

Eksplorasi Potensi Animasi Berbasis Kecerdasan Buatan (AI Animation) sebagai Media Pembelajaran Adaptif

Krisna Raditya Pratama^{*1}, Muhammad Zidni Ilman Nafi'a², Muhammad Imron Romadhon³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Informatika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Trunojoyo Madura

*e-mail: krisna.pratama@trunojoyo.ac.id¹, zidni.ilman@trunojoyo.ac.id², imron.romadhon@trunojoyo.ac.id³

Received:
09.11.2025

Revised:
08.12.2025

Accepted:
12.12.2025

Available online:
30.12.2025

Abstract: *The rapid development of artificial intelligence based animation (AI animation) opens up new opportunities for education. However, there has not been much research examining its potential in the context of adaptive learning. This study aims to explore the potential of AI based animation as an adaptive teaching learning aids. This study is a systematic literature review of international articles discussing the application of AI Animation in the context of adaptive learning. The results of the study show that AI Animation has great potential in improving content personalization, facilitating learning differentiation, and increasing student motivation and engagement. However, a number of challenges such as infrastructure readiness, educator competence, and ethical and privacy issues need to be considered. This study concludes that AI Animation is worthy of development as a responsive, inclusive adaptive learning medium that is in line with the needs of 21st-century learners.*

Keywords: *AI animation, adaptive learning, learning personalization*

Abstrak: Perkembangan pesat animasi berbasis kecerdasan buatan (AI animation) membuka peluang baru bagi pendidikan. Namun, belum banyak penelitian yang menelaah potensinya dalam konteks pembelajaran adaptif. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi animasi berbasis AI sebagai media pembelajaran adaptif. Penelitian ini merupakan tinjauan literatur sistematis terhadap artikel internasional yang membahas penerapan AI Animation dalam konteks pembelajaran adaptif. Hasil kajian menunjukkan bahwa AI Animation memiliki potensi besar dalam meningkatkan personalisasi konten, memfasilitasi diferensiasi belajar, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa. Namun demikian, sejumlah tantangan seperti kesiapan infrastruktur, kompetensi pendidik, serta isu etika dan privasi perlu diperhatikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa AI Animation layak dikembangkan sebagai media pembelajaran adaptif yang responsif, inklusif, dan selaras dengan kebutuhan peserta didik abad ke-21.

Kata kunci: AI animation, pembelajaran adaptif, personalisasi belajar

1. PENDAHULUAN

Teknologi di era digital telah berkembang begitu pesat. Pengaruh besar adanya perkembangan teknologi di era digital berdampak pada berbagai bidang kehidupan termasuk pada bidang pendidikan. Salah satu perubahan besar yang terjadi akibat perkembangan teknologi di bidang pendidikan yaitu pada inovasi media pembelajaran yang semakin beragam dan interaktif. Salah satu bentuk media yang saat ini berkembang pesat adalah animasi yang memiliki kemampuan untuk menarik perhatian siswa serta meningkatkan motivasi siswa dalam proses pembelajaran melalui penyajian informasi yang lebih visual, menarik, dan mudah dipahami. Penggunaan animasi dalam pendidikan tidak hanya membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak atau kompleks menjadi lebih konkret, tetapi juga memberikan ruang bagi pengembangan kreativitas dan imajinasi siswa, sekaligus memfasilitasi umpan balik secara interaktif. Selain itu, terdapat peningkatan kebutuhan akan pembelajaran yang berdiferensiasi (*differentiated instruction*) yang memungkinkan siswa belajar sesuai dengan gaya, kecepatan, dan kebutuhan masing-masing (Plass & Froehlich, 2025). Dalam hal ini, media pembelajaran digital seperti animasi memiliki peran yang penting karena telah terbukti efektif untuk memvisualisasikan konsep abstrak dan kompleks yang sulit dijelaskan secara verbal maupun teks (AlShaikh et al., 2024).

Efektivitas animasi dalam pembelajaran didasari oleh teori yang dikembangkan oleh Mayer. Teori tersebut dikenal sebagai teori kognitif pembelajaran multimedia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*) Teori tersebut menyatakan bahwa pembelajaran menjadi lebih optimal apabila informasi disajikan melalui saluran visual dan verbal secara simultan (Mayer, 2005). Dalam penerapannya, animasi konvensional telah banyak dipakai sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman dan retensi pengetahuan. Namun, seiring berkembangnya teknologi kecerdasan buatan (AI), kini muncul pendekatan baru berupa *AI-based animation* atau animasi berbasis kecerdasan buatan yang memberikan kemudahan untuk berkat kemampuan generatif dan adaptif yang lebih tinggi dibanding animasi statis yang dibuat dengan aplikasi tradisional (Singh, 2023).

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dalam dunia pendidikan modern telah menjadi katalis utama transformasi. Kecerdasan buatan (AI) tersebut dapat diartikan sebagai kemampuan mesin untuk menirukan proses kognitif manusia melalui algoritma dan pembelajaran data (Ertel, 2024), AI saat ini telah memiliki kemampuan dalam mendukung proses pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan adaptasi terhadap konteks belajar individu (Yan et al., 2024). Pada bidang pembelajaran digital, kemunculan teknologi seperti *machine learning*, *deep learning*, dan *generative AI* dapat menjadi suatu peluang baru dalam pengembangan produk animasi yang dinamis, kontekstual, dan interaktif. Animasi yang dikembangkan dengan bantuan kecerdasan buatan atau AI tersebut dapat disebut sebagai *AI Animation*. Teknologi ini memungkinkan sistem pembelajaran menyesuaikan visualisasi, gaya penyajian, dan narasi berdasarkan kebutuhan serta kemampuan pengguna secara *real-time* (Markauskaite et al., 2022).

Perkembangan teknologi di bidang *AI Animation* seperti *text-to-animation*, *motion synthesis*, dan *generative models* memungkinkan para pendidik atau creator untuk menciptakan konten animasi yang disesuaikan secara otomatis dengan kebutuhan siswa. Inovasi ini membuka peluang bagi desain pembelajaran yang lebih personal, responsif, dan hemat waktu (Guettala et al., 2024). Misalnya, alat atau *tools* seperti *AI-generated video avatar* dan *character animation* dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif dan dapat disesuaikan secara *real-time* dengan profil atau gaya belajar siswa (Lively & Hutson, 2025).

Sementara itu, konsep pembelajaran adaptif menekankan pada pentingnya penyesuaian konten, strategi, dan pengalaman belajar sesuai dengan profil dan perkembangan siswa (Tetzlaff et al., 2021). Dalam kerangka ini, animasi berbasis AI memiliki potensi sebagai penghubung antara *cognitive personalization* dan *emotional engagement*, menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan manusiawi. Misalnya, sistem animasi yang mampu menganalisis respons pengguna dapat secara otomatis mengubah tingkat kesulitan, memberikan umpan balik visual, atau mengganti gaya naratif agar sesuai dengan ritme belajar individu (Strielkowski et al., 2025).

