Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan
Volume 11, Nomor 4, November 2026
ISSN (Print): 2502-7069; ISSN (*Online*): 2620-8326

Strategi Inovasi Pendidikan Berkelanjutan Berbasis Kecerdasan Buatan dan Transformasi Digital dalam Membangun Kompetensi Generasi Muda Berwawasan Lingkungan

Laisya Anjelina Lumbantoruan*, Amira Zakia Siregar, Putri Yanjani Waruwu, Roma Kasih Nadapdap
Program Studi Pendidikan Bisnis, Jurusan Ekonomi, FEB, Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar, Pasar V, Medan Estate, Sumatera Utara, 20221. Indonesia
*Corresponding Author: laisyaanjelina@gmail.com

Article History
Received : October 06th, 2026
Revised : October 27th, 2026
Accepted : November 15th, 2026

Abstract: Perkembangan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dan transformasi digital telah membawa perubahan dalam penyelenggaraan pendidikan serta membuka peluang untuk menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif dan inovatif. Namun, pemanfaatan teknologi dalam pendidikan perlu diintegrasikan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan agar mampu mendukung pengembangan kompetensi generasi muda yang memiliki kepedulian terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi inovasi pendidikan berkelanjutan berbasis kecerdasan buatan dan transformasi digital dalam membangun kompetensi generasi muda berwawasan lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran, pemilihan, dan pengkajian artikel jurnal ilmiah yang relevan, kemudian dianalisis melalui tahapan identifikasi, pengelompokan, perbandingan, dan sintesis temuan berdasarkan fokus penelitian. Hasil kajian menunjukkan enam aspek utama dalam inovasi pendidikan berkelanjutan, yaitu transformasi digital sebagai fondasi pembelajaran adaptif, pemanfaatan AI untuk mendukung personalisasi dan efisiensi pembelajaran, penguatan kompetensi pendidik, integrasi *Education for Sustainable Development* (ESD), penerapan pembelajaran kontekstual berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dan *Project-Based Learning* (PjBL), serta pengembangan kompetensi generasi muda. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa penggunaan AI secara berlebihan berpotensi mengurangi keterlibatan peserta didik dalam proses berpikir sehingga diperlukan penguatan literasi digital dan kemampuan berpikir kritis. Dengan demikian, inovasi pendidikan berkelanjutan perlu mengintegrasikan teknologi, kompetensi pendidik, dan pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada keberlanjutan untuk mendukung terbentuknya generasi muda yang kritis, kreatif, adaptif, serta memiliki literasi dan kepedulian lingkungan.

Keywords: *Education for Sustainable Development*; kecerdasan buatan; kompetensi generasi muda; literasi lingkungan; pendidikan berkelanjutan; transformasi digital.

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah membawa perubahan dalam proses pendidikan, terutama melalui pemanfaatan teknologi dan kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran. Kondisi idealnya, perkembangan teknologi dapat mendukung pembelajaran yang lebih fleksibel, personal, dan bermakna. Namun, penerapannya juga menghadirkan tantangan, seperti persoalan etika, berkurangnya interaksi manusiawi, serta perlunya menjaga peran guru dalam proses pembelajaran. Lestari et al. (2025) menekankan bahwa transformasi digital perlu tetap berorientasi pada nilai kemanusiaan agar teknologi tidak mengurangi makna pendidikan.

Pemanfaatan AI juga memberikan peluang dalam membantu kegiatan pembelajaran, tetapi penggunaannya perlu diimbangi dengan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Ketergantungan terhadap AI dalam menyelesaikan tugas akademik dapat menjadi persoalan apabila peserta didik tidak lagi terlibat secara aktif dalam proses berpikir (Firdaus et al.,

2025). Oleh karena itu, transformasi digital perlu diarahkan tidak hanya pada penguasaan teknologi, tetapi juga pada pengembangan kompetensi peserta didik. Kesiapan guru, kemampuan menggunakan teknologi, serta ketersediaan fasilitas juga menjadi bagian penting dalam menghadapi perubahan tersebut (Listiyoningsih et al., 2022).

Di sisi lain, pendidikan memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Kajian Agustin (2025) menunjukkan meningkatnya perhatian penelitian terhadap *Education for Sustainable Development* (ESD), terutama dalam mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan. Implementasi ESD dapat diperkuat melalui pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan dengan permasalahan lingkungan secara nyata. Salah satu contohnya adalah pengembangan bahan ajar berbasis proyek pada ekosistem mangrove yang terbukti dapat meningkatkan literasi sains dan keterampilan siswa (Mulyani et al., 2024).

Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa AI, transformasi digital, dan pendidikan berkelanjutan memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Namun, ketiga aspek tersebut masih banyak dikaji secara terpisah. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang mengintegrasikan pemanfaatan AI dan transformasi digital dengan prinsip pendidikan berkelanjutan sehingga teknologi tidak hanya mendukung efektivitas pembelajaran, tetapi juga membangun kemampuan berpikir kritis, literasi digital, kepedulian lingkungan, dan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji strategi inovasi pendidikan berkelanjutan berbasis kecerdasan buatan dan transformasi digital dalam membangun kompetensi generasi muda yang berwawasan lingkungan. Nilai baru penelitian ini terletak pada pengintegrasian teknologi digital, AI, dan pendidikan berkelanjutan sebagai satu kerangka strategi pengembangan kompetensi peserta didik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Metode SLR digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, mengkaji, dan menyintesis hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/AI), transformasi digital, pendidikan berkelanjutan, serta pengembangan kompetensi generasi muda berwawasan lingkungan (Snyder, 2019).

