

Pemanfaatan Deep Learning dalam Kurikulum Pembelajaran Abad 21: Sebuah Tinjauan Literatur

Utilization of Deep Learning in 21st Century Curriculum: A Literature Review

Muhammad Faizal Zain¹, Muhammad Sonhaji Akbar, S.Pd., M.Kom²

^{1,2}Universitas Negeri Surabaya; Jl. Lidah Wetan, Surabaya (60213)

³Jurusan Pendidikan Teknologi Informasi, FT Unesa, Surabaya

e-mail: [1faizalzain845@gmail.com](mailto:faizalzain845@gmail.com), [2 muhammadakbar@unesa.ac.id](mailto:muhammadakbar@unesa.ac.id)

Abstrak

Transformasi dunia pendidikan di masa ini sangatlah bergantung pada penggunaan teknologi, hal ini bertujuan untuk menyiapkan peserta didik yang terampil, adaptif, dan siap bersaing di dunia industri. Penelitian ini bertujuan untuk melihat secara sistematis mengenai penggunaan, peran, dan tantangan dalam menerapkan teknologi Deep Learning sebagai bagian dari Kecerdasan Buatan terhadap kurikulum pendidikan terbaru. Penelitian ini menggunakan metodologi Tinjauan Literatur Sistematis, dan data yang digunakan berasal dari 28 artikel ilmiah, jurnal, dan laporan penelitian yang meneliti perihal penerapan teknologi Deep Learning dalam pendidikan. Data penelitian tersebut dianalisis berdasarkan tema untuk mengidentifikasi peran, penggunaan, manfaat bagi keterampilan pada abad ke-21, dan kesulitan dalam penerapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi Deep Learning memiliki peran penting terhadap pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa dengan melalui sistem yang adaptif, membantu mengembangkan keterampilan yang sesuai pada abad ke-21 (4C), serta mampu memperbaiki cara menganalisis data pendidikan untuk tindakan awal.

Kata kunci— Deep Learning, Pendidikan Abad 21, Kecerdasan Buatan

Abstract

The transformation of education today is highly dependent on the use of technology, aiming to prepare students who are skilled, adaptive, and ready to compete in the industrial world. This study aims to systematically examine the use, role, and challenges of implementing Deep Learning as part of Artificial Intelligence in the renewed educational curriculum. The study employs a Systematic Literature Review, and its data comes from 28 scientific articles, journals, and research reports that examine the application of Deep Learning technology in education. The research data were analyzed based on themes to identify roles, uses, benefits for 21st-century skills, and difficulties in implementation. The results of the study indicate that Deep Learning plays a significant role in learning that is tailored to student needs through an adaptive system, helps develop appropriate skills in the 21st century (4C), and improves methods for analyzing educational data for early intervention.