Secara teoretis, integrasi *AI Animation* dalam pembelajaran adaptif dapat dijelaskan melalui dua pendekatan yaitu konstruktivisme dan konektivisme. Konstruktivisme memberi perspektif bahwa belajar merupakan sebuah proses aktif dengan ciri siswa membangun makna melalui pengalaman langsung (McComas, 2014), sementara konektivisme menekankan bahwa pengetahuan tersebar dalam jaringan dan diperoleh melalui hubungan digital yang dinamis (Goldie, 2016). Dalam hal ini, *AI Animation* bertindak sebagai jembatan yang menghubungkan pengetahuan, pengalaman visual, dan interaksi pengguna, sehingga memperkuat pembentukan pengetahuan yang bersifat personal dan kontekstual (Gibson et al., 2023).

AI animation walaupun memiliki potensi yang besar, tetapi penerapannya dalam pendidikan menghadapi sejumlah tantangan. Beberapa di antaranya mencakup keterbatasan pedagogis, kesiapan infrastruktur, kompetensi guru, serta persoalan etika dan keaslian konten yang dihasilkan AI (Abulibdeh et al., 2024). Selain itu, fenomena *generative AI* seperti ChatGPT, Pika Labs, dan Runway ML menimbulkan kekhawatiran baru terkait pengalaman pembelajaran yang otentik (*authentic learning experience*), plagiarisme dalam hal visual, dan ketergantungan teknologi (Kurian, 2025; Yan et al., 2024). Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai potensi dan risiko *AI Animation* dalam pembelajaran adaptif menjadi sangat penting agar penerapannya tetap etis, efektif, dan berorientasi pada pembelajaran bermakna.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas integrasi AI dalam konteks pendidikan secara umum (Chen et al., 2020; Chiu et al., 2023), namun sedikit yang menekankan pada peran animasi berbasis AI sebagai media adaptif. Padahal, perkembangan *text-to-animation* dan *generative video synthesis* menunjukkan potensi signifikan dalam mendukung personalisasi pembelajaran berbasis data. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya telaah sistematis untuk mengeksplorasi bagaimana AI Animation dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pengalaman belajar yang adaptif dan interaktif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis dari literatur terkini terkait potensi *AI Animation* dalam konteks pembelajaran adaptif. Fokus utamanya adalah mengidentifikasi tren, manfaat, dan tantangan penerapan teknologi ini dalam pendidikan. Secara khusus, studi ini berupaya menjawab tiga pertanyaan utama:

1. Bagaimana tren penelitian terkini tentang penerapan AI Animation dalam pembelajaran adaptif?

2. Apa saja manfaat kognitif, afektif, dan pedagogis yang dilaporkan dari penerapan AI Animation?
3. Tantangan apa yang perlu diatasi agar AI Animation dapat diintegrasikan secara efektif dan etis dalam sistem pembelajaran?

Melalui pendekatan tinjauan pustaka sistematis, studi ini diharapkan mampu mengisi kekosongan riset tersebut dengan mengeksplorasi secara sistematis potensi, tantangan, dan arah pengembangan animasi berbasis AI untuk pembelajaran adaptif. Selain itu, studi ini juga memiliki harapan untuk dapat memberikan sumbangsih dalam hal konseptual dan praktis bagi pengembangan media pembelajaran berbasis AI yang lebih adaptif, kontekstual, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik abad ke-21.

2. METODE

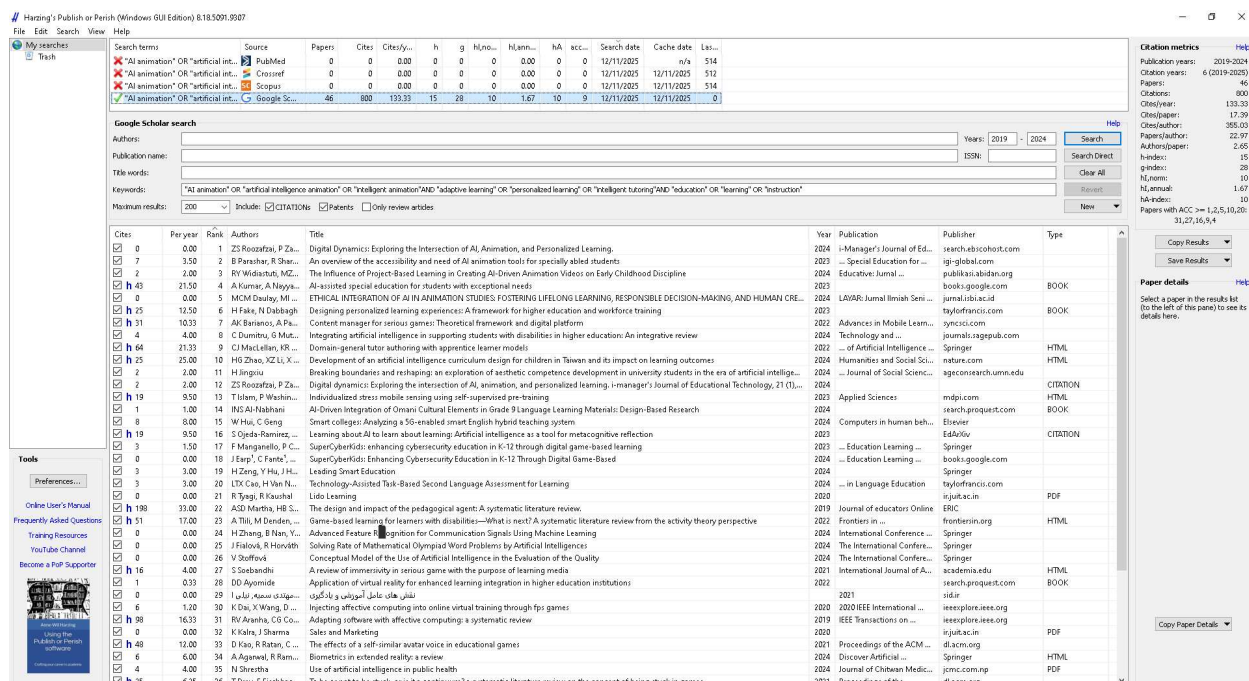
Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur sistematis (*Systematic Literature Review/ SLR*) dengan pendekatan metode PRISMA untuk mengeksplorasi potensi animasi berbasis kecerdasan buatan dalam pembelajaran adaptif. Langkah pertama yang dilakukan peneliti adalah menetapkan kerangka kerja dan protokol penelitian yang mencakup rumusan pertanyaan penelitian, kata kunci pencarian, database yang digunakan, serta kriteria inklusi dan eksklusi sebelum proses pencarian dilakukan. Pendekatan ini sejalan dengan panduan SLR yang menekankan pentingnya protokol yang transparan dan dapat direplikasi (Ghamrawi et al., 2021).