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada [bulan dan tahun pelaksanaan] melalui penelusuran literatur secara daring. Karena penelitian menggunakan metode *Systematic Literature Review*, pengumpulan data tidak dilakukan secara langsung di lokasi penelitian, melainkan melalui sumber publikasi ilmiah elektronik. Penelusuran artikel dilakukan melalui [nama basis data atau platform yang benar-benar digunakan], dengan fokus pada publikasi yang membahas kecerdasan buatan, transformasi digital dalam pendidikan, *Education for Sustainable Development* (ESD), literasi lingkungan, dan pengembangan kompetensi peserta didik.

2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh artikel jurnal ilmiah yang memiliki keterkaitan dengan kecerdasan buatan (AI), transformasi digital dalam pendidikan, pendidikan berkelanjutan, kompetensi pendidik, pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM), *Project-Based Learning* (PjBL), serta literasi lingkungan. Sampel penelitian berupa artikel jurnal ilmiah yang dipilih berdasarkan kesesuaian dengan fokus dan tujuan penelitian.

Pemilihan artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi sebagai berikut:

a. Artikel membahas kecerdasan buatan, transformasi digital, pendidikan berkelanjutan, atau pengembangan kompetensi peserta didik.
b. Artikel memiliki keterkaitan dengan tujuan dan permasalahan penelitian.
c. Artikel berasal dari jurnal ilmiah yang relevan dengan bidang pendidikan.
d. Artikel tersedia dalam bentuk teks lengkap sehingga dapat dikaji dan dianalisis secara menyeluruh.

Artikel yang tidak memenuhi kriteria tersebut tidak dimasukkan dalam proses analisis dan sintesis data.

3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis. Tahap pertama adalah penelusuran literatur

dengan menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan AI, transformasi digital, pendidikan berkelanjutan, ESD, STEM, PjBL, dan literasi lingkungan. Tahap kedua adalah proses seleksi artikel berdasarkan kesesuaian judul, abstrak, kata kunci, dan isi artikel dengan fokus penelitian. Tahap ketiga adalah pengkajian artikel secara menyeluruh untuk mengidentifikasi informasi yang relevan, meliputi tujuan penelitian, metode, hasil, dan temuan utama. Tahap keempat adalah pencatatan dan pengelompokan informasi berdasarkan kesamaan topik pembahasan. Tahap terakhir adalah membandingkan dan menyintesis temuan dari berbagai artikel untuk memperoleh gambaran mengenai strategi inovasi pendidikan berkelanjutan berbasis AI dan transformasi digital.

Proses identifikasi, penyaringan, dan penentuan artikel yang digunakan dalam kajian perlu didokumentasikan secara transparan dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020) (Page et al., 2021).

4. Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif melalui proses identifikasi, pengelompokan, perbandingan, dan sintesis hasil penelitian terdahulu. Setiap artikel yang terpilih dikaji untuk memperoleh informasi mengenai kontribusi, peluang, tantangan, dan keterkaitan antara AI, transformasi digital, serta pendidikan berkelanjutan. Selanjutnya, temuan dikelompokkan ke dalam enam tema utama, yaitu (1) transformasi digital sebagai fondasi inovasi pendidikan, (2) pemanfaatan AI dalam pembelajaran, (3) kesiapan dan peran pendidik, (4) pendidikan berkelanjutan dan penguatan wawasan lingkungan, (5) pembelajaran kontekstual berbasis STEM dan PjBL, serta (6) pengembangan kompetensi generasi muda.

Setiap tema kemudian dianalisis dengan membandingkan persamaan dan perbedaan temuan dari artikel yang dikaji. Hasil perbandingan tersebut disintesiskan untuk merumuskan keterkaitan antara pemanfaatan teknologi, kompetensi pendidik, pendekatan pembelajaran, dan penguatan wawasan lingkungan. Proses sintesis tematik dilakukan dengan mengembangkan kelompok temuan menjadi tema-tema yang lebih terarah sehingga menghasilkan pemahaman yang menyeluruh terhadap permasalahan penelitian (Thomas & Harden, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil kajian menunjukkan bahwa inovasi pendidikan berkelanjutan tidak dapat dipahami hanya sebagai penggunaan teknologi digital atau kecerdasan buatan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan sintesis terhadap literatur yang dikaji, terdapat beberapa aspek yang saling berkaitan, yaitu transformasi digital, pemanfaatan kecerdasan buatan, kompetensi dan kesiapan pendidik, pembelajaran aktif, pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development*/ESD), penguatan literasi lingkungan, serta pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik.

Temuan tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam enam tema utama, yaitu (1) transformasi digital sebagai fondasi inovasi pendidikan, (2) pemanfaatan AI dalam pembelajaran, (3) kesiapan dan peran pendidik, (4) integrasi pendidikan berkelanjutan dan wawasan lingkungan, (5) pembelajaran kontekstual berbasis STEM dan lingkungan, serta (6) pengembangan kompetensi generasi muda.

1. Transformasi Digital sebagai Dasar Inovasi Pendidikan

Hasil kajian menunjukkan bahwa transformasi digital telah mengubah cara pendidikan dirancang, dilaksanakan, dan dievaluasi. Transformasi tersebut tidak hanya ditandai dengan penggunaan perangkat digital, tetapi juga perubahan pada pola interaksi antara pendidik dan peserta didik, penyediaan sumber belajar, sistem pengelolaan pendidikan, serta pendekatan pembelajaran. Kajian mengenai transformasi digital dalam pendidikan menunjukkan bahwa teknologi telah mendorong pergeseran dari pembelajaran konvensional menuju lingkungan pembelajaran yang lebih fleksibel melalui *online learning*, kelas virtual, buku elektronik, dan berbagai bentuk sumber belajar digital. Perubahan tersebut semakin relevan dalam menghadapi karakteristik peserta didik yang semakin dekat dengan teknologi serta tuntutan pendidikan pada era Society 5.0. Dengan demikian, transformasi digital perlu dipahami sebagai perubahan sistem pendidikan secara menyeluruh, bukan sekadar proses digitalisasi media pembelajaran.

