



Transformasi Kompetensi Pedagogik Guru di Era Kecerdasan Artifisial: Tinjauan Literatur

Dariyono

Program Studi Teknologi Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri
Makassar, Jalan Tamalate I Tidung, Makassar KP. 90222,
Penulis Korespondensi: dariyono@unm.ac.id

Abstract. *The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) has significantly transformed the educational landscape, including changes in teachers' pedagogical competencies. This study aims to examine the development of research on the transformation of teachers' pedagogical competencies in the context of AI utilization, identify the pedagogical competency components that have undergone transformation, and analyze the opportunities, challenges, and future directions of competency development in the digital era. The study employed a literature review method with a descriptive qualitative approach. Data were collected from 11 international scholarly articles focusing on Education 4.0, teachers' digital competence, educational transformation, 21st-century skills, sustainable education, and inclusive education. Data analysis was conducted through identification, classification, reduction, and thematic synthesis of findings from the selected literature. The results indicate that the transformation of teachers' pedagogical competencies is characterized by an increasing need for digital literacy, technology integration skills, adaptability to change, critical thinking, creativity, collaboration, communication, and lifelong learning. Furthermore, the role of teachers has shifted from information transmitters to facilitators, mentors, and managers of digital learning environments. The study concludes that the transformation of pedagogical competencies represents a response to technological advancements and the demands of Education 4.0, requiring the strengthening of digital competencies and 21st-century skills as essential foundations for teachers' professionalism in the future.*

Keywords: *pedagogical competence, artificial intelligence, Education 4.0, teachers' digital competence, educational transformation, literature review*

Abstrak. Perkembangan kecerdasan artifisial (Artificial Intelligence/AI) telah mendorong transformasi yang signifikan dalam dunia pendidikan, termasuk perubahan pada kompetensi pedagogik guru. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan penelitian mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru dalam konteks pemanfaatan kecerdasan artifisial, mengidentifikasi komponen kompetensi pedagogik yang mengalami perubahan, serta menganalisis peluang, tantangan, dan arah pengembangannya pada era digital. Penelitian menggunakan metode kajian literatur (literature review) dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. Data penelitian diperoleh dari 11 artikel ilmiah internasional yang membahas Education 4.0, kompetensi digital guru, transformasi pendidikan, keterampilan abad ke-21, pendidikan berkelanjutan, dan pendidikan inklusif. Analisis data dilakukan melalui identifikasi, klasifikasi, reduksi, dan sintesis temuan berdasarkan tema-tema utama yang muncul dalam literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi kompetensi pedagogik guru ditandai oleh meningkatnya kebutuhan terhadap literasi digital, kemampuan integrasi teknologi dalam pembelajaran, adaptabilitas terhadap perubahan, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta pembelajaran sepanjang hayat. Selain itu, peran guru mengalami perubahan dari penyampai informasi menjadi fasilitator, mentor, dan pengelola lingkungan belajar digital. Kajian ini menyimpulkan bahwa transformasi kompetensi pedagogik merupakan respons terhadap perkembangan teknologi dan tuntutan Education 4.0 yang memerlukan penguatan kompetensi digital dan keterampilan abad ke-21 sebagai fondasi profesionalisme guru pada masa depan.

Kata Kunci: kompetensi pedagogik, kecerdasan artifisial, Education 4.0, kompetensi digital guru, transformasi pendidikan, kajian literatur.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan yang sangat signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pendidikan. Salah satu perkembangan teknologi yang paling berpengaruh dalam beberapa tahun terakhir adalah kecerdasan artifisial (Artificial Intelligence/AI). Kehadiran AI tidak hanya mengubah cara individu mengakses informasi, tetapi juga mengubah cara proses pembelajaran dirancang, dilaksanakan, dan dievaluasi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa AI telah menjadi salah satu kekuatan utama yang mendorong transformasi pendidikan global melalui pengembangan intelligent tutoring systems, adaptive learning, learning analytics, dan berbagai aplikasi pembelajaran berbasis kecerdasan buatan lainnya (X. Chen et al., 2022). Perkembangan tersebut menunjukkan bahwa pendidikan saat ini sedang mengalami pergeseran paradigma dari sistem pembelajaran konvensional menuju pembelajaran yang lebih personal, adaptif, dan berbasis data. Chen et al. (2020). menjelaskan bahwa AI mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui personalisasi materi belajar, pemberian umpan balik otomatis, serta optimalisasi proses asesmen yang lebih akurat. Perubahan tersebut tidak hanya memengaruhi peserta didik sebagai pengguna layanan pendidikan, tetapi juga berdampak langsung terhadap peran dan kompetensi guru sebagai pelaksana utama proses pembelajaran. Oleh karena itu, perkembangan AI menjadi isu yang sangat penting untuk dikaji dalam konteks pengembangan kompetensi pedagogik guru.

