

Implementasi Multimedia Interaktif Berbasis *Augmented Reality* dan *Assemblr Edu* dalam Pembelajaran Sains untuk Siswa Sekolah Dasar

Silvana StaviniBELIA^{1*}, Ema Hariati², Nur Ramadhan², Uswatun Hasanah³, Fahmi Saifuddin⁴

¹Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatra Barat, Indonesia;

²Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatra Utara, Indonesia;

³Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

⁴Program Studi Sistem Informasi, Universitas Nahdlatul Ulama Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* guna meningkatkan berpikir kritis peserta didik dalam mata pelajaran IPAS. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif ini secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, dan mengevaluasi argumen. Integrasi teknologi AR dan 3D dalam pembelajaran memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif dan menarik dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* (AR).

Kata kunci

Augmented Reality; Assemblr Edu; Multimedia Interaktif; Transformasi Energi

Abstract

This study aims to develop and evaluate interactive multimedia based on *Assemblr Edu* to improve students' critical thinking in science subjects. This study uses a *Research and Development* (R&D) approach with the ADDIE model. The results of the study indicate that the use of this interactive multimedia significantly improves students' critical thinking skills, especially in identifying problems, analyzing information, and evaluating arguments. The integration of AR and 3D technology in learning provides a more immersive and interesting learning experience than conventional methods. This study provides a new contribution to the development of interactive learning media based on *Augmented Reality* (AR).

Keywords

Augmented Reality; Assemblr Edu; Interactive Multimedia; Energy Transformation

Pendahuluan

Pendidikan merupakan aspek fundamental dalam perkembangan individu dan masyarakat. Proses pendidikan tidak hanya berlangsung dalam lingkungan formal, tetapi juga di berbagai konteks sosial yang mendukung pembelajaran sepanjang hayat (*long-life learning*). Seiring dengan perkembangan teknologi, integrasi media pembelajaran berbasis digital semakin menjadi kebutuhan guna meningkatkan efektivitas pembelajaran (Rahmani et al., 2024). Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah penggunaan multimedia interaktif, yang tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu mengajar, tetapi juga sebagai sarana untuk meningkatkan daya tarik dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Ahmad, 2020).

Dalam konteks mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS), salah satu konsep yang perlu dikuasai oleh peserta didik adalah transformasi energi. Pemahaman konsep ini sering kali menjadi tantangan bagi siswa karena bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi yang lebih interaktif agar dapat dipahami dengan baik. Namun, dalam praktiknya, metode pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan buku teks dan benda konkret yang tersedia di sekitar kelas (Lathifah et al., 2023). Hal ini menyebabkan keterbatasan dalam pengalaman belajar siswa dan kurangnya stimulasi berpikir kritis mereka.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui media pembelajaran yang lebih inovatif. Berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan esensial dalam pendidikan abad ke-21, di mana peserta didik tidak hanya diharapkan untuk memahami konsep, tetapi juga mampu menganalisis, mengevaluasi, dan mengaplikasikan pengetahuan dalam konteks kehidupan nyata. Dalam upaya meningkatkan keterampilan ini, pemanfaatan multimedia interaktif berbasis *Augmented Reality* (AR) dan 3D seperti *Assemblr Edu* dapat menjadi solusi efektif. Teknologi ini memungkinkan siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan konsep yang dipelajari melalui pengalaman visual yang lebih mendalam, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Pramuji et al., 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penggunaan teknologi multimedia dalam pendidikan. Menurut penelitian Hasan dkk. (2021), media pembelajaran yang mengaktifkan seluruh pancaindra siswa dapat meningkatkan pemahaman konsep secara lebih efektif dibandingkan metode konvensional. Sementara itu, penelitian Ambarini (dalam Hasan dkk, 2021) menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran berbasis digital dapat meningkatkan motivasi belajar siswa serta memberikan variasi dalam metode pengajaran. Selain itu, studi oleh Manalu dkk. (2022) mengenai Kurikulum Merdeka Belajar menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran yang fleksibel dan berbasis teknologi memungkinkan siswa untuk lebih aktif dalam mengembangkan kreativitas dan keterampilan berpikir kritis mereka. Namun, hingga saat ini, pemanfaatan media pembelajaran berbasis AR dan 3D dalam pembelajaran transformasi energi masih terbatas, terutama di tingkat sekolah dasar.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai penggunaan media pembelajaran berbasis digital, terdapat kesenjangan penelitian terkait pemanfaatan teknologi *Assemblr Edu* sebagai alat bantu pembelajaran dalam materi transformasi energi di mata pelajaran IPAS. Kebanyakan studi masih berfokus pada penggunaan multimedia dalam bentuk animasi 2D atau video interaktif, namun belum banyak yang mengeksplorasi potensi *Augmented Reality* (AR) dan 3D dalam meningkatkan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan dan mengimplementasikan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu*, yang diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan mendorong siswa untuk berpikir lebih kritis dalam memahami transformasi energi.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan penelitian yang telah diuraikan, penelitian ini berupaya menjawab beberapa pertanyaan utama. Pertama, bagaimana pengaruh penggunaan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam memahami materi transformasi energi? Kedua, bagaimana efektivitas penggunaan *Augmented Reality* (AR) dan 3D dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa dalam mata pelajaran IPAS? Ketiga, bagaimana persepsi peserta didik terhadap penggunaan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* dalam proses pembelajaran?