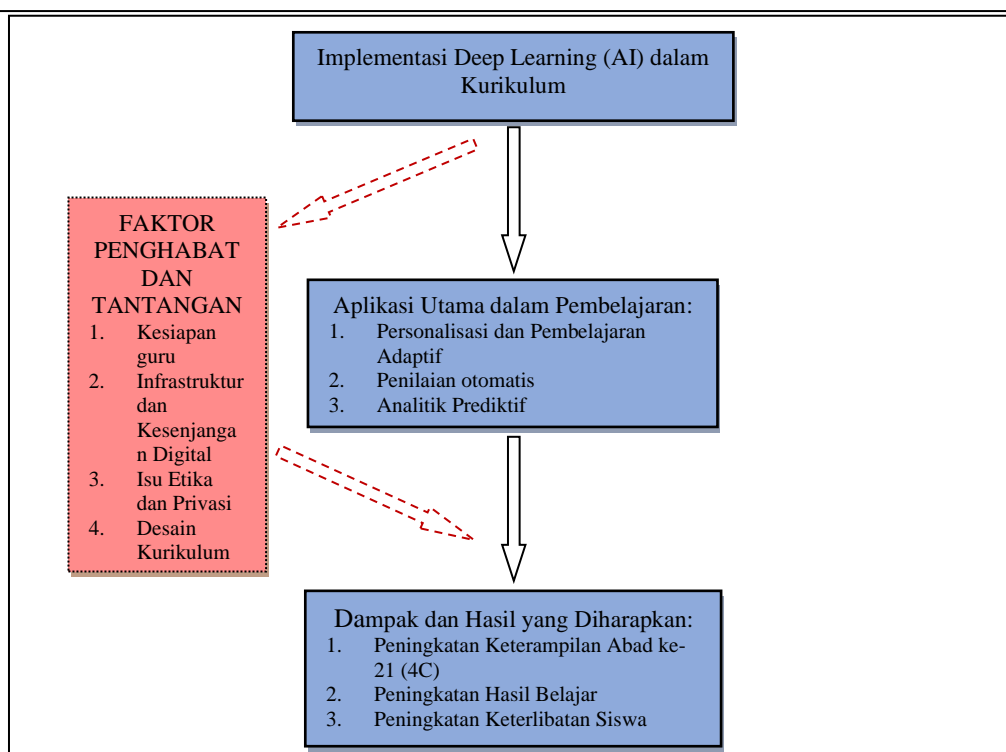
Keywords— *Deep Learning, 21st Century Education, Artificial Intelligence*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan di era digital dan globalisasi sudah mengubah berbagai bidang, termasuk bidang pendidikan. Desakan dari abad ke-21 mengharuskan perubahan sistem pendidikan untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya menguasai ilmu pengetahuan, namun juga diharuskan menguasai keterampilan yang pokok, berupa 4C: berpikir kritis (Critical Thinking), kreativitas (Creativity), komunikasi (Communication), dan kerja sama (Collaboration). Model pembelajaran tradisional yang terpusat pada guru dan berbasis menghafal sudah tidak lagi mampu untuk menjawab tantangan yang begitu dinamis pada abad ke-21 ini. Sebagai tanggapan atas tantangan akan hal tersebut, penggunaan teknologi Kecerdasan Buatan atau biasa disebut dengan *Artificial Intelligence* dalam ranah pendidikan kian menjadi perihal yang wajib. Dari banyaknya cabang Kecerdasan Buatan, salah satunya yang sangat berpotensi dan menjanjikan adalah teknologi *Deep Learning*. Namun dalam dunia pendidikan, istilah "Deep Learning" memiliki dua makna yang berlainan dan seringkali menyebabkan keambiguan. Pertama, sebagai metode pembelajaran yang memfokuskan pada pemahaman mendalam, di mana siswa secara aktif membangun dan menguasai dari materi yang diberikan. Kedua, sebagai bagian dari cabang Kecerdasan Buatan, di mana teknologi *Deep Learning* menggunakan jaringan saraf tiruan dengan beberapa lapis dalam (multi-layered neural networks) untuk menganalisis pola data yang sangat kompleks dan dapat meniru cara berpikir layaknya manusia. Tinjauan literatur ini akan berfokus pada makna yang kedua, yaitu *Deep Learning* sebagai suatu cabang dari teknologi *Artificial Intelligence*. Implementasi teknologi *Deep Learning* pada dunia pendidikan dapat menghasilkan pengalaman belajar yang lebih personal, adaptif, dan efektif. Keberadaan teknologi *Generative Artificial Intelligence*, seperti ChatGPT pada akhir tahun 2022, berhasil meningkatkan dan memaksimalkan minat dan pembahasan mengenai peran *Artificial Intelligence* dalam merubah metode belajar mengajar. Teknologi ini dapat mempersonalisasi materi pembelajaran, dan mengotomatisasi tugas-tugas yang bersifat repetitif seperti tugas administratif, sehingga pengajar dapat lebih fokus pada proses interaksi dan membimbing siswa. Meski memiliki potensi yang besar, penggunaan teknologi *Deep Learning* masih mendapati berbagai kesulitan. Pada literatur, masi terdapat celah penelitian (research gap) dalam mengintegrasikan penerapan, tantangan, dan dampak dari teknologi *Deep Learning* yang merupakan bagian dari cabang *Artificial Intelligence*, dalam konteks pendidikan abad ke-21, khususnya di Indonesia. Akan hal itu, tinjauan ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk pemanfaatan dan peran strategis teknologi *Deep Learning* dalam mendukung kurikulum pendidikan abad ke-21?
2. Bagaimana teknologi *Deep Learning* dapat membantu pengembangan keterampilan abad ke-21 (4C) pada siswa?
3. Apa saja tantangan utama dan pertimbangan etika dalam pengintegrasian teknologi *Deep Learning* ke dalam sistem pendidikan?

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tinjauan literatur ini akan dipandu dengan sebuah diagram konseptual yang akan menguraikan hubungan antara implementasi teknologi *Deep Learning*, penerapannya dalam kurikulum, dampak terhadap keterampilan siswa, serta tantangan yang ada.