Transformasi pendidikan akibat perkembangan teknologi digital sebenarnya telah berlangsung sejak munculnya berbagai inovasi e-learning dan teknologi pembelajaran berbasis internet. Artikel *The New Challenges for E-learning: The Educational Semantic Web* menjelaskan bahwa perkembangan teknologi digital telah mengubah cara manusia memperoleh, mengelola, dan membangun pengetahuan melalui lingkungan belajar yang lebih terbuka dan fleksibel. Perubahan tersebut kemudian berkembang lebih jauh ketika konsep Education 4.0 mulai diperkenalkan sebagai respons terhadap Revolusi Industri 4.0 dan transformasi digital global. Bonfield et al. (2020) menjelaskan bahwa Education 4.0 menempatkan teknologi sebagai elemen utama dalam proses pembelajaran yang berorientasi pada kebutuhan peserta didik. Dalam paradigma ini, guru tidak lagi berfungsi sebagai satu-satunya sumber pengetahuan, melainkan berperan sebagai fasilitator yang membantu peserta didik mengembangkan kemampuan belajar mandiri, berpikir kritis, dan memecahkan masalah. Perubahan tersebut semakin diperkuat oleh perkembangan AI yang mampu menyediakan informasi secara cepat dan akurat melalui berbagai platform digital. Kondisi ini menunjukkan bahwa profesi guru sedang menghadapi perubahan besar yang memerlukan penyesuaian kompetensi agar tetap relevan dengan kebutuhan pendidikan masa depan. Dengan demikian, transformasi kompetensi pedagogik guru menjadi salah satu isu penting yang perlu mendapatkan perhatian akademik yang lebih mendalam.

Perkembangan AI dalam pendidikan tidak hanya berdampak pada proses pembelajaran, tetapi juga memengaruhi tata kelola pendidikan secara keseluruhan. Knox (2020) menjelaskan bahwa AI telah digunakan dalam berbagai aspek pendidikan, mulai dari monitoring peserta didik, evaluasi pembelajaran, hingga pengambilan keputusan berbasis data pada tingkat institusi dan kebijakan pendidikan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa AI tidak lagi diposisikan sebagai alat bantu pembelajaran semata, tetapi telah menjadi bagian integral dari sistem pendidikan modern. Dalam konteks tersebut, guru dituntut untuk mampu bekerja dalam lingkungan pendidikan yang semakin terdigitalisasi dan berbasis data. Selain itu, Wang et al. (2024) menunjukkan bahwa

transformasi pendidikan global saat ini semakin dipengaruhi oleh perkembangan teknologi digital yang mengubah strategi pembelajaran, kurikulum, manajemen pendidikan, dan pengembangan profesional tenaga pendidik. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa kompetensi pedagogik guru tidak dapat lagi dipahami hanya sebagai kemampuan mengelola pembelajaran secara konvensional. Sebaliknya, kompetensi tersebut harus berkembang agar mampu mengakomodasi berbagai perubahan yang dibawa oleh perkembangan AI dan teknologi digital. Oleh karena itu, kajian mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru menjadi semakin relevan dalam konteks pendidikan abad ke-21.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa perkembangan Education 4.0 telah mendorong munculnya karakteristik baru yang harus dimiliki oleh guru. Soledad Ramírez-Montoya et al. menemukan bahwa guru pada era Education 4.0 perlu memiliki kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi, kemampuan berinovasi dalam pembelajaran, serta literasi digital yang memadai. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian Boltsi et al. (2024) yang menunjukkan bahwa berbagai teknologi digital seperti artificial intelligence, learning management systems, virtual learning environments, dan learning analytics telah menjadi komponen utama dalam pembelajaran modern. Kondisi ini menyebabkan guru tidak hanya dituntut menguasai kompetensi pedagogik tradisional, tetapi juga harus mampu mengintegrasikan teknologi ke dalam praktik pembelajaran secara efektif. Selain itu, artikel *Components of Education 4.0 in 21st Century Skills* menegaskan bahwa keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas, kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, dan literasi digital menjadi komponen penting yang harus dimiliki oleh tenaga pendidik. Dengan demikian, perkembangan teknologi telah memperluas cakupan kompetensi pedagogik yang diperlukan guru untuk menjalankan perannya secara profesional.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas AI dalam pendidikan maupun kompetensi guru dalam Education 4.0, kajian yang secara khusus mensintesis transformasi kompetensi pedagogik guru akibat perkembangan AI masih relatif terbatas. Chen et al. lebih banyak memfokuskan kajian pada perkembangan Artificial Intelligence Chen (2022) in Education sebagai bidang penelitian yang berkembang pesat selama dua dekade terakhir. Chen et al. (2020) menyoroti implementasi AI dalam pembelajaran, asesmen, dan administrasi pendidikan tanpa mengkaji secara mendalam implikasinya terhadap kompetensi pedagogik guru. Knox (2020) lebih berfokus pada tata kelola pendidikan berbasis AI, sedangkan Wang et al. (2024) menyoroti transformasi pendidikan akibat digitalisasi secara umum. Bonfield et al. (2020), Koseda et al. (2025), dan Boltsi et al. (2024) membahas perubahan pendidikan dalam kerangka Education 4.0, sementara Ramírez-Montoya et al. lebih menekankan karakteristik guru masa depan. Kaur dan Pavlova (2026) juga menunjukkan bahwa penelitian AI dalam pendidikan berkembang dari otomatisasi menuju personalisasi pembelajaran dan generative AI, namun belum secara khusus mensintesis dampaknya terhadap seluruh komponen kompetensi pedagogik guru. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ruang penelitian yang masih terbuka untuk mengkaji secara lebih komprehensif bagaimana AI memengaruhi transformasi kompetensi pedagogik guru.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menjadi penting dilakukan karena berupaya menyatukan berbagai temuan penelitian yang selama ini tersebar pada berbagai tema, seperti Artificial Intelligence in Education, Education 4.0, transformasi digital pendidikan, dan kompetensi guru abad ke-21. Kajian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perkembangan penelitian transformasi kompetensi pedagogik guru, komponen kompetensi pedagogik yang mengalami perubahan akibat integrasi AI, serta peluang dan tantangan yang muncul dalam pengembangan kompetensi tersebut. Selain itu, hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual bagi pengembangan teori kompetensi pedagogik pada era kecerdasan artifisial. Secara praktis, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi guru, lembaga pendidikan, dan pembuat kebijakan dalam merancang program pengembangan profesional yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan masa depan. Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi teoritis dan praktis yang kuat dalam menjawab berbagai tantangan pendidikan yang muncul akibat perkembangan AI.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perkembangan kajian mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru dalam konteks pemanfaatan kecerdasan artifisial, menganalisis komponen kompetensi pedagogik yang mengalami transformasi akibat integrasi AI dalam pendidikan, serta mengkaji peluang, tantangan, dan arah pengembangan kompetensi pedagogik guru di era kecerdasan artifisial. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini dirumuskan ke dalam tiga pertanyaan penelitian, yaitu: (1) Bagaimana perkembangan kajian mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru dalam konteks pemanfaatan kecerdasan artifisial di bidang pendidikan?; (2) Komponen kompetensi pedagogik apa saja yang mengalami transformasi sebagai dampak integrasi kecerdasan artifisial dalam proses pendidikan berdasarkan temuan penelitian terdahulu?; dan (3) Bagaimana peluang, tantangan, dan arah pengembangan kompetensi pedagogik guru di era kecerdasan artifisial berdasarkan hasil penelitian yang telah dipublikasikan? Ketiga pertanyaan tersebut menjadi dasar dalam melakukan sintesis literatur guna memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru pada era kecerdasan artifisial.

