



Development of IPAS worksheets using augmented reality to enhance critical thinking skills

Asni Defita Sari Sianipar¹, Retno Dwi Suyanti², Waminton Rajagukguk³

^{1,2,3} Universitas Negeri Medan, Kota Medan, Indonesia

asnisianipar24@gmail.com¹, retnosuyanti@unimed.ac.id², warajagukguk@unimed.ac.id³

ABSTRACT

The use of innovative media, such as Augmented Reality (AR)-based Student Worksheets (LKPD), is a solution to improve the quality of 21st-century learning, especially in addressing the limitations of conventional media in elementary schools. AR technology enables the visualization of concepts contextually and interactively, promoting student engagement and developing critical thinking skills. This study aimed to develop an AR-based LKPD for the IPAS subject on the human digestive system for Grade 5 students. It employed a Research and Development (RnD) approach using the ADDIE model at UPT SD Negeri 067250 Medan. The subjects included Grade V students, classroom teachers, and three expert validators (subject matter, design, and language). Data were collected through expert validation sheets, practical questionnaires, observation, and documentation, and were analyzed using descriptive and quantitative techniques. Product trials were conducted in two stages: a small group (9 students) and a field trial (30 students). Validation and revision ensured the quality of content, design, language, and media display. The final product was tested for practicality and effectiveness in enhancing students' critical thinking. The integration of AR in LKPD IPAS enhanced students' critical thinking through interactive visuals, expert validation, and positive trial results. The developed AR-based LKPD proved to be valid, practical, effective, and aligned with the Kurikulum Merdeka and the contextual digital learning needs.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 15 Mar 2025

Revised: 5 Jul 2025

Accepted: 12 Jul 2025

Available online: 31 Jul 2025

Publish: 29 Aug 2025

Keywords:

Assemblr Edu; augmented reality; critical thinking; IPAS

Open access

Inovasi Kurikulum is a peer-reviewed open-access journal.

ABSTRAK

Penggunaan media inovatif seperti LKPD berbasis Augmented Reality (AR) menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran abad ke-21, terutama dalam mengatasi keterbatasan media konvensional di sekolah dasar. Teknologi AR memungkinkan visualisasi konsep secara kontekstual dan interaktif sehingga mendorong keterlibatan serta kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan LKPD IPAS berbasis AR pada materi sistem pencernaan untuk peserta didik kelas V. Penelitian ini merupakan RnD dengan model ADDIE untuk mengembangkan LKPD berbasis AR di kelas V UPT SD Negeri 067250 Medan. Subjek meliputi peserta didik kelas V, guru kelas, dan tiga validator (ahli materi, desain, dan bahasa). Data dikumpulkan melalui validasi ahli, angket kepraktisan, observasi, dan dokumentasi, lalu dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Uji coba dilakukan dalam dua tahap: kelompok kecil (9 peserta didik) dan lapangan (30 peserta didik). Validasi dan revisi dilakukan untuk memastikan kelayakan isi, desain, bahasa, dan tampilan media. Produk akhir diuji untuk menilai kepraktisan dan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Integrasi teknologi AR dalam LKPD IPAS meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui penyajian visual interaktif, validasi ahli, serta uji kepraktisan dan efektivitas dengan hasil positif. Pengembangan LKPD IPAS berbasis AR terbukti valid, praktis, dan efektif serta sesuai dengan Kurikulum Merdeka dan kebutuhan pembelajaran digital kontekstual.

Kata Kunci: Assemblr Edu; augmented reality; berpikir kritis; IPAS

How to cite (APA 7)

Sianipar, A. D. S., Suyanti, R. D., & Rajagukguk, W. (2025). Development of IPAS worksheets using augmented reality to enhance critical thinking skills. *Inovasi Kurikulum*, 22(3), 1459-1474.

Peer review

This article has been peer-reviewed through the journal's standard double-blind peer review, where both the reviewers and authors are anonymised during review.



Copyright

2025, Asni Defita Sari Sianipar, Retno Dwi Suyanti, Waminton Rajagukguk. This an open-access is article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author, and source are credited. *Corresponding author:

asnisianipar24@gmail.com

INTRODUCTION

Rendahnya keterlibatan peserta didik dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi masih menjadi isu global yang belum terselesaikan. Teknologi pembelajaran digital yang berkembang cenderung bersifat virtual dan belum terintegrasi secara optimal ke dalam pembelajaran di kelas. Hasil *Programme For International Student Assessment* (PISA) dalam laporan OECD yang berjudul "Education at a Glance 2023", sebanyak 71% peserta didik Indonesia belum mencapai level minimum dalam keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dengan skor 396 dari skor rata-rata 489. Integrasi teknologi dalam pendidikan pun masih didominasi pendekatan pasif, seperti presentasi visual tanpa pelibatan multisensori atau eksplorasi mandiri (Humam & Hanif, 2025; Umroh *et al.*, 2024). Pembelajaran yang tidak interaktif berdampak pada lemahnya kemampuan peserta didik menyusun argumen, menganalisis informasi, dan membangun pola pikir reflektif (Ramdani *et al.*, 2020). Penelitian menunjukkan bahwa lingkungan belajar berbasis teknologi seharusnya tidak hanya menampilkan visualisasi, tetapi juga menciptakan keterlibatan otentik melalui pengalaman belajar yang kontekstual (Godsk & Møller, 2025; Pan, 2023). Kondisi ini menegaskan pentingnya inovasi teknologi pembelajaran yang menghadirkan pengalaman belajar yang mendalam dan interaktif.

Penggunaan media berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) menunjukkan efektivitas signifikan dalam mengoptimalkan motivasi belajar, pemahaman konseptual, serta memfasilitasi keterlibatan kognitif peserta didik secara aktif dan berkelanjutan (Mayer, 2024; Phong *et al.*, 2024; Vari *et al.*, 2023). Temuan empiris menunjukkan bahwa lingkungan pembelajaran berbasis AR berkontribusi dalam membangun pengalaman belajar yang bersifat reflektif dan investigatif, serta menyediakan ruang eksplorasi melalui manipulasi objek secara virtual (Andriani & Ramadani, 2022; Salsabila & Muqowim, 2024; Zaid *et al.*, 2022). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada aspek visualisasi konten dan belum secara sistematis mengintegrasikan indikator berpikir kritis dalam desain media pembelajaran. Penekanan yang dominan pada aspek visual tanpa penugasan berbasis indikator berpikir kritis menunjukkan adanya celah penelitian dalam pengembangan media yang terstruktur (Maimuna *et al.*, 2024; Nusroh *et al.*, 2022). Celah ini mengindikasikan perlu adanya model pembelajaran berbasis AR yang secara eksplisit mengarahkan aktivitas peserta didik pada kemampuan berpikir kritis sesuai karakteristik peserta didik sekolah dasar.

Kondisi pembelajaran di kelas V UPT SD Negeri 067250 menunjukkan bahwa proses pembelajaran IPA masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru. Peserta didik cenderung pasif dalam mengikuti pembelajaran, dan belum banyak dilibatkan dalam aktivitas eksploratif yang mendorong proses berpikir kritis. Pemanfaatan teknologi dalam mendukung pemahaman konsep IPA juga masih sangat terbatas, bahkan media visual seperti gambar dua dimensi belum mampu memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap topik sistem pencernaan secara menyeluruh. Hasil pengamatan di kelas menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep organ pencernaan dengan fungsinya dalam proses biologis secara logis dan runtut. Temuan ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan guru kelas yang menyatakan bahwa keterbatasan media pembelajaran menjadi salah satu penyebab rendahnya daya nalar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kondisi tersebut menegaskan pentingnya pengembangan media inovatif yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mampu menstimulasi keterlibatan aktif dan proses berpikir kritis.