Gambar 1. Deep Learning

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Tinjauan Literatur Sistematis (Systematic Literature Review - SLR) dengan pendekatan kualitatif. Pendekatan ini digunakan karena dapat membantu mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyusun kembali secara terstruktur pada semua penelitian yang relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan:

2.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 28 dokumen yang berupa artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional, prosiding konferensi, serta laporan penelitian yang telah diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir. Dokumen-dokumen ini secara khusus membahas mengenai topik teknologi *Deep Learning*, Kecerdasan Buatan, dan penerapannya dalam pendidikan.

2.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Proses pemilihan data mengikuti kriteria yang sudah ditentukan. Kriteria inklusi mencakup: (1) Artikel yang membahas *Deep Learning* sebagai cabang dari teknologi *Artificial Intelligence*; (2) Topik yang membahas pendidikan maupun pembelajaran; (3) Artikel yang memberikan informasi mengenai penggunaan, manfaat, maupun tantangan dalam penggunaan teknologi *Deep Learning*. Kemudian untuk kriteria eksekusi meliputi artikel yang hanya menyajikan pembahasan mengenai *Deep Learning* dalam konteks pedagogis tanpa keterkaitan dengan teknologi *Artificial Intelligence*, serta artikel yang tidak terkait dengan pembelajaran maupun pendidikan.

2.3 Sintetis dan Analisis Data

Data yang sudah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis tematik (thematic analysis). Proses ini melibatkan membaca dan memahami

secara terperinci terhadap seluruh sumber untuk menemukan pola dan tema yang muncul berulang kali. Tema-tema utama yang sudah diidentifikasi kemudian dikategorikan sesuai dengan pertanyaan penelitian, yaitu: (1) Peran dan penerapan *Deep Learning* dalam personalisasi pemberian; (2) Kontribusi *Deep Learning* terhadap keterampilan pada abad ke-21; (3) Penerapan praktis dalam berbagai bidang; (4) Tantangan dan pertimbangan etika yang muncul.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis terhadap 28 sumber literatur menghasilkan beberapa sintesis utama yang dikelompokkan menjadi beberapa tema berikut:

3.1 Peran Deep Learning dalam Personalisasi Pembelajaran

Salah satu kontribusi paling besar dari teknologi *Deep Learning* dalam dunia pendidikan adalah karena kemampuannya untuk menciptakan pembelajaran yang dapat di personalisasikan dan adaptif. Sistem berbasis teknologi *Deep Learning* dapat menganalisis data dari performa siswa secara *real-time* (Naseer et al. 2024), seperti kecepatan belajar, tingkat kesalahan, dan pola dalam berinteraksi, untuk menyusun peta belajar dengan ciri khas antar siswa yang berbeda. Pendekatan ini dapat mengatasi kelemahan metode "satu untuk semua" yang seringkali gagal dalam memenuhi dan menunjang kebutuhan belajar siswa yang sangat beragam. Studi empiris menunjukkan dampak yang positif dari platform pembelajaran adaptif yang berbasis pada *Artificial Intelligence*. Sebuah studi penelitian yang melibatkan sebanyak 300 mahasiswa menunjukkan bahwa kelompok yang menggunakan teknologi *Artificial Intelligence* mengalami kenaikan nilai, skor tes, dan keterlibatan sebesar 25% dibandingkan dengan kelompok yang dikontrol (Naseer et al. 2024). Teknologi seperti Intelligent Tutoring Systems (ITS) dan Analitik Pembelajaran (*learning analytics*) menjadi contoh nyata dari penerapan teknologi *Deep Learning* di dunia pendidikan (Yana 2025), hasil dari penerapan ini juga mampu mensimulasikan bimbingan individual dan juga memberikan wawasan strategis bagi para pendidik. Dengan demikian, teknologi *Deep Learning* tidak hanya meningkatkan hasil dari akademik siswa, namun juga mendorong peningkatan inklusivitas dengan mengakomodasi berbagai macam gaya belajar (Mariyono and Nur Alif Hd 2025).

3.2 Keterkaitan Deep Learning dengan Pengembangan Keterampilan Abad ke-21 (4C)

Pembahasan ini menunjukkan bahwa teknologi *Deep Learning* dalam pendidikan merupakan pendekatan yang melibatkan pemahaman mendalam terhadap materi pembelajaran melalui proses berpikir kritis, reflektif, kreatif, dan aplikatif (Fitriani and Santiani 2025). Hal ini tentunya sangat membantu dalam pengembangan keterampilan abad ke-21.