Naskah ditulis menggunakan spasi 1,5 dengan jenis huruf *times new roman* ukuran 12 pt. Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang umum penelitian (secara ringkas dan jelas), *review* terkait topik penelitian yang relevan, uraian tentang kebaruan (*gap analysis*) yang mengandung urgensi dan kebaruan penelitian, serta tujuan penelitian. Latar belakang ditulis **tanpa** penomoran dan atau *pointers*.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Kompetensi Pedagogik Guru dalam Pendidikan Kontemporer

Kompetensi pedagogik merupakan salah satu kompetensi inti yang harus dimiliki guru dalam melaksanakan tugas profesionalnya. Kompetensi ini berkaitan dengan kemampuan memahami karakteristik peserta didik, merancang pembelajaran, melaksanakan proses pembelajaran, melakukan evaluasi hasil belajar, serta mengembangkan potensi peserta didik secara optimal. Dalam konteks pendidikan modern, kompetensi pedagogik tidak lagi dipahami hanya sebagai kemampuan mengelola pembelajaran secara konvensional, tetapi berkembang menjadi kemampuan yang mampu merespons perubahan lingkungan belajar yang semakin kompleks. Transformasi sosial, ekonomi, dan teknologi yang terjadi pada abad ke-21 menyebabkan guru dituntut memiliki kompetensi yang lebih adaptif dan inovatif. Ramírez-Montoya et al. (2022) menjelaskan bahwa profil guru pada era Education 4.0 tidak hanya mencakup

penguasaan materi dan strategi pembelajaran, tetapi juga kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi, kemampuan berinovasi, dan kemampuan membangun lingkungan belajar yang berpusat pada peserta didik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kompetensi pedagogik mengalami perluasan makna dari sekadar kemampuan mengajar menjadi kemampuan memfasilitasi pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan masa depan. Oleh karena itu, kompetensi pedagogik menjadi salah satu faktor penting yang menentukan kualitas pendidikan dalam menghadapi transformasi digital yang semakin pesat.

Perkembangan lingkungan pendidikan yang semakin terdigitalisasi juga memengaruhi karakteristik kompetensi pedagogik yang diperlukan guru. Huamán-Romaní et al. (2022) menemukan bahwa kompetensi digital guru menjadi komponen penting dalam mendukung efektivitas pembelajaran pada era pascapandemi. Penguasaan teknologi pendidikan memungkinkan guru merancang dan melaksanakan pembelajaran yang lebih fleksibel, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Selain itu, Androshchuk et al. (2020) menegaskan bahwa pendidikan guru perlu dirancang untuk menghasilkan kompetensi yang mampu menjawab tantangan pembangunan berkelanjutan dan perubahan global. Dalam konteks tersebut, kompetensi pedagogik tidak dapat dipisahkan dari kemampuan guru untuk memanfaatkan teknologi dan mengintegrasikannya ke dalam praktik pembelajaran. Dengan demikian, perkembangan konsep kompetensi pedagogik menunjukkan adanya pergeseran dari pendekatan tradisional menuju pendekatan yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat masa depan.