Kemampuan berpikir kritis merupakan komponen penting dalam pengembangan kecakapan hidup abad ke-21, terutama dalam pembelajaran IPA yang menuntut kemampuan analisis, evaluasi, dan penalaran logis (Setiawan *et al.*, 2024). Berpikir kritis mencakup keterampilan mengidentifikasi masalah, menafsirkan data, membuat inferensi, serta menyusun dan mengevaluasi argumen secara objektif (Sapitri *et al.*, 2022; Sari & Fathurrahman, 2024). Keterampilan tersebut menjadi indikator keberhasilan peserta didik dalam memahami konsep ilmiah dan menerapkannya dalam konteks nyata. Penguasaan berpikir kritis tidak

hanya meningkatkan prestasi belajar, tetapi juga berperan dalam membentuk karakter ilmiah dan sikap reflektif peserta didik sekolah dasar (Halimah *et al.*, 2023; Parisu *et al.*, 2025). Penerapan pendekatan yang mendorong peserta didik untuk bertanya, menalar, dan menyimpulkan secara mandiri menjadi strategi penting dalam mendukung pembelajaran IPA yang bermakna.

Penelitian ini menawarkan kontribusi ilmiah berupa pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis AR yang terintegrasi dalam platform Assemblr Edu. Produk yang dikembangkan diarahkan secara eksplisit pada penguatan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas-aktivitas yang disusun berdasarkan indikator berpikir kritis. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang cenderung terfokus pada aspek visualisasi semata, pengembangan ini menekankan pada struktur LKPD yang mampu mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan, menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan menyusun kesimpulan secara logis. Permasalahan utama dalam penelitian ini terletak pada belum tersedianya perangkat pembelajaran berbasis AR yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar pada materi sistem pencernaan manusia.

Merancang dan mengembangkan LKPD berbasis AR dengan menggunakan platform Assemblr Edu sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran IPAS merupakan tujuan utama penelitian ini. Fokus utama pengembangan diarahkan pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar, khususnya pada topik sistem pencernaan manusia. Produk yang dikembangkan diharapkan mampu menjadi alat bantu pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif dalam mendukung capaian pembelajaran IPAS sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka. Validitas ditunjukkan melalui kesesuaian isi dan desain LKPD dengan prinsip pedagogis dan karakteristik peserta didik; kepraktisan tercermin dari kemudahan penggunaan oleh guru dan peserta didik, sedangkan efektivitas diukur berdasarkan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas V setelah menggunakan LKPD dalam proses pembelajaran.

LITERATURE REVIEW

Teknologi *Augmented Reality* dengan *Assembler Edu*

Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pendidikan dasar menunjukkan efektivitas tinggi dalam meningkatkan pemahaman konsep, terutama pada materi yang bersifat abstrak. Teknologi ini memungkinkan penggabungan objek tiga dimensi ke dalam dunia nyata melalui perangkat digital, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih konkret dan menarik (Rahmayani *et al.*, 2024). Salah satu platform yang banyak digunakan di sekolah dasar adalah Assemblr Edu, yang memungkinkan guru dan peserta didik mengakses konten visual interaktif tanpa memerlukan keterampilan teknis tinggi. Integrasi aplikasi ini dalam pembelajaran IPA terbukti mampu meningkatkan fokus, pemahaman, dan keterlibatan peserta didik melalui visualisasi dinamis berbasis kode QR dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Marini *et al.*, 2022; Najib & Suprihatiningrum, 2025).

Penerapan Assemblr Edu selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka karena mendukung pembelajaran berdiferensiasi, eksploratif, dan berbasis proyek (Ilafi *et al.*, 2023). Aktivitas belajar berbasis AR mendorong peserta didik untuk mengamati, menganalisis, dan mengevaluasi informasi secara mandiri, yang berdampak langsung pada penguatan keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat berkembang signifikan ketika peserta didik terlibat dalam pengalaman belajar visual yang kontekstual (Diani & Wulandari, 2025; Suharti *et al.*, 2024). Keberhasilan implementasi teknologi ini sangat bergantung pada kesiapan guru dan dukungan sarana digital, sehingga perlu didukung pelatihan berkelanjutan untuk memaksimalkan potensi pedagogisnya.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta didik (LKPD) merupakan bahan ajar cetak atau digital yang dirancang untuk memandu aktivitas belajar peserta didik secara sistematis dan terstruktur (Anbiya *et al.*, 2023). LKPD berfungsi sebagai sarana pemberdayaan peserta didik dalam proses pembelajaran aktif, eksploratif, dan mandiri. Struktur LKPD biasanya mencakup petunjuk kegiatan, pertanyaan pemantik, kolom pengamatan, serta ruang refleksi, sehingga mampu memfasilitasi keterlibatan peserta didik secara menyeluruh dalam pembelajaran (Handayani *et al.*, 2025). Materi yang dikemas melalui LKPD memberikan peluang kepada peserta didik untuk mengonstruksi pemahamannya sendiri melalui interaksi langsung dengan objek, fenomena, atau data yang disediakan oleh guru.

Peran LKPD menjadi semakin strategis ketika disesuaikan dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah, proyek, maupun inkuiri (Hafsah *et al.*, 2024). Kesesuaian antara konten LKPD dengan tujuan pembelajaran memungkinkan terciptanya aktivitas belajar yang bermakna dan kontekstual (Supriatna *et al.*, 2024). Penggunaan LKPD yang dirancang dengan prinsip diferensiasi dan pemanfaatan teknologi digital, seperti AR, dapat memperkuat daya tarik materi serta meningkatkan kapasitas peserta didik dalam berpikir kritis dan kreatif (Anggraini *et al.*, 2024). Temuan dalam berbagai studi menunjukkan bahwa LKPD berbasis teknologi berdampak signifikan terhadap peningkatan motivasi dan capaian belajar peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang lebih otentik dan reflektif (Ahmadiah *et al.*, 2023; Santi *et al.*, 2024).

Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis merupakan kompetensi kognitif yang mencerminkan kapasitas individu dalam menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, serta menyusun keputusan secara logis dan reflektif (Azhar *et al.*, 2024). Lingkungan pendidikan dasar menjadi ruang strategis untuk membentuk keterampilan ini karena pembelajaran pada tahap awal sangat menentukan kualitas proses berpikir peserta didik di jenjang berikutnya (Dezola *et al.*, 2023). Proses berpikir kritis melibatkan aktivitas mental tingkat tinggi yang mencakup interpretasi, penalaran, dan penilaian berdasarkan bukti yang objektif (Sidiq *et al.*, 2021). Penguatan kemampuan ini membutuhkan strategi pembelajaran eksploratif, aktivitas pemecahan masalah, serta penggunaan media visual yang mampu merangsang proses kognitif secara aktif.