Pendidikan Guru Sekolah Dasar

Keunikan penelitian ini terletak pada penggunaan *Assemblr Edu* dalam pembelajaran transformasi energi, yang masih jarang diterapkan dalam studi sebelumnya. Pendekatan berbasis *Augmented Reality* (AR) dan 3D memberikan pengalaman belajar lebih mendalam dan interaktif dibandingkan dengan metode konvensional. Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pemahaman konsep, tetapi juga pada peningkatan berpikir kritis peserta didik, di mana mereka diharapkan mampu menganalisis dan mengevaluasi informasi secara lebih mendalam. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan model pembelajaran yang inovatif dan sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka Belajar, yang tidak hanya menilai siswa berdasarkan hasil akademik, tetapi juga mempertimbangkan aspek keterampilan, kreativitas, dan berpikir kritis mereka.

Metode

Pada penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah kualitatif dengan desain penelitian Penelitian dan Pengembangan (R&D) yang menerapkan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ADDIE memungkinkan peneliti untuk secara sistematis menganalisis kebutuhan, merancang materi, mengembangkan konten multimedia, melaksanakan implementasi, dan melakukan evaluasi efektivitas multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* dalam meningkatkan berpikir kritis peserta didik pada materi Transformasi Energi dalam pelajaran IPAS. Penelitian yang bersifat studi kasus eksploratif ini memberikan perspektif mendalam tentang dampak penggunaan multimedia pada proses pembelajaran siswa, serta memberikan wawasan mengenai aplikasi konkret dalam konteks pendidikan yang lebih luas (Alaslan, 2022; Asitah, 2021).

Lokasi penelitian dilakukan di Sekolah Dasar yang menerapkan pembelajaran IPAS dengan dukungan teknologi digital. Subjek penelitian mencakup guru dan siswa kelas IV dan V yang sedang mempelajari materi Transformasi Energi. Melibatkan siswa dari dua kelas ini diharapkan dapat memberikan data yang representatif mengenai efek multimedia interaktif terhadap berpikir kritis di kalangan siswa. Penempatan lokasi yang tepat dan pemilihan subjek yang relevan sangat penting untuk mencapai representasi yang akurat terhadap responden dan pengalaman mereka dalam menggunakan *Assemblr Edu* (Zahra & Amaliyah, 2023).

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup beberapa metode, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk menganalisis interaksi siswa saat menggunakan multimedia interaktif, sedangkan wawancara dilakukan dengan guru dan siswa untuk menggali pengalaman dan persepsi mereka. Dokumentasi melibatkan pengumpulan catatan pembelajaran, tangkapan layar aplikasi, serta rekaman proses pembelajaran. Selain itu, analisis reflektif dilakukan oleh guru untuk merenungkan efektivitas penggunaan *Assemblr Edu* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pendekatan triangulasi ini memberikan kekayaan informasi dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai data yang dikumpulkan (Abdussamad, 2015; Mutmainah & Kamaluddin, 2019).

