



Teknologi Kecerdasan Buatan dan Pentingnya Beradaptasi dalam Cara Belajar

¹Budi Hartono*

Corresponding Author: * mybdhart@solusipintar.com

¹ PT. Amartaraya Solusi Utama, Jakarta, Indonesia

Abstrak

Teknologi kecerdasan buatan (artificial intelligence/ AI) berpotensi memberikan pengaruh yang signifikan dalam dunia pendidikan di Indonesia. Seperti pembelajaran adaptif yang disesuaikan dengan kebutuhan individual siswa, meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar. Namun, penerapan AI dalam pendidikan di Indonesia juga menghadapi tantangan seperti infrastruktur teknologi yang kurang memadai, kekurangan sumber daya manusia terampil, kesenjangan akses teknologi antara daerah perkotaan dan pedesaan, serta kekhawatiran tentang privasi data dan etika. Untuk dapat memanfaatkan potensi AI dalam pendidikan di Indonesia secara optimal, diperlukan adaptasi dan kolaborasi yang erat antara berbagai pemangku kepentingan. Pemerintah, institusi pendidikan, industri teknologi, dan masyarakat harus bekerja sama dalam mengembangkan kebijakan, infrastruktur, sumber daya manusia, dan solusi AI yang tepat untuk kebutuhan pendidikan di Indonesia. Adaptasi dalam metode pembelajaran, kurikulum, dan budaya belajar juga sangat penting untuk mengintegrasikan AI secara efektif. Guru, siswa, dan orang tua harus terbuka terhadap perubahan dan bersedia mengembangkan keterampilan baru yang dibutuhkan untuk berinteraksi dengan teknologi AI. Meskipun masih terdapat tantangan, prospek penggunaan AI dalam pendidikan di Indonesia sangat menjanjikan. AI memiliki potensi untuk mentransformasi sistem pendidikan, meningkatkan kualitas pembelajaran, dan mempersiapkan generasi mendatang untuk menghadapi tantangan di era digital. Dengan investasi yang tepat, kolaborasi yang kuat, dan adaptasi yang berkelanjutan, AI dapat membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih personal, interaktif, dan efisien. Hal ini akan memungkinkan setiap siswa untuk mengembangkan potensi mereka secara maksimal dan memperoleh keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di masa depan. Selain itu, AI juga dapat membantu mengatasi kesenjangan pendidikan di Indonesia, dengan menyediakan akses yang lebih luas terhadap sumber daya belajar dan memungkinkan pembelajaran jarak jauh yang lebih efektif. Tentunya, adopsi AI dalam pendidikan harus dilakukan dengan bijak dan bertanggung jawab, dengan memperhatikan aspek privasi data, etika, dan dampak sosial yang lebih luas. Namun, dengan pendekatan yang tepat, AI dapat menjadi katalis bagi transformasi pendidikan di Indonesia, membuka pintu bagi generasi yang lebih cerdas, kreatif, dan siap menghadapi tantangan global.

Kata kunci: Cara Belajar; Deep Learning; Kecerdasan Buatan; Machine Learning; Teknologi

Pendahuluan

Teknologi AI telah mengalami perkembangan yang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Awalnya, AI hanya dianggap sebagai konsep futuristik dalam fiksi ilmiah, namun saat ini telah menjadi realita yang mengubah berbagai aspek kehidupan manusia. Kemajuan dalam kecerdasan buatan didorong oleh beberapa faktor, seperti peningkatan kekuatan komputasi, ketersediaan data dalam jumlah besar, dan perkembangan algoritma *machine learning* serta *deep learning* [1]. Perusahaan-perusahaan teknologi raksasa seperti Google, Microsoft, dan Amazon telah berinvestasi besar-besaran dalam penelitian dan pengembangan AI [2]. AI telah diterapkan dalam berbagai bidang, seperti asisten virtual, kendaraan otonom, diagnosa medis, analisis data, dan banyak lagi. Dengan kemampuannya

untuk memproses data dalam jumlah besar, mengidentifikasi pola, dan memberikan wawasan yang berharga, AI telah mengubah cara kita bekerja, belajar, dan berinteraksi.