1. Berpikir Kritis (*Critical Thinking*): Cabang dari teknologi *Artificial Intelligence* seperti *Deep Learning* dapat mendorong siswa untuk menganalisis banyak informasi secara kritis, mengevaluasi dari berbagai perspektif, dan memecahkan masalah yang sangat kompleks. Sistem ITS dapat menyajikan skenario masalah yang menantang yang dapat menumbuhkan rasa berfikir kritis dari siswa, sementara alat analisis data dapat memungkinkan siswa menggunakan data yang nyata. Namun, penting bagi para siswa untuk selalu kritis terhadap *output* yang dihasilkan oleh *Artificial Intelligence*, karena yang dihasilkan masih ada potensi bias dan tidak akurat (Kovač et al. 2025).
2. Kreativitas (*Creativity*): *Generative Artificial Intelligence* seperti ChatGPT dapat berguna sebagai partner dalam hal kreativitas, membantu siswa melakukan

brainstorming, menghasilkan ide-ide yang baru, dan dapat membantu dalam menyusun teks dalam berbagai format (Bahroun et al. 2023). Di sisi lain, terdapat kekhawatiran akan ketergantungan pada alat-alat seperti ini dapat mengurangi orisinalitas karya yang dihasilkan oleh siswa (Susanti 2025).

3. Kolaborasi (*Collaboration*): Teknologi *Deep Learning* dapat memfasilitasi dan mendukung pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning) dengan mendukung kerja tim (Ismi Adnin and Sapriya 2024). Algoritma yang ada pada teknologi *Deep Learning* dapat membantu membentuk kelompok (Fitriani and Santiani 2025), maka belajar berdasarkan profil siswa yang berbeda-beda yang dapat mengoptimalkan dinamika kelompok untuk mencapai tujuan bersama, melalui platform kolaboratif yang di dukung dengan teknologi *Artificial Intelligence* yang memungkinkan siswa bekerja sama dalam lingkungan virtual yang interaktif.
4. Komunikasi (*Communication*): Aplikasi pembelajaran bahasa yang berbasis dengan teknologi *Artificial Intelligence*, seperti ELSA Speak, memanfaatkan teknologi *Deep Learning* agar dapat memberikan umpan balik yang bisa di dapatkan secara instan mengenai pelafalan dan kefasihan, sehingga dapat mempertajam keterampilan dalam komunikasi dengan lisan (Laili 2024). Selain dari itu, alat bantu penulisan yang berbasis dengan teknologi *Artificial Intelligence* juga dapat membantu siswa dalam menyempurnakan argumen dan meningkatkan kohorensi dalam penulisan mereka (Arqam and Asrifan 2024). Meskipun demikian, pemanfaatan teknologi *Deep Learning* dalam dunia pendidikan harus diimbangi dengan pendekatan yang kritis, hal ini dikarenakan di satu sisi, teknologi *Deep Learning* memiliki potensi besar dalam mendukung pengembangan keterampilan pada abad ke-21 dengan melalui sistem pembelajaran yang lebih personal dan interaktif. Namun di sisi lain, ada risiko bahwa ketergantungan berlebihan pada alat-alat dari teknologi *Artificial Intelligence* dapat menghambat kemampuan berpikir yang mandiri dan orisinalitas siswa. Oleh sebab itu, peran pendidik sebagai fasilitator menjadi sangat krusial dan bersifat sangat fundamental untuk memastikan bahwa teknologi *Deep Learning* tidak digunakan sebagai pengganti dari usaha intelektualitas dari siswa, melainkan teknologi *Deep Learning* digunakan sebagai alat bantu yang dapat memperkaya proses berpikir.

3.3 Aplikasi Praktis Deep Learning di Berbagai Bidang Pendidikan

Penerapan teknologi *Deep Learning* sudah berkembang ke berbagai bidang yang spesifik dalam dunia pendidikan, dibawah ini merupakan gambaran umum aplikasi *Deep Learning* (Ding et al. 2024).