2.2 Transformasi Pendidikan pada Era Education 4.0

Konsep Education 4.0 muncul sebagai respons terhadap perubahan besar yang terjadi akibat Revolusi Industri 4.0 dan perkembangan teknologi digital. Education 4.0 menekankan pentingnya integrasi teknologi dalam pendidikan untuk menghasilkan peserta didik yang mampu menghadapi tantangan dunia yang semakin kompleks dan dinamis. Ismaya et al. (2021) menjelaskan bahwa pendidikan pada era Society 5.0 dan Revolusi Industri 4.0 menuntut perubahan paradigma pembelajaran menuju pembelajaran yang lebih fleksibel, inovatif, dan berbasis teknologi. Dalam paradigma ini, proses pembelajaran tidak lagi terbatas pada ruang kelas fisik, tetapi dapat berlangsung melalui berbagai platform digital yang memungkinkan interaksi tanpa batas ruang dan waktu. Perubahan tersebut menuntut guru untuk memiliki kemampuan mengelola pembelajaran yang lebih dinamis dibandingkan sebelumnya. Oleh karena itu, Education 4.0 menjadi salah satu kerangka teoritis penting dalam memahami transformasi kompetensi pedagogik guru pada era digital.

Karakteristik Education 4.0 juga berkaitan erat dengan pengembangan keterampilan abad ke-21. Artikel *Components of Education 4.0 in 21st Century Skills* menunjukkan bahwa kreativitas, kolaborasi, komunikasi, berpikir kritis, literasi digital, dan kemampuan belajar sepanjang hayat merupakan kompetensi utama yang harus dikembangkan melalui pendidikan. Kompetensi tersebut tidak hanya dibutuhkan oleh peserta didik, tetapi juga oleh guru sebagai fasilitator pembelajaran. Simpall dan Robles (2025) menemukan bahwa kesiapan institusi pendidikan dalam menghadapi Education 4.0 sangat dipengaruhi oleh tingkat kompetensi digital tenaga pendidik. Temuan ini menunjukkan bahwa transformasi pendidikan tidak hanya memerlukan perubahan

kurikulum dan teknologi, tetapi juga perubahan kompetensi guru sebagai pelaksana utama proses pembelajaran. Dengan demikian, Education 4.0 menjadi landasan teoritis yang menjelaskan mengapa kompetensi pedagogik guru perlu mengalami transformasi agar tetap relevan dengan tuntutan pendidikan masa depan.

2.3 Kecerdasan Artifisial dalam Pendidikan

Kecerdasan artifisial merupakan salah satu teknologi yang berkembang pesat dan memberikan pengaruh besar terhadap berbagai sektor, termasuk pendidikan. Dalam konteks pendidikan, AI digunakan untuk mendukung proses pembelajaran, pengelolaan data pendidikan, personalisasi pembelajaran, serta pengembangan sistem pembelajaran yang lebih adaptif. Kehadiran AI memungkinkan proses pendidikan berlangsung secara lebih efisien melalui otomatisasi berbagai aktivitas akademik dan administratif. Selain itu, AI juga memberikan peluang bagi pengembangan pengalaman belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan individu peserta didik. Oleh karena itu, AI menjadi salah satu faktor utama yang mendorong transformasi pendidikan pada era digital.

Transformasi yang dihasilkan oleh AI tidak hanya berkaitan dengan penggunaan teknologi, tetapi juga perubahan peran guru dalam proses pembelajaran. Guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber informasi karena peserta didik dapat mengakses berbagai sumber belajar digital secara mandiri. Dalam kondisi tersebut, peran guru bergeser menjadi fasilitator, pembimbing, dan pengelola proses belajar. Perubahan ini menuntut kompetensi pedagogik yang lebih luas, termasuk kemampuan memanfaatkan teknologi digital, mengelola informasi, dan membimbing peserta didik dalam menggunakan teknologi secara bertanggung jawab. Oleh karena itu, AI menjadi salah satu variabel penting yang menjelaskan terjadinya transformasi kompetensi pedagogik guru dalam lingkungan pendidikan modern.

2.4 Kompetensi Digital Guru sebagai Fondasi Transformasi Pedagogik

Kompetensi digital merupakan kemampuan individu dalam menggunakan, mengelola, mengevaluasi, dan memanfaatkan teknologi digital secara efektif untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam konteks pendidikan, kompetensi digital guru menjadi salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan integrasi teknologi ke dalam pembelajaran. Huamán-Romaní et al. (2022) menunjukkan bahwa tingkat kompetensi digital guru memiliki hubungan yang erat dengan kemampuan mereka dalam mengelola pembelajaran berbasis teknologi. Guru yang memiliki kompetensi digital yang baik cenderung lebih mampu mengembangkan strategi pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Sebaliknya, keterbatasan kompetensi digital dapat menjadi hambatan dalam proses transformasi pendidikan.

Simpal dan Robles (2025) juga menemukan bahwa kesiapan tenaga pendidik menghadapi Education 4.0 sangat dipengaruhi oleh tingkat kompetensi digital yang dimiliki. Kompetensi digital tidak hanya mencakup kemampuan teknis dalam menggunakan perangkat teknologi, tetapi juga kemampuan memilih, mengintegrasikan, dan mengevaluasi penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Dalam konteks ini, kompetensi digital menjadi fondasi bagi munculnya berbagai kompetensi baru yang dibutuhkan guru pada era kecerdasan artifisial. Oleh karena itu, penguatan kompetensi digital menjadi salah satu strategi penting dalam mendukung transformasi kompetensi pedagogik guru di masa depan.