Temuan tersebut diperkuat oleh kajian mengenai transformasi pendidikan berbasis teknologi yang menempatkan teknologi sebagai salah satu unsur dalam membangun sistem pendidikan yang futuristik, berkualitas, resilien, dan berkelanjutan. Di tingkat pendidikan tinggi, kajian sistematis mengenai transformasi digital juga memperlihatkan bahwa perubahan teknologi berkaitan dengan perubahan pedagogis, organisasi, kompetensi, serta pola penyelenggaraan pendidikan. Dengan demikian, transformasi digital dapat menjadi fondasi inovasi pendidikan apabila diarahkan untuk meningkatkan kualitas proses belajar, memperluas akses, mendukung kolaborasi, serta menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif terhadap kebutuhan peserta didik.

2. Pemanfaatan AI dan Teknologi Pembelajaran: Peluang dan Tantangan

Kecerdasan buatan merupakan salah satu perkembangan teknologi yang memiliki potensi besar dalam mendukung inovasi pembelajaran. Hasil kajian memperlihatkan bahwa AI dapat digunakan untuk membantu penyediaan sumber belajar, memberikan dukungan pembelajaran yang lebih personal, membantu pencarian informasi, memberikan umpan balik, serta mendukung efisiensi berbagai aktivitas akademik.

Dalam konteks pendidikan berkelanjutan, AI juga berpotensi mendukung personalisasi pembelajaran dan inovasi pedagogis. Pemanfaatannya dapat diarahkan untuk meningkatkan efisiensi dan pemerataan pembelajaran, mengembangkan inovasi kurikulum, serta memperkuat kapasitas pendidik. Namun, implementasinya tetap membutuhkan keterpaduan antara pengetahuan teknologi, pedagogi, dan materi pembelajaran.

Teknologi AI juga dapat dikembangkan dalam sistem *intelligent tutoring* untuk memberikan dukungan belajar yang lebih adaptif. Pendekatan tersebut menunjukkan bahwa AI memiliki peluang untuk membantu menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih responsif terhadap kebutuhan peserta didik.

Meskipun demikian, penggunaan AI juga memiliki sisi yang perlu diperhatikan. Penelitian mengenai ketergantungan mahasiswa terhadap AI menunjukkan adanya kecenderungan penggunaan AI secara berlebihan dalam menyelesaikan tugas akademik. Sebagian besar responden dalam penelitian tersebut melaporkan bahwa penggunaan AI yang terlalu sering dapat berhubungan dengan menurunnya kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Penggunaan AI yang tidak disertai kemampuan literasi informasi juga berpotensi menimbulkan persoalan seperti plagiarisme, ketergantungan terhadap jawaban yang dihasilkan teknologi, serta berkurangnya keterlibatan mahasiswa dalam proses penalaran.

Oleh karena itu, hasil kajian menunjukkan bahwa AI memiliki dua sisi yang perlu diseimbangkan. Di satu sisi, AI dapat meningkatkan efektivitas dan personalisasi pembelajaran. Di sisi lain, penggunaan yang tidak terkendali dapat mengurangi keterlibatan peserta didik dalam proses berpikir. Posisi AI dalam pendidikan seharusnya bukan sebagai pengganti peserta didik maupun pendidik, tetapi sebagai teknologi pendukung yang memperkuat proses pembelajaran.

3. Kesiapan dan Peran Guru dalam Transformasi Digital dan AI

Keberhasilan transformasi digital tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan pendidik. Hasil kajian menunjukkan bahwa guru memiliki posisi strategis karena guru berperan dalam menentukan bagaimana teknologi digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Strategi guru dalam menghadapi transformasi digital mencakup kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi, memilih media yang sesuai, mengembangkan pembelajaran yang lebih fleksibel, serta mempertahankan interaksi pedagogis dengan peserta didik. Transformasi digital dengan demikian menuntut perubahan kompetensi guru, bukan hanya perubahan perangkat yang digunakan dalam pembelajaran.

Kajian lainnya juga menunjukkan bahwa kemampuan guru dalam memanfaatkan teknologi perlu diikuti dengan kemampuan merancang pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Dalam konteks ESD, guru pada umumnya menunjukkan persepsi positif terhadap penggunaan teknologi digital. Namun, aspek pelatihan dan pengembangan kompetensi masih menjadi bagian yang perlu diperkuat. Artinya, adanya pandangan positif terhadap teknologi belum secara otomatis menunjukkan kesiapan implementasi yang optimal.

Hal serupa terlihat dalam penelitian mengenai kesiapan guru dalam

mengimplementasikan ESD. Hasil penelitian menunjukkan adanya komitmen yang kuat terhadap ESD, tetapi pemahaman konseptual dan kompetensi teknologi serta kemampuan inkuiri masih menunjukkan ruang untuk pengembangan. Pelatihan pendidikan lingkungan dan pengalaman mengajar yang berkaitan dengan lingkungan menjadi faktor yang mendukung kesiapan guru.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa lama pengalaman mengajar tidak selalu identik dengan tingkat kesiapan ESD yang lebih tinggi. Pengembangan profesional yang berkelanjutan tetap dibutuhkan agar guru mampu mengintegrasikan aspek lingkungan, teknologi, pedagogi, dan materi secara seimbang.