Faktor utama yang memengaruhi berkembangnya kemampuan berpikir kritis meliputi desain aktivitas pembelajaran, interaksi sosial, dan media yang digunakan selama proses belajar. Pembelajaran yang menggunakan pendekatan berbasis masalah serta media digital interaktif, seperti AR dan LKPD digital, telah terbukti meningkatkan indikator berpikir kritis peserta didik secara signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan strategi pembelajaran yang melibatkan eksplorasi langsung, penarikan kesimpulan berdasarkan data, dan refleksi terhadap hasil observasi memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan keterampilan analitis dan evaluatif peserta didik (Daga *et al.*, 2022; Sarican & Güneş, 2021). Kemampuan ini sangat relevan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan penguatan karakter berpikir tingkat tinggi sebagai bagian dari kompetensi abad ke-21.

METHODS

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang mengadaptasi model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Proses penelitian dilaksanakan di UPT SD Negeri 067250 Medan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, terfokus pada pembelajaran IPAS di kelas V. Subjek penelitian meliputi peserta didik kelas V, guru kelas, serta validator yang terdiri dari ahli materi, ahli desain media, dan ahli bahasa. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan keterlibatan

langsung dalam proses implementasi media dan pemahaman terhadap materi sistem pencernaan manusia. Jumlah peserta didik yang terlibat dalam uji coba kelompok kecil sebanyak sembilan orang, sedangkan pada uji coba lapangan melibatkan seluruh peserta didik kelas V-A dan V-C yang berjumlah 30 orang. Teknik pengambilan sampel peserta didik dalam uji coba lapangan menggunakan pendekatan *convenience sampling* berdasarkan kesiapan dan ketersediaan peserta didik dalam pelaksanaan pembelajaran. Objek utama dalam penelitian ini adalah produk media berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis AR menggunakan aplikasi Assemblr Edu yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar pada materi sistem pencernaan.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui berbagai teknik untuk memperoleh informasi yang komprehensif, mencakup lembar validasi ahli, angket kepraktisan guru dan peserta didik, observasi proses pembelajaran, serta dokumentasi selama tahap implementasi. Instrumen utama berupa lembar validasi yang disusun menggunakan skala Likert empat poin dengan rentang skor 1-4, yang masing-masing menunjukkan kategori sangat tidak sesuai hingga sangat sesuai. Aspek yang dinilai oleh para validator meliputi kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Selain itu, angket kepraktisan guru dan peserta didik digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana media LKPD mudah digunakan, menarik, dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Uji coba produk dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu uji coba kelompok kecil yang melibatkan sembilan peserta didik dari kelas V-C dan uji coba lapangan yang melibatkan 30 peserta didik dari kelas V-A dan V-C. Setiap sesi implementasi dilakukan selama dua kali pertemuan dengan durasi masing-masing 2 x 35 menit. Penilaian kelayakan produk didasarkan pada standar persentase interpretasi kelayakan pada Sani (2022) yang berjudul "Metodologi penelitian pendidikan", yaitu: sangat layak ($\geq 80\%$), layak (60-79%), cukup layak (40-59%), dan tidak layak ($< 40\%$). Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase skor menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Hasil persentase tersebut kemudian diinterpretasikan sesuai kriteria yang telah ditetapkan. Teknik analisis ini digunakan pada semua tahap validasi, implementasi, dan evaluasi, dengan tujuan memperoleh gambaran objektif terhadap kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas media LKPD berbasis AR. Prosedur pengembangan media dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE menurut Branch pada bukunya yang berjudul "*Instructional Design: The ADDIE approach*" yang terdiri dari lima tahap sistematis, yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Tahap analisis diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan kesesuaian materi IPAS dengan penggunaan teknologi *Augmented Reality* melalui studi kurikulum dan observasi kelas. Tahap desain dilakukan dengan menyusun perencanaan struktur LKPD, penyusunan indikator kemampuan berpikir kritis, serta pemilihan platform Assemblr Edu sebagai media utama.

Pada tahap pengembangan, LKPD disusun secara utuh dan divisualisasikan dengan elemen AR berbasis *QR Code*. Produk awal kemudian divalidasi oleh tiga orang ahli, yaitu ahli materi, ahli desain media, dan ahli bahasa. Proses validasi dilakukan menggunakan lembar penilaian berbasis skala *Likert* empat poin. Produk dinyatakan layak jika skor persentase berada pada kategori "layak" atau "sangat layak" ($\geq 60\%$). Jika terdapat aspek dengan skor di bawah standar, maka dilakukan revisi sesuai masukan dari validator. Revisi meliputi penyempurnaan tampilan grafis, kesesuaian isi dengan kurikulum, penyesuaian bahasa sesuai EBI, serta konsistensi elemen AR dalam tiap halaman LKPD. Produk yang telah dinyatakan layak kemudian diuji coba dalam tahap implementasi melalui uji kelompok kecil dan uji coba lapangan untuk menilai kepraktisan dan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

RESULTS AND DISCUSSION

Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan fondasi awal dalam proses pengembangan media, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran serta kesesuaian kurikulum dengan pengembangan LKPD berbasis AR. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS di kelas V UPT SD Negeri 067250 masih menggunakan metode konvensional yang berpusat pada guru, dengan minimnya pemanfaatan media pembelajaran interaktif. Kegiatan belajar didominasi oleh penjelasan verbal dan penggunaan gambar dua dimensi, sehingga peserta didik kurang terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi konsep. Observasi kelas mengungkapkan bahwa peserta didik memiliki karakteristik visual dan kinestetik yang tinggi, menyukai kegiatan yang melibatkan manipulasi visual, serta mudah teralihkan perhatiannya saat pembelajaran bersifat monoton. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kelas, peserta didik juga menunjukkan antusiasme yang tinggi terhadap penggunaan teknologi dalam pembelajaran, namun fasilitas dan sumber belajar berbasis digital belum tersedia secara optimal. Kondisi tersebut menegaskan perlunya media pembelajaran yang mampu memfasilitasi interaksi, visualisasi konsep, serta keterlibatan aktif peserta didik secara langsung melalui integrasi teknologi berbasis AR.

Analisis kurikulum dilakukan dengan merujuk pada Kurikulum Merdeka, khususnya pada mata pelajaran IPAS untuk kelas V. Kompetensi dasar yang menjadi acuan pengembangan LKPD adalah kemampuan peserta didik dalam menganalisis fungsi organ pencernaan pada manusia serta menjaga kesehatan sistem pencernaan. Indikator pembelajaran yang dikembangkan mencakup kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem pencernaan, menjelaskan proses pencernaan makanan, serta menilai kebiasaan hidup sehat yang mendukung sistem pencernaan. Materi ini dinilai sangat sesuai untuk dikembangkan menggunakan teknologi AR karena memungkinkan penyajian visualisasi tiga dimensi organ pencernaan secara interaktif, sehingga peserta didik dapat mengamati, memanipulasi, dan memahami proses yang terjadi secara konkret. Integrasi konten IPAS dengan teknologi AR melalui platform *Assemblr Edu* dirancang untuk memperkuat pemahaman konsep dan mendorong kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui pengalaman belajar yang bersifat eksploratif dan kontekstual.