Teknologi kecerdasan buatan memiliki potensi besar untuk mentransformasi dunia pendidikan [3]. Beberapa potensi utama AI dalam bidang pendidikan antara lain pembelajaran adaptif yang menyesuaikan materi, kecepatan, dan pendekatan pembelajaran berdasarkan kekuatan, kelemahan, dan gaya belajar setiap individu siswa; pengalaman belajar interaktif yang lebih imersif dan interaktif melalui simulasi virtual [4], game edukasi [5], dan lingkungan belajar yang disesuaikan dengan minat siswa [6]; asistensi AI sebagai tutor virtual yang selalu tersedia untuk memberikan penjelasan, menjawab pertanyaan, dan memberikan umpan balik kepada siswa; analisis data besar terkait dengan kinerja siswa, metode pembelajaran, dan sumber daya pendidikan untuk memberikan wawasan dan rekomendasi yang berharga. AI membantu dalam otomatisasi tugas-tugas administratif seperti penilaian, penjadwalan, dan manajemen data sehingga guru dapat fokus pada kegiatan pengajaran [7]. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan telah membuka peluang baru dalam dunia pendidikan di Indonesia. Namun, untuk dapat memanfaatkan potensi AI secara efektif, diperlukan adaptasi dan perubahan dalam sistem pendidikan di Indonesia. Pengaruh perkembangan AI dalam pendidikan di Indonesia akan sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, sumber daya manusia, kebijakan, dan strategi yang tepat untuk mengadopsi teknologi ini [8].

Tujuan dari penulisan artikel tersebut adalah untuk menginformasikan dan mengedukasi pembaca tentang potensi besar yang dimiliki teknologi kecerdasan buatan dalam mentransformasi dunia pendidikan. Artikel ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana AI dapat meningkatkan proses pembelajaran melalui pembelajaran adaptif, pengalaman belajar interaktif, tutor virtual, analisis data pendidikan, dan otomatisasi tugas administratif. Selain itu, artikel ini bertujuan untuk mendorong pemahaman dan penerimaan yang lebih luas terhadap penerapan AI dalam pendidikan, serta menginspirasi pendidik, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan lainnya untuk mengeksplorasi dan mengadopsi teknologi ini demi meningkatkan kualitas pendidikan.

Metode

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah kualitatif deskriptif, yang didasarkan pada pengalaman penulis sebagai praktisi teknologi informasi. Pendekatan kualitatif deskriptif dipilih untuk memberikan gambaran yang mendalam dan rinci tentang potensi kecerdasan buatan dalam pendidikan. Pengalaman penulis sebagai praktisi teknologi informasi memberikan wawasan praktis dan relevan yang memperkaya analisis dalam artikel ini. Pembahasan dalam artikel ini dikelompokkan dalam beberapa sub kajian agar lebih terstruktur dalam diskusi. Setiap sub kajian akan membahas aspek-aspek spesifik dari penerapan AI dalam pendidikan, seperti pembelajaran adaptif, pengalaman belajar interaktif, tutor virtual, analisis data pendidikan, dan otomatisasi tugas administratif. Pendekatan ini memungkinkan pembaca untuk memahami setiap aspek dengan lebih jelas dan mendalam, serta melihat bagaimana masing-masing komponen berkontribusi terhadap transformasi pendidikan melalui teknologi kecerdasan buatan.

Hasil dan Pembahasan

A. Peluang yang Dibawa AI dalam Pendidikan di Indonesia

1. Pembelajaran Adaptif yang Disesuaikan dengan Kebutuhan Siswa

Salah satu peluang besar yang dibawa oleh AI dalam pendidikan di Indonesia adalah kemampuannya untuk menyediakan pembelajaran adaptif [9]. Sistem AI dapat menganalisis data tentang kemampuan, gaya belajar, minat, dan perkembangan setiap siswa secara individu. Berdasarkan analisis ini, AI dapat menyesuaikan materi, kecepatan, dan pendekatan pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan spesifik setiap siswa. Dengan pembelajaran adaptif, siswa tidak lagi terpaksa mengikuti kurikulum yang bersifat "one-size-fits-all" [10]. Mereka akan mendapatkan pengalaman belajar yang lebih personal dan efektif, yang dapat meningkatkan pemahaman, motivasi, dan hasil belajar mereka.

