

PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF KREASI KONTEN MENGUNAKAN KECERDASAN ARTIFISIAL UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS X

Aisyah Izzah Az Zahrah¹, Andi Kristanto²

Program Studi S1 Teknologi Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia^{1,2}

e-mail: aisyah.23080@mhs.unesa.ac.id

Diterima: 2/10/2026; Direvisi: 9/10/2026; Diterbitkan: 21/10/2026

ABSTRAK

Penguasaan keterampilan membuat konten berbantuan kecerdasan artifisial (AI) membutuhkan pengalaman belajar yang menghubungkan pemahaman konsep dengan praktik penggunaannya. Untuk mendukung kebutuhan tersebut, multimedia interaktif dikembangkan bagi siswa kelas X SMA Wachid Hasyim 2 Taman pada materi *Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial*. Pengembangan mengikuti model *Research and Development* dengan tahapan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*), sedangkan subjek dipilih melalui *purposive sampling*. Pengujian produk mencakup uji perseorangan terhadap tiga siswa, uji kelompok kecil terhadap enam siswa, dan uji lapangan yang melibatkan 76 siswa, terdiri atas 38 siswa kelompok eksperimen dan 38 siswa kelompok kontrol. Data diperoleh melalui angket validasi ahli, angket respons siswa, serta tes *pretest* dan *posttest*. Kelayakan produk dianalisis secara deskriptif, sementara peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan N-Gain dan dibandingkan melalui *independent-samples t-test*. Hasil validasi dan uji coba menempatkan produk dalam kategori sangat layak. Kelompok eksperimen mencapai rata-rata N-Gain berkategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori sedang. Perbedaan peningkatan kedua kelompok signifikan secara statistik ($t = 11,484$; $p < 0,001$). Multimedia mengintegrasikan materi, visualisasi, animasi, video tutorial, contoh penggunaan AI, latihan, dan evaluasi. Produk ini berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA), dengan interpretasi hasil tetap memperhatikan penggunaan kelompok nonekuivalen.

Kata kunci: Hasil Belajar, Kecerdasan Artifisial, Koding Dan Kecerdasan Artifisial, Kreasi Konten, Multimedia Interaktif

ABSTRACT

Mastering the skills required to create content with artificial intelligence (AI) requires learning experiences that connect conceptual understanding with practical application. To address this need, interactive multimedia was developed for Grade X students at SMA Wachid Hasyim 2 Taman, focusing on the topic of Creating Content Using Artificial Intelligence. The development process followed a Research and Development approach using the ADDIE model (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*), with participants selected through purposive sampling. Product testing consisted of an individual trial involving three students, a small-group trial involving six students, and a field trial involving 76 students, comprising 38 students in the experimental group and 38 in the control group. Data were collected through expert validation questionnaires, student response questionnaires, and pretest and posttest assessments. Product feasibility was analyzed descriptively, while learning outcome gains were calculated using the N-Gain method and compared using an independent-samples t-test. The validation and trial results classified the product as highly feasible. The

experimental group achieved an average N-Gain in the high category, whereas the control group achieved an average N-Gain in the medium category. The difference in learning gains between the two groups was statistically significant ($t = 11.484$, $p < .001$). The multimedia integrates learning materials, visualizations, animations, tutorial videos, examples of AI applications, exercises, and assessments. This product has the potential to serve as an alternative learning medium for Coding and Artificial Intelligence (KKA), although the findings should be interpreted with due consideration of the use of a nonequivalent group design.

Keywords: *Artificial Intelligence, Coding And Artificial Intelligence, Content Creation, Interactive Multimedia, Learning Outcomes*

PENDAHULUAN

Kemampuan menghasilkan konten digital dengan bantuan kecerdasan artifisial (*artificial intelligence/AI*) kini menjadi bagian dari kompetensi yang perlu dipelajari siswa di tengah perubahan praktik pembelajaran berbasis teknologi. Penggunaan AI dalam pendidikan tidak terbatas pada penyediaan informasi, tetapi juga mencakup aktivitas menghasilkan teks, membuat gambar, dan mengembangkan berbagai bentuk konten sesuai kebutuhan. Crompton dan Burke (2023) menelaah perkembangan pemanfaatan AI dalam pendidikan, sedangkan Rizvi et al. (2023) menguraikan peluang teknologi tersebut untuk menunjang proses belajar. Pembahasan Lee dan Kwon (2024) turut memperlihatkan relevansi AI dalam lingkungan pendidikan yang terus berkembang. Dalam konteks pembelajaran, kemampuan menggunakan teknologi ini perlu disertai pemahaman mengenai cara merumuskan instruksi, memeriksa ketepatan hasil, dan menentukan kesesuaiannya dengan tujuan yang hendak dicapai. Dengan demikian, keberhasilan penggunaan AI tidak cukup dinilai dari kemampuan siswa menghasilkan suatu produk, tetapi juga dari proses mereka mengarahkan dan mengevaluasi teknologi tersebut.

Kebutuhan untuk mengintegrasikan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis tersebut tercermin dalam mata pelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA), terutama pada materi *Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial*. Dalam materi ini, siswa berhadapan dengan proses yang memerlukan perumusan *prompt*, pemberian konteks, penetapan batasan, serta peninjauan terhadap keluaran sistem AI. Wan et al. (2024) membahas strategi *prompting* dan rekayasa *prompt* dalam pembelajaran, sementara Han (2024) mengaitkan rekayasa *prompt* dengan kemampuan berpikir kritis. Kedua kajian tersebut memberikan landasan untuk memahami bahwa interaksi dengan AI memerlukan pertimbangan yang melampaui pemberian perintah sederhana. Siswa perlu mengenali apakah keluaran yang dihasilkan telah menjawab kebutuhan, mengandung kekeliruan, atau masih memerlukan perbaikan. Kemampuan tersebut berkaitan dengan literasi AI, yakni pemahaman tentang fungsi, potensi, keterbatasan, dan penggunaan teknologi secara bertanggung jawab dalam kegiatan belajar (Casal-Otero et al., 2023; Lee & Kwon, 2024; Yim & Su, 2025a, 2025b).