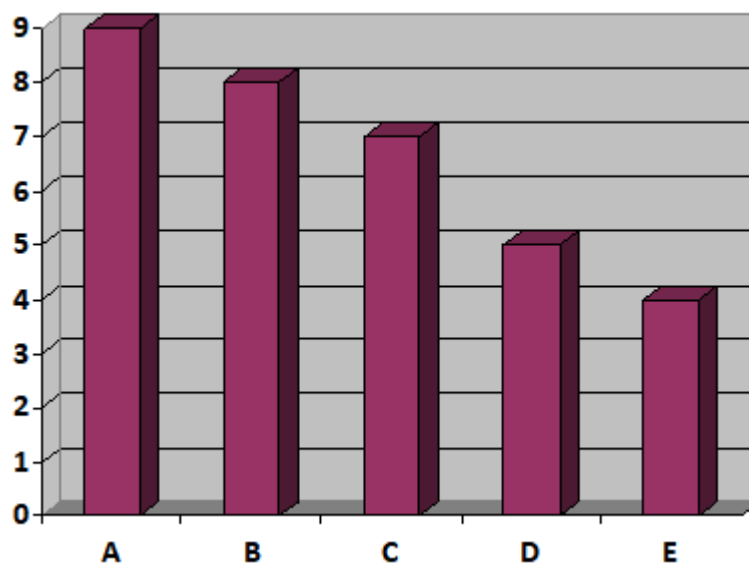
1. Analitik Prediktif: Salah satu model dari teknologi *Deep Learning*, terutama pada mode *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN), yang sangat efektif dalam memprediksi kinerja akademik siswa serta dapat mengidentifikasi risiko putus sekolah sejak dini (Malhotra and Singh 2023). Selain itu ada banyak studi yang berhasil menerapkan teknologi *Deep Learning*. Studi di SMK Jakarta Barat menunjukkan bahwa model *Recurrent Neural Network* dapat mencapai akurasi prediksi hingga 89%, hal ini dapat memungkinkan pihak sekolah untuk melakukan intervensi dengan tepat sasaran (Ardiansyah and Nugraha 2025).
2. Penilaian Otomatis: Sistem ini dapat memberikan penilaian otomatis dengan berbasis *Artificial Intelligence* yang dapat secara otomatis menilai tugas, esai, dan kuis, kemudian memberikan umpan balik kepada siswa dengan cepat dan konsisten (Maelasari and Lusiana 2025). Hal ini juga dapat membebaskan guru dari tugas administratif (Ramadhani 2025).
3. Pembelajaran Bahasa: Teknologi *Deep Learning* dapat digunakan dalam pengenalan ucapan, terjemahan otomatis, dan pembuatan materi ajar yang bersifat

adaptif. Teknologi ini terbukti dapat meningkatkan kemahiran dalam berbicara bagi orang yang sedang mempelajari bahasa asing.

4. Bidang Khusus (Contoh: Kedokteran Gigi): Pada bidang kedokteran gigi, model dari teknologi *Deep Learning* seperti *Convolutional Neural Network* dan *U-net* dapat digunakan secara luas dan massif untuk segmentasi dan analisis dari gambar radiografi, membantu dalam mendeteksi karies serta perencanaan perawatan ortodontik dan restorasi gigi (Nambiar and Nanjundegowda 2024).

3.4 Tantangan dan Pertimbangan Etika dalam Implementasi Deep Learning

Meskipun manfaatnya sangat besar, implementasi teknologi *Deep Learning* dihadapkan dengan berbagai tantangan yang signifikan. Data analisis terhadap 28 sumber literatur yang sudah dikaji dengan konsisten menyoroti adanya beberapa hambatan utama yang perlu untuk diatasi terlebih dahulu. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas terhadap frekuensi dan tingkat urgensi dari masing-masing tantangan tersebut, maka temuan ini akan menampilkannya dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Grafik 1

Catatan: A = Kesiapan dan Pelatihan Guru
 B = Infrastruktur dan Kesenjangan Digital
 C = Isu Etika dan Privasi Data
 D = Kurikulum dan Penilaian yang Belum Sesuai
 E = Ketergantungan Siswa pada Teknologi

Angka-angka pada grafik diatas akan mewakili skor dalam rentang 1-10. Angka-angka ini merupakan skor pembobotan kualitatif dari 28 jurnal, yang merepresentasikan seberapa dominan tantangan pada sebuah tema. Skor ini ditentukan berdasarkan dari dua faktor utama yang berupa:

1. Frekuensi: Seberapa sering tantangan dibahas pada seluruh dokumen.
2. Urgensi dan Penekanan: Seberapa kuat para penulis menekankan pentingnya tantangan tersebut (apakah disebut sebagai "hambatan utama", "isu krusial", atau hanya selintas).

Berikut adalah penjelasan dari grafik diatas:

1. Kesiapan Guru dan Pelatihan: Kurangnya kesiapan dan literasi pada teknologi merupakan hambatan utama pendidik. Banyak guru yang tidak memiliki pelatihan