4. Pendidikan Berkelanjutan dan Penguatan Wawasan Lingkungan

Pendidikan berkelanjutan merupakan salah satu komponen penting dalam membangun kompetensi generasi muda yang mampu merespons persoalan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Hasil kajian bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian mengenai pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan terus berkembang dan melibatkan berbagai tema pendidikan yang berkaitan dengan pencapaian pembangunan berkelanjutan.

Dalam perspektif ESD, pendidikan tidak hanya bertujuan menghasilkan peserta didik yang memiliki pengetahuan, tetapi juga membangun nilai, sikap, keterampilan, dan perilaku yang mendukung keberlanjutan. Oleh sebab itu, pembelajaran mengenai lingkungan perlu diarahkan agar peserta didik mampu menghubungkan pengetahuan yang diperoleh dengan persoalan lingkungan yang berada di sekitarnya.

Kajian mengenai implementasi ESD pada Kurikulum Merdeka menunjukkan bahwa guru memiliki pandangan yang cukup positif terhadap pentingnya ESD dalam pembelajaran. Hal tersebut menunjukkan adanya peluang untuk mengintegrasikan isu keberlanjutan ke dalam kurikulum dan kegiatan pembelajaran.

Pendekatan Ethno-STEM juga memperlihatkan bahwa pendidikan yang berorientasi pada SDGs perlu mengembangkan pengetahuan, keterampilan, nilai, kemampuan digital, dan etika lingkungan secara bersamaan. Dengan demikian, keberlanjutan tidak cukup diajarkan sebagai konsep, tetapi perlu diwujudkan melalui pengalaman belajar yang memungkinkan peserta didik memahami dan merespons persoalan nyata.

5. Pembelajaran Kontekstual Berbasis Lingkungan

Salah satu temuan penting dari kajian adalah bahwa integrasi teknologi akan menjadi lebih bermakna apabila dikaitkan dengan konteks kehidupan peserta didik. Pembelajaran berbasis lingkungan memberikan ruang bagi peserta didik untuk memahami konsep sekaligus mengembangkan kepedulian terhadap lingkungan. Penelitian mengenai pengembangan bahan ajar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada ekosistem mangrove menunjukkan bahwa pembelajaran dengan konteks lingkungan lokal dapat meningkatkan literasi sains dan literasi ekowisata peserta didik. Pendekatan tersebut juga memberikan pengalaman belajar yang lebih dekat dengan permasalahan konservasi lingkungan.

Temuan ini menunjukkan bahwa lingkungan sekitar dapat dijadikan sebagai sumber belajar yang strategis. Peserta didik tidak hanya mempelajari konsep secara teoritis, tetapi juga melakukan pengamatan, mengidentifikasi masalah, mengolah informasi, serta merancang solusi. Pengembangan e-modul IPA terintegrasi STEM untuk mendukung SDGs dan Profil Pelajar Pancasila juga menunjukkan tingkat kepraktisan yang baik dalam penggunaannya. Pembelajaran semacam ini memperlihatkan bahwa teknologi digital dapat digunakan untuk memperkuat pembelajaran berbasis masalah, keterampilan berpikir kritis, serta keterkaitan antara ilmu pengetahuan dan isu keberlanjutan.

6. Pengembangan Kompetensi Generasi Muda

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa kompetensi generasi muda pada era transformasi digital tidak cukup dibatasi pada kemampuan menggunakan perangkat teknologi. Kompetensi yang dibutuhkan mencakup berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, literasi digital, literasi lingkungan, kemampuan berkolaborasi, kemampuan beradaptasi, serta tanggung jawab etis. Penggunaan teknologi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR), misalnya, menunjukkan potensi dalam meningkatkan minat dan hasil belajar karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan visual.

Pada saat yang sama, penggunaan teknologi perlu diarahkan agar tidak hanya menghasilkan pembelajaran yang menarik, tetapi juga pembelajaran yang bermakna. Dengan demikian, teknologi seharusnya menjadi sarana untuk mengembangkan kompetensi tingkat tinggi, bukan sekadar menjadi objek penggunaan. Berdasarkan keseluruhan hasil kajian, pengembangan kompetensi generasi muda dapat dipandang sebagai hasil dari interaksi antara teknologi, pedagogi, kompetensi pendidik, konteks lingkungan, dan nilai keberlanjutan.

Tabel 1. Sintesis Temuan Utama Literatur

Aspek yang Dikaji	Temuan Utama	Implikasi terhadap Inovasi Pendidikan
Transformasi digital	Teknologi mengubah sistem, pola interaksi, dan lingkungan pembelajaran	Digitalisasi perlu diarahkan pada perubahan sistem pembelajaran
Artificial Intelligence	AI mendukung personalisasi, efisiensi, dan inovasi pembelajaran	AI perlu digunakan sebagai teknologi pendukung proses belajar
Ketergantungan AI	Penggunaan berlebihan berpotensi mengurangi proses penalaran	Diperlukan literasi AI dan pengawasan pedagogis
Kompetensi guru	Kesiapan guru menentukan efektivitas implementasi teknologi	Pengembangan profesional guru perlu dilakukan secara berkelanjutan
ESD	Pendidikan perlu mengintegrasikan pengetahuan, nilai, sikap, dan tindakan	Isu keberlanjutan perlu masuk dalam proses pembelajaran
Literasi lingkungan	Konteks lingkungan nyata dapat memperkuat pengalaman belajar	Lingkungan dapat dijadikan sumber dan konteks pembelajaran
STEM	STEM menghubungkan sains, teknologi, rekayasa, dan pemecahan masalah	STEM dapat digunakan untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21
PjBL	Proyek memberikan pengalaman belajar yang kontekstual	Pembelajaran berbasis proyek dapat digunakan untuk isu lingkungan
AR dan teknologi interaktif	Teknologi interaktif dapat meningkatkan pengalaman belajar	Teknologi perlu diarahkan pada pembelajaran bermakna
Berpikir kritis dan kreatif	Kompetensi tingkat tinggi menjadi kebutuhan penting	Pembelajaran harus tetap memberikan ruang bagi penalaran mandiri