Langkah kedua yang dilakukan peneliti yaitu melakukan pencarian literatur dengan strategi pencarian literatur melalui sejumlah basis data akademik terkemuka yaitu Scopus, CrossRef, PubMed dan Google Scholar. Peneliti melakukan proses pencarian pada tanggal 10 Desember 2025 dengan menggunakan aplikasi *Publish or Perish* (PoP) versi 8 untuk mempermudah proses pencarian artikel. Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian artikel menggunakan frasa antara lain "*AI animation*" atau "*artificial intelligence animation*" atau "*intelligent animation*" dan "*adaptive learning*" atau "*personalized learning*" or "*intelligent tutoring*" dan "*education*" atau "*learning*" atau "*instruction*" dengan rentang waktu publikasi antara tahun 2019 sampai dengan tahun 2024 untuk memastikan keterkinian penelitian. Setiap database menggunakan *search string* yang berbeda-beda seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tabel Strategi Pencarian

Database	Search String
PubMed	("AI animation" OR "artificial intelligence animation") AND ("adaptive learning" OR "personalized learning") AND "education"
CrossRef	"AI animation" AND "adaptive learning" AND "education"
Scopus	TITLE-ABS-KEY("AI animation" OR "artificial intelligence animation") AND TITLE-ABS-KEY("adaptive learning" OR "personalized learning") AND TITLE-ABS-KEY(education)
Google Scholar	("AI animation" OR "artificial intelligence animation" OR "intelligent animation") AND ("adaptive learning" OR "personalized learning" OR "intelligent tutoring") AND ("education" OR "learning" OR "instruction")

Berdasarkan Tabel 1 di atas, peneliti menggunakan konsep pencarian (*search concept*) yang sama, tetapi *search string* yang berbeda antar database. Kata kunci pencarian yang digunakan disesuaikan dengan fungsi pencarian masing-masing basis data sekaligus mempertahankan konsep inti seperti *AI Animation*, *adaptive learning* dan *education* yang konsisten digunakan meskipun dengan format sintaks yang berbeda, dan digunakan operator khusus yang berbeda pada keempat basis data tersebut. Hal ini dilakukan karena database memiliki mesin pencarian yang berbeda, struktur metadata yang berbeda, serta dukungan operator yang berbeda. Sehingga, diharapkan peneliti akan mendapatkan hasil pencarian yang optimal. Gambar 1 berikut merupakan tangkapan layar (*screenshot*) dari hasil pencarian pada keempat basis data akademik pada Scopus, CrossRef, PubMed dan Google Scholar menggunakan aplikasi PoP versi 8 sesuai dengan *search string* pada Tabel 1.



Gambar 1. Hasil Pencarian dengan Publish or Perish (PoP)

Hasil penelusuran kata kunci menggunakan aplikasi *Publish or Perish* (PoP) ditemukan total 46 artikel dari Google Scholar. Sedangkan, hasil pencarian dari database PubMed, Crossreff, dan Scopus tidak ditemukan sama sekali artikel yang memenuhi kata kunci pencarian sesuai dengan *search string* pada Tabel 1. Hasil pencarian yang ditemukan kemudian diekspor ke manajer referensi. Dari 46 artikel awal, tidak terdapat satupun artikel yang teridentifikasi sebagai duplikat dan dihapus menggunakan fitur deduplikasi pada Publish or Perish dan pemeriksaan manual. Selanjutnya, 46 artikel tersebut disaring berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan relevansi terhadap fokus penelitian (menyesuaikan konteks animasi AI dan pembelajaran adaptif) sebagaimana dijelaskan dalam langkah seleksi artikel SLR. Terdapat 4 penelitian yang menggunakan bahasa Arab (tidak berbahasa Inggris) sehingga langsung dieliminasi dan terdapat 34 judul artikel yang tidak relevan dengan tujuan penelitian, sehingga total terdapat 38 artikel yang dieliminasi dan hanya tersisa 8 penelitian yang lolos dari proses skrining awal tersebut.

Tahap berikutnya setelah diperoleh 8 judul artikel yang lolos skrining awal yaitu tahap penyaringan lebih lanjut (*screening*) terhadap artikel secara keseluruhan (*full text article*). Dalam tahap ini diterapkan beberapa kriteria inklusi dan kriteria eksklusi seperti yang disajikan pada Tabel 1. Proses ini dilakukan oleh dua peneliti secara independen untuk meminimalkan bias pada proses seleksi, sesuai rekomendasi dalam literatur metodologi SLR.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Penelitian peer-reviewed	Buku, prosiding, tesis, laporan non-jurnal
Artikel berbahasa Inggris	Artikel tidak berbahasa Inggris
Artikel yang secara eksplisit membahas penggunaan animasi berbasis AI (misalnya <i>generative animation</i> , <i>adaptive visual systems</i> , <i>AI-driven animation tools</i>) sebagai bagian dari sistem pembelajaran adaptif atau personalisasi pembelajaran.	Artikel yang secara eksplisit tidak membahas penggunaan animasi berbasis AI (misalnya <i>generative animation</i> , <i>adaptive visual systems</i> , <i>AI-driven animation tools</i>) sebagai bagian dari sistem pembelajaran adaptif atau personalisasi pembelajaran.

Hasil screening pada 8 artikel teks lengkap (*full text articles*) ditemukan 3 artikel yang tidak membahas animasi berbasis AI dan terdapat 2 artikel yang setelah dibaca secara utuh tidak dalam konteks pendidikan. Sehingga, terdapat total 5 artikel yang dieliminasi pada tahap ini. Artinya, terdapat 3 artikel teks lengkap yang layak dan sesuai. Akan tetapi, terdapat 1 artikel yang tidak

memiliki implikasi terhadap pembelajaran. Sehingga, hasil akhir dari beberapa proses penyaringan diperoleh 2 artikel yang termasuk relevan dengan penelitian ini.

Peneliti kemudian melakukan penilaian kualitas (*quality appraisal*) terhadap 2 artikel akhir tersebut. Menurut Shaheen et al. (2023), *quality appraisal* dilakukan untuk menilai kualitas metodologis dan tingkat keandalan bukti dari studi primer yang disertakan dalam tinjauan literatur sistematis ini. Proses penilaian kualitas bertujuan untuk memastikan bahwa interpretasi hasil didasarkan pada studi yang relevan, transparan, dan memiliki dasar metodologis yang memadai, terutama karena jumlah studi yang memenuhi kriteria inklusi pada penelitian ini relatif terbatas. Penilaian kualitas dilakukan setelah tahap seleksi full-text dan sebelum proses ekstraksi serta sintesis data.

Instrumen *quality appraisal* yang digunakan diadaptasi dari *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP) dengan penyesuaian terhadap karakteristik penelitian di bidang teknologi pendidikan dan pembelajaran adaptif. Kriteria penilaian meliputi: (1) kejelasan tujuan penelitian, (2) kesesuaian desain dan metodologi penelitian, (3) kejelasan konteks dan subjek pembelajaran, (4) kejelasan deskripsi implementasi animasi berbasis AI, (5) kekuatan bukti empiris yang disajikan, serta (6) pelaporan keterbatasan dan implikasi penelitian. Setiap studi dievaluasi secara kualitatif berdasarkan pemenuhan kriteria tersebut.