Karakteristik materi yang menggabungkan pengetahuan dan praktik menuntut penyajian pembelajaran yang memungkinkan siswa mengamati sekaligus mencoba setiap tahapan penggunaan AI. Multimedia interaktif dapat menjadi salah satu alternatif karena memadukan teks, gambar, animasi, video, latihan, dan umpan balik dalam satu lingkungan belajar. Abdulrahman et al. (2020) membahas penggunaan multimedia dalam pembelajaran, sedangkan Suryanti et al. (2021) dan Devega et al. (2022) juga menjadi rujukan dalam pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia. Dalam pembelajaran KKA, perpaduan unsur tersebut memungkinkan penjelasan konsep disertai ilustrasi proses, demonstrasi penggunaan teknologi, serta latihan yang memberi kesempatan kepada siswa untuk

menerapkan pengetahuan. Penyajian materi secara terintegrasi juga dapat membantu siswa mengikuti urutan kegiatan dari penyusunan instruksi hingga pemeriksaan hasil yang diperoleh. Akan tetapi, keberadaan beragam unsur multimedia tidak dengan sendirinya menjamin tercapainya tujuan pembelajaran. Setiap komponen perlu dirancang berdasarkan fungsi pedagogis yang jelas agar interaksi siswa dengan media mendukung pemahaman materi, bukan sekadar memberikan variasi tampilan.

Pengembangan media berbasis teknologi juga perlu mempertimbangkan perbedaan antara penggunaan AI sebagai sarana untuk membuat media dan penggunaan media untuk mengajarkan keterampilan memanfaatkan AI. Dinata et al. (2025) mengkaji media pembelajaran interaktif berbasis AI dalam konteks pendidikan Islam di MI Roudhotu Tolibin Pisang Indah. Sementara itu, Rizvi et al. (2023) serta Lee dan Kwon (2024) membahas perkembangan penerapan AI dalam pendidikan dari cakupan yang lebih luas. Melalui panduan UNESCO, Miao dan Holmes (2023) menekankan perlunya mempertimbangkan aspek pedagogis dan kebutuhan pembelajaran dalam pemanfaatan AI generatif. Berbagai kajian tersebut memberikan dasar untuk mengembangkan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi secara terarah. Namun, penerapan prinsip tersebut pada materi kreasi konten memerlukan rancangan yang sesuai dengan kompetensi yang hendak dicapai. Media yang digunakan tidak cukup hanya memperkenalkan jenis atau fungsi aplikasi AI, tetapi perlu memfasilitasi pemahaman tentang penyusunan *prompt*, pengamatan terhadap keluaran, dan penilaian atas kesesuaian hasil dengan instruksi yang diberikan.

Kebutuhan tersebut menjadi dasar pengembangan multimedia interaktif untuk materi *Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial* pada mata pelajaran KKA kelas X di SMA Wachid Hasyim 2 Taman. Produk yang dikembangkan mengintegrasikan uraian materi, gambar atau visualisasi, animasi, video tutorial, contoh penerapan AI, latihan, dan evaluasi. Komponen tersebut disusun untuk menghubungkan penjelasan konseptual dengan demonstrasi dan aktivitas penerapan sehingga siswa memiliki kesempatan mempelajari materi sekaligus menguji pemahamannya. Rancangan ini menempatkan multimedia sebagai sarana untuk mengorganisasi pengalaman belajar, bukan hanya sebagai kumpulan informasi dalam format digital. Melalui penyajian yang terstruktur, tahapan penggunaan AI diharapkan dapat dipelajari secara lebih sistematis, mulai dari memahami tugas, merumuskan instruksi, hingga meninjau keluaran yang dihasilkan. Meskipun demikian, kualitas produk dan kontribusinya terhadap hasil belajar perlu dinilai melalui proses validasi serta pengujian yang sesuai dengan tujuan pengembangan.

Dalam pelaksanaannya, kesesuaian produk dengan kondisi pembelajaran di sekolah merupakan aspek yang perlu diperhitungkan. Materi kreasi konten berbasis AI melibatkan sejumlah tahapan yang saling berkaitan, sehingga media yang digunakan perlu mendukung kesinambungan antara penjelasan, contoh, demonstrasi, dan latihan. Pada SMA Wachid Hasyim 2 Taman, pengembangan multimedia ini diarahkan pada kebutuhan pembelajaran materi KKA tersebut. Argumentasi mengenai kebutuhan produk sebaiknya diperkuat dengan data awal yang diperoleh melalui observasi pembelajaran, wawancara dengan guru, atau identifikasi media yang telah digunakan, termasuk kendala yang dihadapi selama pembelajaran. Bukti kontekstual semacam itu diperlukan untuk membedakan kebutuhan yang benar-benar ditemukan di lapangan dari asumsi mengenai karakteristik pembelajaran. Dengan mempertimbangkan karakteristik materi dan kondisi penggunaannya, pengembangan multimedia diharapkan menghasilkan produk yang sesuai dengan tujuan pembelajaran sekaligus layak diterapkan pada konteks sekolah yang diteliti.

Bertolak dari kebutuhan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan multimedia interaktif untuk materi *Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial* pada mata pelajaran KKA kelas X di SMA Wachid Hasyim 2 Taman serta mengevaluasi kelayakan produk berdasarkan penilaian yang dilakukan. Penelitian ini juga bertujuan membandingkan peningkatan hasil belajar siswa yang menggunakan multimedia interaktif dengan peningkatan hasil belajar siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa menggunakan media tersebut. Perbandingan dilakukan melalui pengukuran *pretest* dan *posttest* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi dalam bentuk alternatif media pembelajaran yang dirancang sesuai dengan karakteristik materi KKA, sekaligus menyediakan bukti empiris mengenai perbedaan peningkatan hasil belajar antara kedua kelompok. Temuan tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pengembangan media pembelajaran serupa, dengan tetap memperhatikan karakteristik materi, peserta didik, dan konteks penerapannya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE yang mencakup tahap *Analyze*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Branch, 2009). Observasi awal dilaksanakan pada 26 Maret 2026, sedangkan penelitian berlangsung pada 14–25 September 2026 di SMA Wachid Hasyim 2 Taman. Pada tahap *Analyze*, kebutuhan pembelajaran diidentifikasi sebagai dasar penyusunan rancangan multimedia pada tahap *Design*. Rancangan tersebut kemudian diwujudkan dan divalidasi pada tahap *Development* dengan melibatkan guru mata pelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) sebagai ahli materi serta dosen Teknologi Pendidikan sebagai ahli media. Selanjutnya, tahap *Implementation* meliputi uji coba perseorangan terhadap 3 siswa, uji coba kelompok kecil terhadap 6 siswa, dan uji coba lapangan. Tahap *Evaluation* diarahkan pada penilaian kelayakan produk dan analisis hasil belajar. Subjek dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kesesuaiannya dengan kebutuhan pengembangan dan pengujian media. Uji coba lapangan melibatkan 76 siswa kelas X yang dibagi menjadi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, masing-masing berjumlah 38 siswa. Penelitian menggunakan desain *Nonequivalent Control Group Pretest-Posttest Design*, dengan kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran tanpa media tersebut. Kedua kelompok mengerjakan *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* setelah pembelajaran untuk memperoleh data hasil belajar.