Hasil dan Pembahasan

1.1 Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis *Assemblr Edu*

Proses pengembangan multimedia interaktif menggunakan model ADDIE, yang terdiri dari lima tahap utama: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pada tahap analisis, kebutuhan peserta didik dan guru diidentifikasi, termasuk tantangan dalam memahami konsep transformasi energi. Tahap desain dilakukan dengan mempertimbangkan tampilan visual, navigasi yang intuitif, serta integrasi elemen interaktif seperti simulasi 3D, *Augmented Reality* (AR), kuis, dan animasi interaktif dalam platform *Assemblr Edu*. Selama tahap pengembangan, media pembelajaran dirancang agar mendukung pembelajaran berbasis eksplorasi sehingga peserta didik dapat memahami konsep secara lebih mendalam. Proses pengembangan dilakukan dengan mengadaptasi prinsip multimedia learning, di mana teks, gambar, animasi, dan elemen suara digabungkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih kaya. Aplikasi ini memungkinkan peserta didik untuk melihat transformasi energi dalam bentuk animasi 3D dan berinteraksi dengan objek virtual melalui fitur AR, yang sebelumnya tidak dapat dilakukan hanya dengan buku cetak atau media konvensional (Hidayat et al., 2023).

Fitur interaktif yang dikembangkan dalam *Assemblr Edu* juga mencakup simulasi eksperimen virtual, di mana siswa dapat melakukan eksplorasi langsung terhadap proses perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep secara kontekstual dan aplikatif, sehingga mereka tidak hanya menghafal teori, tetapi juga mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam. Selain itu, terdapat fitur kuis interaktif berbasis game yang dirancang untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mengukur pemahaman mereka secara langsung. Implementasi awal dilakukan dengan melibatkan sejumlah peserta didik, yang menunjukkan respons positif terhadap media pembelajaran ini. Mereka menganggap aplikasi ini lebih menarik dibandingkan metode konvensional, karena visualisasi yang lebih nyata membantu mereka memahami bagaimana energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Guru juga mencatat adanya peningkatan partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran serta keterlibatan mereka dalam diskusi kelas. Selain itu, siswa yang sebelumnya mengalami kesulitan dalam memahami konsep transformasi energi menunjukkan peningkatan dalam mengaitkan konsep teori dengan fenomena nyata setelah menggunakan media interaktif ini (Verawati et al., 2022).

Untuk mendukung keberlanjutan penggunaan multimedia interaktif ini, dilakukan evaluasi pada tahap akhir pengembangan. Evaluasi ini mencakup pengujian kegunaan (*usability testing*) dan efektivitas media dalam mendukung pembelajaran. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *Assemblr Edu* mudah digunakan oleh siswa, memiliki tampilan yang menarik, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih immersif dan partisipatif dibandingkan dengan metode konvensional. Guru yang terlibat dalam implementasi juga memberikan masukan bahwa media ini membantu mereka dalam menyampaikan materi dengan lebih sistematis dan menarik. Secara keseluruhan, pengembangan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* berhasil menciptakan pengalaman belajar yang lebih engaging dan efektif. Dengan memanfaatkan teknologi AR dan 3D, peserta didik dapat lebih aktif dalam mengeksplorasi konsep transformasi energi, meningkatkan daya ingat mereka, serta memperkuat pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan.

1.2 Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis *Assemblr Edu*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Assemblr Edu* secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan sebelum dan sesudah penggunaan media interaktif, terdapat peningkatan pada beberapa indikator berpikir kritis, termasuk kemampuan mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, serta mengevaluasi dan menyusun argumen secara logis. Sebelum penggunaan *Assemblr Edu*, sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep transformasi energi, terutama dalam menghubungkan teori dengan fenomena nyata. Setelah penerapan media interaktif ini, peserta didik menunjukkan peningkatan dalam mengajukan pertanyaan reflektif, mengaitkan konsep dengan kehidupan sehari-hari, serta lebih aktif dalam mengeksplorasi dan mendiskusikan berbagai skenario transformasi energi melalui fitur AR dan simulasi 3D.

