



Deep learning (pembelajaran mendalam) dalam pendidikan indonesia: tinjauan sistematis teori dan praktik

Mustamirin Husain¹, Ahmad Baikhaqi^{2*}

Manajemen pendidikan, Universitas PGRI Silampari, Indonesia

E-mail: baikhaqiahmad@unpari.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history <i>Received: 29 Maret 2026</i> <i>Revised: 11 April 2026</i> <i>Accepted: 25 Mei 2026</i> Keywords Deep learning; Pendidikan; Teori; Praktik; Literatur <i>Deep learning; Education; Theory; Practice; Literature</i>	Perkembangan deep learning (pembelajaran mendalam) sebagai cabang machine learning telah membuka peluang baru bagi transformasi pendidikan di Indonesia, mulai dari sistem pembelajaran adaptif hingga analitik pembelajaran prediktif. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sistematis terhadap teori dan praktik penerapan deep learning dalam konteks pendidikan Indonesia. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) mengacu pada protokol PRISMA, dengan menelusuri basis data Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar untuk publikasi periode 2019-2025. Dari 312 artikel yang teridentifikasi, 47 artikel memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa penerapan deep learning di Indonesia terkonsentrasi pada empat domain utama: sistem rekomendasi pembelajaran adaptif (34%), deteksi dini risiko putus sekolah (23%), penilaian otomatis berbasis pemrosesan bahasa alami (21%), dan analisis sentimen umpan balik siswa (22%). Arsitektur yang paling banyak digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM), sedangkan penerapan arsitektur transformer masih terbatas. Tinjauan ini juga mengidentifikasi sejumlah tantangan signifikan, meliputi keterbatasan ketersediaan data pendidikan berskala besar, kesenjangan infrastruktur digital antarwilayah, serta minimnya kerangka etika dan tata kelola data siswa. Studi ini merekomendasikan perlunya kolaborasi lintas sektor antara institusi pendidikan, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan untuk mengoptimalkan potensi deep learning secara bertanggung jawab dalam ekosistem pendidikan Indonesia. The advancement of deep learning as a branch of machine learning has opened new opportunities for educational transformation in Indonesia, ranging from adaptive learning systems to predictive learning analytics. This study aims to conduct a systematic review of the theory and practice of deep learning implementation within the Indonesian education context. The method employed is a Systematic Literature Review (SLR) guided by the PRISMA protocol, searching Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar databases for publications from 2019 to 2025. Of 312 identified articles, 47 met the inclusion criteria for further analysis. The review results indicate that deep learning applications in Indonesia are concentrated in four main domains: adaptive learning recommendation systems (34%), early

detection of dropout risk (23%), automated assessment based on natural language processing (21%), and student feedback sentiment analysis (22%). Convolutional Neural Network (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) are the most widely used architectures, while the application of transformer architectures remains limited. This review also identifies several significant challenges, including limited availability of large-scale educational data, digital infrastructure gaps across regions, and the lack of ethical frameworks and student data governance. This study recommends the need for cross-sector collaboration among educational institutions, technology developers, and policymakers to responsibly optimize the potential of deep learning within the Indonesian education ecosystem.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.



How to Cite: Husain, M., Baikhaqi, A. (2026). Deep Learning (Pembelajaran Mendalam) dalam Pendidikan Indonesia: Tinjauan Sistematis Teori dan Praktik. *Energy: Educational Synergy Journal*, 2(2) 44-49.

PENDAHULUAN

Kemajuan pesat dalam bidang kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) selama dekade terakhir tidak dapat dilepaskan dari kontribusi deep learning (pembelajaran mendalam), sebuah subbidang machine learning yang memanfaatkan jaringan saraf tiruan berlapis banyak untuk mempelajari representasi data secara hierarkis (LeCun et al., 2015). Berbeda dengan algoritme machine learning konvensional yang bergantung pada rekayasa fitur manual, deep learning mampu mengekstraksi fitur secara otomatis dari data mentah dalam jumlah besar, sehingga menghasilkan kinerja yang unggul pada berbagai tugas kompleks seperti pengenalan citra, pemrosesan bahasa alami, dan prediksi berbasis data sekuensial (Goodfellow et al., 2016). Kapabilitas ini telah mendorong adopsi deep learning secara luas di berbagai sektor, termasuk sektor pendidikan, yang kini mengalami transformasi signifikan dalam cara pembelajaran dirancang, dipersonalisasi, dan dievaluasi (Zawacki-Richter et al., 2019).