Data dikumpulkan melalui angket dan tes. Angket digunakan untuk menghimpun penilaian ahli materi, penilaian ahli media, serta tanggapan siswa terhadap produk, sedangkan tes digunakan untuk mengukur hasil belajar sebelum dan sesudah pembelajaran. Validitas instrumen tes diperiksa melalui validitas isi dengan menelaah kesesuaian butir soal terhadap materi dan indikator hasil belajar, sementara reliabilitasnya diperiksa menggunakan metode yang sesuai dengan bentuk soal dan sistem penskoran. Kelayakan multimedia dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase dengan rumus $(P = \frac{F}{N} \times 100\%)$, dengan (P) sebagai persentase kelayakan, (F) sebagai skor yang diperoleh, dan (N) sebagai skor maksimal. Peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan *normalized gain* (N-Gain) dengan mengacu pada Hake (1999). Sebelum perbedaan peningkatan kedua kelompok diuji, data diperiksa melalui uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji homogenitas Levene. Selanjutnya, nilai N-Gain kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dibandingkan menggunakan *independent-samples t-test* pada taraf signifikansi 0,05. Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan

peningkatan hasil belajar antarkelompok dan melengkapi evaluasi terhadap produk multimedia yang dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan kesenjangan kinerja pada pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA), khususnya materi Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial. Analisis dilakukan melalui observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner awal kepada siswa kelas X SMA Wachid Hasyim 2 Taman.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi metode ceramah dan penggunaan buku teks serta file PDF. Berdasarkan kuesioner awal, sekitar 68% siswa menyatakan bahwa pembelajaran masih didominasi metode ceramah, lebih dari 70% siswa menilai media pembelajaran kurang interaktif dan menarik, serta sekitar 65% siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi teknis, terutama pada penerapan kecerdasan artifisial dalam proses kreasi konten. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran belum maksimal dalam mendukung pemahaman siswa terhadap materi yang bersifat teknis dan aplikatif. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu menyajikan materi secara lebih interaktif serta memberikan contoh penerapan yang lebih konkret.

Tahap Desain (*Design*)

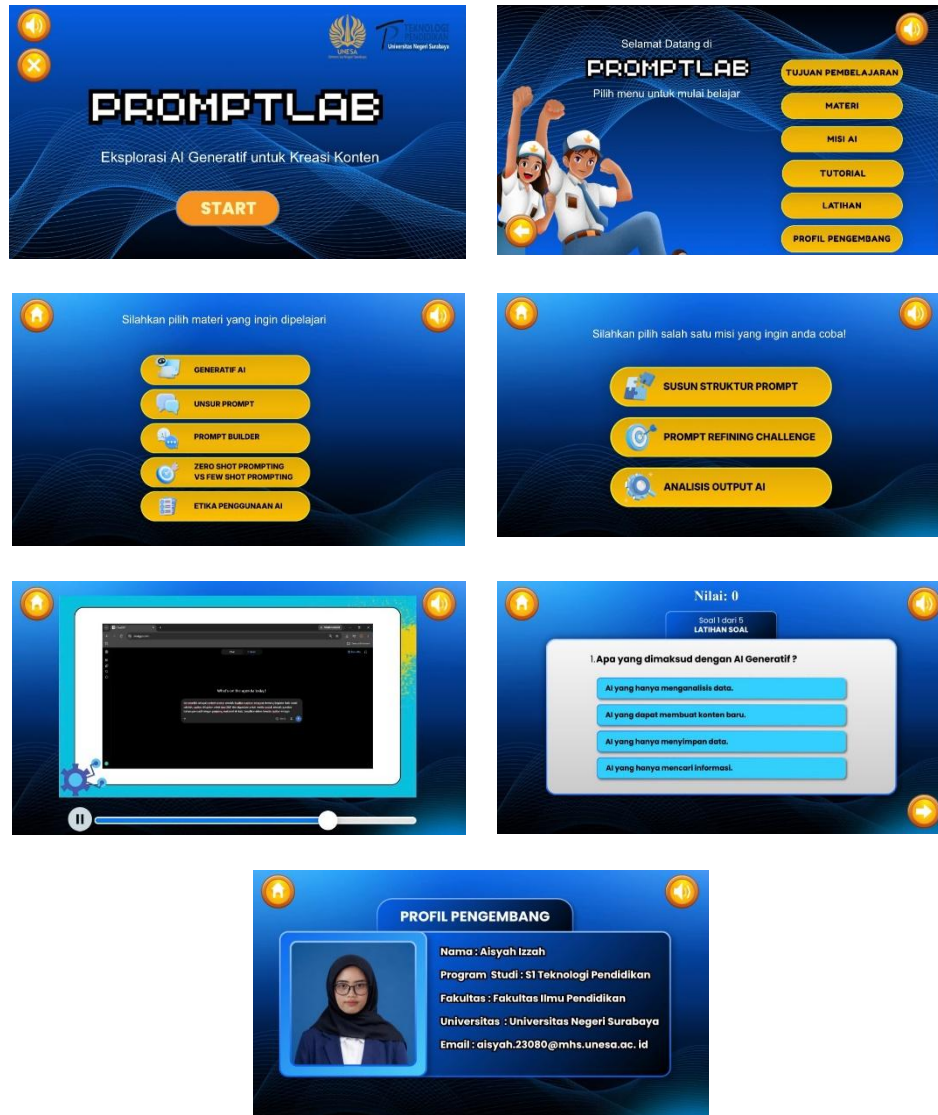
Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan multimedia interaktif berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Perancangan meliputi penyusunan struktur materi, tujuan pembelajaran, tampilan antarmuka, navigasi, latihan soal, evaluasi, serta elemen multimedia yang digunakan dalam produk. Pada tahap ini juga disiapkan instrumen penelitian yang digunakan pada tahap pengembangan dan implementasi. Instrumen tersebut meliputi lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, angket tanggapan siswa, serta soal pretest dan posttest untuk mengukur hasil belajar siswa. Soal pretest dan posttest disusun berdasarkan materi Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial dan indikator pembelajaran yang telah ditetapkan. Multimedia interaktif dirancang agar siswa dapat mengakses materi secara sistematis melalui tombol navigasi yang tersedia. Materi disajikan menggunakan kombinasi teks, gambar, animasi, dan video tutorial. Produk juga dilengkapi latihan dan evaluasi untuk memberikan kesempatan kepada siswa dalam menguji pemahaman terhadap materi Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Produksi