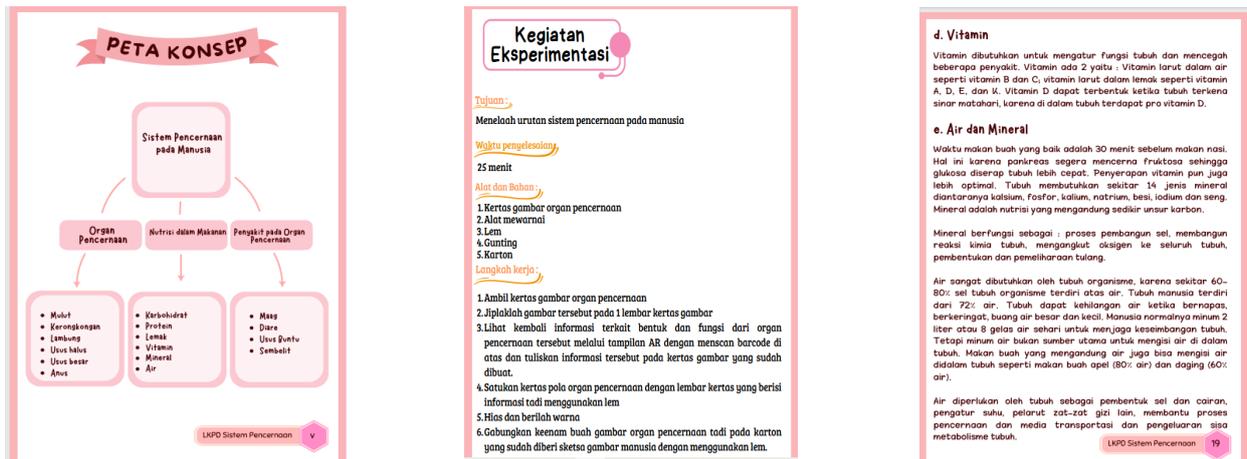
Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain dilakukan setelah diperoleh gambaran kebutuhan pembelajaran dan karakteristik peserta didik pada tahap analisis. Aktivitas utama pada tahap ini meliputi penyusunan desain instruksional, perumusan tujuan pembelajaran, penentuan materi ajar, serta perancangan struktur LKPD berbasis teknologi AR menggunakan aplikasi *Assemblr Edu*. Desain LKPD dirancang untuk memuat konten sistem pencernaan manusia yang terdiri atas tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, materi singkat, langkah kegiatan, lembar pengamatan, dan pertanyaan reflektif yang mengarahkan peserta didik untuk berpikir kritis.

Perancangan visual dan komponen interaktif dilakukan dengan memperhatikan keterpaduan antara teks, ilustrasi, dan objek 3D yang ditampilkan melalui kode QR. Setiap aktivitas dalam LKPD dirancang berbasis pendekatan ilmiah dengan mengintegrasikan sintaks kegiatan mengamati, menanya, mengeksplorasi, menalar, dan mengomunikasikan. Proses desain juga memperhatikan keterbacaan, kerapian layout, serta kesesuaian dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik kelas V. Tujuan utama pada tahap ini adalah menghasilkan rancangan LKPD yang mampu memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik, serta mendorong kemampuan analisis dan penalaran melalui pengalaman belajar berbasis digital yang imersif.

Desain awal LKPD yang telah disusun pada tahap ini mencerminkan hasil dari proses konseptual dan visual yang mempertimbangkan kebutuhan kurikulum, karakteristik peserta didik, serta potensi teknologi

AR dalam pembelajaran IPAS. Rancangan ini menjadi dasar bagi pengembangan produk selanjutnya, sehingga penting untuk mendokumentasikan struktur, isi, dan tampilan LKPD sebelum dilakukan proses validasi dan implementasi di kelas. **Gambar 1** menyajikan tampilan awal LKPD IPAS berbasis AR dengan menggunakan aplikasi Assemblr Edu.



Gambar 1. Tampilan Awal LKPD IPAS
Sumber: Penelitian 2025

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan diawali dengan validasi instrumen soal yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Instrumen disusun dalam bentuk soal uraian berbasis konteks materi sistem pencernaan manusia yang mengacu pada indikator berpikir kritis, seperti mengidentifikasi masalah, menganalisis argumen, mengevaluasi informasi, dan menarik kesimpulan logis. Penyusunan soal mempertimbangkan kesesuaian dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar serta mengintegrasikan pendekatan kontekstual agar mampu memancing penalaran dan refleksi. Rincian hasil validasi instrumen oleh masing-masing ahli disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil validasi ahli instrumen kemampuan berpikir Kritis

Aspek	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
Petunjuk Soal	15	20	75.00	Baik
Materi	17	20	85.00	Sangat Baik
Konstruksi Soal	22	25	88.00	Sangat Baik
Bahasa	14	15	93.33	Sangat Baik
Total	68	80	85.00	Sangat Layak

Sumber: Penelitian 2025

Keterangan:

Skala penilaian: 1 = Tidak Baik; 2 = Kurang Baik; 3 = Baik; 4 = Sangat Baik

Validator ahli: Bapak HS (Ahli Instrumen)

Proses validasi instrumen dilakukan oleh dua validator yang terdiri atas dosen ahli evaluasi pembelajaran dan guru kelas yang telah berpengalaman mengajar mata pelajaran IPAS. Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian isi dengan tujuan pengukuran, kejelasan indikator, ketepatan redaksi soal, dan keterbacaan oleh peserta didik. Berdasarkan hasil validasi, diperoleh hasil rata-rata sebesar 94% dengan kualifikasi sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan layak dijadikan alat ukur kemampuan berpikir kritis dalam konteks pembelajaran berbasis media AR.

Validasi oleh ahli materi dilakukan untuk menilai kelayakan isi LKPD berdasarkan aspek keakuratan konten, kesesuaian dengan kompetensi dasar, kejelasan tujuan pembelajaran, serta tingkat kedalaman materi sesuai karakteristik peserta didik kelas V SD. Penilaian diberikan terhadap 15 butir indikator dengan skala empat poin. Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa sebagian besar aspek memperoleh nilai “sangat baik”, khususnya pada indikator keterkaitan antara isi LKPD dan tujuan pembelajaran, serta penggunaan bahasa yang komunikatif. Persentase kelayakan secara keseluruhan mencapai 86.67% yang termasuk dalam kategori sangat layak, sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 2**. Meskipun demikian, ahli materi memberikan beberapa saran penyempurnaan, seperti penyesuaian tujuan pembelajaran agar selaras dengan rumusan dalam modul resmi, perbaikan redaksi pertanyaan yang belum sepenuhnya mencerminkan kegiatan lanjutan, serta penulisan peta konsep yang perlu disesuaikan dengan kaidah penyusunan yang tepat.

Tabel 2. Hasil Penilaian Ahli Materi

Aspek	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
Konten/materi	81	90	90.00	Sangat Baik
Penyajian	101	120	84.17	Sangat Baik
Total	182	210	86.67	Sangat Layak

Sumber: Penelitian 2025

Keterangan:

Skala penilaian: 1 = Sangat kurang; 2 = Kurang; 3 = Cukup; 4 = Baik; 5 = Sangat Baik
Validator: Prof. Dr. HS (Dosen ahli); Prof. Dr. MS (Dosen ahli)

Validasi oleh ahli media difokuskan pada aspek teknis dan estetika LKPD, termasuk desain tampilan, tata letak halaman, keterpaduan visual, kualitas gambar, dan kejelasan navigasi instruksi digital. Penilaian juga mencakup keterpaduan elemen AR dan keberfungsian fitur kode QR. Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran ini telah memenuhi standar kelayakan tampilan dan fungsionalitas, dengan skor keseluruhan sebesar 82.5% yang termasuk dalam kategori sangat layak, sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 3**. Meskipun demikian, validator memberikan beberapa masukan untuk perbaikan, antara lain desain sampul dan komposisi warna yang belum sepenuhnya mencerminkan karakteristik peserta didik sekolah dasar, ketiadaan judul LKPD dalam daftar isi, serta inkonsistensi jenis huruf yang digunakan di dalam dokumen.