- yang memadai untuk dapat mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* secara efektif dan optimal (Hasanah et al. 2025).
2. Infrastruktur dan Kesenjangan Digital: Keterbatasan pada infrastruktur teknologi seperti akses internet yang belum merata dan kurangnya perangkat yang mumpuni menjadi kendala utama, terutama di daerah yang terpencil (Qalam and Keagamaan 2024). Hal ini juga berisiko memperlebar kesenjangan digital antar siswa dan institusi pendidikan (Bui and Nguyen 2023).
 3. Isu Etika terhadap Bias dan Privasi: Model dari teknologi *Deep Learning* dapat menghasilkan bias jika dilatih dengan data yang bias, hal ini berpotensi merugikan kelompok siswa tertentu. Selain itu, pengumpulan dan analisis data pada siswa yang berskala besar menimbulkan kekhawatiran mengenai privasi dan keamanan data.
 4. Kurikulum dan Sistem Penilaian yang Belum Adaptif: Tantangan yang signifikan lainnya serta telah diidentifikasi adalah ketidaksesuaian kurikulum dan sistem penilaian yang sudah ada dengan paradigma pembelajaran yang berbasis *Artificial Intelligence*. Sudah banyak literatur yang menyoroti bahwa kurikulum yang ada masih kaku dan berorientasi pada penguasaan konten (hafalan) yang sulit untuk diintegrasikan dengan teknologi *Deep Learning* yang mendorong eksplorasi dan pemecahan masalah. Selain itu, seringkali sistem penilaian tradisional tidak mampu mengukur keterampilan abad ke-21 (4C) dengan baik dan efektif, padahal keterampilan inilah yang akan menjadi hasil utama dari implementasi dari teknologi *Deep Learning*. Maka dari itu, diperlukannya reformasi pada kerangka kurikulum dan pengembangan metode penilaian yang lebih otentik dan berbasis pada proyek agar dapat sejalan dengan tujuan pemanfaatan teknologi *Deep Learning*.
 5. Ketergantungan dan Integritas Akademik: Ketergantungan yang berlebihan pada teknologi *Artificial Intelligence* dapat menghambat kemampuan berpikir mandiri dan orisinalitas siswa. Kemunculan *Generative Artificial Intelligence* (GAI) juga dapat memicu kekhawatiran baru terkait dengan plagiarisme dan integritas akademik, hal ini tentunya akan menuntut adanya perubahan dalam metode penilaian.

Dari analisis tinjauan literatur yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa teknologi *Deep Learning* bukan lagi hanya sekadar konsep yang ada di masa depan, melainkan alat yang nyata dan mulai digunakan dalam dunia pendidikan (Prihantini et al. 2025). Hasil terpenting adalah terletak pada kemampuan dari teknologi *Deep Learning* yang dapat mendorong pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan tiap-tiap kebutuhan dari banyaknya siswa, dengan lebih efektif daripada dengan menggunakan metode sebelumnya. Kemampuan dari sistem yang adaptif dalam menyesuaikan materi dan kecepatan belajar dapat disesuaikan dengan kebutuhan tiap-tiap individu, sesuai dengan prinsip pendidikan modern yang mengutamakan siswa (Zhou, Zhang, and Li 2024). Hal ini sudah berhasil menjawab beberapa tantangan besar dalam metode pendidikan tradisional, yakni bagaimana mengajar dalam kelas yang terdiri dari siswa dengan latar belakang dan kemampuan siswa yang sangat beragam. Salah satu isu yang muncul dari analisis ini adalah makna "Deep Learning" yang memiliki dua makna yang berbeda. Kesalahan pemahaman yang muncul diantara makna pedagogis dan dengan cabang dari teknologi *Artificial Intelligence*, hal ini tentu dapat menghambat penerapan yang benar karena akan menimbulkan kekeliruan dalam hal penerapannya. Guru mungkin mengadopsi alat *Artificial Intelligence* dengan harapan alat tersebut dapat menciptakan pembelajaran yang mendalam tanpa mengubah metode ajar. Padahal, literatur menyatakan bahwa teknologi *Deep Learning* hanya merupakan fasilitator. Keberhasilan pemahaman siswa yang mendalam sangat bergantung pada desain metode pembelajaran yang disiapkan oleh guru. Meskipun dalam hal ini *Artificial Intelligence* dapat memberikan data dan umpan balik, disini peran guru adalah sebagai penerjemah agar dapat menyajikan pengalaman belajar yang bermakna. Walaupun potensi *Artificial Intelligence* dalam pengembangan keterampilan abad ke-21 sangat besar. Seperti