Produk multimedia interaktif dikembangkan dengan mengintegrasikan berbagai komponen pembelajaran ke dalam satu media yang dirancang secara terstruktur. Penyusunan tampilan dan fitur mengacu pada rancangan yang telah dibuat pada tahap desain, dengan memperhatikan keterhubungan antara penyajian materi dan aktivitas belajar siswa. Untuk memberikan gambaran mengenai hasil realisasi rancangan tersebut, visualisasi produk ditampilkan melalui beberapa bagian antarmuka yang mewakili alur penggunaan multimedia, mulai dari pengenalan media hingga kegiatan evaluasi. Tampilan ini memperlihatkan bagaimana unsur visual dan fitur interaktif diorganisasikan untuk mendukung penggunaan

media dalam pembelajaran Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial. Dokumentasi tampilan produk hasil pengembangan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Multimedia Interaktif

Gambar 1 menunjukkan hasil produksi multimedia interaktif yang dikembangkan menggunakan *Construct 2*. Tampilan produk terdiri atas halaman pembuka, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, penyajian materi, video tutorial, contoh penerapan kecerdasan artifisial, latihan, evaluasi, dan profil pengembang. Setiap bagian disusun dalam satu media dengan dukungan tombol navigasi sehingga siswa dapat mengakses materi dan aktivitas pembelajaran secara terstruktur.

Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan untuk memperoleh penilaian terhadap kesesuaian produk sebelum digunakan dalam pembelajaran. Penilaian melibatkan dua bidang keahlian yang berbeda agar aspek isi pembelajaran dan aspek teknis penyajian media dapat ditinjau secara

terpisah. Hasil penilaian dari kedua validator menjadi dasar untuk menentukan bagian produk yang perlu dipertahankan atau disempurnakan. Rincian hasil penilaian validator disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Multimedia Interaktif

Validator	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
Ahli Materi	95	96	98,96%	Sangat Layak
Ahli Media	39	40	97,50%	Sangat Layak

Hasil validasi Tabel 1 memberikan gambaran mengenai kesiapan produk dari sisi substansi pembelajaran dan rancangan media. Penilaian dari ahli materi berkaitan dengan kesesuaian isi yang disajikan, sedangkan penilaian ahli media berkaitan dengan kualitas penyajian produk. Kedua aspek tersebut perlu diperhatikan secara bersamaan karena ketepatan materi perlu didukung oleh penyajian yang memudahkan siswa menggunakan media. Masukan validator selanjutnya dapat digunakan untuk menyempurnakan produk sebelum memasuki tahap uji coba kepada siswa.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan setelah multimedia interaktif melalui proses validasi dan perbaikan. Pada tahap ini, produk diuji coba secara bertahap untuk mengetahui keterpahaman dan kemudahan penggunaannya sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Uji coba dilakukan melalui uji coba perseorangan dan uji coba kelompok kecil. Setelah produk dinyatakan siap digunakan, multimedia interaktif diterapkan pada pembelajaran dengan melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Uji Coba Produk

Setelah melalui validasi ahli, multimedia interaktif diuji coba secara bertahap kepada siswa untuk memperoleh tanggapan dari pengguna sasaran. Uji coba perseorangan memberikan kesempatan untuk mengidentifikasi kendala penggunaan pada tingkat individu, sedangkan uji coba kelompok kecil memberikan gambaran penggunaan media dalam kelompok pengguna yang lebih luas. Kedua tahap ini digunakan untuk meninjau keterpakaian produk sebelum diterapkan pada pembelajaran di kelas. Hasil penilaian siswa pada setiap tahap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Produk

No.	Tahap Uji Coba	Jumlah Siswa	Persentase	Kriteria
1	Perorangan (<i>One-to-One</i>)	3 siswa	90,42%	Sangat Layak
2	Kelompok Kecil (<i>Small Group</i>)	6 siswa	90,63%	Sangat Layak

Tanggapan siswa pada kedua tahap uji coba menjadi bahan pertimbangan untuk menilai apakah produk dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil Tabel 2 tersebut memberikan informasi awal mengenai penerimaan pengguna terhadap multimedia yang dikembangkan. Meskipun memperoleh penilaian dalam kategori sangat layak, hasil uji coba terbatas belum dapat digunakan sebagai bukti bahwa multimedia efektif meningkatkan hasil belajar. Oleh sebab itu, pengujian dilanjutkan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol untuk memperoleh data hasil belajar dalam pelaksanaan pembelajaran.

Penerapan pada Subjek Uji Coba

Uji coba lapangan dirancang untuk mengamati penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran sekaligus membandingkan hasil belajar dengan pembelajaran tanpa menggunakan media tersebut. Pelibatan dua kelompok memungkinkan peneliti menganalisis perubahan hasil belajar sebelum dan sesudah pembelajaran. Kedua kelompok mengikuti pengukuran menggunakan pretest dan posttest agar data hasil belajar dapat dibandingkan pada tahap analisis. Pembagian subjek dalam uji coba lapangan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Subjek Uji Coba Lapangan

Kelompok	Jumlah Siswa
Eksperimen	38
Kontrol	38
Total	76

Pembagian subjek pada Tabel 3 tersebut menjadi dasar pelaksanaan pengujian produk dalam konteks pembelajaran yang sebenarnya. Kelompok eksperimen menggunakan multimedia interaktif sebagai bagian dari kegiatan pembelajaran, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran tanpa multimedia yang dikembangkan. Pengukuran awal diperlukan untuk memperoleh gambaran kemampuan siswa sebelum pembelajaran, sementara pengukuran akhir digunakan untuk mengetahui hasil setelah pembelajaran berlangsung. Data dari kedua kelompok kemudian dianalisis untuk mengetahui pola peningkatan hasil belajar dan perbedaan peningkatan yang terjadi.