2. Pengalaman Belajar yang Lebih Interaktif dan Imersif

AI juga berpotensi untuk membuat pengalaman belajar menjadi lebih interaktif dan imersif bagi siswa di Indonesia. Melalui teknologi seperti simulasi virtual, game edukasi berbasis AI, dan lingkungan belajar yang disesuaikan dengan minat siswa, proses pembelajaran dapat menjadi lebih menyenangkan dan melibatkan siswa secara aktif [11]. Misalnya, siswa dapat belajar tentang sejarah atau geografi dengan mengeksplorasi lingkungan virtual yang realistis dan berinteraksi dengan karakter atau objek di dalamnya [12]. Mereka juga dapat belajar sains atau matematika melalui game edukasi yang menggabungkan konsep-konsep penting dengan tantangan yang menarik.

3. Efisiensi dan Otomatisasi Tugas-tugas Administratif Pendidikan

Selain membantu dalam proses pembelajaran, AI juga dapat membawa efisiensi dan otomatisasi dalam tugas-tugas administratif pendidikan di Indonesia. Misalnya, AI dapat digunakan untuk membantu dalam penilaian tugas atau ujian secara otomatis, mengelola data siswa dan akademik, serta menjadwalkan kegiatan sekolah dengan lebih efisien [13]. Dengan mengurangi beban administratif bagi guru dan staf pendidikan, mereka dapat lebih fokus pada kegiatan pengajaran dan pengembangan kurikulum yang berkualitas. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pendidikan secara keseluruhan.

4. Analisis Data untuk Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik

AI juga memiliki kemampuan untuk menganalisis data dalam jumlah besar yang terkait dengan pendidikan, seperti data kinerja siswa, metode pembelajaran, dan sumber daya pendidikan [14]. Dengan kemampuan analisis data ini, AI dapat memberikan wawasan dan rekomendasi yang berharga untuk pengambilan keputusan yang lebih baik [15] dalam sistem pendidikan di Indonesia. Misalnya, AI dapat mengidentifikasi pola dan tren dalam data kinerja siswa [16], sehingga dapat memberikan rekomendasi untuk penyesuaian kurikulum atau metode pengajaran yang lebih efektif. AI juga dapat membantu dalam mengoptimalkan alokasi sumber daya pendidikan, seperti anggaran, fasilitas, dan tenaga pengajar, berdasarkan analisis data yang komprehensif.

B. Tantangan dalam Mengintegrasikan AI dalam Pendidikan di Indonesia**1. Infrastruktur Teknologi yang Kurang Memadai**

Salah satu tantangan utama dalam mengintegrasikan AI dalam pendidikan di Indonesia adalah infrastruktur teknologi yang masih kurang memadai [17]. Banyak sekolah, terutama di daerah pedesaan dan terpencil, masih kekurangan akses internet yang stabil dan perangkat keras yang memadai [18] untuk menjalankan aplikasi AI yang kompleks. Selain itu, pusat data dan infrastruktur *cloud computing* yang memadai juga masih terbatas di Indonesia. Padahal, implementasi AI dalam skala besar memerlukan kapasitas komputasi dan penyimpanan data yang besar.

2. Kurangnya Sumber Daya Manusia yang Terampil dalam Bidang AI

Tantangan lain yang dihadapi adalah kurangnya sumber daya manusia yang terampil dalam bidang AI di Indonesia. Untuk mengimplementasikan AI dalam pendidikan, diperlukan tenaga ahli yang memahami konsep-konsep AI seperti *machine learning*, *deep learning*, dan pengolahan data besar [19]. Saat ini, jumlah ilmuwan data, insinyur AI, dan programmer yang terampil dalam bidang ini masih terbatas di Indonesia. Hal ini dapat menjadi kendala dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem AI untuk pendidikan.

3. Kesenjangan Akses Teknologi antara Daerah Perkotaan dan Pedesaan

Indonesia adalah negara kepulauan dengan wilayah yang sangat luas, sehingga terdapat kesenjangan akses teknologi yang signifikan antara daerah perkotaan dan pedesaan. Daerah perkotaan biasanya memiliki akses yang lebih baik terhadap infrastruktur teknologi dan sumber daya manusia yang terampil dalam bidang AI. Namun, daerah pedesaan dan terpencil seringkali mengalami kekurangan dalam hal ini [20], yang dapat menyebabkan kesulitan dalam mengintegrasikan AI dalam pendidikan di wilayah tersebut. Hal ini dapat memperparah kesenjangan kualitas pendidikan antara daerah perkotaan dan pedesaan.