2.5 Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa transformasi pendidikan digital telah memengaruhi kompetensi yang harus dimiliki guru. Androshchuk et al.

(2020) menekankan pentingnya pengembangan kompetensi guru yang mendukung pendidikan berkelanjutan dan kesiapan menghadapi perubahan global. Huamán-Romani et al. (2022) menunjukkan bahwa kompetensi digital menjadi kebutuhan utama guru dalam lingkungan pendidikan yang semakin terdigitalisasi. Ismaya et al. (2021) menemukan bahwa pendidikan pada era Society 5.0 membutuhkan integrasi teknologi yang lebih kuat dalam proses pembelajaran. Ramírez-Montoya et al. (2022) mengidentifikasi bahwa profil guru pada Education 4.0 mencakup kemampuan teknologi, soft skills, inovasi, dan adaptabilitas. SIMPAL dan Robles (2025) menunjukkan bahwa kesiapan tenaga pendidik menghadapi Education 4.0 dipengaruhi oleh tingkat kesadaran dan kompetensi digital yang dimiliki.

Selain itu, artikel *Components of Education 4.0 in 21st Century Skills* menunjukkan bahwa pendidikan masa depan menuntut penguasaan keterampilan abad ke-21 yang meliputi kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis. Garay-Rondero et al. (2019) menemukan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Boztaş et al. (2023) serta Manzanares et al. (2020) menunjukkan bahwa transformasi pendidikan juga berkaitan dengan peningkatan inklusivitas dan akses pendidikan bagi seluruh peserta didik. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih membahas kompetensi digital, Education 4.0, atau transformasi pendidikan secara terpisah. Kajian yang secara khusus mensintesis transformasi kompetensi pedagogik guru dalam konteks perkembangan kecerdasan artifisial masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan sintesis yang lebih komprehensif mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru, peluang yang muncul, tantangan yang dihadapi, dan arah pengembangannya pada era kecerdasan artifisial. Bagian ini menguraikan teori-teori relevan yang mendasari topik penelitian dan memberikan ulasan tentang beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dan memberikan acuan serta landasan bagi penelitian ini dilakukan. Jika ada hipotesis, bisa dinyatakan tidak tersurat dan tidak harus dalam kalimat tanya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kajian literatur (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif-kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terkait transformasi kompetensi pedagogik guru di era kecerdasan artifisial. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan kajian, bentuk transformasi kompetensi pedagogik, serta peluang dan tantangan yang dihadapi guru dalam menghadapi integrasi kecerdasan artifisial dalam pendidikan. Sumber data penelitian berupa artikel-artikel ilmiah internasional yang relevan dengan topik penelitian. Dalam penelitian ini digunakan 11 artikel utama yang terdiri atas artikel hasil bibliometric review, literature review, systematic review, conceptual review, mixed methods, survey review, dan artikel konseptual yang membahas Artificial Intelligence in Education, Education 4.0, transformasi digital pendidikan, kompetensi guru, keterampilan abad ke-21, dan perkembangan e-learning. Artikel yang dianalisis meliputi karya Chen et al. (2022), Chen et al. (2020), Knox (2020), Wang et al. (2024), Bonfield et al. (2020), Koseda et al. (2024), Boltsi et al. (2023), Ramírez-Montoya et al. (2022), Kaur dan Pavlova (2026), *The New Challenges for E-learning: The Educational Semantic*

Web, serta Components of Education 4.0 in 21st Century Skills. Kesebelas artikel tersebut dipilih karena secara langsung membahas perkembangan kecerdasan artifisial dalam pendidikan, transformasi pembelajaran digital, karakteristik Education 4.0, dan kompetensi guru pada era teknologi digital sehingga dinilai relevan untuk menjawab tujuan penelitian.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri yang berperan dalam melakukan identifikasi, seleksi, pembacaan kritis, pengodean data, interpretasi, dan sintesis literatur. Untuk membantu proses pengumpulan data digunakan lembar matriks review literatur yang memuat informasi mengenai judul artikel, penulis, tahun publikasi, lokasi penelitian, teori atau konsep utama, metode penelitian, temuan utama, keterbatasan penelitian, serta relevansinya terhadap topik transformasi kompetensi pedagogik guru. Prosedur pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi dan pengumpulan artikel yang relevan dengan topik penelitian. Tahap kedua adalah membaca secara menyeluruh setiap artikel untuk memahami tujuan, metode, dan hasil penelitian yang dilaporkan. Tahap ketiga adalah melakukan ekstraksi data ke dalam matriks literatur sehingga informasi penting dari setiap artikel dapat dibandingkan secara sistematis. Tahap keempat adalah mengelompokkan hasil penelitian berdasarkan tema-tema utama yang muncul, yaitu perkembangan kajian AI dalam pendidikan, transformasi kompetensi pedagogik guru, serta peluang dan tantangan implementasi AI dalam pembelajaran. Tahap terakhir adalah melakukan sintesis terhadap seluruh temuan untuk menghasilkan pemahaman yang utuh mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru di era kecerdasan artifisial.