Proses *quality appraisal* dilakukan secara independen oleh dua peneliti untuk meminimalkan potensi bias subjektif dalam penilaian. Apabila terdapat perbedaan hasil penilaian, peneliti melakukan diskusi untuk mencapai kesepakatan bersama. Hasil penilaian kualitas tidak digunakan sebagai dasar eksklusi tambahan, tetapi sebagai landasan dalam menafsirkan kekuatan temuan, membatasi generalisasi hasil, dan menegaskan tingkat evidensi dari sintesis yang dilakukan dalam studi ini.

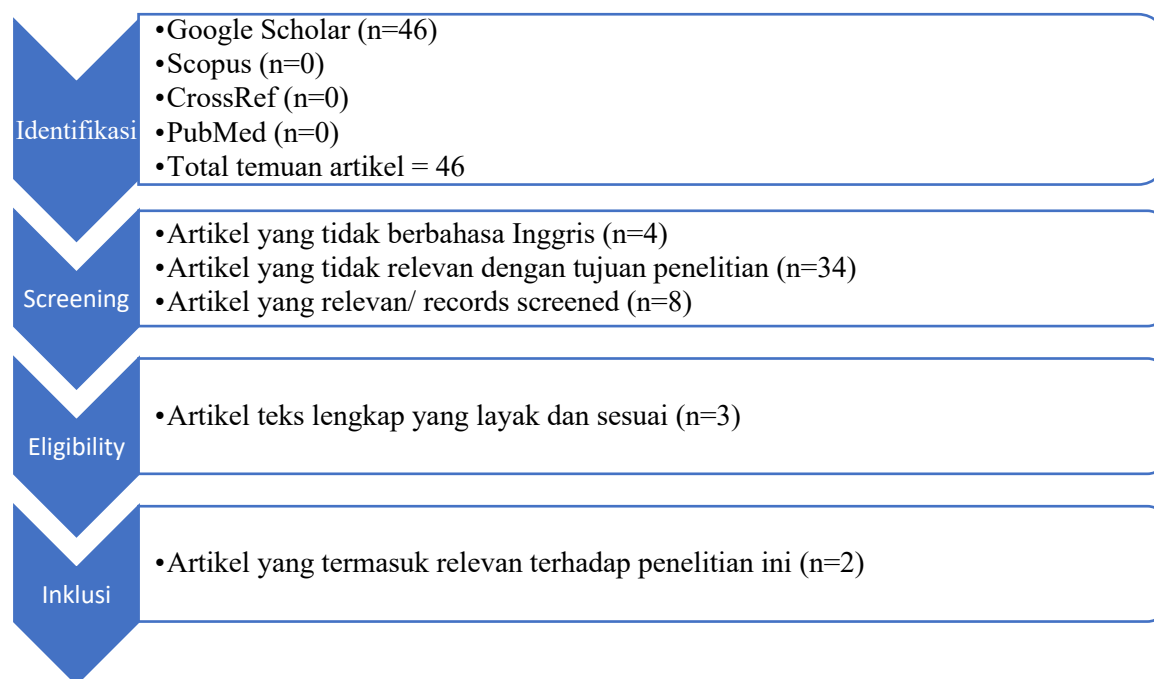
Tabel 3. Tabel Penilaian Kualitas (Quality Appraisal)

Kriteria Penilaian	Parashar et al. (2023)	Roofazfai & Zaeri (2024)
Kejelasan tujuan penelitian	terpenuhi	terpenuhi
Kesesuaian desain dan metodologi penelitian	terpenuhi sebagian	terpenuhi
Kejelasan konteks dan subjek pembelajaran	terpenuhi	terpenuhi
Kejelasan deskripsi implementasi animasi berbasis AI	terpenuhi	terpenuhi
Kekuatan bukti empiris yang disajikan	terpenuhi sebagian	terpenuhi
Pelaporan keterbatasan dan implikasi penelitian	terpenuhi	terpenuhi

Sumber: Modifikasi dari CASP (Critical Appraisal Skills Programme, 2023)

Hasil penilaian kualitas atau *quality appraisal* terhadap kedua artikel tersebut menunjukkan bahwa hanya satu studi yang menyajikan bukti empiris eksperimental, sementara studi lainnya bersifat konseptual. Hal ini membatasi kekuatan inferensi hasil SLR ini. Langkah selanjutnya setelah *quality appraisal* yaitu akan dilakukan tahap ekstraksi data. Peneliti menggunakan format tabel standar yang meliputi identitas artikel (penulis, tahun, negara), metodologi penelitian, jenis animasi AI yang digunakan, aspek adaptif dalam pembelajaran yang ditangani, hasil, serta tantangan dan peluang yang diangkat oleh masing-masing studi. Data ini kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi tema utama seperti tren penelitian, potensi pedagogis, dan hambatan implementasi. Proses analisis ini sejalan dengan model analisis tematik yang banyak digunakan dalam literatur SLR di bidang pendidikan.

Tahap terakhir yaitu menyajikan hasil penelitian dengan cara yang mudah dipahami oleh pembaca dalam format naratif yang menggabungkan tabel ringkasan, diagram alur yang menggunakan model PRISMA Statement untuk transparansi, dan pembahasan silang antar temuan. Transparansi dan sistematisasi pada prosedur ini penting untuk memastikan kualitas dan kredibilitas SLR, serta untuk memungkinkan penelitian lanjutan melakukan replikasi atau pembaruan di masa depan.



Gambar 2. Diagram analisis menggunakan alur PRISMA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh pada penelitian ini terdiri atas perkembangan publikasi serta hasil dari proses meta analisis dengan bantuan aplikasi *Publish or Perish* (PoP) versi 8 pada basis data akademik terkemuka yaitu Scopus, CrossRef, PubMed dan Google Scholar dengan rentang waktu dari tahun 2019 sampai 2024. Peneliti melakukan proses pencarian dengan aplikasi *Publish or Perish* (PoP) pada tanggal 10 Desember 2025. Peneliti tidak menemukan satupun hasil pada pencarian kata kunci pada database akademik Scopus, CrossRef, PubMed. Sementara itu, peneliti mendapatkan 46 dokumen yang terindeks Google Scholar dari hasil pencarian dengan menggunakan aplikasi PoP tersebut.