4. Kekhawatiran tentang Privasi Data dan Etika dalam Penggunaan AI

Penggunaan AI dalam pendidikan juga memunculkan kekhawatiran terkait privasi data dan etika [21]. Sistem AI memerlukan data dalam jumlah besar, termasuk data pribadi siswa, untuk dapat berfungsi dengan baik. Hal ini menimbulkan kekhawatiran tentang potensi penyalahgunaan atau kebocoran data pribadi siswa. Selain itu, terdapat kekhawatiran bahwa AI dapat membawa bias atau diskriminasi yang tidak disengaja dalam proses pembelajaran, seperti bias gender, ras, atau latar belakang sosial-ekonomi [22]. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan dan regulasi yang ketat untuk menjaga privasi data dan memastikan penggunaan AI dalam pendidikan dilakukan dengan etis dan adil.

C. Strategi untuk Memanfaatkan AI dalam Pendidikan di Indonesia**1. Pengembangan Kebijakan dan Regulasi terkait Penggunaan AI**

Untuk mengintegrasikan AI dalam pendidikan di Indonesia secara efektif dan bertanggung jawab, diperlukan pengembangan kebijakan dan regulasi yang komprehensif [23]. Pemerintah perlu membuat kerangka kerja hukum yang mengatur penggunaan AI dalam pendidikan, termasuk aspek-aspek seperti privasi data, etika, standar keamanan, dan akuntabilitas. Kebijakan ini harus dikembangkan melalui konsultasi dengan para pemangku kepentingan, seperti institusi pendidikan,

perusahaan teknologi, organisasi masyarakat sipil, dan akademisi. Hal ini akan memastikan bahwa perspektif dan kepentingan semua pihak dipertimbangkan dalam proses pembuatan kebijakan.

2. Peningkatan Investasi dalam Infrastruktur Teknologi dan Pelatihan Guru

Strategi berikutnya adalah peningkatan investasi dalam infrastruktur teknologi dan pelatihan guru. Pemerintah perlu mengalokasikan anggaran yang cukup untuk mengembangkan infrastruktur TI yang memadai di sekolah-sekolah, seperti akses internet yang stabil, perangkat keras yang modern, dan pusat data yang andal [24]. Selain itu, investasi juga perlu dilakukan dalam pelatihan guru dan staf pendidikan untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman mereka tentang AI dan teknologi terkait [25]. Hal ini akan membantu mempersiapkan tenaga pendidik untuk mengintegrasikan AI dalam proses pembelajaran secara efektif.

3. Kolaborasi dengan Perusahaan Teknologi dan Lembaga Penelitian

Strategi lainnya adalah kolaborasi dengan perusahaan teknologi dan lembaga penelitian yang terkemuka dalam bidang AI. Kolaborasi ini dapat meliputi kerja sama dalam pengembangan solusi AI untuk pendidikan, pertukaran pengetahuan, dan pelatihan bagi guru dan siswa [26]. Perusahaan teknologi dapat memberikan keahlian teknis, sumber daya, dan akses ke teknologi terkini dalam bidang AI. Sementara itu, lembaga penelitian dapat memberikan wawasan akademis dan penelitian terbaru tentang penerapan AI dalam pendidikan.

4. Kampanye Literasi Digital dan Pelatihan bagi Siswa dan Orang Tua

Selain strategi di atas, penting juga untuk melakukan kampanye literasi digital dan pelatihan bagi siswa dan orang tua. Hal ini bertujuan untuk membantu mereka memahami manfaat dan risiko penggunaan AI dalam pendidikan, serta membangun keterampilan yang diperlukan untuk berinteraksi dengan teknologi AI secara efektif dan bertanggung jawab [27]. Kampanye literasi digital dapat mencakup materi edukasi tentang AI, privasi data, etika digital, dan keterampilan berpikir komputasional [28]. Sementara pelatihan dapat diberikan kepada siswa dan orang tua untuk menggunakan aplikasi atau alat AI dalam proses pembelajaran.