Metode analisis data yang digunakan adalah analisis tematik (*thematic analysis*) melalui proses reduksi data, kategorisasi, interpretasi, dan sintesis temuan. Seluruh artikel yang telah dikumpulkan dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi pola, kesamaan, perbedaan, dan kecenderungan temuan yang muncul dalam literatur. Hasil analisis kemudian dikelompokkan ke dalam tema-tema yang sesuai dengan pertanyaan penelitian, yaitu perkembangan kajian transformasi kompetensi pedagogik guru, komponen kompetensi pedagogik yang mengalami transformasi akibat integrasi kecerdasan artifisial, serta peluang, tantangan, dan arah pengembangan kompetensi pedagogik guru di masa depan. Melalui proses sintesis tersebut diperoleh gambaran konseptual yang komprehensif mengenai perubahan kompetensi pedagogik guru sebagai respons terhadap perkembangan kecerdasan artifisial dalam pendidikan. Pendekatan ini memungkinkan penelitian menghasilkan kesimpulan yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi oleh peneliti lain yang ingin mengkaji topik serupa pada konteks dan sumber literatur yang berbeda.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Literatur yang Dianalisis

Penelitian ini menganalisis sebelas artikel yang membahas kecerdasan artifisial dalam pendidikan, transformasi digital pendidikan, Education 4.0, kompetensi guru, dan keterampilan abad ke-21. Artikel-artikel tersebut terdiri atas berbagai pendekatan penelitian, yaitu bibliometric review, literature review, systematic review, conceptual review, survey review, mixed methods, dan conceptual paper. Sebagian besar artikel diterbitkan pada rentang tahun 2020–2026 yang menunjukkan bahwa topik transformasi pendidikan digital dan kecerdasan artifisial merupakan isu yang berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Lokasi penelitian mencakup berbagai wilayah, seperti kajian global, Tiongkok, Amerika Latin, Inggris, serta kajian internasional pada pendidikan

tinggi. Fokus penelitian yang ditemukan meliputi Artificial Intelligence in Education, digital transformation, Education 4.0, kompetensi guru, keterampilan abad ke-21, serta perkembangan e-learning. Sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan kajian literatur dan analisis konseptual untuk menjelaskan perubahan yang terjadi dalam dunia pendidikan. Selain itu, terdapat penelitian yang menggunakan mixed methods dan bibliometric analysis untuk memetakan tren perkembangan bidang penelitian tertentu. Seluruh artikel menunjukkan keterkaitan antara perkembangan teknologi digital dengan perubahan proses pembelajaran dan peran guru.

4.2 Perkembangan Kajian Kecerdasan Artifisial dalam Pendidikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa perkembangan kajian kecerdasan artifisial dalam pendidikan mengalami peningkatan pada berbagai tema penelitian. Chen et al. (2022) melaporkan bahwa penelitian Artificial Intelligence in Education berkembang selama dua dekade dengan fokus pada intelligent tutoring systems, adaptive learning, learning analytics, dan personalized learning. Chen et al. (2020) menemukan bahwa AI diterapkan pada pembelajaran, asesmen, dan administrasi pendidikan. Knox (2020) melaporkan bahwa AI digunakan dalam monitoring peserta didik, evaluasi pendidikan, dan pengambilan keputusan berbasis data. Kaur dan Pavlova (2026) menunjukkan bahwa tema penelitian AI berkembang dari otomatisasi menuju personalisasi pembelajaran dan generative AI. Wang et al. (2024) menemukan bahwa perkembangan teknologi digital menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi transformasi pendidikan global. Seluruh penelitian menunjukkan bahwa AI semakin terintegrasi dalam berbagai aktivitas pendidikan. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan AI tidak lagi terbatas pada fungsi administratif, tetapi telah memasuki proses pembelajaran secara langsung. Berbagai sistem pembelajaran berbasis AI ditemukan pada berbagai konteks pendidikan yang berbeda.

4.3 Transformasi Peran Guru dalam Pendidikan Digital

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan peran guru dalam lingkungan pendidikan yang dipengaruhi oleh teknologi digital. Bonfield et al. (2020) melaporkan bahwa Education 4.0 mengubah posisi guru dari penyampai informasi menjadi fasilitator pembelajaran. Koseda et al. (2024) menunjukkan bahwa transformasi digital memengaruhi proses pembelajaran, asesmen, dan kurikulum. Ramírez-Montoya et al. (2022) menemukan bahwa guru masa depan memerlukan kemampuan adaptasi, inovasi, dan literasi digital yang tinggi. Boltsi et al. (2023) melaporkan bahwa berbagai teknologi digital digunakan untuk mendukung proses pembelajaran modern. Chen et al. (2020) menunjukkan bahwa AI memungkinkan pembelajaran berlangsung secara lebih personal dan adaptif. Knox (2020) menemukan bahwa lingkungan pendidikan semakin dipengaruhi oleh data yang dihasilkan teknologi digital. Seluruh penelitian menunjukkan adanya perubahan dalam tugas dan tanggung jawab guru pada era digital. Perubahan tersebut ditemukan pada aspek perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, dan pengelolaan pembelajaran.