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi diarahkan untuk mengidentifikasi peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan multimedia interaktif pada materi Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial. Data diperoleh melalui pelaksanaan pretest dan posttest pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Analisis diawali dengan uji normalitas dan uji homogenitas, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *normalized gain* (N-Gain) untuk mengetahui peningkatan hasil belajar. Selanjutnya, *independent-samples t-test* terhadap skor N-Gain digunakan untuk menguji perbedaan peningkatan hasil belajar antara kedua kelompok pada taraf signifikansi 0,05.

Uji Normalitas

Sebelum melakukan analisis perbedaan hasil belajar, distribusi data perlu diperiksa untuk menentukan kesesuaian penggunaan teknik statistik parametrik. Pemeriksaan dilakukan terhadap data pretest dan posttest pada masing-masing kelompok menggunakan uji Shapiro-Wilk. Pengujian ini menjadi bagian dari pemeriksaan asumsi statistik sebelum analisis lanjutan dilakukan. Hasil pengujian distribusi data disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Data	Kelompok	Sig. <i>Shapiro-Wilk</i>	Keterangan
Pretest	Eksperimen	0,553	Normal
Pretest	Kontrol	0,192	Normal
Posttest	Eksperimen	0,187	Normal
Posttest	Kontrol	0,400	Normal

Hasil pengujian Tabel 4 digunakan untuk menilai apakah distribusi skor pada setiap kelompok memenuhi asumsi normalitas. Berdasarkan kriteria pengujian yang telah ditetapkan, hasil tersebut mendukung penggunaan analisis parametrik dari sisi asumsi normalitas. Namun, normalitas data saja belum cukup untuk menentukan kelayakan seluruh analisis karena asumsi lainnya juga perlu diperiksa. Oleh karena itu, pengujian dilanjutkan dengan pemeriksaan homogenitas varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Uji Homogenitas

Selain distribusi data, kesamaan varians antarkelompok merupakan asumsi yang perlu diperhatikan dalam analisis perbandingan. Uji homogenitas dilakukan terhadap skor pretest dan posttest untuk mengetahui apakah variasi data kedua kelompok dapat dianggap setara. Pemeriksaan ini melengkapi hasil uji normalitas sebelum analisis perbedaan hasil belajar dilakukan. Hasil uji homogenitas varians ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Data	Sig. Levene's Test	Keterangan
Pretest	0,656	Homogen
Posttest	0,197	Homogen

Hasil pengujian Tabel 5 memberikan dasar untuk menilai kesesuaian asumsi kesamaan varians pada kedua kelompok. Berdasarkan batas signifikansi yang digunakan, data pretest dan posttest memenuhi kriteria homogenitas. Dengan terpenuhinya asumsi normalitas dan homogenitas pada data tersebut, analisis dapat dilanjutkan dengan tetap memperhatikan asumsi khusus dari pengujian yang digunakan. Tahap berikutnya adalah menghitung N-Gain untuk menggambarkan peningkatan hasil belajar siswa pada masing-masing kelompok.

Analisis N-Gain

Perubahan skor sebelum dan sesudah pembelajaran dianalisis menggunakan normalized gain (N-Gain) untuk menggambarkan peningkatan hasil belajar relatif terhadap peluang peningkatan yang tersedia. Analisis dilakukan pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol agar pola peningkatan pada kedua kelompok dapat dibandingkan. Nilai N-Gain selanjutnya diinterpretasikan menggunakan kategori yang telah ditetapkan. Ringkasan hasil perhitungan N-Gain pada kedua kelompok disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis N-Gain

Kelompok	N	Mean N-Gain	Kategori
Eksperimen	38	0,7145	Tinggi
Kontrol	38	0,3359	Sedang

Hasil analisis Tabel 6 memberikan gambaran mengenai tingkat peningkatan hasil belajar setelah siswa mengikuti pembelajaran pada masing-masing kelompok. Perbedaan kategori peningkatan dapat menjadi indikasi awal mengenai perbedaan capaian pembelajaran antara penggunaan multimedia interaktif dan pembelajaran tanpa multimedia tersebut. Akan tetapi, perbedaan nilai rata-rata N-Gain secara deskriptif belum dengan sendirinya membuktikan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik. Oleh karena itu, distribusi kategori N-Gain dan pengujian perbedaan antarkelompok perlu ditelaah lebih lanjut.

Selain membandingkan nilai rata-rata, distribusi kategori N-Gain dapat digunakan untuk melihat variasi peningkatan hasil belajar di antara siswa. Analisis distribusi membantu memperlihatkan apakah peningkatan pada suatu kelompok terkonsentrasi pada kategori tertentu atau tersebar pada beberapa kategori. Informasi ini melengkapi nilai rata-rata karena capaian setiap siswa tidak selalu sama. Distribusi siswa berdasarkan kategori peningkatan hasil belajar disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Distribusi Kategori N-Gain

Kelompok	Tinggi	Sedang	Rendah
Eksperimen	21 (55,26%)	17 (44,74%)	0 (0%)
Kontrol	1 (2,63%)	21 (55,26%)	16 (42,11%)

Distribusi kategori Tabel 7 memberikan gambaran yang lebih terperinci mengenai variasi peningkatan hasil belajar dalam setiap kelompok. Informasi tersebut memperlihatkan bagaimana capaian individual tersebar pada kategori peningkatan tinggi, sedang, dan rendah. Perbedaan distribusi ini memperkuat gambaran deskriptif mengenai pola peningkatan, tetapi belum menggantikan kebutuhan untuk menguji perbedaan antarkelompok secara inferensial. Oleh sebab itu, analisis dilanjutkan menggunakan independent-samples t-test terhadap skor N-Gain.

