbagai kelompok usia secara khusus. Pada studi ini, Kajiwar dkk. melakukan penelitian dengan 166 responden dari berbagai rentang usia, dan hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pemahaman individu terhadap proses ML seiring dengan peningkatan usia. Peruntukan game ML ini untuk K1-3 lebih mengedepankan aspek persepsi, sedangkan di K4-6, peserta mulai mengerti representasi suatu data, dan penalaran berbasis aturan. Pada kelompok usia K7 ke atas, peserta belajar untuk menciptakan dan melakukan evaluasi terhadap model ML, dan memahami pengoptimalan fungsi kerugian (loss function).

Park et al. (2024) melakukan penelitian dan proyek pengembangan program pendidikan kecerdasan buatan (AI) untuk siswa kelas 1 Sekolah Dasar. Program ini

didasarkan pada model ADDIE yang mana materi tentang AI secara tematik diintegrasikan dalam pelajaran tentang komunitas, musim gugur dan budaya Korea Selatan. Ia menjelaskan, program ini dilakukan melalui proyek-proyek praktik, seperti pembuatan stan pasar berbagi dan pengenalan makanan tradisional Korea. Di sisi lain, Kim et al. (2024) juga menerapkan program AI untuk Sekolah Dasar, tetapi dengan pendekatan PYP dari International Baccalaureate (IB). Ini menggambarkan bagaimana program pendidikan AI dalam kurikulum internasional dapat didesain secara efektif. Dalam studi mereka, Su et al. (2023) menganalisis 21 publikasi yang berfokus pada penelitian pendidikan AI di K-12. Studi ini menunjukkan bahwa pemasaran pendidikan berbasis AI mengandung berbagai macam komponen, seperti AI, pembelajaran mesin, pengenalan pola, manajemen dan pengolahan data, pelatihan model, dan juga etika serta dampak sosial teknologi AI dalam kehidupan sehari-hari.

### C. Pendekatan Pedagogis yang Efektif

Berbagai pendekatan pedagogis, seperti pembelajaran berbasis proyek, kolaborasi manusia dan komputer, dan game konstruktivis yang didukung penelitian, terbukti efektif dalam pengajaran deep learning bagi siswa sekolah dasar. Selain itu, Yim et al. (2024) menyatakan bahwa program pembelajaran berbasis proyek (PBL) khusus untuk machine learning menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa.

Penelitian Su et al. (2023) menunjukkan bahwa metode pengajaran pembelajaran berbasis inkuiri, proyek, dan permainan, adalah salah satu yang paling efektif untuk K-12 AI education, karena siswa dapat belajar dengan aktif dan berpartisipasi dalam pemecahan masalah. Selain itu, Kim et al. (2024) menunjukkan bahwa pendekatan kolaboratif dan penggunaan materi 'tangan', dapat mengurangi dan mendekati keseimbangan dalam interaksi dan dalam pendidikan AI, serta meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa perempuan dan non-biner. Di sisi lain, Toivonen et al. (2020) melakukan workshop co-design dengan anak sebagai salah satu peserta, yang membantu pengembangan aplikasi pembelajaran mesin secara inklusif dan multidisiplin.

Kajiwaru dkk. (2023) menciptakan permainan peran (role playing game/RPG) yang difokuskan pada pembelajaran mesin (ML). Melalui ML-RPG ini, peserta didik dapat berperan aktif dan melakukan simulasi pada berbagai tahap pembelajaran mesin (ML) seperti pada tahap pengumpulan data, representasi data secara grafis, inferensi pada aturan 'jika-maka', dan optimisasi parameter yang berkontribusi pada peningkatan pemahaman dan penerimaan terhadap AI. Sementara itu, Mott dkk. (2023) mendesain unit pembelajaran perencanaan AI dalam konteks game untuk anak usia sekolah dasar (8-11 tahun) menggunakan pendekatan scaffolding 'Use-Modify-Create'.

Dari penelitian Dai et al. (2023), menunjukkan

bahwa penggunaan analogy dalam artificial intelligence (AI) di sekolah dasar membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak. Pada saat yang sama, Yu et al. (2024) mendesain program pendidikan AI untuk usia 5 hingga 12 tahun. Program ini memadukan pendekatan pembelajaran hands-on dan storytelling, serta didukung dengan alat yang aman dan nyaman bagi anak.