Pembahasan

1. Integrasi AI dan Transformasi Digital Perlu Berorientasi pada Tujuan Pendidikan

Hasil kajian memperlihatkan bahwa transformasi digital tidak dapat disamakan dengan sekadar penggunaan perangkat teknologi dalam pembelajaran. Teknologi akan memberikan dampak yang lebih besar apabila penggunaannya dirancang berdasarkan kebutuhan pedagogis dan tujuan pendidikan. Hal ini penting karena terdapat kecenderungan untuk memandang inovasi pendidikan berdasarkan seberapa banyak teknologi yang digunakan. Padahal, ukuran keberhasilan inovasi seharusnya lebih diarahkan pada perubahan kualitas proses dan hasil belajar. Teknologi yang canggih belum tentu menghasilkan pembelajaran yang berkualitas apabila tidak disertai desain pembelajaran yang tepat.

Dengan demikian, integrasi AI dan transformasi digital perlu dimulai dari pertanyaan "kompetensi apa yang ingin dikembangkan?", kemudian dilanjutkan dengan "strategi pembelajaran apa yang sesuai?", dan baru menentukan "teknologi apa yang paling tepat digunakan?". Pola tersebut menunjukkan adanya perubahan paradigma dari *technology-driven education* menuju *pedagogy-driven technology integration*.

2. AI Sebaiknya Diposisikan sebagai *Learning Partner*, Bukan Pengganti Proses Berpikir

Salah satu persoalan yang muncul dari perkembangan AI adalah kemungkinan bergesernya peran peserta didik dari pihak yang aktif berpikir menjadi pihak yang hanya menerima hasil dari sistem AI. Padahal, tujuan pendidikan bukan sekadar menghasilkan jawaban yang benar, tetapi membentuk kemampuan peserta didik dalam memahami masalah, menganalisis informasi, mempertimbangkan berbagai alternatif, dan mengambil keputusan secara bertanggung jawab. Kajian mengenai perspektif filosofis implementasi AI dalam personalisasi pembelajaran menekankan pentingnya literasi kritis, validasi informasi, integritas akademik, dan penggunaan AI yang tetap berorientasi pada manusia.

Berdasarkan temuan tersebut, AI lebih tepat ditempatkan sebagai mitra belajar (*learning partner*). Peserta didik tetap menjadi aktor utama dalam proses berpikir, sementara AI digunakan

untuk membantu mengeksplorasi informasi, memperoleh alternatif penjelasan, menghasilkan ide awal, atau memperoleh umpan balik. Dengan pendekatan tersebut, penggunaan AI tidak menghilangkan proses berpikir, tetapi justru dapat digunakan untuk memperluas proses berpikir.

3. Transformasi Digital Harus Disertai Penguatan Kompetensi Guru

Guru merupakan komponen yang menentukan apakah teknologi benar-benar memberikan perubahan terhadap pembelajaran. Teknologi yang tersedia tanpa kompetensi pendidik yang memadai berpotensi hanya menjadi fasilitas tambahan tanpa perubahan pedagogis yang berarti. Hasil kajian menunjukkan bahwa guru membutuhkan pengembangan kompetensi yang mencakup kemampuan teknologi, pedagogi, materi, serta pemahaman mengenai keberlanjutan. Dalam konteks ESD, kebutuhan tersebut semakin kompleks karena guru tidak hanya dituntut mampu menggunakan teknologi, tetapi juga mengintegrasikan persoalan lingkungan ke dalam pembelajaran.

Kajian mengenai kepemimpinan digital dan inovasi pembelajaran berkelanjutan juga memperlihatkan pentingnya dukungan kepemimpinan dalam menciptakan lingkungan yang memungkinkan guru melakukan inovasi secara berkelanjutan. Artinya, pengembangan kompetensi guru tidak seharusnya berhenti pada pelatihan teknis penggunaan aplikasi. Pelatihan perlu diarahkan pada kemampuan merancang, menerapkan, mengevaluasi, dan mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi yang relevan dengan kebutuhan peserta didik dan tujuan keberlanjutan.

4. Pendidikan Berkelanjutan Perlu Dihubungkan dengan Permasalahan Lingkungan yang Nyata

Pendidikan berkelanjutan akan lebih bermakna apabila peserta didik dapat melihat hubungan antara materi pembelajaran dengan persoalan yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, isu perubahan iklim, pengelolaan sampah, pencemaran air, konservasi mangrove, penggunaan energi, dan keanekaragaman hayati dapat dijadikan konteks pembelajaran. Pendekatan tersebut memungkinkan peserta didik tidak hanya mengetahui permasalahan lingkungan, tetapi juga memahami penyebab, dampak, dan alternatif penyelesaiannya. Hal tersebut sejalan dengan pendekatan PjBL berbasis ekosistem mangrove yang memberikan pengalaman belajar melalui konteks lingkungan nyata. Dengan demikian, pendidikan berkelanjutan sebaiknya tidak berdiri sebagai materi tambahan yang terpisah dari kurikulum, tetapi diintegrasikan ke dalam berbagai mata pelajaran melalui permasalahan nyata.