Independent-samples t-test

Pengujian inferensial dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol signifikan secara statistik. Analisis menggunakan independent-samples t-test terhadap skor N-Gain dengan taraf signifikansi 0,05. Pengujian ini melengkapi analisis deskriptif yang telah dilakukan melalui perhitungan rata-rata dan distribusi kategori peningkatan. Hasil pengujian perbedaan skor N-Gain antara kedua kelompok disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil *independent-samples t-test* Skor N-Gain

t	df	Sig. (2-tailed)	Keterangan
11,484	74	< 0,001	Signifikan

Hasil pengujian Tabel 8 menunjukkan adanya perbedaan peningkatan hasil belajar yang signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Temuan ini sejalan dengan hasil deskriptif yang memperlihatkan pola peningkatan berbeda pada kedua kelompok. Dengan mempertimbangkan hasil N-Gain dan pengujian inferensial, penggunaan multimedia interaktif berkaitan dengan peningkatan hasil belajar yang berbeda dibandingkan pembelajaran tanpa multimedia tersebut dalam konteks penelitian ini. Meskipun demikian, interpretasi efektivitas tetap perlu mempertimbangkan desain penelitian quasi-experimental dan kemungkinan perbedaan karakteristik awal antarkelompok.

Pembahasan

Pembelajaran mengenai kreasi konten berbasis kecerdasan artifisial menuntut keterpaduan antara pemahaman materi, penguasaan prosedur, dan kemampuan menilai hasil yang diperoleh. Karakteristik tersebut menjadi pertimbangan dalam pengembangan multimedia interaktif yang menggabungkan teks, gambar, animasi, video tutorial, contoh penerapan AI, latihan, dan evaluasi. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa produk memenuhi kriteria

kelayakan dari aspek materi maupun media. Penilaian ini memberikan dasar bahwa isi pembelajaran dan rancangan penyajian telah sesuai untuk digunakan setelah melalui proses pengembangan dan perbaikan. Kelayakan produk dalam konteks ini tidak hanya berkaitan dengan ketepatan informasi, tetapi juga dengan keterpaduan komponen yang membantu siswa mengikuti alur pembelajaran. Temuan tersebut sejalan dengan Kisworo et al. (2022), yang mengembangkan multimedia interaktif berbasis Android dengan mempertimbangkan kelayakan produk dan potensinya dalam mendukung hasil belajar. Meskipun demikian, kelayakan merupakan prasyarat penggunaan media, bukan bukti yang dengan sendirinya memastikan peningkatan hasil belajar. Oleh sebab itu, penilaian ahli perlu dibaca bersama hasil pengujian produk pada siswa untuk memperoleh gambaran yang lebih utuh mengenai kualitas pengembangannya.

Rancangan multimedia menjadi relevan ketika setiap komponen memiliki fungsi yang berkaitan langsung dengan proses belajar. Çeken dan Taşkın (2022) membahas penerapan prinsip pembelajaran multimedia dalam perancangan pengalaman belajar di berbagai lingkungan pembelajaran. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut tercermin melalui penyajian materi secara verbal dan visual, demonstrasi melalui video tutorial, serta latihan dan evaluasi yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk memeriksa pemahamannya. Video tutorial dan contoh penerapan AI dapat membantu memperjelas hubungan antara instruksi yang diberikan kepada sistem dan keluaran yang dihasilkan, sedangkan latihan menyediakan ruang bagi siswa untuk menguji pemahaman atas materi yang telah dipelajari. Namun, keberadaan beragam format informasi tidak serta-merta menjadikan pembelajaran lebih efektif. Apabila unsur visual, teks, dan animasi tidak disusun secara terarah, banyaknya informasi justru berpotensi menambah beban pemrosesan kognitif. Dengan demikian, nilai pedagogis multimedia lebih bergantung pada bagaimana setiap komponen mendukung tujuan pembelajaran daripada pada jumlah fitur yang tersedia. Dalam konteks materi KKA, keterpaduan penyajian dan aktivitas tersebut memberikan landasan bagi siswa untuk mempelajari konsep sekaligus mengenali tahapan penerapannya.

Perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol memberikan dimensi empiris bagi penilaian terhadap produk. Analisis N-Gain menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar kelompok eksperimen lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Hasil ini mengindikasikan bahwa selama pelaksanaan penelitian, siswa yang menggunakan multimedia interaktif mengalami peningkatan hasil belajar yang lebih besar dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa media tersebut. Temuan tersebut memiliki kesesuaian dengan kajian Roemintoyo et al. (2021) mengenai penggunaan multimedia interaktif untuk mendukung hasil belajar kognitif siswa sekolah menengah atas serta penelitian Wibawanto et al. (2022) tentang multimedia interaktif berbasis simulasi dalam pembelajaran vokasional. Meskipun materi dan karakteristik pembelajarannya berbeda, penelitian-penelitian tersebut memberikan konteks bahwa media interaktif dapat dimanfaatkan untuk menunjang proses belajar ketika desainnya disesuaikan dengan kompetensi yang dipelajari. Pada penelitian ini, penyajian materi, demonstrasi, dan latihan dalam satu produk menyediakan jalur belajar yang menghubungkan penjelasan dengan penerapan. Akan tetapi, karena desain *Nonequivalent Control Group Pretest-Posttest* tidak menjamin kesetaraan seluruh karakteristik awal antarkelompok melalui penempatan acak, perbedaan peningkatan tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati. Kemampuan awal, pengalaman belajar, kondisi kelas, dan pelaksanaan pembelajaran merupakan faktor yang juga mungkin berhubungan dengan hasil yang diperoleh.

Peran rancangan pembelajaran dalam penggunaan multimedia dapat dipahami lebih lanjut melalui perbandingan dengan pendekatan lain. Puspitasari dan Sari (2024)

mengembangkan multimedia interaktif tipe tutorial untuk mendukung hasil belajar dan motivasi siswa, sedangkan Ananti dan Anggraini (2023) mengintegrasikan multimedia interaktif dengan *problem-based learning* untuk menunjang capaian kognitif dan keterampilan berpikir kritis. Kedua penelitian tersebut menggunakan media interaktif dengan penekanan kegiatan belajar yang berbeda. Format tutorial mengarahkan siswa melalui tahapan yang terstruktur, sementara pembelajaran berbasis masalah menempatkan penyelesaian persoalan sebagai bagian dari aktivitas utama. Multimedia dalam penelitian ini menggabungkan penjelasan konsep, contoh penerapan AI, latihan, dan evaluasi untuk menghubungkan pengenalan materi dengan pemeriksaan pemahaman. Perbandingan tersebut memperlihatkan bahwa multimedia tidak seharusnya diperlakukan sebagai strategi pembelajaran yang berdiri sendiri tanpa mempertimbangkan aktivitas di dalamnya. Media memperoleh fungsi pedagogis ketika komponen yang disediakan selaras dengan karakteristik materi dan proses berpikir yang perlu dilalui siswa. Oleh karena itu, kontribusi produk yang dikembangkan tidak hanya terletak pada penyajian materi dalam format digital, tetapi juga pada pengorganisasian tahapan belajar sesuai dengan kebutuhan materi kreasi konten menggunakan AI.