Tabel 3. Hasil Penilaian Ahli Desain

Aspek	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
Kegrafikan	107	130	82.31	Sangat Baik
Tema	58	70	82.86	Sangat Baik
Total	165	200	82.5	Sangat Layak

Sumber: Penelitian 2025

Keterangan:

Skala penilaian: 1 = Sangat kurang; 2 = Kurang; 3 = Cukup; 4 = Baik; 5 = Sangat Baik
Validator: Prof. Dr. AHK (Dosen ahli); Dr. Eng. M (Dosen Ahli)

Validasi oleh ahli bahasa dilakukan untuk memastikan keterbacaan teks, ketepatan struktur kalimat, dan kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat perkembangan peserta didik. Penilaian meliputi aspek ejaan, pemilihan diksi, kejelasan instruksi, serta konsistensi gaya penulisan pada seluruh bagian LKPD. Hasil validasi menunjukkan bahwa penggunaan bahasa telah memenuhi kaidah kebahasaan yang baik dan sesuai dengan konteks pendidikan dasar. Persentase kelayakan secara keseluruhan mencapai 83.33% dan termasuk dalam kategori sangat layak, sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 4**.

Ahli bahasa memberikan saran perbaikan terhadap struktur kalimat dalam beberapa paragraf yang belum sesuai dengan kaidah Ejaan Bahasa Indonesia (EBI), serta penulisan tanda baca yang belum konsisten dan perlu disesuaikan dengan aturan penulisan baku.

Tabel 4. Hasil Penilaian Ahli Bahasa

Aspek	Skor Diperoleh	Skor Maksimal	Persentase (%)	Kategori
Ketepatan dengan kaidah bahasa Indonesia	41	50	82.00	Sangat Baik
Kesesuaian bahasa dengan tingkat kognitif	34	40	85.00	Sangat Baik
Komunikatif	18	20	90.00	Sangat Baik
Interaktif	32	40	80.00	Sangat Baik
Total	125	150	83.33	Sangat Layak

Sumber: Penilaian 2025

Keterangan:

Skala penilaian: 1 = Sangat kurang; 2 = Kurang; 3 = Cukup; 4 = Baik; 5 = Sangat Baik

Validator: Dr. AA (Dosen Ahli); Dr. SHH (Dosen Ahli)

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilaksanakan setelah produk LKPD IPAS berbasis AR dinyatakan layak oleh validator ahli. Uji coba dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Uji kelompok kecil melibatkan 9 peserta didik kelas V-C yang dibagi ke dalam tiga kelompok kecil. Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 26 Mei 2025 di perpustakaan sekolah dengan menggunakan perangkat *Chromebook* dan *smartphone* untuk mengakses QR Code pada LKPD. Peserta didik mengikuti pembelajaran secara penuh, mulai dari pengenalan materi hingga kegiatan refleksi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa LKPD dinilai sangat praktis untuk digunakan dengan rata-rata skor kepraktisan sebesar 88.18%. Penilaian ini didasarkan pada empat indikator, yaitu penyajian 90.18% kemudahan penggunaan 86.61%, ketertarikan 88.57% dan kemampuan mendorong berpikir kritis 87.38%.

Uji coba lapangan dilakukan untuk menguji kepraktisan LKPD dalam konteks pembelajaran aktual yang lebih luas. Penilaian dilakukan oleh guru kelas V-A dan V-C di UPT SD Negeri 067250 Medan. Guru kelas V-A memberikan skor sebesar 89.33%, sedangkan guru kelas V-C memberikan skor sebesar 85.33%, sehingga rata-rata kepraktisan menurut guru sebesar 87.33% dengan kategori sangat praktis untuk digunakan. Aspek yang dinilai meliputi kelayakan isi, kebahasaan, penyajian materi, dan kualitas media. Berdasarkan keseluruhan hasil, LKPD dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran IPAS di kelas V karena dinilai mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendorong kemampuan berpikir kritis secara efektif.

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

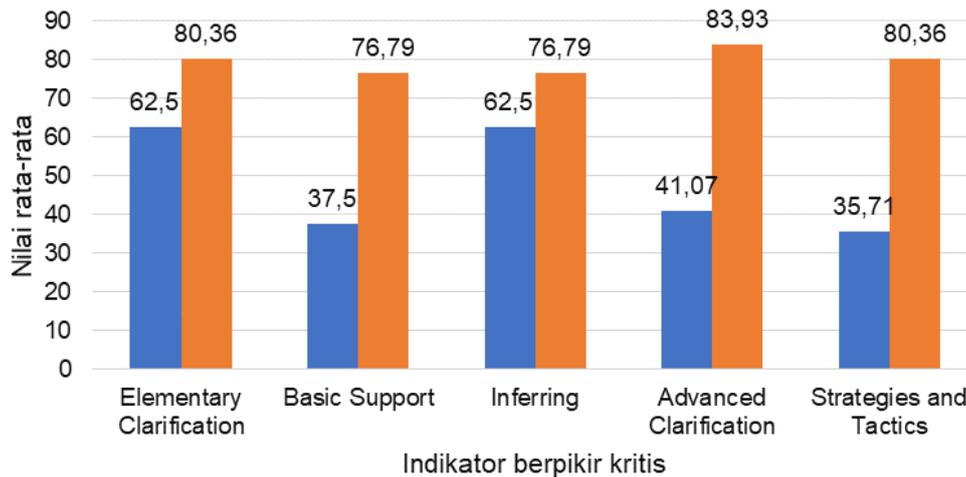
Tahap evaluasi dalam pengembangan LKPD IPAS berbasis AR mencakup proses revisi produk berdasarkan masukan dari para validator serta penilaian kelayakan akhir. Ahli materi merekomendasikan penyesuaian tujuan pembelajaran agar selaras dengan modul ajar, perbaikan redaksi pada pertanyaan kegiatan lanjutan, serta revisi terhadap penulisan peta konsep yang belum mengikuti kaidah representasi ilmiah. Ahli desain menyarankan perbaikan pada tampilan sampul, pemilihan warna yang sesuai dengan karakteristik peserta didik sekolah dasar, konsistensi penggunaan huruf, serta penambahan judul LKPD dalam daftar isi. Ahli bahasa turut memberikan masukan yang menekankan pentingnya perbaikan struktur

kalimat agar sesuai dengan kaidah Ejaan Bahasa Indonesia (EBI), termasuk koreksi pada penggunaan tanda baca.