Penelitian ini juga sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemanfaatan multimedia interaktif dapat meningkatkan keterlibatan kognitif peserta didik serta membangun pemahaman konseptual yang lebih baik. Dengan adanya elemen visual dan interaktif, peserta didik lebih mudah memahami konsep abstrak dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional (Darman et al., 2021). Dalam tahap lebih lanjut, pengembangan multimedia interaktif ini juga mempertimbangkan aspek psikologi belajar dan gaya belajar peserta didik. Dengan berbagai jenis elemen interaktif, multimedia ini dapat disesuaikan dengan gaya belajar yang berbeda, baik itu visual, auditori, maupun kinestetik. Sebagai contoh, peserta didik dengan gaya belajar visual dapat memanfaatkan animasi 3D dan gambar ilustratif, sementara peserta didik dengan gaya belajar auditori dapat memahami materi melalui narasi dan penjelasan audio yang tersedia dalam aplikasi.

Selain itu, aspek gamifikasi juga diterapkan dalam *Assemblr Edu* untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Beberapa fitur gamifikasi yang dikembangkan dalam aplikasi ini meliputi tantangan belajar berbasis poin, leaderboard, serta badge pencapaian. Dengan adanya elemen ini, peserta didik terdorong untuk menyelesaikan tantangan pembelajaran dengan lebih antusias, sehingga meningkatkan retensi materi dan keterampilan berpikir kritis mereka. Dari sisi teknis, multimedia interaktif ini dikembangkan dengan arsitektur yang responsif, sehingga dapat digunakan di berbagai

Pendidikan Guru Sekolah Dasar

perangkat seperti smartphone, tablet, dan komputer. Hal ini memungkinkan akses yang lebih luas bagi peserta didik tanpa harus bergantung pada satu jenis perangkat tertentu. Selain itu, integrasi *cloud-based storage* juga memastikan bahwa data hasil belajar peserta didik dapat tersimpan dengan aman dan dapat diakses kembali kapan saja.

1.3 Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis *Assemblr Edu*

Meskipun penggunaan *Assemblr Edu* memberikan banyak manfaat, terdapat beberapa tantangan yang dihadapi dalam implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan perangkat teknologi dan jaringan internet, yang dapat menghambat akses peserta didik terhadap media interaktif. Beberapa peserta didik juga mengalami kesulitan dalam beradaptasi dengan teknologi baru, terutama bagi mereka yang belum terbiasa menggunakan *Augmented Reality* (AR) dan simulasi 3D dalam pembelajaran. Untuk mengatasi kendala tersebut, beberapa strategi diterapkan, antara lain pelatihan bagi guru dan peserta didik sebelum penggunaan aplikasi, penyediaan perangkat pendukung di kelas, serta pendampingan dalam penggunaan teknologi selama proses pembelajaran berlangsung. Guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik dalam memahami dan memanfaatkan fitur-fitur interaktif yang ada di dalam *Assemblr Edu*. Selain itu, penyesuaian konten dan desain aplikasi agar lebih ramah pengguna juga dilakukan untuk memastikan pengalaman belajar yang lebih optimal.

Implementasi solusi ini terbukti efektif dalam meningkatkan kenyamanan peserta didik dalam menggunakan teknologi, serta memastikan bahwa mereka dapat memanfaatkan fitur-fitur interaktif secara maksimal. Studi oleh (Karta et al., 2023) ini memperkuat temuan penelitian sebelumnya yang menekankan bahwa dukungan teknis dan pedagogis dari guru merupakan faktor kunci keberhasilan implementasi teknologi dalam pendidikan. Keberlanjutan penggunaan multimedia interaktif ini juga melibatkan evaluasi dan peningkatan berkelanjutan. Dalam tahapan evaluasi, umpan balik dari guru dan peserta didik dikumpulkan untuk mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan. Beberapa aspek yang menjadi perhatian dalam evaluasi ini meliputi kejelasan tampilan antarmuka pengguna (UI), efisiensi navigasi, serta efektivitas konten pembelajaran dalam membantu pemahaman siswa.