5. STEM dan PjBL Dapat Menjadi Jembatan antara Teknologi dan Keberlanjutan

STEM dan PjBL memiliki posisi strategis dalam menghubungkan perkembangan teknologi dengan pendidikan berkelanjutan. STEM memungkinkan peserta didik mengintegrasikan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk memahami serta menyelesaikan masalah. Sementara itu, PjBL memberikan struktur pembelajaran yang memungkinkan peserta didik menghasilkan produk atau solusi melalui proses penyelidikan. Keduanya dapat dikembangkan dalam konteks isu lingkungan. Misalnya, peserta didik dapat diminta mengidentifikasi persoalan pengelolaan sampah di sekolah, mengumpulkan data, menganalisis penyebab, merancang solusi berbasis teknologi, kemudian menguji efektivitas solusi tersebut. Pendekatan seperti ini sekaligus mengembangkan literasi sains, literasi digital, berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, pemecahan masalah, dan kepedulian lingkungan. Dengan demikian, teknologi tidak ditempatkan sebagai tujuan akhir, tetapi sebagai instrumen untuk menghasilkan solusi terhadap permasalahan yang relevan dengan kehidupan peserta didik.

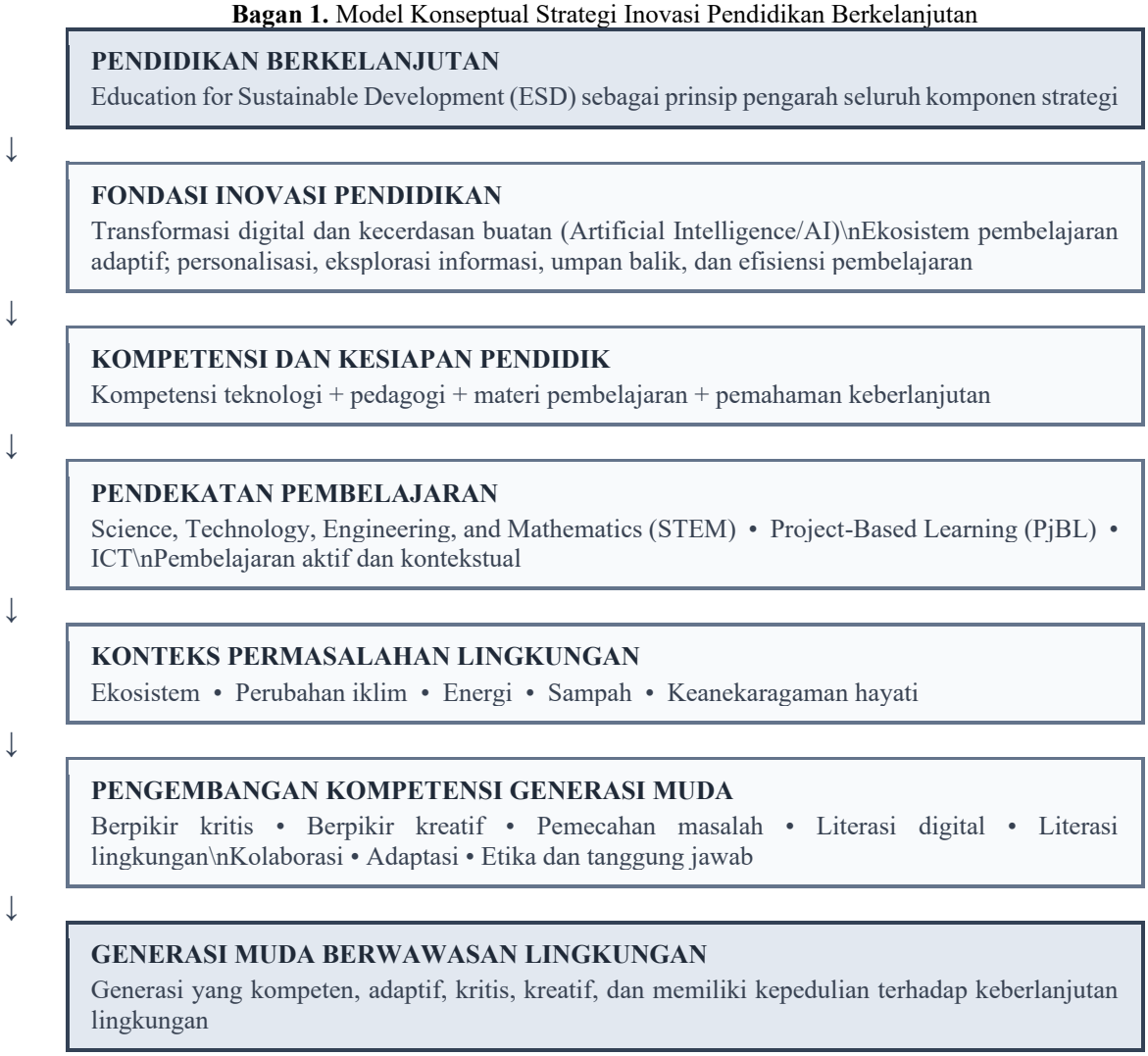
6. Strategi Inovasi Pendidikan Berkelanjutan yang Dapat Disintesis

Berdasarkan keseluruhan hasil kajian, strategi inovasi pendidikan berkelanjutan dapat disusun melalui lima komponen utama:

a. Transformasi digital, sebagai fondasi lingkungan pembelajaran yang adaptif.
b. Artificial Intelligence, sebagai teknologi pendukung personalisasi, eksplorasi, dan efisiensi pembelajaran.
c. Penguatan kompetensi guru, sebagai faktor pengendali kualitas implementasi.
d. Pembelajaran kontekstual berbasis ESD, STEM, dan PjBL, sebagai pendekatan pedagogis.
e. Pengembangan kompetensi peserta didik, terutama berpikir kritis, kreatif, digital, ekologis, kolaboratif, dan etis.