Proses penilaian ulang terhadap produk dilakukan guna memastikan tingkat kelayakan setelah disempurnakan berdasarkan seluruh masukan dari para validator. Hasil rekapitulasi validasi menunjukkan bahwa ahli materi memberikan nilai 83,33%, ahli desain memberikan skor sebesar 86,67%, dan ahli bahasa memberikan nilai sebesar 86,67%. Rata-rata keseluruhan validasi berada pada angka 85,56% dan termasuk dalam kategori sangat layak berdasarkan kriteria interpretasi kelayakan, yaitu $\geq 80\%$ (Arikunto, 2021). Capaian tersebut mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi standar isi, desain, dan kebahasaan, serta layak digunakan dalam pembelajaran IPAS. Integrasi teknologi AR melalui platform Assemblr Edu dinilai berhasil menghadirkan visualisasi tiga dimensi yang mendukung proses berpikir kritis peserta didik secara optimal dan interaktif

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas penggunaan media pembelajaran berupa LKPD IPAS berbasis AR melalui aplikasi Assemblr Edu dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Proses evaluasi dilaksanakan dengan membandingkan hasil pretest dan posttest peserta didik pada lima aspek berpikir kritis yang terdiri dari: *Elementary Clarification*, *Basic Support*, *Inferring*, *Advanced Clarification*, dan *Strategies and Tactics*. Hasil pengukuran melalui test menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada seluruh aspek setelah penggunaan LKPD. Pada aspek *Elementary Clarification*, nilai pretest sebesar 62.50% meningkat menjadi 80.36% pada saat posttest dilakukan. Peningkatan serupa terjadi pada aspek *Basic Support*, dari 37.50% menjadi 76.79%. Aspek *Inferring* juga mengalami peningkatan dari 62.50% menjadi 76.79%, sementara *Advanced Clarification* mengalami peningkatan dari 41.07% saat pretest menjadi 83.93% saat dilakukan posttest, dan *Strategies and Tactics* naik dari 35.71% menjadi 80.36%.

Data ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan tidak hanya memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik, tetapi juga mampu mendorong peserta didik untuk berpikir secara mendalam, menyusun argumen, mengevaluasi informasi, dan mengambil keputusan secara logis. Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek *Strategies and Tactics* serta *Advanced Clarification*, yang sebelumnya termasuk dalam kategori rendah pada *pretest*. Fakta ini mengindikasikan bahwa LKPD mampu memperkuat dimensi berpikir strategis dan reflektif peserta didik, yang sering kali menjadi tantangan dalam pembelajaran konvensional. Secara umum, peningkatan skor pada seluruh indikator kemampuan berpikir kritis membuktikan bahwa integrasi media visual interaktif berbasis AR dalam LKPD memberikan dampak nyata terhadap peningkatan kualitas kognitif peserta didik. Desain aktivitas yang memfasilitasi eksplorasi, diskusi, dan refleksi secara sistematis, menjadi faktor utama keberhasilan evaluatif produk ini dalam pembelajaran topik sistem pencernaan. Visualisasi peningkatan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut.



Gambar 2. Grafik persentase kelompok eksperimen
Sumber: Penelitian 2025

Discussion

Validasi terhadap media LKPD IPAS berbasis AR menghasilkan skor sangat tinggi dari empat sumber, yaitu ahli materi (95.5%), media (90.6%), bahasa (83.33%), dan guru kelas (93.7%). Skor tersebut menandakan bahwa instrumen pengembangan memenuhi prinsip kelayakan isi, struktur penyajian, dan teknis kebahasaan yang konsisten di antara para penilai. Tingginya konsistensi antar-validator memperkuat reliabilitas inter-rater yang sangat diperlukan dalam pengembangan media pembelajaran (Hidayat, 2024). Berdasarkan standar kelayakan media yang ditetapkan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP), produk yang mencapai nilai di atas 80% telah memenuhi syarat sebagai media layak digunakan dalam pembelajaran. Analisis umpan balik kualitatif menunjukkan bahwa beberapa aspek seperti desain *cover*, konsistensi *font*, dan penyusunan peta konsep telah diperbaiki berdasarkan masukan ahli.

Kepraktisan LKPD ditunjukkan melalui hasil uji coba terbatas dan lapangan yang memperoleh persentase 88.18% dari peserta didik dan 87.33% dari guru. Data ini menunjukkan bahwa media dapat digunakan secara mandiri dan mudah dipahami, dengan instruksi yang jelas serta alur logis kegiatan. Aspek kepraktisan teknologi AR menggunakan Assemblr Edu dinilai tinggi karena aksesibilitas melalui perangkat *mobile* dan integrasi visual 3D yang menarik (Ilafi *et al.*, 2023; Maimuna *et al.*, 2024). Perbedaan respons guru dan peserta didik menunjukkan bahwa guru lebih fokus pada kebermanfaatan konten, sedangkan peserta didik lebih tertarik pada elemen visual interaktif. Kesesuaian penggunaan AR dengan infrastruktur sekolah dasar, seperti konektivitas internet dan ketersediaan perangkat, turut memengaruhi keberhasilan implementasi.

Efektivitas LKPD terlihat melalui hasil evaluasi *pretest* dan *posttest*. Terdapat peningkatan signifikan pada aspek berpikir kritis seperti *Elementary Clarification* (62.5% menjadi 80.36%), *Basic Support* (37.5% menjadi 76.79%), *Inferring* (62.5% menjadi 76.79%), *Advanced Clarification* (41.07% menjadi 83.93%), dan *Strategies and Tactics* (35.71% menjadi 80.36%). Nilai N-Gain sebesar 0.61 berada dalam kategori sedang-tinggi. Uji-t menunjukkan nilai signifikansi $0.000 < 0.05$ yang menandakan perbedaan bermakna. Temuan ini diperkuat oleh meta-analisis yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR memiliki *effect size* sebesar 0.65-0.89 terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar (Setiawan *et al.*, 2024). Studi lain menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AR dapat mengaktifkan pemikiran tingkat tinggi melalui representasi visual dan eksploratif. Penggunaan AR dalam pembelajaran geografi pada materi Tata Surya meningkatkan HOTS dengan nilai N-gain sebesar 0.58 (Ansori *et al.*, 2025). Studi

lain juga menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan berpikir kritis peserta didik SD, khususnya pada aspek klarifikasi, inferensi, dan evaluasi argumen ($p = 0,0076$), serta peningkatan minat belajar (Saki *et al.*, 2025)

Temuan tersebut konsisten dengan teori konstruktivisme yang memandang peserta didik sebagai agen aktif dalam membangun pengetahuan melalui interaktif dengan lingkungan belajar yang kontekstual (Salsabila & Muqowim, 2024). LKPD yang dikembangkan menyediakan aktivitas eksploratif, diskusi kelompok, dan refleksi mandiri yang memperkuat keterlibatan kognitif. Perspektif teori multimedia menjelaskan bahwa integrasi elemen visual, spasial, dan interaktif pada media AR mendukung proses elaborasi informasi dalam memori jangka panjang (Mayer, 2024; Vari *et al.*, 2023). Selain itu struktur penyajian aktivitas dalam LKPD telah disusun berdasarkan prinsip desain pembelajaran yang berorientasi pada tugas dan alur logis yang mendorong pemrosesan informasi lebih dalam dan bermakna. Keterpaduan media dengan teori pembelajaran tersebut menguatkan bahwa produk tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga relevan secara pedagogis dan konseptual