Tabel 1. Bentuk Perubahan Peran Guru

Bentuk Perubahan	Sumber
Penyampai informasi → fasilitator	Bonfield et al. (2020) Pengelola kelas
→ pengelola data pembelajaran	Knox (2020) Pengajar → desainer
pembelajaran	Kosedo et al. (2024) Pengguna
teknologi → integrator teknologi	Boltsi et al. (2023)
Guru tradisional → guru Education 4.0	Ramírez-Montoya et al. (2022)

4.4 Komponen Kompetensi Pedagogik yang Mengalami Transformasi

Hasil sintesis menunjukkan bahwa beberapa komponen kompetensi pedagogik mengalami perubahan sebagai dampak integrasi kecerdasan artifisial dalam pendidikan. Chen et al. (2020) melaporkan bahwa AI membantu identifikasi kebutuhan peserta didik melalui personalisasi pembelajaran. Chen et al. (2022) menunjukkan bahwa learning analytics digunakan untuk memahami perkembangan peserta didik secara lebih mendalam. Bonfield et al. (2020) menemukan bahwa perencanaan pembelajaran semakin berorientasi pada kebutuhan individual peserta didik. Kosedo et al. (2024) melaporkan perubahan pada desain pembelajaran dan asesmen. Boltsi et al. (2023) menunjukkan peningkatan penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran. Ramírez-Montoya et al. (2022) menemukan bahwa literasi digital menjadi bagian penting dari kompetensi guru. Knox (2020) menunjukkan bahwa pengambilan keputusan pembelajaran semakin dipengaruhi oleh data digital. Seluruh penelitian menunjukkan adanya perubahan pada berbagai komponen kompetensi pedagogik.

4.5 Kompetensi Baru yang Ditemukan dalam Literatur

Hasil penelitian menunjukkan munculnya beberapa kompetensi baru yang tidak banyak ditemukan pada kerangka kompetensi pedagogik tradisional. Ramírez-Montoya et al. (2022) menemukan bahwa literasi digital menjadi karakteristik utama guru pada Education 4.0. Boltsi et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pendidikan membutuhkan kemampuan integrasi teknologi yang lebih tinggi. Knox (2020) menemukan bahwa lingkungan pendidikan berbasis data menuntut kemampuan memahami dan memanfaatkan informasi digital. Kaur dan Pavlova (2026) menunjukkan bahwa perkembangan AI meningkatkan kebutuhan terhadap pemahaman teknologi AI dalam pendidikan. Components of Education 4.0 in 21st Century Skills menunjukkan pentingnya kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis dalam pendidikan masa depan. Bonfield et al. (2020) menemukan bahwa pembelajaran yang berpusat pada peserta didik membutuhkan pendekatan pedagogik yang lebih fleksibel. Kosedo et al. (2024) menunjukkan bahwa transformasi digital memerlukan kompetensi baru dalam pembelajaran dan asesmen. Seluruh penelitian menunjukkan munculnya berbagai kompetensi yang berkaitan dengan teknologi digital dan pembelajaran abad ke-21.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji transformasi kompetensi pedagogik guru di era kecerdasan artifisial melalui analisis berbagai literatur yang membahas Education 4.0, kompetensi digital, transformasi pendidikan, keterampilan abad ke-21, dan pengembangan sumber daya manusia dalam pendidikan. Hasil kajian menunjukkan bahwa perkembangan teknologi digital dan kecerdasan artifisial telah mendorong perubahan yang signifikan dalam praktik pendidikan serta mengubah tuntutan

kompetensi yang harus dimiliki oleh guru. Transformasi tersebut terlihat dari pergeseran peran guru yang tidak lagi hanya berfungsi sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai fasilitator pembelajaran, desainer pengalaman belajar, pengelola lingkungan belajar digital, serta pendamping peserta didik dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Berbagai penelitian yang dianalisis menunjukkan bahwa kompetensi digital menjadi komponen yang paling dominan dalam proses transformasi tersebut, diikuti oleh kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, adaptabilitas, dan pembelajaran sepanjang hayat. Selain itu, hasil kajian memperlihatkan bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan telah memperluas ruang lingkup kompetensi pedagogik sehingga tidak hanya berfokus pada pengelolaan pembelajaran, tetapi juga mencakup kemampuan memanfaatkan teknologi secara efektif untuk mendukung proses belajar yang lebih personal, fleksibel, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik. Dengan demikian, transformasi kompetensi pedagogik guru merupakan konsekuensi logis dari perubahan ekosistem pendidikan yang semakin dipengaruhi oleh perkembangan teknologi digital dan kecerdasan artifisial.