Proses selanjutnya setelah 46 dokumen dari Google Scholar didapatkan yaitu menyaring artikel-artikel tersebut berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan relevansi terhadap fokus penelitian. Hasilnya, terdapat 44 artikel yang dieliminasi karena 4 artikel tidak berbahasa Inggris dan 40 artikel lainnya memiliki judul yang tidak relevan. Sehingga, tersisa 8 artikel yang selanjutnya dilakukan skrinng terhadap teks lengkapnya. Hasilnya, tersisa 3 artikel teks lengkap yang layak dan sesuai. Akan tetapi, terdapat 1 artikel yang tidak memiliki implikasi terhadap pembelajaran. Sehingga, hasil akhir dari beberapa proses penyaringan diperoleh 2 artikel yang termasuk relevan dengan penelitian ini. Selanjutnya, dilakukan penilaian kualitas (*quality appraisal*) terhadap kedua artikel tersebut. Tahap terakhir yaitu menyajikan hasil penelitian dengan cara yang mudah dipahami oleh pembaca salah satunya dalam bentuk tabel. Tabel 4 berikut menyajikan ringkasan temuan dari berbagai artikel relevan yang diperoleh melalui proses PRISMA, yang menjadi salah satu metode analisis data terhadap artikel-artikel yang berhasil dikumpulkan dari Google Scholar. Tabel tersebut memuat informasi tentang identitas artikel (penulis, tahun, negara), metodologi penelitian, jenis animasi AI yang digunakan, aspek adaptif dalam pembelajaran yang ditangani, hasil, serta tantangan dan peluang yang diangkat oleh masing-masing studi.

Tabel 4. Hasil Pencarian dan Evaluasi Artikel

Penulis	Metodologi Penelitian	Jenis Animasi Berbasis AI	Aspek Pembelajaran Adaptif	Hasil Utama	Tantangan dan Peluang
Parashar, et al (2023)	Review analitis atau kajian konseptual berdasarkan	AI animation tools yang memungkinkan pembuatan animasi adaptif	Individualized instruction; AI untuk menyesuaikan konten visual,	AI Animation membantu diferensiasi pembelajaran dan	Tantangan: keterbatasan akses teknologi; isu desain yang harus mempertimbangkan

	literatur	bagi siswa berkebutuhan khusus	kecepatan, umpan balik, dan aksesibilitas; membantu siswa belajar sesuai pace masing-masing	aksesibilitas; meningkatkan kemampuan belajar anak berkebutuhan khusus	kebutuhan sensorik & kognitif. Peluang: bisa dikembangkan sebagai platform animasi adaptif untuk pendidikan inklusif
Roozafzai, Z. S., & Zaeri, P. (2024)	Mixed-method: quasi-experimental dengan wawancara selama 8 minggu dengan intervensi pembelajaran	Animasi edukatif yang digabungkan dengan sistem pembelajaran berbasis AI	<i>Personalized learning</i> melalui rekomendasi materi, penyesuaian tingkat kesulitan, dan <i>feedback</i> adaptif; menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan adaptif	Meningkatkan motivasi belajar, retensi pengetahuan, dan performa akademik; animasi meningkatkan <i>engagement</i> secara signifikan	Tantangan: memerlukan integrasi teknologi yang matang; kesiapan guru dan infrastruktur. Peluang: basis kuat untuk mengembangkan AI Animation sebagai media adaptif lintas mata pelajaran

1. Tren penelitian tentang penerapan AI Animation dalam pembelajaran adaptif

Berdasarkan kajian literatur, terlihat bahwa kedua studi menunjukkan bahwa fokus penelitian terkini bergerak ke arah interseksi antara AI, animasi, dan personalisasi pembelajaran. Studi tentang *Digital Dynamics* menempatkan *AI Animation* sebagai bagian integral dari sistem pembelajaran yang dipersonalisasi. Artinya, animasi tidak hanya berfungsi sebagai media visual, tetapi dirancang untuk menyatu dengan mekanisme *AI-driven personalized learning* melalui penyesuaian level atau tingkatan kesulitan, materi, dan umpan balik berdasarkan perkembangan siswa. Sementara itu, studi tentang *AI animation tools* untuk siswa berkebutuhan khusus menyoroti tren lain yang sama pentingnya. Fokus penelitian tersebut yaitu pada pemanfaatan *AI Animation* untuk aksesibilitas dan pendidikan inklusif, dengan cara menyesuaikan representasi visual, tempo, dan fitur akses sesuai kebutuhan individu. Apabila kedua penelitian tersebut dibaca bersama, tampak bahwa tren riset saat ini tidak lagi menempatkan animasi sekadar digunakan sebagai media bantu yang statis, melainkan sebagai komponen dinamis yang dibaca dan diatur oleh AI untuk menyesuaikan pengalaman belajar siswa baik pada konteks umum (pembelajaran membaca bahasa Inggris) maupun konteks khusus (siswa disabilitas). Di saat yang sama, jumlah studi yang masih terbatas menunjukkan bahwa bidang ini masih merupakan *niche area* yang sangat terbuka untuk eksplorasi lebih lanjut, terutama pada konteks mata pelajaran lain dan jenjang pendidikan yang beragam.

Sejumlah literatur memperkuat hasil dari analisis dua studi bahwa integrasi AI dan animasi berpotensi menghasilkan pengalaman belajar yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan belajar siswa. Chen et al. (2020) mengungkapkan bahwa AI mampu memodifikasi penyajian materi visual berdasarkan pola kesalahan dan preferensi belajar individu, sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih optimal dibandingkan dengan animasi statis tradisional. Dengan kata lain, AI memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi pola belajar siswa dan memberikan rekomendasi konten secara otomatis, sehingga ketika mekanisme ini dikombinasikan dengan media animasi yang kaya secara visual, proses personalisasi dapat terjadi lebih efektif. Hasil ini sejalan dengan temuan Mayer (2020) dalam teori pembelajaran multimedia yang menyatakan bahwa media animasi dapat memperkuat proses kognitif ketika informasi disajikan secara terstruktur dan relevan terhadap tujuan belajar. Dengan demikian, *AI Animation* berpotensi menggabungkan kekuatan representasi visual dengan kecerdasan algoritmik untuk menghasilkan pengalaman belajar adaptif yang lebih kaya dan bermakna. Teori tersebut memberikan penekanan bahwa animasi yang didesain dengan mempertimbangkan prinsip pengurangan beban kognitif (*cognitive load*) akan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Apabila animasi tersebut diperkaya dengan kemampuan adaptasi AI, maka

beban kognitif extra dapat diminimalkan karena siswa menerima representasi visual yang disesuaikan dengan kemampuan mereka.

Tren integrasi AI dan animasi dalam pendidikan juga merefleksikan adanya pergeseran paradigma dari pembelajaran berbasis konten menuju pembelajaran berbasis pengalaman (*experience-centered learning*). Menurut Vandewaetere dan Clarebout (2013), penggunaan teknologi cerdas dalam pembelajaran dapat menciptakan pengalaman belajar yang bersifat adaptif, fleksibel, dan interaktif. Artinya, siswa tidak hanya sebagai penerima informasi saja, tetapi juga dapat berpartisipasi dalam proses pembelajaran yang dipersonalisasi. Konsep ini konsisten dengan temuan *Digital Dynamics* yang menyatakan bahwa personalisasi berbasis AI dikombinasikan dengan visualisasi animasi untuk meningkatkan interaktivitas dan keterlibatan siswa. Dengan demikian, AI Animation dapat dilihat sebagai media yang memperkuat keterlibatan siswa melalui pengalaman visual yang sesuai dengan ritme dan kebutuhan belajar masing-masing individu.