Hubungan antarkomponen tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

Bagan 1. Model Konseptual Strategi Inovasi Pendidikan Berkelanjutan



Keterangan: Bagan tersebut merupakan sintesis konseptual berdasarkan keterkaitan temuan dalam literatur yang dikaji. Pendidikan berkelanjutan (ESD) berperan sebagai prinsip pengarah, sedangkan transformasi digital, kecerdasan buatan, kompetensi pendidik, pendekatan pembelajaran, dan konteks lingkungan merupakan komponen yang saling berkaitan dalam mendukung pengembangan kompetensi generasi muda berwawasan lingkungan. Alur bagan tidak menunjukkan hubungan sebab-akibat yang diuji secara empiris.

7. Sintesis Akhir Hasil Kajian

Berdasarkan keseluruhan kajian, dapat dipahami bahwa inovasi pendidikan berkelanjutan membutuhkan pendekatan yang bersifat integratif. Transformasi digital menyediakan infrastruktur dan lingkungan pembelajaran yang adaptif, sedangkan AI memberikan peluang untuk meningkatkan personalisasi dan efisiensi pembelajaran. Namun, kedua teknologi tersebut tidak dapat berdiri sendiri. Keberhasilan implementasi sangat bergantung pada kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi dengan pedagogi dan materi pembelajaran. Selanjutnya, pendekatan ESD, STEM, dan PjBL memberikan kerangka pedagogis agar teknologi digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang nyata dan relevan dengan kehidupan peserta didik.

Pada tahap akhir, seluruh proses tersebut diarahkan pada pembentukan kompetensi generasi muda. Kompetensi yang dihasilkan bukan hanya kemampuan menggunakan teknologi, tetapi juga kemampuan berpikir kritis, kreatif, memecahkan masalah, bekerja sama, beradaptasi, memahami persoalan lingkungan,

dan mengambil keputusan secara etis. Dengan demikian, inovasi pendidikan berkelanjutan bukanlah pendidikan yang menggunakan teknologi sebanyak mungkin, melainkan pendidikan yang mampu menggunakan teknologi secara tepat untuk menghasilkan proses belajar yang bermakna serta membentuk generasi yang kompeten, adaptif, kritis, kreatif, dan memiliki kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan.

Tabel 2. Hubungan Antar Komponen Strategi Inovasi Pendidikan

Komponen	**Fungsi Utama**	**Kontribusi terhadap Kompetensi Peserta Didik**
Transformasi digital	Membangun ekosistem pembelajaran adaptif	Literasi digital dan adaptasi
AI	Mendukung personalisasi dan eksplorasi pembelajaran	Pemecahan masalah dan eksplorasi informasi
Guru	Mengarahkan pemanfaatan teknologi secara pedagogis	Kemampuan belajar yang terarah dan reflektif
ESD	Mengintegrasikan prinsip keberlanjutan	Kesadaran dan tanggung jawab lingkungan
STEM	Mengintegrasikan ilmu dan teknologi	Berpikir analitis dan pemecahan masalah
PjBL	Memberikan pengalaman melalui proyek	Kreativitas, kolaborasi, dan problem solving
Konteks lingkungan	Menghubungkan pembelajaran dengan masalah nyata	Literasi lingkungan dan kepedulian ekologis
Literasi kritis	Mengevaluasi informasi dan keluaran AI	Berpikir kritis dan integritas akademik
Pembelajaran digital interaktif	Meningkatkan keterlibatan peserta didik	Motivasi dan pengalaman belajar
Pendidikan berkelanjutan	Mengarahkan seluruh proses pada keberlanjutan	Kompetensi dan karakter berwawasan lingkungan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, inovasi pendidikan berkelanjutan berbasis kecerdasan buatan dan transformasi digital perlu diterapkan secara terpadu dengan memperhatikan aspek teknologi, pedagogi, kompetensi guru, dan keberlanjutan lingkungan. Transformasi digital dapat menjadi fondasi dalam menciptakan pembelajaran yang adaptif, sedangkan AI berpotensi mendukung personalisasi dan efektivitas pembelajaran. Namun, penggunaannya perlu disertai literasi AI agar tidak menimbulkan ketergantungan dan mengurangi kemampuan berpikir kritis serta kreatif peserta didik. Integrasi AI, transformasi digital, ESD, STEM, dan PjBL dapat menjadi strategi untuk menghubungkan teknologi dengan permasalahan lingkungan yang nyata. Pendekatan tersebut tidak hanya mendukung pencapaian tujuan pembelajaran, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan literasi digital, berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, dan kepedulian lingkungan. Keberhasilan penerapannya sangat bergantung pada kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi dengan pedagogi dan konteks pembelajaran. Hasil kajian ini dapat dikembangkan melalui penelitian lanjutan berupa pengembangan dan pengujian model pembelajaran berbasis AI yang terintegrasi dengan ESD, STEM, dan PjBL. Penelitian berikutnya juga perlu menguji efektivitas model tersebut terhadap kompetensi peserta didik serta memperhatikan aspek etika penggunaan AI, kesiapan guru, dan akses teknologi. Dengan demikian, inovasi pendidikan yang dikembangkan tidak hanya berorientasi pada pemanfaatan teknologi, tetapi juga pada pembentukan generasi muda yang kritis, kreatif, adaptif, dan berwawasan lingkungan.