Dalam konteks pendidikan, deep learning menawarkan potensi besar untuk mengatasi berbagai persoalan struktural yang selama ini sulit dipecahkan melalui pendekatan konvensional, seperti heterogenitas kemampuan siswa, keterbatasan jumlah tenaga pendidik, serta kebutuhan akan umpan balik yang cepat dan personal (Chen et al., 2020). Penerapan arsitektur seperti Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN) dan variannya Long Short-Term Memory (LSTM), serta arsitektur transformer telah memungkinkan pengembangan sistem pembelajaran adaptif, deteksi dini risiko putus sekolah, penilaian esai otomatis, dan analisis sentimen umpan balik siswa secara lebih akurat dibandingkan metode statistik tradisional (Hussain et al., 2019; Kim, 2021).

Indonesia, sebagai negara dengan populasi peserta didik terbesar keempat di dunia dan kondisi geografis yang tersebar pada lebih dari 17.000 pulau, menghadapi tantangan unik dalam pemerataan kualitas pendidikan (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2023). Kesenjangan infrastruktur digital antara wilayah perkotaan dan pedesaan, variasi kualitas tenaga pendidik, serta keterbatasan anggaran pendidikan menjadikan integrasi teknologi berbasis AI, termasuk deep learning, sebagai salah satu strategi yang dipandang potensial untuk mempercepat pemerataan dan peningkatan mutu pendidikan nasional (Suryani et al., 2022). Beberapa tahun terakhir menyaksikan peningkatan jumlah publikasi ilmiah yang mengkaji penerapan deep learning dalam konteks pendidikan Indonesia, mulai dari sistem rekomendasi materi ajar, chatbot edukatif berbasis bahasa Indonesia, hingga model prediksi performa akademik mahasiswa (Prasetyo & Handayani, 2021; Wibowo et al., 2022).

Meskipun demikian, literatur yang ada masih tersebar dan belum terintegrasi secara sistematis, sehingga sulit untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai sejauh mana deep learning telah diterapkan, domain permasalahan pendidikan apa saja yang menjadi fokus utama, arsitektur model apa yang paling sering digunakan, serta tantangan apa yang dihadapi dalam implementasinya di Indonesia. Beberapa tinjauan literatur sebelumnya cenderung berfokus pada AI dalam pendidikan secara umum

tanpa penekanan khusus pada deep learning (Zawacki-Richter et al., 2019), atau berfokus pada konteks global tanpa mempertimbangkan karakteristik spesifik sistem pendidikan Indonesia yang unik, seperti keragaman bahasa daerah, kesenjangan digital antarwilayah, dan struktur kurikulum nasional (Kurikulum Merdeka).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sistematis terhadap teori dan praktik penerapan deep learning dalam pendidikan Indonesia melalui tiga pertanyaan penelitian utama: (1) domain permasalahan pendidikan apa saja yang menjadi fokus penerapan deep learning di Indonesia; (2) arsitektur dan pendekatan deep learning apa yang paling banyak digunakan beserta kinerjanya; dan (3) tantangan serta peluang apa yang teridentifikasi dalam implementasi deep learning pada konteks pendidikan Indonesia. Hasil tinjauan ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi peneliti, praktisi pendidikan, dan pembuat kebijakan dalam merumuskan arah pengembangan dan penerapan deep learning yang lebih terarah, kontekstual, dan bertanggung jawab dalam ekosistem pendidikan Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengacu pada protokol Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) untuk memastikan proses identifikasi, penyaringan, dan sintesis literatur dilakukan secara transparan dan dapat direplikasi (Page et al., 2021). Penelusuran literatur dilakukan pada tiga basis data utama, yaitu Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar, dengan kata kunci pencarian yang mengombinasikan istilah 'deep learning', 'neural network', 'pendidikan Indonesia', 'Indonesian education', dan 'learning analytics' menggunakan operator Boolean AND/OR.

Kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi: (1) artikel jurnal atau prosiding konferensi yang dipublikasikan pada rentang tahun 2019-2025; (2) berfokus pada penerapan atau kajian teoretis deep learning dalam konteks pendidikan di Indonesia; (3) ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris; dan (4) tersedia dalam teks lengkap (full text). Kriteria eksklusi meliputi artikel berupa opini, editorial, tinjauan buku, serta artikel yang hanya menyinggung deep learning secara sepintas tanpa pembahasan substantif dalam konteks pendidikan.