AEER (2024) mencatat, penelitian ini menggunakan robot khusus untuk membantu siswa sekolah dasar memahami machine learning. Penulis juga ingin menguji kemampuan siswa dalam merefleksikan proses belajar mereka. Pembelajaran yang diterapkan dalam penelitian ini didasarkan neuroscience dengan harapan mampu mempersiapkan siswa menghadapi transisi pendidikan menengah dengan lebih baik.

Dalam penelitiannya, Mott dan timnya (2023) menerapkan sebuah pendekatan pembelajaran berjenjang (scaffolding) yang bersifat iteratif, dikenal sebagai model Use-Modify-Create. Metode ini dirancang untuk memfasilitasi siswa agar dapat memulai dengan memanfaatkan sistem kecerdasan buatan yang sudah ada, kemudian melakukan modifikasi terhadapnya, hingga pada akhirnya mereka mampu mengembangkan solusi AI buatan mereka sendiri.

### D. Hasil Pembelajaran dan Efektivitas

Sari et al. (2025) memaparkan bahwa penerapan kurikulum deep learning di sekolah dasar meningkatkan prestasi akademik siswa, tidak hanya siswa reguler, tetapi juga siswa berkebutuhan khusus. Penelitian ini menemukan bahwa terdapat kenaikan rata-rata skor post-test sebesar 21%, dan hasil tersebut signifikan secara statistik. Selain itu, literasi dan pemahaman siswa di tingkat dasar juga meningkat berkat diajarkannya AI. Metode yang digunakan adalah project based learning dan deep learning (Moon et al., 2024; Park et al., 2024). Zhao et al. (2024) menjelaskan bahwa pengajaran AI meningkatkan partisipasi siswa, menurunkan kecemasan, dan memperdalam pemahaman serta penerimaan terhadap teknologi AI. Hal ini terutama terjadi apabila pengajaran itu kolaboratif dan interaktif.

Penelitian ini menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan dalam berpikir secara komputasi dan memecahkan masalah secara signifikan. Peningkatan tersebut dapat dicapai melalui program pendidikan kecerdasan buatan (AI) dan machine learning yang menggunakan pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL). Pendekatan PBL menetralkan metode yang dapat memfasilitasi pengembangan berbagai kompetensi esensial yang dibutuhkan di 21st century skills. (Park, 2023).

Penelitian Shamir et al. (2020) mengindikasikan bahwa tidak jarang teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran di tingkat sekolah dasar mampu mengasah kemampuan berpikir secara komputasi. Selain itu, mengindikasikan bahwa penjamian ini berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan dan peningkatan

kepercayaan diri siswa, terutama siswa inklusi. terdapat juga pengembangan kemampuan lintas disiplin (transversal) dalam konteks penyelenggaraan workshop co-design machine learning yang bersifat multidisiplin dan inklusif.

## E. Tantangan dan Hambatan Implementasi

Dari sudut pandang etika, tantangan untuk implementasi kurikulum deep learning di sekolah dasar yang dijelaskan oleh Casal-Otero et al. (2023) mencakup isu-isu privasi data, bias algoritma, dan kesenjangan digital. Penting untuk memahami AI sebagai suatu teknologi yang dapat berpotensi menimbulkan diskriminasi dan isu-isu sosial lainnya. Dengan kata lain, analisis dampak dan pengembangan teknologi AI membutuhkan pemahaman yang memadai dan pendidikan etika AI.

Penelitian yang dilakukan oleh Saputra et al. (2025) menjelaskan berbagai jenis kendala, baik teknis maupun pedagogis, dalam rangka implementasi teknologi deep learning di sekolah. Di antaranya, terdapat kendala dalam pemanfaatan sumber daya yang ada serta kebutuhan pengembangan sistem pembelajaran yang lebih baik.