Gambaran yang lebih luas mengenai penggunaan media interaktif tersedia dalam kajian sintesis yang menelaah hasil penelitian dari berbagai konteks. Akbar dan Usmeldi (2024) mengkaji efektivitas multimedia interaktif terhadap peningkatan hasil belajar melalui meta-analisis, sedangkan Saputri et al. (2025) menelaah dampak penggunaan media interaktif berdasarkan hasil berbagai penelitian. Kajian semacam ini menyediakan konteks untuk memahami posisi multimedia interaktif dalam pengembangan pembelajaran, tetapi temuannya tidak dapat diterapkan secara langsung pada setiap produk tanpa mempertimbangkan perbedaan desain dan kondisi implementasi. Materi, karakteristik siswa, strategi penyajian, serta lingkungan belajar dapat menghasilkan variasi capaian antarpenerapan. Dalam penelitian ini, hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif berkaitan dengan peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen dalam konteks pembelajaran KKA kelas X di SMA Wachid Hasyim 2 Taman. Temuan tersebut memperluas bukti pada konteks materi yang secara khusus berorientasi pada kreasi konten menggunakan AI. Kontribusinya bukan berupa pengenalan multimedia interaktif sebagai pendekatan yang sepenuhnya baru, melainkan penerapan dan pengujian produk yang disesuaikan dengan karakteristik materi serta kebutuhan pembelajaran yang diteliti.

Konteks pendidikan kecerdasan artifisial memberikan alasan tambahan untuk memperhatikan kesesuaian antara materi dan rancangan media. Lee dan Kwon (2024a), melalui kajian sistematis mengenai pendidikan AI pada jenjang K–12, membahas topik, strategi pembelajaran, dan hasil belajar yang dilaporkan dalam penelitian terkait. Liu dan Zhong (2024) juga menelaah pendekatan yang digunakan pendidik dalam mengajarkan AI pada jenjang pendidikan tersebut. Kedua kajian ini memberikan perspektif bahwa pembelajaran AI mencakup persoalan mengenai apa yang dipelajari siswa dan bagaimana pengetahuan tersebut disampaikan. Dalam materi kreasi konten, siswa tidak cukup hanya mengenali keberadaan atau fungsi suatu aplikasi AI, tetapi juga perlu memahami cara memberikan instruksi dan menilai keluaran yang dihasilkan. Multimedia yang dikembangkan dalam penelitian ini menyediakan penjelasan, contoh, demonstrasi, latihan, dan evaluasi sebagai rangkaian aktivitas yang diarahkan untuk mendukung proses tersebut. Meskipun komponen-komponen itu telah disatukan dalam satu media, keberhasilan pembelajaran tetap bergantung pada penggunaannya dalam kegiatan belajar dan keterkaitannya dengan tujuan yang ditetapkan. Dengan demikian, pengembangan media pendidikan AI perlu mempertimbangkan fungsi teknologi sekaligus proses pemahaman yang hendak dibangun melalui penggunaannya.

Hubungan antara pendidikan AI dan capaian belajar juga dibahas dalam penelitian sintesis yang dilakukan Lee dan Kwon (2024b). Melalui meta-analisis pada konteks kelas K–12 di Korea Selatan, mereka mengkaji efek pendidikan AI terhadap hasil belajar berdasarkan penelitian yang dianalisis. Kajian tersebut memberikan landasan untuk menempatkan pengembangan pembelajaran AI dalam pembahasan mengenai capaian belajar, tetapi perbedaan konteks geografis, karakteristik peserta didik, dan bentuk intervensi membatasi penerapan langsung hasilnya pada penelitian ini. Oleh karena itu, hasil kajian tersebut tidak dapat digunakan sebagai bukti bahwa multimedia yang dikembangkan akan menghasilkan efek yang identik. Kekhususan penelitian ini terletak pada pengembangan produk untuk materi *Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial* bagi siswa kelas X, dengan mengintegrasikan materi, visualisasi, video tutorial, contoh penerapan, latihan, dan evaluasi. Kontribusi empirisnya mencakup informasi mengenai kelayakan produk serta perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Posisi tersebut memperjelas bahwa sumbangan penelitian berada pada pengembangan media yang kontekstual dan pengujian hasil penerapannya, bukan pada klaim bahwa seluruh bentuk pembelajaran berbasis AI akan memberikan hasil yang seragam.

Hasil *independent-samples t-test* terhadap skor N-Gain menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Temuan ini melengkapi hasil deskriptif yang memperlihatkan bahwa kelompok eksperimen memiliki peningkatan hasil belajar lebih tinggi. Secara bersama-sama, hasil validasi ahli, analisis N-Gain, dan pengujian perbedaan antarkelompok memberikan dasar untuk menilai produk dari sisi kelayakan dan hasil penerapannya. Namun, signifikansi statistik tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme yang menyebabkan perbedaan tersebut, terlebih karena desain penelitian tidak sepenuhnya mengendalikan seluruh kemungkinan perbedaan karakteristik antarkelompok. Interpretasi hasil karena itu perlu dibatasi pada konteks siswa kelas X SMA Wachid Hasyim 2 Taman dan materi yang menjadi fokus penelitian. Dari sisi penerapan, pengembangan multimedia untuk pembelajaran AI perlu memperhatikan keterkaitan isi, representasi visual, panduan penggunaan, serta aktivitas yang membantu siswa memeriksa pemahaman. Penelitian selanjutnya dapat melibatkan sekolah dengan karakteristik yang lebih beragam, memperluas konteks penerapan, dan menelaah proses penggunaan media selama pembelajaran. Upaya tersebut diperlukan untuk mengetahui sejauh mana hasil yang ditemukan dapat direplikasi serta kondisi apa saja yang mendukung pemanfaatan multimedia interaktif dalam pembelajaran AI.