Proses pencarian awal mengidentifikasi 312 artikel. Setelah penghapusan duplikasi menghasilkan 268 artikel, kemudian dilakukan penyaringan berdasarkan judul dan abstrak yang menyisakan 96 artikel untuk ditelaah teks lengkapnya. Setelah penerapan kriteria inklusi dan eksklusi secara ketat oleh dua penelaah independen, diperoleh 47 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut. Ketidaksepakatan antarpemelaah diselesaikan melalui diskusi hingga tercapai konsensus, dengan tingkat kesepakatan awal (Cohen's Kappa) sebesar 0,81 yang tergolong sangat baik.

Data yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi: tahun publikasi, domain permasalahan pendidikan, jenis arsitektur deep learning yang digunakan, karakteristik dataset, metrik evaluasi kinerja model, serta tantangan implementasi yang dilaporkan. Analisis data dilakukan secara deskriptif-kualitatif melalui pendekatan tematik (thematic synthesis) untuk mengidentifikasi pola, tren, dan kesenjangan dalam literatur yang ditelaah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Publikasi

Tren jumlah publikasi mengenai deep learning dalam pendidikan Indonesia menunjukkan peningkatan yang konsisten sejak tahun 2019, dengan lonjakan signifikan pada tahun 2021-2023 yang sejalan dengan masifnya transformasi pembelajaran daring pascapandemi COVID-19. Dari 47 artikel yang dianalisis, mayoritas (68%) merupakan penelitian empiris yang menerapkan model deep learning pada dataset pendidikan riil, sementara sisanya (32%) berupa kajian konseptual atau tinjauan literatur skala kecil.

Tabel 1. Distribusi Domain Penerapan Deep Learning dalam Pendidikan Indonesia

Domain Penerapan	Jumlah Studi	Persentase (%)
Sistem rekomendasi pembelajaran adaptif	16	34,0
Deteksi dini risiko putus sekolah	11	23,4
Penilaian otomatis berbasis NLP	10	21,3
Analisis sentimen umpan balik siswa	10	21,3

Sebagaimana tersaji pada Tabel 1, sistem rekomendasi pembelajaran adaptif merupakan domain yang paling banyak dikaji (34,0%), diikuti oleh deteksi dini risiko putus sekolah (23,4%). Temuan ini mengindikasikan bahwa fokus riset deep learning di Indonesia masih didominasi oleh upaya personalisasi pembelajaran dan mitigasi masalah drop-out, dua isu yang secara historis menjadi prioritas kebijakan pendidikan nasional (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2023).

Arsitektur dan Pendekatan Deep Learning yang Digunakan

Analisis terhadap arsitektur model yang digunakan menunjukkan dominasi Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM), yang secara kumulatif digunakan pada lebih dari 60% studi yang ditelaah. CNN umumnya diterapkan pada tugas pengenalan pola visual, seperti deteksi ekspresi wajah siswa untuk mengukur engagement, sedangkan LSTM banyak digunakan untuk memodelkan data sekuensial seperti riwayat interaksi siswa pada platform e-learning (Prasetyo & Handayani, 2021).

Penerapan arsitektur transformer, yang telah menjadi standar de facto dalam pemrosesan bahasa alami global sejak diperkenalkannya BERT (Devlin et al., 2019), masih relatif terbatas dalam literatur pendidikan Indonesia, hanya ditemukan pada 15% studi. Keterbatasan ini kemungkinan besar berkaitan dengan kebutuhan sumber daya komputasi yang tinggi serta minimnya ketersediaan model bahasa Indonesia yang telah dilatih sebelumnya (pretrained) secara khusus untuk domain pendidikan, meskipun model seperti IndoBERT mulai menunjukkan potensi dalam beberapa studi terbaru (Wibowo et al., 2022).

Dari sisi kinerja, studi-studi yang ditelaah umumnya melaporkan akurasi model dalam rentang 78% hingga 94%, bergantung pada kompleksitas tugas dan kualitas dataset yang digunakan. Model deteksi risiko putus sekolah berbasis LSTM, misalnya, dilaporkan mencapai akurasi rata-rata 87% dalam memprediksi siswa berisiko tinggi berdasarkan pola kehadiran dan nilai akademik (Suryani et al., 2022), sebuah capaian yang secara konsisten mengungguli model statistik konvensional seperti regresi logistik.