2. Manfaat kognitif, afektif, dan pedagogis dari penerapan AI Animation dalam pembelajaran adaptif

Penerapan *AI animation* dalam pembelajaran adaptif memiliki beberapa manfaat. Dari sisi kognitif, studi tentang *Digital Dynamics* memberikan bukti empiris bahwa integrasi *AI-driven personalized learning* dengan konten animasi mampu meningkatkan pemahaman bacaan, retensi pengetahuan, dan performa akademik. Animasi yang dikurasi dan dipersonalisasi oleh sistem AI membantu siswa memproses informasi secara bertahap dan kontekstual, sehingga beban kognitif dapat dikurangi dan representasi mental konsep menjadi lebih kuat. Pada sisi lain, studi tentang *AI animation tools* untuk siswa berkebutuhan khusus menegaskan bahwa visualisasi adaptif seperti animasi yang dirancang khusus untuk kebutuhan sensorik atau kognitif tertentu mampu untuk membantu siswa memahami instruksi dan materi secara lebih jelas, sehingga mendukung pengembangan kemampuan belajar dasar mereka.

Manfaat dari sisi afektif berdasarkan analisis dari kedua studi tersebut diketahui bahwa animasi yang dipadukan dengan AI memiliki potensi besar dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan (*engagement*) belajar. Temuan dalam *Digital Dynamics* menunjukkan bahwa siswa merespons positif kombinasi antara konten animasi yang menarik dan pengalaman belajar yang terasa dipersonalisasi, yang pada gilirannya menumbuhkan rasa memiliki (*ownership*) dan kenyamanan selama proses belajar. Sementara itu, pada konteks pendidikan inklusif, *AI Animation* dianggap mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih manusiawi dan tidak mengintimidasi, terutama bagi siswa yang selama ini terpinggirkan oleh desain pembelajaran konvensional yang seragam. Secara pedagogis, kedua studi menyoroti bahwa *AI Animation* dapat mendorong pergeseran dari pembelajaran yang disama ratakan dan berpusat pada guru menuju pembelajaran yang berpusat pada siswa. Artinya, peran guru dalam pembelajaran yaitu sebagai perancang skenario pembelajaran dan pengambil keputusan pedagogis, sementara AI dan animasi menjadi teknologi yang membantu menerjemahkan keputusan tersebut ke dalam pengalaman belajar yang lebih adaptif dan menarik.

Temuan dari dua studi tersebut didukung dengan data dari literatur lain yang menunjukkan bahwa penerapan AI dalam animasi edukatif sejalan dengan perkembangan teknologi pembelajaran adaptif secara global. Seperti yang dijelaskan oleh Kabudi et al. (2021), sistem pembelajaran adaptif berbasis AI mampu menganalisis interaksi siswa secara *real-time* untuk membantu proses identifikasi kebutuhan belajar individu dan memberikan rekomendasi konten yang sesuai. Ketika kemampuan ini diintegrasikan dengan penggunaan animasi edukatif seperti pada konteks *AI Animation*, maka akan menghasilkan media pembelajaran yang menarik secara visual, bersifat responsif, dinamis, dan dipersonalisasi, sehingga memungkinkan siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan temuan Yousuf et al. (2023) yang mengungkapkan bahwa integrasi media visual yang adaptif dengan algoritma AI berpotensi untuk meningkatkan retensi dan keterlibatan siswa secara signifikan khususnya dalam pembelajaran berbasis multimedia.

Moorhouse dan Kohnke (2023) menegaskan bahwa teknologi pembelajaran berbasis AI seperti animasi hasil dari generatif AI, mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam menentukan sendiri proses pembelajaran yang diinginkan karena siswa dapat berinteraksi dengan konten yang sesuai dengan keinginan dan kemampuan mereka. Hal ini menciptakan hubungan yang lebih personal antara siswa dan materi ajar, karena AI tidak hanya menyajikan konten, tetapi juga membaca respons pengguna untuk menghasilkan pengaturan ulang materi secara *real-time*. Hal ini memperkuat apa yang ditemukan dalam studi "*Digital Dynamics*", bahwa animasi adaptif dapat meningkatkan retensi dan

pemahaman konseptual karena siswa menerima pengalaman belajar yang tidak seragam, melainkan disesuaikan dengan kebutuhan individual.

Penggunaan AI Animation dalam pendidikan inklusif juga mendapat dukungan kuat dari penelitian sebelumnya. Misalnya, penelitian Mitre dan Zeneli (2024) menunjukkan bahwa bantuan teknologi berbasis kecerdasan buatan (*AI-based assistive technologies*) mampu meningkatkan aksesibilitas materi pembelajaran bagi siswa dengan hambatan visual atau kognitif melalui adaptasi warna, ukuran objek, atau tempo penyajian. Kondisi ini sangat relevan dengan studi *AI animation tools for special needs* yang menekankan perlunya representasi visual adaptif. Dengan demikian, AI Animation tidak hanya mendukung personalisasi bagi siswa umum, tetapi juga memiliki potensi besar dalam mewujudkan *universal design for learning* (UDL) yang merupakan sebuah pendekatan yang mendorong fleksibilitas media pembelajaran untuk mengakomodasi kebutuhan beragam tipe siswa (Hall et al., 2022).

3. Hambatan atau Tantangan Penerapan AI Animation dalam Pembelajaran Adaptif

Potensi dari integrasi *AI Animation* dalam pembelajaran adaptif memang tampak menjanjikan, akan tetapi berdasarkan kedua studi tersebut juga diketahui bahwa terdapat sejumlah tantangan penting yang perlu diatasi agar integrasi *AI animation* benar-benar efektif dan etis. Dari sisi teknis dan implementasi, *Digital Dynamics* secara implisit menunjukkan bahwa penerapan sistem *AI-driven personalized learning* dengan konten animasi membutuhkan infrastruktur teknologi yang memadai, ketersediaan perangkat, serta integrasi yang stabil antara platform AI dan media animasi. Hal ini menjadi hambatan nyata di konteks pendidikan yang masih memiliki keterbatasan akses internet, perangkat, atau dukungan teknis. Di sisi pedagogis, baik pembelajaran umum maupun pendidikan inklusif menuntut kompetensi baru dari guru, bukan hanya dalam menggunakan *AI Animation*, tetapi juga dalam merancang skenario pembelajaran adaptif, menafsirkan data hasil analitik AI, dan memastikan bahwa personalisasi yang terjadi tetap selaras dengan tujuan pembelajaran dan nilai-nilai pendidikan.