REFERENSI

Agustin, A. D. (2025). Tren dan evolusi penelitian terkait pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan: Sebuah kajian bibliometrik. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru, 10*(2), 944–955. https://doi.org/10.51169/ideguru.v10i2.1190

Al Jarwi, M. A., Rokhmat, J., & Jufri, A. W. (2026). Kepraktisan e-modul IPA

terintegrasi STEM untuk penguatan Sustainable Development Goals (SDGs) dan Profil Pelajar Pancasila dimensi berpikir kritis. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 11*(1), 79–84. https://doi.org/10.29303/jipp.v11i1.3044

Amsanah, Mahdiyah, Putra, R. P., Baqi, F. A., & Mutoharoh. (2026). Tinjauan filosofis implementasi artificial intelligence dalam personalisasi pembelajaran: Analisis ontologi, epistemologi, dan aksiologi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 11*(1), 186–193. https://doi.org/10.29303/jipp.v11i1.4472

Anwar, Y., Widodo, A., Alfatih, Z., Kartika, D., Ariska, M., & Yusliani, N. (2025). Education for sustainable development based on technological pedagogical content knowledge in biology education: Assessing teachers' readiness. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 14*(3), 430–442. https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.22908

Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., et al. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21*, Article 4. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z

Cheng, H., Lee, B. N., & Hassan, N. B. (2026). Digital leadership and organizational learning for sustainable teaching innovation in higher education: An educational management strategy perspective. *Sustainability, 18*, Article 8117. https://doi.org/10.3390/su18168117

Daniela, L. (2026). Integrating technology for pedagogical, technological, and socio-ethical sustainability in education. *Technology, Knowledge and Learning, 31*, 1–10. https://doi.org/10.1007/s10758-025-09936-5

Febrianti, K. R., Azizah, N., & Rusadi, F. (2025). Pemanfaatan kecerdasan buatan (artificial intelligence/AI) dalam membantu kinerja pembelajaran. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi Informasi (JIPTI), 6*(1), 210–226. https://doi.org/10.52060/jipti.v6i1.2883

Firdaus, J. A., Ummah, R. I., Aprialini, R. R., Fithriyyah, A., Mahsusi, & Faizin, A. (2025). Ketergantungan penggunaan kecerdasan buatan (AI) pada tugas akademik mahasiswa terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif. *Didaktika: Jurnal Kependidikan, 14*(1), 1203–1210.

Lestari, I. D., Herlambang, Y. T., & Muhtar, T. (2025). Transformasi digital dalam pendidikan: Telaah kritis dalam tinjauan filosofis. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru, 10*(2), 1743–1750. https://doi.org/10.51169/ideguru.v10i2.1894

Lin, C.-C., Huang, A. Y. Q., & Lu, O. H. T. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: A systematic review. *Smart Learning Environments, 10*, Article 41. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y

Listiyoningsih, S., Hidayati, D., & Winarti, Y. (2022). Strategi guru menghadapi transformasi digital. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 7*(2b), 655–662. https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2b.389

Liu, X., et al. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 6*, Article 100211. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211

Mairisiska, T., Haryanto, T., & Kusayang, T. (2026). Perspektif guru dalam mengimplementasikan education for sustainable development (ESD) pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 11*(1), 1086–1092. https://doi.org/10.29303/jipp.v11i1.4110

Mulyani, I., Syukur, A., & Karnan. (2024). Pengembangan bahan ajar model PjBL berbasis ekosistem mangrove untuk meningkatkan literasi sains ekowisata siswa SMAN 1 Lembar. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 9*(3), 1549–1555. https://doi.org/10.29303/jipp.v9i3.1288

Naser, K., Abu Wardeh, A., & Almithqal, E. (2026). Educators' insights on digital transformation in education through the lens of the Sustainable Development Goals. *Journal of Teacher Education for Sustainability, 28*(1), 224–247. https://doi.org/10.2478/jtes-2026-0013

Nur, A. M., Andrizal, Maksum, H., Sugiarto, T., Wagino, & Hidayat, N. (2026). Pengaruh media pembelajaran berbasis augmented

reality terhadap minat dan hasil belajar siswa: Systematic literature review. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 11*(1), 904–919. https://doi.org/10.29303/jipp.v11i1.4760

Pada, A., Chanunan, S., & Rahmat, I. (2025). Fostering environmental awareness through sustainable development goal-oriented Ethno-STEM approach in elementary education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 14*(3), 469–479. https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.24420

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, Article n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Riandi, R., Ismail, I., Kaniawati, I., Sopandi, W., Rostikawati, D. A., Hamka, D., & Suhendar, S. (2026). Teacher involvement in developing sustainable education materials for AI integration in green energy education. *Scientific Reports, 16*, Article 4286. https://doi.org/10.1038/s41598-025-34422-4

Sihombing, A. A., Putranti, H. R. D., Noviani, N. L., & Atasoge, A. D. W. (2024). Technology-based education transformation: Futuristic, quality, resilient, and sustainable education system in the age of Society 5.0. *Indonesian Journal of Educational Research and Review, 7*(3), 477–490. https://doi.org/10.23887/ijerr.v7i3.70080

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 104*, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology, 8*, Article 45. https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45

Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications, 252*, Article 124167. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167