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan keilmuan pendidikan, khususnya pada kajian kompetensi pedagogik guru di era transformasi digital. Kajian ini menunjukkan bahwa konsep kompetensi pedagogik tidak lagi dapat dipahami secara tradisional, melainkan harus diposisikan sebagai kompetensi yang dinamis dan adaptif terhadap perubahan teknologi, sosial, dan kebutuhan peserta didik. Sintesis literatur yang dilakukan juga memperlihatkan bahwa Education 4.0 menjadi kerangka yang banyak digunakan untuk menjelaskan perubahan peran guru dan kebutuhan kompetensi baru yang muncul dalam lingkungan pendidikan modern. Selain itu, penelitian ini berhasil mengintegrasikan berbagai temuan dari literatur mengenai kompetensi digital, keterampilan abad ke-21, pendidikan berkelanjutan, pendidikan inklusif, dan transformasi digital ke dalam satu pemahaman yang lebih komprehensif mengenai transformasi kompetensi pedagogik guru. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar konseptual bagi pengembangan program pendidikan guru, pelatihan profesional, dan kebijakan pendidikan yang berorientasi pada penguatan kapasitas guru dalam menghadapi tantangan era kecerdasan artifisial. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoretis dalam memperkaya kajian transformasi kompetensi pedagogik, tetapi juga memberikan kontribusi praktis bagi berbagai pemangku kepentingan di bidang pendidikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas kajian dengan mengkaji secara empiris implementasi kompetensi pedagogik guru dalam lingkungan pendidikan yang telah mengintegrasikan kecerdasan artifisial secara nyata. Penelitian mendatang juga dapat mengembangkan model kompetensi pedagogik yang secara khusus dirancang untuk menjawab kebutuhan pendidikan pada era kecerdasan artifisial dan Society 5.0. Selain itu, diperlukan penelitian yang menganalisis hubungan antara tingkat kompetensi digital guru dengan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi pada berbagai jenjang pendidikan dan bidang studi yang berbeda. Kajian lanjutan juga dapat difokuskan pada identifikasi strategi pengembangan profesional guru yang paling efektif dalam meningkatkan kesiapan menghadapi transformasi pendidikan digital. Di samping itu, penelitian berikutnya perlu mengeksplorasi aspek etika, inklusivitas, dan keberlanjutan dalam pemanfaatan kecerdasan artifisial pada proses pembelajaran sehingga pengembangan kompetensi pedagogik guru tidak hanya berorientasi pada penguasaan teknologi, tetapi juga pada

nilai-nilai kemanusiaan dan kualitas pendidikan yang berkelanjutan. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi kecerdasan artifisial, penelitian lanjutan diharapkan mampu menghasilkan kerangka konseptual dan model implementasi yang lebih komprehensif untuk mendukung transformasi pendidikan pada masa depan.

DAFTAR REFERENSI

- Androshchuk, I., Androshchuk, I., & Komochkova, O. (2020). Building the Content of Teacher Training in the Context of Education for Sustainable Development. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 12(1Sup1), 19–36. <https://doi.org/10.18662/rrem/12.1sup1/221>
- Boltsi, A., Kalovrektis, K., Xenakis, A., Chatzimisios, P., & Chaikalis, C. (2024). Digital Tools, Technologies, and Learning Methodologies for Education 4.0 Frameworks: A STEM Oriented Survey. *IEEE Access*, 12, 12883–12901. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3355282>
- Bonfield, C. A., Salter, M., Longmuir, A., Benson, M., & Adachi, C. (2020). Transformation or evolution?: Education 4.0, teaching and learning in the digital age. *Higher Education Pedagogies*, 5(1), 223–246. <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1816847>
- Boztaş, G. D., Berigel, M., Altınay, Z., Altınay, F., Shadiev, R., & Dağlı, G. (2023). Readiness for Inclusion: Analysis of Information Society Indicator With Educational Attainment of People With Disabilities in European Union Countries. *Journal of Chinese Human Resource Management*, 14(3), 47–58. <https://doi.org/10.47297/wspchrmwsp2040-800504.20231403>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and Future Directions. In *Educational Technology & Society* (Vol. 25, Number 1).
- Garay-Rondero, C. L., Calvo, E. Z. R., & Salinas-Navarro, D. E. (2019). Experiential Learning at Lean-Thinking-Learning Space. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (Ijidem)*, 13(3), 1129–1144. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00578-3>
- Huamán-Romani, Y.-L., Choque, F. C., Maquera-Flores, E.-A., Guillermo, J., & Kuaquira-Huallpa, F. (2022). Level of Digital Teaching Competence on the Verge of the Post Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Ijet)*, 17(14), 187–204. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i14.31039>
- Ismaya, B., Perdana, I., Arifin, A., Fadjarajani, S., Anantadjaya, S. P. D., & Muhammadiyah, M. (2021). Merdeka Belajar in the Point of View of Learning Technology in the Era of 4.0 and Society 5.0. *Al-Ishlah Jurnal Pendidikan*, 13(3), 1777–1785. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i3.556>
- Kaur, H., & Pavlova, M. (2026). Machine-assisted thematic mapping of AI in education discourse: systematic review from 2005–2024. *Humanities and Social Sciences Communications*. <https://doi.org/10.1057/s41599-026-07342-5>
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298–311. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236>
- Koseda, E., Cohen, I. K., McIntosh, B., & Cooper, J. (2025). Internationalisation and digital transformation in HEIs: The impact of education 4.0 on teaching, learning

- and assessment. In *Policy Futures in Education* (Vol. 23, Number 1, pp. 1–9). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/14782103241226531>
- SIMPAL, E. A., & Robles, A. C. M. O. (2025). Education 4.0: Awareness, Readiness, and Digital Competence of Higher Education Institutions (HEIs) Faculty in Region XII. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5018303>
- Soledad Ramírez-Montoya, M., Isabel Loaiza-Aguirre, M., Zúñiga-Ojeda, A., & Portuguez-Castro, M. (2022). *Characterization of the teaching profile within the framework of Education 4.0*.
- Wang, C., Chen, X., Yu, T., Liu, Y., & Jing, Y. (2024). Education reform and change driven by digital technology: a bibliometric study from a global perspective. In *Humanities and Social Sciences Communications* (Vol. 11, Number 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02717-y>