Triangulasi data dilakukan melalui konfirmasi hasil kuantitatif, tanggapan guru-peserta didik, serta hasil observasi saat uji coba. Data observasi memperlihatkan bahwa peserta didik aktif menggunakan LKPD secara mandiri dan berpartisipasi dalam diskusi kelompok, yang memperkuat validitas hasil angket dan tes. Validasi lintas perspektif (guru, peserta didik, ahli) menguatkan bahwa produk yang dikembangkan tidak hanya layak dan praktis, namun juga diterima secara pedagogis (Pigai & Yulianto, 2024). Penggunaan AR dalam meningkatkan pemahaman konsep abstrak dan keterlibatan peserta didik efektif untuk dilakukan (Hasannah *et al.*, 2024; Nusroh *et al.*, 2022). Selain itu, studi komparatif menemukan bahwa LKPD konvensional cenderung menekankan hafalan, sementara LKPD AR mendorong eksplorasi dan penalaran kritis (Rahmayani *et al.*, 2024). Pengembangan LKPD untuk meningkatkan hasil belajar dan kompetensi peserta didik menjadi salah satu upaya untuk mengisi *gap* dari keberagaman media pembelajaran yang lebih beragam (Milala *et al.*, 2024; Simanjuntak *et al.* 2025). Penelitian ini menempati posisi penting dalam ranah pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya untuk peserta didik sekolah dasar yang selama ini belum banyak dijangkau oleh pengembangan berbasis AR.

Model ADDIE yang digunakan menunjukkan efektivitas pada setiap tahap, terutama dalam fase desain dan implementasi. Tahap analisis berhasil mengidentifikasi kebutuhan belajar, tahap desain menghasilkan media visual dan digital yang sesuai, dan tahap evaluasi menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang bermakna. Temuan ini mendukung modifikasi model ADDIE berbasis interaktif agar lebih fleksibel dalam pengembangan media digital, khususnya berbasis AR sebagai salah satu upaya dalam pemanfaatan teknologi pada pembelajaran (Alfitriani *et al.*, 2021; Najib & Suprihatiningrum, 2025). Proses ini memberikan pelajaran bahwa pengembangan media berbasis teknologi memerlukan keterlibatan berbagai pihak, keselarasan konten dengan teknologi, serta validasi menyeluruh agar produk dapat berdaya guna secara optimal.

Hasil penelitian ini mengimplikasikan bahwa integrasi teknologi AR dalam media pembelajaran, khususnya LKPD berbasis AR, dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar. Media interaktif berbasis AR tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik, tetapi juga mendukung proses pembelajaran yang lebih kontekstual dan eksploratif. Implikasi praktisnya, guru dapat memanfaatkan LKPD berbasis AR sebagai alternatif media pembelajaran untuk memperkuat pemahaman konsep yang abstrak seperti sistem pencernaan, sehingga mampu memenuhi tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran aktif dan reflektif. Selain itu, pengembangan media berbasis AR berpotensi mendorong inovasi pembelajaran digital di tingkat sekolah dasar, terutama dalam meningkatkan motivasi dan kualitas hasil belajar.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan keberhasilan dalam aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas terdapat sejumlah keterbatasan yang patut dicermati. Pertama, uji coba hanya dilakukan di satu sekolah dengan jumlah sampel terbatas, sehingga temuan belum dapat digeneralisasikan secara luas. Kedua,

keterbatasan infrastruktur seperti perangkat dan akses internet menjadi faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan implementasi media AR. Ketiga, pengukuran efektivitas hanya dilakukan dalam jangka pendek dan belum mencakup dampak jangka panjang terhadap retensi maupun transfer pengetahuan. Keterbatasan ini menjadi catatan reflektif yang penting dalam upaya pengembangan lebih lanjut.

CONCLUSION

Pengembangan LKPD pada mata pelajaran IPAS berbasis AR menggunakan Assemblr Edu pada materi sistem pencernaan telah menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif dalam mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar. Proses validasi menunjukkan bahwa media telah memenuhi aspek kelayakan isi, tampilan visual, struktur kegiatan, dan kebahasaan sesuai dengan karakteristik peserta didik. Hasil uji kepraktisan dan implementasi pembelajaran memperlihatkan bahwa LKPD ini mudah digunakan dan dapat mendorong keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran secara aktif. Peningkatan kemampuan berpikir kritis terlihat pada lima indikator utama yang diukur, yaitu *elementary clarification*, *basic support*, *inferring*, *advanced clarification*, serta *strategies and tactics*, dengan rata-rata peningkatan skor *posttest* secara signifikan. Efektivitas penggunaan LKPD berbasis AR ini menunjukkan bahwa integrasi konten visual interaktif dan eksploratif dalam struktur aktivitas pembelajaran dapat membangun proses berpikir tingkat tinggi secara bermakna.

Produk yang dikembangkan memberikan kontribusi terhadap pengisian kekosongan media pembelajaran yang terstruktur dan aplikatif, khususnya media berbasis teknologi AR yang secara eksplisit dirancang untuk mengembangkan indikator berpikir kritis peserta didik sekolah dasar. Penggabungan antara pendekatan saintifik, teknologi interaktif, dan struktur kegiatan LKPD menjadikan media ini selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka sekaligus relevan terhadap kebutuhan pembelajaran digital yang reflektif dan kontekstual. Dengan demikian, hasil penelitian ini menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian, yakni mengembangkan LKPD IPAS berbasis AR yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar pada materi sistem pencernaan manusia. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada lingkup implementasi yang terbatas dan pengukuran jangka pendek. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang mencakup populasi yang lebih luas, retensi jangka panjang, serta eksplorasi pengaruh penggunaan AR terhadap aspek kognitif lainnya seperti kreativitas atau pemecahan masalah. Pengembangan fitur interaktif tambahan dan integrasi AI ke dalam media berbasis AR juga dapat menjadi arah inovatif ke depan.

AUTHOR'S NOTE

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait publikasi artikel ini. Penulis menegaskan bahwa data dan isi artikel bebas dari plagiarisme.

REFERENCES

- Ahmadiyah, N., Amin, B. D., & Sari, S. S. (2023). Development of problem based learning oriented student worksheets in improving students' critical thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2), 959-964.
- Alfitriani, N., Maula, W. A., & Hadiapurwa, A. (2021). Penggunaan media augmented reality dalam pembelajaran mengenal bentuk rupa bumi. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 38(1), 30-38.
- Anbiya, K., Muhibbudin, Khaldun, I., & Yusrizal. (2023). Integration of problem-based learning model with guided inquiry worksheet to enhance scientific process skills and critical thinking abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8328-8334.