halnya, *Artificial Intelligence* dapat mendukung proyek kolaboratif, dan dapat menjadi pemecah masalah yang kompleks. Namun di sisi lain, jika siswa hanya mengandalkan *Artificial Intelligence* sebagai jalan pintas, dan bukan sebagai alat bantu berpikir, maka kemampuan berpikir kritis dan kreativitas siswa dapat menurun. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan literasi *Artificial Intelligence* dalam kurikulum, hal ini dilakukan agar siswa tidak hanya belajar dalam menggunakan *Artificial Intelligence* sebagai alat, tetapi juga dapat mengevaluasi hasil secara kritis dan etis. Tantangan utama yang sering muncul dalam literatur adalah kesiapan ekosistem, terutama pada guru dan sarana pendukung. Namun di banyak negara, termasuk Indonesia, antusiasme terhadap *Artificial Intelligence* tidak didukung dengan investasi yang memadai dalam pelatihan guru dan penyediaan fasilitas teknologi yang merata.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan penelitian literatur yang sistematis terhadap 28 sumber, penelitian ini menyimpulkan bahwa teknologi *Deep Learning* memiliki potensi transformatif yang signifikan dalam kurikulum pendidikan abad ke-21, namun dalam implementasinya dihadapkan pada paradoks antara peluang dan tantangan.

Temuan utama menegaskan bahwa teknologi *Deep Learning* bukan lagi sekadar konsep teoritis, melainkan perangkat strategis yang mampu mendorong personalisasi pembelajaran secara massif, hal ini dapat dibuktikan secara empiris dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Lebih dari itu, teknologi *Deep Learning* dapat berfungsi sebagai akselerator untuk pengembangan keterampilan abad ke-21. Meskipun demikian, keberhasilan ini tentunya sangat bergantung pada peran aktif pendidik. Tanpa bimbingan pedagogis yang tepat, efisiensi yang ditawarkan oleh teknologi *Artificial Intelligence* dapat berisiko menumpulkan orisinalitas dan kemampuan berpikir kritis siswa, hal ini menjadi sebuah tegangan dari inti tantangan implementasi teknologi ini.

Pada akhirnya, adopsi terhadap teknologi *Deep Learning* bukanlah sekadar persoalan teknis, melainkan sebuah tantangan untuk ekosistem pendidikan yang bersifat menyeluruh. Hambatan paling krusial yang teridentifikasi bukanlah pada teknologi itu sendiri, melainkan pada faktor manusia dan sistemik, seperti kesiapan guru, keterbatasan infrastruktur, serta isu etika terkait bisa dan privasi data. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa untuk mewujudkan pendidikan melalui teknologi *Deep Learning* agar metode pendidikan dapat bersifat inovatif dan inklusif, diperlukan sebuah kerangka kerja yang jelas dan dukungan kebijakan yang kuat. Tanpa fondasi ini, penerapan teknologi *Deep Learning* berisiko menjadi alat yang hanya akan memperlebar kesenjangan yang sudah ada.

5. SARAN

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya didasarkan pada 28 dokumen yang tersedia, sehingga tidak dapat mewakili seluruh literatur yang ada. Selain itu, sebagian besar sumber penelitian ini berasal dari konteks internasional, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut yang berfokus pada konteks pendidikan di Indonesia. Saran untuk arah penelitian di masa yang akan datang dapat mencakup:

1. Penelitian longitudinal mengenai dampak dari penerapan platform pembelajaran berbasis *Deep Learning* di sekolah yang ada di Indonesia.
2. Penelitian kuantitatif untuk mengukur pengaruh *Generative Artificial Intelligence* terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreativitas siswa secara spesifik.
3. Pengembangan kerangka etis dan manajemen data siswa dalam penggunaan *Artificial Intelligence* di tingkat nasional..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Naseer, F., Khan, M. N., Tahir, M., Addas, A., & Aejaz, S. M. H. (2024). Integrating deep learning techniques for personalized learning pathways in higher education. *Heliyon*, 10(11), e32628.
- [2] Budiarti, E., & James, M. L. (2025). Revolutionizing University Mathematics Education: The Impact of Deep Learning and Educational Technology. *Journal of Teaching and Learning Mathematics*, 2(2), 44-61.
- [3] Susanto, A., et al. (2025). THE ROLE OF DEEP LEARNING IN ENHANCING EDUCATIONAL PROCESSES: OPPORTUNITIES AND APPLICATIONS. *Journal eScience Humanity*, 5(2), 463-473.
- [4] Mariyono, D., & Alif Hd, A. N. (2025). AI's role in transforming learning environments: a review of collaborative approaches and innovations. *Quality Education for All*, 2(1), 265-288.
- [5] Judijanto, L., Syarif, M., & Santoso, R. Y. (2024). INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN 21ST CENTURY EDUCATION CURRICULUM. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 4(3), 914-924.
- [6] Agyeman, N. Y. B. (2024). Deep learning in high schools: exploring pedagogical approaches for transformative education. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 24(2), 111-126.
- [7] Kovač, V. B., Nome, D. Ø., Jensen, A. R., & Skreland, L. L. (2025). The why, what and how of deep learning: critical analysis and additional concerns. *Education Inquiry*, 16(2), 237-253.
- [8] Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., & Zacca, A. (2023). Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelligence in Educational Settings through Bibliometric and Content Analysis. *Sustainability*, 15(17), 12983.
- [9] 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.
- [10] Adnin, I., & Sapriya, S. (2025). THE URGENCY OF IMPLEMENTING ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED PROJECT LEARNING IN THE 21ST CENTURY.
- [11] Fitriani, A., & Santiani, S. (2025). ANALISIS LITERATUR: PENDEKATAN PEMBELAJARAN DEEP LEARNING DALAM PENDIDIKAN. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3), 50-57.
- [12] Syaikhudin, M., & Laili, M. I. (2024). Development of AI-based Arabic Learning Model to Improve non-native speaker Arabic Speaking Skills. *SYAIKHUNA: Jurnal Pendidikan dan Pranata Islam*, 15(1), 25-33.
- [13] Arqam, A., & Asrifan, A. (2024). Integrating AI in Project-Based Learning for Differentiated English Language Instruction: A Scoping Review. *Journal of English Education and Teaching (JEET)*, 8(3), 586-608.
- [14] Ding, J., Chen, H., Feng, Y., & Hossain, T. (2024). Applications of Deep Learning Techniques. *Electronics*, 13(17), 3354.
- [15] Malhotra, R., & Singh, P. (2023). Recent advances in deep learning models: a systematic literature review. *Multimedia Tools and Applications*, 82, 44977-45060.
- [16] Ardiansyah, M., & Nugraha, M. L. (2025). IMPLEMENTASI DEEP LEARNING UNTUK MENINGKATKAN HASIL PEMBELAJARAN DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) SE-JAKARTA BARAT. *Research and Development Journal of Education*, 11(1), 302-309.
- [17] Maelasari, N., & Lusiana, L. (2025). EFEKTIVITAS DEEP LEARNING DALAM PEMBELAJARAN: SEBUAH KAJIAN SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW (SLR). *Jurnal Education and Development*, 13(2), 298-305.

- [18] Maelasari, N., & Lusiana, L. (2025). EFEKTIVITAS DEEP LEARNING DALAM PEMBELAJARAN: SEBUAH KAJIAN SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW (SLR). *Jurnal Education and Development*, 13(2), 298-305.
- [19] Nambiar, R., & Nanjundegowda, R. (2024). A Comprehensive Review of AI and Deep Learning Applications in Dentistry: From Image Segmentation to Treatment Planning. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 5(6), 1744-1752.
- [20] Hasanah, U., Prastiwi S, R., Arya W, L., & Yulian K, D. (2025). Implementation of Deep Learning Approach in Indonesian Education. *International Journal of Educational Technology and Society*, 2(2), 38-41.
- [21] Bilal, D., He, J., & Liu, J. (2025). Guest editorial: AI in education: transforming teaching and learning. *Information and Learning Sciences*, 126(1/2), 1-7.
- [22] Aditya, R. Q., & Suranto, S. (2024). THE ROLE OF EDUCATIONAL TRANSFORMATION IN THE DIGITAL ERA IN IMPROVING STUDENT QUALITY. *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*, 18(3), 1756-1772.
- [23] Tai, B. T., & Son, N. T. (2023). The Survey of Digital Transformation in Education: A Systematic Review. *International Journal of TESOL & Education*, 3(4), 32-51.
- [24] Prihantini, P., Sutarto, S., Apriliyani, E. S., Stavinibelia, S., Arsyad, M., & Mukhtar, D. (2025). Deep Learning Approaches in Education: A Literature Review on Their Role in Addressing Future Challenge. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, 4(5), 1213-1220.
- [25] Zhou, Q., Zhang, H., & Li, F. (2024). The Impact of Online Interactive Teaching on University Students' Deep Learning—The Perspective of Self-Determination. *Education Sciences*, 14(6), 664.
- [26] Masoud, T. D., & Abdulazeez, A. M. (2024). Deep Learning Classification Algorithms Applications: A Review. *Indonesian Journal of Computer Science*, 13(3), 4287-4311.
- [27] Hadi, M. S., Setiawan, V., & Hidayah, P. M. (2025). The Effect of Implementing Deep Learning on Improving Students' Cognitive Abilities in the Independent Curriculum at Yogyakarta High Schools. *Journal of Research in Islamic Education*, 7(1).
- [28] Zebua, N. (2025). Education Transformation: Implementation of Deep Learning in 21st-Century Learning. *Harmoni Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2(2), 146-152.