Sebagai pedoman untuk pengembangan kurikulum di tingkat sekolah dasar tentang pendidikan konvergensi kecerdasan buatan (AI), Park et al. (2024) menegaskan perlunya pengembangan pembelajaran tersier, yang mencakup pengembangan konten pembelajaran, pelatihan dan pengembangan sumber daya, dan pengembangan institusional. Di samping itu, guru harus memiliki penguasaan yang memadai dan mengikuti pelatihan.

Saputra et al. (2025) merekomendasikan penelitian yang akan datang, fokus utama sebaiknya diarahkan pada kolaborasi antar berbagai disiplin ilmu, mempertimbangkan keragaman geografis, serta mengoptimalkan skalabilitas dan kemudahan interpretasi dalam konteks pembelajaran mesin yang adil. Selain itu, sangat krusial untuk menjaga keseimbangan antara aksesibilitas dan kedalaman konsep saat melakukan proses pembelajaran dan pengujian model ML.

## SIMPULAN

Berdasarkan tinjauan sistematis terhadap tiga puluh studi yang membahas implementasi deep learning di jenjang sekolah dasar, terungkap bahwa adopsi kecerdasan buatan (AI) mengalami peningkatan secara global, dengan Tiongkok dan Korea Selatan sebagai negara terdepan. Penerapan AI ini menunjukkan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Keberhasilan implementasi tersebut sangat bergantung pada beberapa faktor kunci, antara lain perancangan kurikulum yang selaras dengan tahap perkembangan kognitif peserta didik, penggunaan pendekatan pedagogis yang inovatif, serta pemanfaatan alat bantu seperti Google Teachable Machine. Lebih jauh, implementasi yang efektif berpotensi untuk mendukung pembelajaran yang inklusif

dan membantu mengurangi kesenjangan gender. Meskipun demikian, terdapat sejumlah tantangan utama yang perlu diatasi, meliputi isu-isu etika, tingkat kesiapan para pengajar, ketersediaan sumber daya yang memadai, dan perumusan standar kompetensi yang jelas.

## Saran

Berikut adalah ringkasan saran praktis yang diadaptasi dari penelitian mengenai pengajaran kecerdasan buatan (AI): disarankan untuk memprioritaskan pemahaman konsep-konsep dasar sebelum beralih ke aspek teknis. Penggunaan metode praktis, misalnya dengan memanfaatkan platform seperti Google Teachable Machine, sangat dianjurkan. Selain itu, integrasi AI dengan berbagai mata pelajaran lain serta diskusi mendalam mengenai etika dan konsekuensi sosial AI merupakan hal yang krusial. Penting juga untuk merancang aktivitas pembelajaran yang bersifat inklusif, sehingga dapat diakses oleh semua siswa.

## REFERENSI

- 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>
- Baldoni, M., Baroglio, C., Capra, L., Micalizio, R., & Zuncheddu, A. (2024). Does Any AI-Based Activity Contribute to Develop AI Conception? A Case Study With Italian Fifth and Sixth Grade Classes. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(21), 30350. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i21.30350>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI Literacy in K-12: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- 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>
- Jeon, M., Choi, S., & Lee, Y. (2021). An Inquiry-Based Artificial Intelligence Curriculum for Upper Elementary Students: A Design Case of PrimaryAI. *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78292-4\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78292-4_40)
- Kajiwaru, N., Kumeno, F., & Nakano, T. (2023). Machine Learning Role Playing Game: Instructional Design of AI Education for Age-Appropriate in K-12 and Beyond. *Computers and Education*:

- Artificial Intelligence, 5, 100162. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100162>
- Kim, D., Choi, Y., & Lee, J. (2024). Development and Application of Elementary School AI Education Program Using the International Baccalaureate (IB) Primary Years Programme (PYP) Approach. *Journal of Curriculum and Teaching*, 13(2), 83–98. <https://doi.org/10.5430/jct.v13n2p83>
- Kim, S., Lee, H., & Park, M. (2024). Designing an Inclusive Artificial Intelligence (AI) Curriculum for Elementary Students to Address Gender Differences With Collaborative and Tangible Approaches. *Journal of Educational Computing Research*, 62(6), 1456–1482. <https://doi.org/10.1177/07356331241271059>
- Lestari, S., Wijaya, A., & Santoso, B. (2024). Digital Transformation: Artificial Intelligence and Coding Learning Planning for Indonesian Elementary School Children. *Proceedings of the International Conference on Educational Technology*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.240101.015>
- Marques, L. S., Gresse von Wangenheim, C., & Hauck, J. C. R. (2020). Teaching Machine Learning in School: A Systematic Mapping of the State of the Art. *Informatics in Education*, 19(2), 283–321. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2020.14>
- Moon, J., Kim, S., & Lee, H. (2024). Development of Artificial Intelligence Education Programs Centered on Deep Learning Principles. *Nano-NTP*, 20(S2), 6. <https://doi.org/10.62441/nano-ntp.v20is2.6>
- Mott, B. W., Saleh, A., Boulden, D., Glazewski, K. D., Hmelo-Silver, C. E., & Lester, J. C. (2023). Fostering Upper Elementary AI Education: Iteratively Refining a Use–Modify–Create Scaffolding Progression for AI Planning. *Proceedings of the ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 170–176. <https://doi.org/10.1145/3587103.3594170>
- Park, H. (2023). Development and Application of PBL-Based Machine Learning Education Program to Improve Elementary School Students' Problem-Solving Skills. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(6), 639–654. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2023.23.6.639>
- Park, J., Kim, M., & Lee, S. (2024). A Case Study of an AI Convergence Education Program: Focusing on an Integrated Curriculum in Elementary School. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(11), 543–562. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2024.24.11.543>
- 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>
- 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>
- 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>
- Shamir, A., Levin, I., & Korat, O. (2020). Transformations of Computational Thinking Practices in Elementary School on the Base of Artificial Intelligence Technologies. *Proceedings of EDULEARN20*, 1897–1903. <https://doi.org/10.21125/EDULEARN.2020.0521>
- Shamir, A., Levin, I., & Korat, O. (2021). Teaching Machine Learning in Elementary School. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 30, Article 100415. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100415>
- Su, J., Zhong, Y., & Ng, D. T. K. (2023). Teaching Artificial Intelligence in K–12 Classrooms: A Scoping Review. *Interactive Learning Environments*, 32(9), 4463–4483. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2212706>
- Tedre, M., Toivonen, T., Kahila, J., Vartiainen, H., Valtonen, T., Jormanainen, I., & Pears, A. (2021). Teaching Machine Learning in K–12 Classroom: Pedagogical and Technological Trajectories for Artificial Intelligence Education. *IEEE Access*, 9, 110558–110572. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3097962>
- Toivonen, T., Jormanainen, I., Kahila, J., Tedre, M., Valtonen, T., & Vartiainen, H. (2020). Co-Designing Machine Learning Apps in K–12 With Primary School Children. *Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 308–310. <https://doi.org/10.1109/ICALT49669.2020.00099>
- Using the Robot-Assisted Attention–Engagement–Error–Feedback–Reflection (AEER) Pedagogical Design to Develop Machine Learning Concepts and Facilitate Reflection on Learning-to-Learn Skills: Evaluation of an Empirical Study in Hong Kong Primary Schools. (2024). *Proceedings of the International Conference on Computer Supported Education*, 693. <https://doi.org/10.5220/0012505700003693>
- Yim, S., Wang, D., Olson, J., Vu, V., & Warschauer, M. (2024). Artificial Intelligence (AI) Learning Tools in K–12 Education: A Scoping Review. *Journal of Computers in Education*, 11, 1–46. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>
- 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>
- Yu, J., Denner, J., Werner, L., & Campe, S. (2024). Design and Development of an AI Education Program for Young Learners: A Case Study. *TechTrends*, 68, 728–738. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-01013-5>
- Zhao, L., Wu, X., & Luo, H. (2024). Development of an Artificial Intelligence Curriculum Design for Children in Taiwan and Its Impact on Learning Outcomes. *Humanities & Social Sciences Communications*, 11, Article 1239. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03839-z>
- Zhao, Y., Zhang, J., & Wang, Q. (2024). Initiating a Novel Elementary School Artificial Intelligence-Related Image Recognition Curricula. *Multimedia Tools and Applications*, 83, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-19982-3>

*Copyright © 2026 Deni Adi Putra. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.*