- Andriani, M. W., & Ramadani, A. (2022). Pengaruh penggunaan media augmented reality berbasis android terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas sekolah dasar. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(2), 567-576.
- Anggraini, A., Siahaan, S. M., & Fathurrohman, A. (2024). Student worksheets assisted by augmented reality on critical thinking skills in high school physics: Study of teacher perceptions in Indonesia. *JPPPF: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 10(1), 139-146.
- Ansori, I., Arianto, F., & Khotimah, K. (2025). The effectiveness of augmented reality on students' Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Geography. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 6(1), 448-464.
- Azhar, A., Manik, R. E., Nabila, R., Natuna, D. A., & Irawan, D. (2024). Critical thinking skills of students through guided discovery learning model assisted by PhET media on stationary and walking wave. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 3548-3555.
- Daga, A. T., Wahyudin, D., & Susilana, R. (2022). An investigation of developing Indonesian elementary school students' critical thinking skills: A literature review. *IJCI: International Journal of Curriculum and Instruction*, 14(3), 1752-1766.
- Dezola, R. V., Istiyono, E., & Wilujeng, I. (2023). Student worksheets based on STEM integrated inquiry based learning: needs analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6247-6254.
- Diani, D. P., & Wulandari, D. (2025). Development of flashcard media assisted by augmented reality in improving learning outcomes in learning IPAS. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 34-43.
- Godsk, M., & Møller, K. L. (2025). Engaging students in higher education with educational technology. *Education and Information Technologies*, 30(3), 2941-2976.
- Hafsah, D. S., Aznam, N., & Rohaeti, E. (2024). The development of electronic student worksheets based on problem-based learning and its impact on motivation and problem-solving skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(9), 6984-6992.
- Halimah, S., Usman, H., & Maryam, S. (2023). Peningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran IPA melalui penerapan model pembelajaran problem based learning (PBL) di sekolah dasar. *Jurnal Syntax Imperatif: Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 3(6), 403-413.
- Handayani, R., Lestari, F., & Marian, F. (2025). Development of worksheet based on problem based learning (PBL) to improve critical thinking skills. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(1), 256-267.
- Hasannah, N., Afina, A. F., Nuraeni, P., & Hadiapurwa, A. (2024). Is education possible in the metaverse especially in Indonesia?. *Hipkin Journal of Educational Research*, 1(1), 13-24.
- Hidayat, L. (2024). Pengembangan media belajar IPA materi tata surya melalui aplikasi augmented reality untuk peningkatan motivasi belajar siswa SD Negeri di Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal. *Journal of Education Research*, 5(1), 781-794.
- Humam, M. S., & Hanif, M. (2025). Strategi pembelajaran aktif dalam meningkatkan keterampilan kritikal siswa di era modern. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 3(1), 262-281.
- Ilafi, M. M., Saputri, R., Nurohman, S., & Jumadi, J. (2023). Development of student worksheets based on augmented reality sub material phases of the moon to increase student learning motivation. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 7468-7473.
- Maimuna, S., Wahyuni, S., & Ridlo, Z. R. (2024). The development of augmented reality based student worksheet on human respiratory system course to improve critical thinking skills of junior high school. *International Journal of Current Educational Research*, 3(1), 1-16.

- Marini, A., Nafisah, S., Sekaringtyas, T., Safitri, D., Lestari, I., Suntari, Y., Umasih, Sudrajat, A., & Iskandar, R. (2022). Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 16(07), 99-115.
- Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning, *Educational Psychology Review*, 36(1), 8-33.
- Milala, K. N. B., Harahap, F., & Hasruddin, H. (2024). Developing STEM-based LKPD to improve student's critical thinking abilities. *Inovasi Kurikulum*, 21(4), 2243-2262.
- Najib, M., & Suprihatiningrum, J. (2025). Development of Augmented Reality (AR) IPAS learning media to improve critical thinking skills of elementary school students. *IJIE (International Journal of Indonesian Education and Teaching)*, 9(1), 35-54.
- Nusroh, H., Khalif, M. A., & Saputri, A. A. (2022). Developing physics learning media based on augmented reality to improve students' critical thinking skills. *Physics Education Research Journal*, 4(1), 23-28.
- Pan, X. (2023). Online learning environments, learners' empowerment, and learning behavioral engagement: The mediating role of learning motivation. *Sage Open*, 13(4), 1-16.
- Parisu, C. Z. L., Saputra, E. E., & Lasisi, L. (2025). Integrasi literasi sains dan pendidikan karakter dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Journal of Human and Education (JAHE)*, 5(1), 864-872.
- Phong, N. T., Truong, N. N., & Anh, T. T. N. (2024). Proposing the procedure of implementing augmented reality in teaching "electricity electromagnetism" physics 11 through using mozaik 3D. *TNU Journal of Science and Technology*, 229(1), 3-10.
- Pigai, F. Y. P., & Yulianto, S. (2024). Development of flipbook learning media to improve learning outcomes IPAS. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 5775-5781.
- Rahmayani, F., Kuswanto, H., & Rahmat, A. D. (2024). Development of e-book integrated augmented reality based on STEM approaches to improve critical thinking and multiple representation skills in learning physics. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(4), 632-641.
- Ramdani, A., Jufri, A. W., Jamaluddin, J., & Setiadi, D. (2020). Kemampuan berpikir kritis dan penguasaan konsep dasar IPA peserta didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 119-124.
- Saki, S., Usodo, B., & Santosa, E. B. (2025). Effectiveness of augmented reality application on critical thinking skills of elementary school students based on learning interest. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 12(1), 39-49.
- Salsabila, Y. R., & Muqowim, M. (2024). Korelasi antara teori belajar konstruktivisme Lev Vygotsky dengan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 813-827.
- Santi, T., Haenilah, E. Y., Rohman, F., & Firdaus, R. (2024). Electronic student worksheet based on problem based learning to improve critical thinking of elementary school students. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 8(4), 739-751.
- Sapitri, N. K. I., Ardana, I. M., & Gunamantha, I. M. (2022). Pengembangan LKPD berbasis pemecahan masalah dengan pendekatan 4C untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Pendasi: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 6(1), 24-32.

- Sari, G. K., & Fathurrahman, M. (2024). Pengembangan LKPD berbasis augmented reality sebagai media pembelajaran IPAS untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis kelas IV sekolah dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2), 2478-2491.
- Sarıcan, E., & Güneş, E. B. (2021). Developing critical thinking skills in elementary school students through foreign language education: an action research. *Education Quarterly Reviews*, 4(2), 51-68.
- Setiawan, M. A., Sriadhi, S., & Silaban, S. (2024). Enhancing critical thinking skill by implementing electronic student worksheets based on guided inquiry in natural science subject for elementary school. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 16(3), 225-229.
- Sidiq, Y., Ishartono, N., Desstya, A., Prayitno, H. J., Anif, S., & Hidayat, M. L. (2021). Improving elementary school students' critical thinking skill in science through hots-based science questions: A quasi-experimental study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 378-386.
- Simanjuntak, C. F., Hasruddin, H., & Saragi, D. (2025). Development of STEM-based worksheets to improve student literacy skills. *Inovasi Kurikulum*, 22(1), 567-582.
- Suharti, P., Asyari, A., & Wikanta, W. (2024). Augmented reality integrated education game using problem-based learning model to improve critical thinking skills. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 4(1), 320-336.
- Supriatna, A. R., Andriani, R., Usman, H., & Sari, Y. (2024). Digital student worksheet oriented to problem-based learning in science subjects for elementary school students. *Mimbar PGSD Undiksha*, 12(1), 108-118.
- Umroh, H., Rijal, S., & Yunus, F. M. (2025). Mereformasi pendidikan: mengkaji rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa melalui pendekatan pendidikan kritis Ivan Illich. *Aspirasi: Publikasi Hasil Pengabdian dan Kegiatan Masyarakat*, 3(1), 18-32.
- Vari, Y., & Yamtinah, S. (2023). Development of inquiry-based solar system augmented reality science learning media. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11165-11172.
- Zaid, M., Razak, F., & Alam, A. A. F. (2022). Keefektifan media pembelajaran augmented reality berbasis STEAM dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 2(2), 59-68.