Tantangan Implementasi

Tinjauan ini mengidentifikasi tiga tantangan utama yang secara konsisten dilaporkan dalam literatur. Pertama, keterbatasan ketersediaan dataset pendidikan berskala besar dan berkualitas tinggi, yang disebabkan oleh fragmentasi sistem informasi antarlembaga pendidikan serta minimnya budaya berbagi data secara terbuka (open data) di lingkungan pendidikan Indonesia. Kedua, kesenjangan infrastruktur digital antarwilayah, terutama antara Pulau Jawa dan wilayah timur Indonesia, yang membatasi generalisasi model yang dikembangkan berdasarkan data dari wilayah tertentu terhadap populasi siswa yang lebih luas (Hussain et al., 2019).

Ketiga, dan yang tidak kalah penting, adalah minimnya kerangka etika dan tata kelola data siswa yang komprehensif. Sebagian besar studi yang ditelaah tidak melaporkan secara eksplisit prosedur

perlindungan privasi data siswa maupun mekanisme persetujuan (informed consent) yang digunakan, sebuah kesenjangan yang berpotensi menimbulkan risiko penyalahgunaan data dalam skala yang lebih luas apabila sistem deep learning diterapkan secara masif tanpa pengawasan yang memadai (Holmes et al., 2022).

SIMPULAN

Tinjauan sistematis ini menghasilkan tiga simpulan utama. Pertama, penerapan deep learning dalam pendidikan Indonesia terkonsentrasi pada empat domain utama, yaitu sistem rekomendasi pembelajaran adaptif, deteksi dini risiko putus sekolah, penilaian otomatis berbasis pemrosesan bahasa alami, dan analisis sentimen umpan balik siswa, dengan sistem rekomendasi adaptif sebagai domain yang paling dominan. Kedua, arsitektur CNN dan LSTM mendominasi penerapan deep learning di Indonesia, sementara arsitektur transformer yang lebih mutakhir masih dalam tahap adopsi awal akibat keterbatasan sumber daya komputasi dan model bahasa Indonesia yang terlatih khusus untuk domain pendidikan. Ketiga, implementasi deep learning dalam pendidikan Indonesia masih dihadapkan pada tantangan struktural berupa keterbatasan data berskala besar, kesenjangan infrastruktur digital antarwilayah, dan minimnya kerangka etika tata kelola data siswa.

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan dataset pendidikan Indonesia yang terbuka dan terstandardisasi, mengeksplorasi lebih jauh potensi arsitektur transformer berbasis model bahasa Indonesia untuk aplikasi pendidikan, serta merumuskan kerangka etika dan regulasi perlindungan data siswa yang komprehensif. Kolaborasi lintas sektor antara institusi pendidikan, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan menjadi prasyarat penting agar potensi deep learning dapat dioptimalkan secara bertanggung jawab dan inklusif dalam mendukung pemerataan mutu pendidikan di seluruh wilayah Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of NAACL-HLT 2019*, 4171-4186.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Hussain, M., Zhu, W., Zhang, W., & Abidi, S. M. R. (2019). Student engagement predictions in an e-learning system and their impact on student course assessment scores. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2019, 1-21. <https://doi.org/10.1155/2019/8459695>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2023). *Profil pendidikan Indonesia 2023*. Pusat Data dan Teknologi Informasi Kemendikbudristek.
- Kim, Y. (2021). Convolutional neural networks for educational data mining: A review. *Journal of Educational Data Science*, 3(2), 45-62.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Prasetyo, B., & Handayani, R. (2021). Pengembangan chatbot edukatif berbasis deep learning untuk pembelajaran bahasa Indonesia. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(2), 112-125.
- Suryani, D., Kurniawan, T., & Aditya, R. (2022). Model prediksi risiko putus sekolah menggunakan Long Short-Term Memory pada sekolah menengah di Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 8(1), 33-48. <https://doi.org/10.21831/jikp.v8i1.44521>
- Wibowo, A., Santoso, H., & Amalia, R. (2022). IndoBERT untuk penilaian esai otomatis pada mata pelajaran bahasa Indonesia. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak dan Sistem Informasi*, 6(3), 201-214.
- Zawacki-Richter, O., Marin, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>