Pada konteks siswa berkebutuhan khusus, studi tentang *AI animation tools* menambahkan lapisan tantangan lain: desain aksesibilitas dan keberagaman kebutuhan individu. Merancang animasi adaptif untuk siswa dengan profil sensorik dan kognitif yang sangat beragam bukanlah tugas sederhana; diperlukan kolaborasi lintas disiplin antara pendidik, desainer animasi, ahli AI, dan pakar kebutuhan khusus. Selain itu, meskipun kedua studi tidak membahas secara mendalam aspek etika data, integrasi AI dalam pembelajaran adaptif berbasis animasi secara implisit membawa isu seperti privasi data, potensi bias algoritmik, serta risiko ketergantungan berlebihan pada sistem otomatis. Oleh karena itu, ke depan, pengembangan *AI Animation* tidak hanya membutuhkan inovasi teknologi, tetapi juga kerangka etika dan regulasi yang jelas, serta literasi digital bagi guru dan siswa agar teknologi ini dimanfaatkan secara kritis, bertanggung jawab, dan tetap menempatkan manusia sebagai pusat dalam proses pendidikan.

Terdapat berbagai penelitian yang mendukung potensi besar AI Animation. Meskipun demikian, para peneliti juga mengingatkan adanya tantangan atau hambatan yang tidak boleh diabaikan. Holmes dan Tuomi (2022) menekankan bahwa sistem AI dalam dunia pendidikan juga berpotensi menghasilkan bias jika algoritma yang digunakan dilatih dengan dataset yang tidak representative atau relevan. Dalam konteks *AI Animation*, potensi adanya bias tersebut dapat terjadi dalam representasi karakter, narasi visual, atau respons adaptif yang tidak sesuai dengan keragaman siswa. Dengan demikian, perlu dipastikan bahwa pengembangan *AI Animation* telah sesuai dengan regulasi, transparansi algoritma, serta prinsip etika desain agar teknologi ini diterapkan secara aman dan adil. Selain itu, apabila algoritma yang digunakan untuk menyesuaikan level kesulitan atau memberikan rekomendasi belajar bagi siswa terdapat bias, maka hal ini dapat menyebabkan penggunaan animasi yang tidak sesuai dengan profil siswa tertentu. Selain itu, tantangan lain berkaitan dengan privasi dan keamanan data, terutama ketika sistem AI memonitor perkembangan siswa secara terus-menerus untuk menghasilkan konten animasi adaptif (Zawacki-Richter et al., 2019). Isu-isu ini perlu ditangani melalui kebijakan data yang kuat dan pendekatan desain yang beretika.

Kombinasi hasil tinjauan literatur sistematis atau SLR dan bukti dari literatur eksternal menunjukkan bahwa *AI Animation* merupakan suatu topik riset yang sangat potensial dan masih sangat bisa untuk dikembangkan. Artinya, terdapat potensi animasi berbasis kecerdasan buatan (AI Animation) dalam mendukung pembelajaran adaptif. Terdapat Hal ini menjadi dasar bahwa

pengembangan pembelajaran dengan teknologi agar menjadi lebih personal, inklusif, dan menarik, namun juga dengan pertimbangan ketersediaan infrastruktur, literasi digital, dan kerangka etika yang memadai untuk dapat diimplementasikan secara optimal. Meskipun demikian, temuan yang diperoleh perlu ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah studi primer yang memenuhi kriteria inklusi sangat terbatas karena hanya terdapat dua artikel dengan karakteristik metodologis dan konteks penerapan yang berbeda. Kondisi ini membatasi kekuatan generalisasi hasil, khususnya terkait klaim peningkatan performa akademik, motivasi, dan efektivitas pembelajaran secara luas. Selain itu, hanya satu studi yang menyajikan bukti empiris berbasis desain kuasi-eksperimental, sementara studi lainnya bersifat konseptual, sehingga tingkat evidensi yang tersedia masih bervariasi. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa kesimpulan yang dihasilkan lebih merefleksikan indikasi awal (*emerging evidence*) dibandingkan bukti konklusif. Oleh karena itu, hasil SLR ini lebih tepat dipahami sebagai pemetaan awal terhadap potensi dan arah penelitian AI Animation dalam pembelajaran adaptif, bukan sebagai dasar generalisasi lintas jenjang pendidikan, mata pelajaran, atau konteks pembelajaran yang beragam.

4. Implikasi untuk Penelitian Masa Depan

Terbatasnya jumlah studi primer yang memenuhi kriteria inklusi dalam tinjauan literatur sistematis ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai animasi berbasis kecerdasan buatan (AI Animation) dalam konteks pembelajaran adaptif masih berada pada tahap awal perkembangan. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti masih relatif barunya teknologi animasi generatif berbasis AI dalam ranah pendidikan, keterbatasan adopsi teknologi di institusi pendidikan, serta kompleksitas integrasi antara sistem AI, desain animasi, dan kerangka pedagogis pembelajaran adaptif. Selain itu, sebagian besar penelitian yang tersedia masih bersifat konseptual atau berfokus pada teknologi AI secara umum, sehingga belum secara eksplisit mengeksplorasi peran animasi berbasis AI sebagai media pembelajaran adaptif yang berdiri sendiri. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan riset yang signifikan dan peluang luas untuk eksplorasi empiris yang lebih mendalam.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan tersebut, penelitian di masa depan perlu diarahkan pada eksplorasi konteks pembelajaran yang lebih beragam, seperti jenjang pendidikan dasar dan menengah, berbagai mata pelajaran non-bahasa, serta lingkungan pembelajaran inklusif dan vokasional. Dari sisi metodologi, diperlukan lebih banyak studi empiris dengan desain kuasi-eksperimental atau eksperimental untuk menguji secara sistematis dampak *AI Animation* terhadap aspek kognitif, afektif, dan pedagogis pembelajaran. Selain itu, pendekatan *design-based research* (DBR) sangat relevan untuk mengembangkan, menguji, dan menyempurnakan model *AI Animation* secara iteratif dalam konteks pembelajaran nyata dengan melibatkan kolaborasi antara peneliti, pendidik, dan pengembang teknologi. Penelitian longitudinal juga diperlukan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang penggunaan *AI Animation*, termasuk implikasi etika, keberlanjutan pedagogis, dan kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi ini secara efektif dan bertanggung jawab.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa animasi berbasis kecerdasan buatan (*AI Animation*) memiliki potensi yang kuat apabila dijadikan sebagai media pembelajaran adaptif, meskipun jumlah penelitian yang secara langsung membahas integrasinya masih terbatas. Berdasarkan dua studi yang dianalisis menunjukkan bahwa animasi yang diperkaya dengan kecerdasan buatan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pengalaman yang dipersonalisasi, baik pada konteks pembelajaran umum maupun pendidikan inklusif. Berdasarkan dua studi yang memenuhi kriteria inklusi, *AI Animation* memiliki potensi dalam meningkatkan motivasi, retensi, dan personalisasi pembelajaran pada konteks dan populasi tertentu. Namun, bukti empiris ini masih terbatas dan belum dapat digeneralisasikan lintas jenjang dan mata pelajaran. Secara keseluruhan, perkembangan ini mencerminkan pergeseran paradigma menuju pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa, sehingga media visual tidak lagi bersifat statis, tetapi menjadi komponen adaptif yang mampu menyesuaikan konten dan umpan balik berdasarkan profil belajar siswa.