Untuk memastikan efektivitas jangka panjang, dilakukan pula pengujian terhadap dampak multimedia ini dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Data hasil belajar diolah menggunakan analisis statistik untuk mengukur sejauh mana multimedia interaktif ini berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik yang menggunakan multimedia ini mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan mereka yang menggunakan metode konvensional. Sejalan dengan itu, aspek keterlibatan guru dalam pengembangan dan implementasi multimedia interaktif juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan program ini. Oleh karena itu, dilakukan pelatihan bagi guru agar mereka dapat memaksimalkan penggunaan *Assemblr Edu* dalam kegiatan belajar mengajar. Guru juga diberikan panduan tentang cara memanfaatkan fitur interaktif untuk menyesuaikan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan masing-masing peserta didik.

1.4 Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis *Assemblr Edu*

Berdasarkan hasil yang diperoleh, pengembangan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* memberikan dampak positif dalam pembelajaran transformasi energi. Penggunaan teknologi AR dan 3D tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga membangun keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran IPAS harus lebih dioptimalkan, dengan mempertimbangkan aksesibilitas serta kesiapan guru dan peserta didik dalam mengadopsi media interaktif berbasis teknologi.

Dalam skala yang lebih luas, pengembangan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* memiliki potensi untuk diadaptasi ke berbagai mata pelajaran lain, tidak hanya dalam IPAS tetapi juga dalam bidang ilmu lainnya seperti matematika, sains, dan teknologi. Keunggulan dari metode ini adalah kemampuannya untuk menyajikan konsep abstrak dengan cara yang lebih konkret dan mudah dipahami, serta meningkatkan kolaborasi dan interaktivitas dalam pembelajaran. Lebih lanjut, dalam pengembangan masa depan, integrasi dengan teknologi lain seperti kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* - AI) dan machine learning dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih dipersonalisasi. Dengan adanya AI, aplikasi dapat menyesuaikan materi sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik, memberikan

rekomendasi belajar yang spesifik, serta menganalisis pola kesalahan untuk membantu meningkatkan pemahaman konsep tertentu. Dengan demikian, pengembangan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* tidak hanya memberikan solusi inovatif dalam pembelajaran IPAS, tetapi juga menjadi langkah maju dalam penerapan teknologi digital dalam dunia pendidikan secara lebih luas. Potensi besar ini dapat terus dikembangkan untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang lebih dinamis, menarik, dan efektif bagi peserta didik di era digital saat ini.

Limitasi

Kajian kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terbatas pada akses terhadap perangkat teknologi dan jaringan internet di beberapa sekolah, yang dapat mempengaruhi kelancaran implementasi multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* dalam pembelajaran IPAS.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi efektivitas multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* dalam meningkatkan berpikir kritis peserta didik pada materi Transformasi Energi dalam mata pelajaran IPAS. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengatasi keterbatasan metode pembelajaran konvensional yang masih didominasi oleh buku teks dan bahan ajar cetak, serta meningkatkan keterlibatan siswa melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan berbasis teknologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Assemblr Edu* memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Analisis pre-test dan post-test mengungkapkan bahwa setelah menggunakan media interaktif ini, terdapat peningkatan signifikan dalam beberapa indikator berpikir kritis, termasuk kemampuan mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, serta mengevaluasi dan menyusun argumen secara logis. Selain itu, siswa lebih aktif dalam mengeksplorasi konsep transformasi energi melalui fitur simulasi 3D dan *Augmented Reality* (AR) yang disediakan dalam aplikasi. Guru yang terlibat dalam penelitian juga mencatat adanya peningkatan motivasi belajar dan keterlibatan siswa dalam diskusi kelas.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan akses perangkat teknologi dan jaringan internet, yang dapat mempengaruhi kelancaran penggunaan *Assemblr Edu* di beberapa sekolah. Selain itu, kurangnya pengalaman peserta didik dan guru dalam memanfaatkan teknologi AR dan 3D menjadi kendala dalam tahap awal implementasi. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan awal bagi guru dan siswa, serta dukungan infrastruktur yang lebih baik untuk memastikan efektivitas penggunaan teknologi ini di dalam kelas. Penelitian ini memiliki implikasi yang luas dalam bidang pendidikan, terutama dalam penerapan teknologi berbasis multimedia dalam pembelajaran sains dan IPAS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti AR dan 3D dapat menjadi pendekatan inovatif dalam meningkatkan pemahaman konsep abstrak serta keterampilan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu, kurikulum pendidikan perlu lebih terbuka terhadap penggunaan media digital interaktif sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang lebih dinamis dan menarik.