D. Peran Pemangku Kepentingan dalam Adopsi AI dalam Pendidikan

Pemerintah memainkan peran kunci dalam adopsi AI dalam pendidikan di Indonesia. Pemerintah bertanggung jawab untuk mengembangkan kebijakan dan regulasi yang mengatur penggunaan AI dalam pendidikan, seperti aspek privasi data, etika, standar keamanan, dan akuntabilitas [21]. Selain itu, pemerintah juga harus menyediakan pendanaan yang memadai untuk investasi dalam infrastruktur teknologi dan pelatihan bagi guru dan staf pendidikan [24],[25]. Institusi pendidikan, seperti sekolah, universitas, dan lembaga pelatihan, memiliki peran penting dalam mengimplementasikan solusi AI dalam proses pembelajaran dan melakukan inovasi dalam metode pengajaran [13]. Mereka harus terbuka untuk mengadopsi teknologi baru, melatih guru dan staf, serta berkolaborasi dengan pemangku kepentingan lain untuk mengembangkan solusi AI yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan. Perusahaan teknologi dan industri AI memiliki peran dalam mengembangkan solusi AI yang khusus dirancang untuk kebutuhan pendidikan. Mereka dapat berkolaborasi dengan institusi pendidikan dan lembaga penelitian untuk memahami kebutuhan dan tantangan spesifik dalam dunia pendidikan, serta mengembangkan solusi AI yang efektif dan inovatif. Masyarakat, termasuk orang tua, siswa, dan

organisasi masyarakat sipil, juga memiliki peran penting dalam adopsi AI dalam pendidikan [28]. Mereka harus dilibatkan dalam proses pengambilan keputusan dan evaluasi untuk memastikan bahwa perspektif dan kepentingan mereka dipertimbangkan. Masyarakat juga dapat memberikan umpan balik yang berharga tentang dampak dan efektivitas solusi AI dalam pendidikan.

Kesimpulan

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah membuka peluang baru dalam dunia pendidikan di Indonesia. AI berpotensi untuk mentransformasi cara belajar dan mengajar, melalui pembelajaran adaptif, pengalaman belajar yang lebih interaktif, efisiensi tugas administratif, dan analisis data untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Namun, adopsi AI dalam pendidikan di Indonesia juga menghadapi tantangan seperti infrastruktur teknologi yang kurang memadai, kekurangan sumber daya manusia yang terampil dalam bidang AI, kesenjangan akses teknologi antara daerah perkotaan dan pedesaan, serta kekhawatiran tentang privasi data dan etika. Untuk menghadapi tantangan tersebut, diperlukan strategi yang komprehensif, seperti pengembangan kebijakan dan regulasi yang tepat, peningkatan investasi dalam infrastruktur teknologi dan pelatihan guru, kolaborasi dengan perusahaan teknologi dan lembaga penelitian, serta kampanye literasi digital dan pelatihan bagi siswa dan orang tua. Semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, institusi pendidikan, industri teknologi, dan masyarakat, memiliki peran penting dalam mengadopsi AI dalam pendidikan di Indonesia. Kolaborasi dan kemitraan yang erat antara semua pihak sangat diperlukan untuk mewujudkan potensi AI dalam meningkatkan kualitas pendidikan dan mempersiapkan generasi mendatang untuk menghadapi tantangan masa depan.

Referensi

- [1] Cioffi, R., Travaglioni, M., Piscitelli, G., Petrillo, A., & De Felice, F. (2020). Artificial intelligence and machine learning applications in smart production: Progress, trends, and directions. *Sustainability*, 12(2), 492.
- [2] van der Vlist, F., Helmond, A., & Ferrari, F. (2024). Big AI: Cloud infrastructure dependence and the industrialisation of artificial intelligence. *Big Data & Society*, 11(1), 20539517241232630.
- [3] Wang, B., Liu, H., An, P., Li, Q., Li, K., Chen, L., ... & Gu, S. (2018). *Artificial intelligence and education* (pp. 129-161). Springer Singapore.
- [4] Dai, C. P., & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100087.
- [5] Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2023). *Education 4.0 and 5.0: Integrating Artificial Intelligence (AI) for personalized and adaptive learning*. Available at SSRN 4638365.
- [6] Bharathi, G. P., Chandra, I., Sanagana, D. P. R., Tummalachervu, C. K., Rao, V. S., & Neelima, S. (2024). AI-driven adaptive learning for enhancing business intelligence simulation games. *Entertainment Computing*, 50, 100699.
- [7] Yugandhar, K., & Rao, Y. R. (2024). Artificial Intelligence in Classroom Management: Improving Instructional Quality of English Class with AI Tools. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(4), 2666-2672.
- [8] Hifni, M., & Ahsan, A. N. (2022). Kesiapan Bangsa Indonesia Menghadapi Perkembangan Era Industri 4.0 Dilihat Dari Sudut Pandang Tujuan Dan Cita-Cita Bangsa Indonesia. *Jurnal Mahatvavirya*, 9(2), 46-58.
- [9] Nazmi, R., Ardiyanto, J., Anshori, M. I., Siswanto, D. E., & Wirawan, R. (2023). Adaptive Learning in the Future of Educational Management Adapts to Student Needs. *al-fikrah: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 272-283.