Implementasi AI Animation di ruang kelas juga menghadapi sejumlah tantangan yang perlu ditangani secara sistematis. Hambatan teknis seperti kesiapan infrastruktur, keterbatasan perangkat, dan kebutuhan integrasi sistem menjadi faktor yang perlu diperhatikan, terutama bagi sekolah dengan sumber daya terbatas. Selain itu, kompetensi guru dalam memanfaatkan, menilai, dan mengintegrasikan keluaran AI dalam skenario pembelajaran menjadi faktor penting agar penggunaan AI Animation tetap efektif dan bermakna. Aspek etika seperti privasi data, bias algoritmik, dan potensi

ketergantungan teknologi juga perlu mendapat perhatian agar penerapan *AI Animation* tetap aman, adil, dan sejalan dengan nilai-nilai pendidikan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa *AI Animation* merupakan bidang yang sangat menjanjikan dalam pengembangan pembelajaran adaptif. Dengan dukungan penelitian lanjutan, penguatan kapasitas guru, serta inovasi dari pengembang media, *AI Animation* berpotensi menjadi salah satu pendekatan paling efektif untuk menghadirkan pembelajaran yang personal, interaktif, dan bermakna bagi siswa di berbagai konteks pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulibdeh, A., Zaidan, E., & Abulibdeh, R. (2024). Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0: Challenges, opportunities, and ethical dimensions. *Journal of Cleaner Production*, 437, 140527.
- AlShaikh, R., Al-Malki, N., & Almasre, M. (2024). The implementation of the cognitive theory of multimedia learning in the design and evaluation of an AI educational video assistant utilizing large language models. *Heliyon*, 10(3).
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278.
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118.
- Critical Appraisal Skills Programme. (2023). *Critical Appraisal Checklists*. <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>
- Ertel, W. (2024). *Introduction to artificial intelligence*. Springer Nature.
- Ghamrawi, N., Abu-Tineh, A., Shal, T., Alshaboul, Y., Ghamrawi, N. A. R., & Alazaizeh, M. A. (2021). A Step-by-Step Approach to Systematic Reviews in Educational Research. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 549–566.
- Gibson, D., Kovanovic, V., Ifenthaler, D., Dexter, S., & Feng, S. (2023). Learning theories for artificial intelligence promoting learning processes. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1125–1146.
- Goldie, J. G. S. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical Teacher*, 38(10), 1064–1069.
- Guettala, M., Bouekkache, S., Kazar, O., & ... (2024). Generative artificial intelligence in education: Advancing adaptive and personalized learning. *Acta Informatica* <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=1258972>
- Hall, T., Meyer, A., & Rose, D. H. (2022). Universal design for learning: Theory and practice. *Journal of Inclusive Education*, 45(2), 213–230.
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570.
- Kabudi, T., Pappas, I., & Olsen, D. H. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100017.
- Kurian, N. (2025). AI's empathy gap: The risks of conversational Artificial Intelligence for young children's well-being and key ethical considerations for early childhood education and care. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 26(1), 132–139.
- Lively, J., & Hutson, J. (2025). Enhancing Digital Pedagogy and Creativity: Generative AI, Video Avatars, and Personalized Learning in Online Education. In *Human-Computer Creativity: Generative AI in Education, Art, and Healthcare* (pp. 99–113). Springer.
- Markauskaite, L., Marrone, R., Poquet, O., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Howard, S., Tondeur, J., De Laat, M., Shum, S. B., & Gašević, D. (2022). Rethinking the entwinement between artificial intelligence and human learning: What capabilities do learners need for a world with AI? *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100056.
- Mayer, R. (2020). Multimedia Learning. In *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press.
- McComas, W. F. (2014). Constructivist teaching practices. In *The Language of Science Education: An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning* (p. 23).

Springer.

- Mitre, X., & Zeneli, M. (2024). Using AI to improve accessibility and inclusivity in higher education for students with disabilities. *2024 21st International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 1–8.
- Moorhouse, B., & Kohnke, L. (2023). The Effects of Generative AI on Initial Language Teacher Education: The Perspectives of Teacher Educators. *Available at SSRN 4532479*.
- Parashar, B., Sharma, R., Parashar, V., Rana, G., & ... (2023). An overview of the accessibility and need of AI animation tools for specially abled students. ... *Special Education for ...*. <https://www.igi-global.com/chapter/an-overview-of-the-accessibility-and-need-of-ai-animation-tools-for-specially-abled-students/331732>
- Plass, J. L., & Froehlich, F. (2025). The future of personalized learning with AI. *Learning and Individual Differences*, 124, 102813.
- Roozafzai, Z. S., & Zaeri, P. (2024). Digital Dynamics: Exploring the Intersection of AI, Animation, and Personalized Learning. *I-Manager's Journal of Educational ...*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=09730559&AN=178603907&h=W3%2FsYNw9pw5F8P44CsZhUp7XOpinrqayrjlquoxzrPFTvdm6DgP08P4eirp5tYdDzPBsYSqJ%2BuBSLMfjQlc9mA%3D%3D&crl=c>
- Shaheen, N., Shaheen, A., Ramadan, A., Hefnawy, M. T., Ramadan, A., Ibrahim, I. A., Hassanein, M. E., Ashour, M. E., & Flouty, O. (2023). Appraising systematic reviews: a comprehensive guide to ensuring validity and reliability. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 8, 1268045.
- Singh, A. (2023). Future of animated narrative and the effects of AI on conventional animation techniques. *2023 7th International Conference on Computation System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, 1–4.
- Strielkowski, W., Grebennikova, V., Lisovski, A., Rakhimova, G., & Vasileva, T. (2025). AI-driven adaptive learning for sustainable educational transformation. *Sustainable Development*, 33(2), 1921–1947.
- Tetzlaff, L., Schmiedek, F., & Brod, G. (2021). Developing personalized education: A dynamic framework. *Educational Psychology Review*, 33(3), 863–882.
- Vandewaetere, M., & Clarebout, G. (2013). Advanced technologies for personalized learning, instruction, and performance. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 425–437). Springer.
- Yan, L., Greiff, S., Teuber, Z., & Gašević, D. (2024). Promises and challenges of generative artificial intelligence for human learning. *Nature Human Behaviour*, 8(10), 1839–1850.
- Yousuf, E., Wahid, A., & Khan, M. Y. (2023). Exploring the effectiveness of AI algorithms in predicting and enhancing student engagement in an E-learning. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(10), 23–29.