KESIMPULAN

Multimedia interaktif yang dikembangkan melalui model ADDIE telah memenuhi kategori sangat layak berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan uji coba kepada siswa. Produk ini menyediakan alternatif penyajian materi *Kreasi Konten Menggunakan Kecerdasan Artifisial* melalui perpaduan teks, gambar, animasi, video tutorial, contoh penerapan, latihan, dan evaluasi. Nilai rata-rata N-Gain kelompok eksperimen yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol, disertai perbedaan yang signifikan secara statistik, memberikan bukti bahwa penggunaan multimedia dalam konteks penelitian ini berkaitan dengan peningkatan hasil belajar yang lebih besar. Meskipun demikian, temuan tersebut perlu dimaknai dengan mempertimbangkan desain *nonequivalent control group* dan kemungkinan adanya faktor lain yang turut berkaitan dengan capaian siswa. Nilai utama pengembangan ini terletak pada upaya menghubungkan pemahaman materi dengan tahapan praktik penggunaan kecerdasan artifisial dalam satu lingkungan belajar yang terstruktur.

Dalam penerapannya, multimedia ini dapat dimanfaatkan guru Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) sebagai pendamping pembelajaran, bukan sebagai pengganti peran guru dalam membimbing dan mengevaluasi proses belajar siswa. Penggunaannya perlu diselaraskan dengan tujuan pembelajaran, kesiapan siswa, dan aktivitas yang berlangsung di kelas agar setiap fitur memberikan manfaat pedagogis yang relevan. Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada pengujian produk di berbagai jenjang pendidikan, materi KKA yang berbeda, dan sekolah dengan karakteristik yang beragam untuk menilai konsistensi kelayakan serta hasil penerapannya. Penambahan aktivitas praktik yang lebih bervariasi dan evaluasi yang mengukur kemampuan siswa dalam menyusun instruksi serta menilai keluaran AI juga dapat menjadi arah pengembangan berikutnya. Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran AI tidak berhenti pada penyediaan teknologi digital, tetapi terus diarahkan pada pembentukan pengalaman belajar yang membantu siswa memahami, menerapkan, dan mengevaluasi penggunaan teknologi secara terarah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M., & Usmeldi. (2024). Meta-analisis: Efektivitas multimedia interaktif terhadap peningkatan hasil belajar siswa. *Jurnal Education and Development*, 12(3), 131–135. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/6270>
- Ananti, Y. R., & Anggraini, A. (2023). Application of multimedia interactive learning based on problem-based learning to improve students' cognitive learning outcomes and critical thinking skills. *Islamic Journal of Integrated Science Education (IJISE)*, 2(3), 139–151. <https://doi.org/10.30762/ijise.v2i3.1887>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Çeken, B., & Taşkın, N. (2022). Multimedia learning principles in different learning environments: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 9(1), Article 19. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00200-2>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Devega, A. T., Ambiyar, A., Panyahuti, P., Adi, N. H., & Riyanda, A. R. (2022). The effectiveness of learning media on the outcome of computer and basic network of vocational students. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 5(2), 47–52. <https://doi.org/10.24036/jptk.v5i2.23123>
- Dinata, F. R., Kuswadi, A., & Hadi, M. S. (2025). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis AI untuk pembelajaran PAI di MI Roudhotu Tolibin Pisang Indah. *Edu-MI Al Hikmah: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 1(2), 01–09. <https://ejournal.stit-alhikmahwk.ac.id/index.php/edumi/article/view/56>
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University.
- Han, O. (2024). Generative AI and critical thinking in engineering education: A study on application of prompt engineering. *Journal of Engineering Education Research*, 27(6), 38–47. https://www.kci.go.kr/kciportal/landing/article.kci?arti_id=ART003143908
- Kisworo, T. W., Nuswowati, M., & Ahmadi, F. (2022). The android-based interactive pop-up multimedia development to improve environmental literacy, learning autonomy, and

- learning outcomes. *Journal of Primary Education*, 11(1), 78–90. <https://journal.unnes.ac.id/sju/jpe/article/view/57981>
- Lee, D., & Kwon, H. (2024a). Meta-analysis on effects of artificial intelligence education in K-12 South Korean classrooms. *Education and Information Technologies*, 29(17), 22859–22894. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12738-4>
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024b). 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>
- Liu, X., & Zhong, B. (2024). A systematic review on how educators teach AI in K-12 education. *Educational Research Review*, 45, Article 100642. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100642>
- Puspitasari, D. R., & Sari, N. M. (2024). Pengembangan multimedia interaktif tipe tutorial untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa SMP. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 127–136. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v4i1.1483>
- Rizvi, S., Waite, J., & Sentance, S. (2023). Artificial intelligence teaching and learning in K-12 from 2019 to 2022: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, Article 100145. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100145>
- Roemintoyo, R., Efendi, A., Budiarto, M. K., & Wibawanto, H. (2021). The effect of interactive multimedia to improve the cognitive learning outcome in senior high school's student. *International Journal of Education and Knowledge Management*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.37227/IJEKM-2021-01-34>
- Saputri, R. P., Yulastri, A., Ganefri, Giatman, M., Irfan, D., & Effendi, H. (2025). Impact of interactive media utilization on enhancing learning outcomes: Meta-analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 40–49. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i3.10438>
- Suryanti, A., Putra, I. N. A. S., & Nurrahman, F. (2021). Pengembangan media pembelajaran energi alternatif berbasis multimedia interaktif. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 11(2), 147–156. https://doi.org/10.23887/jurnal_tp.v11i2.651
- Tassoti, S. (2024). Assessment of students use of generative artificial intelligence: Prompting strategies and prompt engineering in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2475–2482. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00212>
- Wibawanto, H., Roemintoyo, R., & Rejekiingsih, T. (2022). Simulation-based interactive multimedia to improve vocational students' learning outcomes. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 14(6), 1927–1942. <https://doi.org/10.18844/wjet.v14i6.8363>
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025a). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, 12, 93–131. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025b). Artificial intelligence literacy education in primary schools: A review. *International Journal of Technology and Design Education*, 35, 2175–2204. <https://doi.org/10.1007/s10798-025-09979-w>