- [10] Yang, S., Tian, H., Sun, L., & Yu, X. (2019, June). From one-size-fits-all teaching to adaptive learning: the crisis and solution of education in the era of AI. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1237, No. 4, p. 042039). IOP Publishing.
- [11] Dai, C. P., & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100087.
- [12] Tapalova, O., & Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 639-653.
- [13] Igbokwe, I. C. (2023). Application of artificial intelligence (AI) in educational management. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 13(3), 300-307.
- [14] Shoaib, M., Sayed, N., Singh, J., Shafi, J., Khan, S., & Ali, F. (2024). AI student success predictor: Enhancing personalized learning in campus management systems. *Computers in Human Behavior*, 158, 108301.
- [15] Alam, A. (2023). Harnessing the Power of AI to Create Intelligent Tutoring Systems for Enhanced Classroom Experience and Improved Learning Outcomes. In *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks* (pp. 571-591). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [16] Hooda, M., Rana, C., Dahiya, O., Rizwan, A., & Hossain, M. S. (2022). Artificial intelligence for assessment and feedback to enhance student success in higher education. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022(1), 5215722.
- [17] Sundari, E. (2024). Transformasi Pembelajaran Di Era Digital: Mengintegrasikan Teknologi Dalam Pendidikan Modern. *Sindoro: Cendikia Pendidikan*, 4(5), 25-35.
- [18] Ramadani, F. R. F. (2023). Studi Literatur; Analisis Tujuan Pendidikan Terhadap Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Menghadapi Tantangan Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(1), 321-332.
- [19] 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.
- [20] Trisantosa, I. N., SIP, M. T., Dewi Kurniasih, S. I. P., & Hubeis, I. H. M. (2022). *Pelayanan Publik Berbasis Digital*. Deepublish.
- [21] Huang, L. (2023). Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection. *Science Insights Education Frontiers*, 16(2), 2577-2587.
- [22] Varona, D., & Suárez, J. L. (2022). Discrimination, bias, fairness, and trustworthy AI. *Applied Sciences*, 12(12), 5826.
- [23] Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International journal of educational technology in higher education*, 20(1), 38.
- [24] Rusten, E., & Hudson, H. (2002). Infrastructure: Hardware, networking, software, and connectivity. *Technologies For Education Potentials, Parameters, and Prospects*, 6, 76-93.
- [25] Osetskyi, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S., & Hirnyk, Y. (2020). Artificial intelligence application in education: Financial implications and prospects. *Financial and credit activity problems of theory and practice*, 2(33), 574-584.
- [26] Lakshmi, A. J., Kumar, A., Kumar, M. S., Patel, S. I., Naik, S. L., & Ramesh, J. V. N. (2023). Artificial intelligence in steering the digital transformation of collaborative technical education. *The Journal of High Technology Management Research*, 34(2), 100467.
- [27] Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO Publishing.
- [28] Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, K. W. S., & Qiao, M. S. (2021). AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 58(1), 504-509.

Penulis



Budi Hartono merupakan praktisi teknologi informati di Solusi Pintar Indonesia, PT. Amartaraya Solusi Utama di Jakarta, Indonesia. Ia adalah alumni dari program sarjana di Teknik Fisika dan program magister di Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung (ITB). Ia memiliki pengetahuan dan keahlian yang luas dalam pengembangan teknologi, dan telah memberikan konsultasi serta berkontribusi dalam pengembangan teknologi di berbagai perusahaan. Ia telah terlibat dalam proyek-proyek penting yang melibatkan implementasi dan pengembangan solusi teknologi informasi. (email: mybdhart@solusipintar.com).