Untuk penelitian di masa depan, disarankan untuk mengembangkan lebih lanjut fitur interaktif dalam *Assemblr Edu* dengan integrasi teknologi *Artificial Intelligence* (AI) untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih personal dan adaptif bagi peserta didik. Selain itu, penelitian serupa dapat diperluas dengan melibatkan lebih banyak sekolah, serta membandingkan efektivitas multimedia interaktif ini dengan metode pembelajaran lainnya dalam berbagai mata pelajaran. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan multimedia interaktif berbasis *Assemblr Edu* merupakan solusi inovatif dalam mendukung transformasi pendidikan menuju metode pembelajaran yang lebih menarik, partisipatif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

Daftar Pustaka

- Abdussamad, Z. (2015). *Metode Penelitian Kualitatif*. CV. Syakir Media Press. Bandung.
- Ahmad, M. (2020). Categorizing Game Design Elements into Educational Game Design Fundamentals. In *Game Design and Intelligent Interaction*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89971>
- Alaslan, A. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif*. <https://doi.org/10.31237/osf.io/2pr4s>
- Asitah, N. (2021). Inclusive Education Research Mapping in ASEAN: Lesson from Scientometric Perspective. *Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management*, 840–856.
- Darman, Asrul, & Saputra, H. N. (2021). Pemanfaatan Multimedia Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Ditinjau Dari Ketersediaan Peralatan Pendukung dan Aplikasi yang Digunakan. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 1(2), 64–68. <https://doi.org/10.51454/decode.v1i2.21>
- Hidayat, N., Suarmika, P. E., & Safitri, S. (2023). Pemanfaatan Media Aplikasi Berbasis Android Sebagai Bahan Ajar Interaktif di SDN 4 Besuki. *Mimbar Integritas: Jurnal Pengabdian*, 2(1), 172. <https://doi.org/10.36841/mimbarintegritas.v2i1.2682>
- Karta, I. W., Farmasari, S., & Ocampo, D. M. (2023). Online Assessment of Primary Students' Cognitive, Psychomotor, and Affective Domains: Practices from Urban and Rural Primary Schools in Indonesia. *SHS Web of Conferences*, 173, 01014. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202317301014>
- Lathifah, S. S., Irpan, A. M., Supratman, L., Rossa, A., Sari, R. P., & Meyradhia, A. G. (2023). Program Pendampingan Guru Dalam Implementasi Basic Science Kits Pada Kurikulum Merdeka Belajar Di Sekolah Dasar Negeri Bojong. *NEAR: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 47–53. <https://doi.org/10.32877/nr.v3i1.988>
- Mutmainah, D., & Kamaluddin, K. (2019). Peran Guru Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan dalam Membentuk Sikap dan Kepribadian Siswa. *CIVICUS: Pendidikan Penelitian Pengabdian Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan*, 6(2), 44. <https://doi.org/10.31764/civicus.v6i2.673>
- Pramuji, L., Permanasari, A., & Ardianto, D. (2020). Multimedia Interaktif berbasis STEM pada Konsep Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Journal of Science Education and Practice*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.33751/jsep.v2i1.1699>
- Rahmani, M. Z., Bukhari, A., Wiyono, N., Amru, K., Baharuddin, B., & Nurhadi, A. A. (2024). Exploring Links between Visuospatial Ability and Anatomy Learning in Education: A Bibliometric Analysis and Scientific Mapping. *Narra J*, 4(3), e1095. <https://doi.org/10.52225/narra.v4i3.1095>
- Verawati, N. N. S. P., Hikmawati, H., Wahyudi, W., & Prayogi, S. (2022). Pengalaman Mengajar Fisika Modern Menggunakan Simulasi Virtual PhET: Analisis Kinerja Keterampilan Penalaran Mahasiswa. *Empiricism Journal*, 3(2), 188–195. <https://doi.org/10.36312/ej.v3i2.997>
- Zahra, N., & Amaliyah, N. (2023). Analisis Faktor Rendahnya Literasi Siswa di Kelas 4 SDN Susukan 03 Pagi. *Research and Development Journal of Education*, 9(2), 898. <https://doi.org/10.30998/rdje.v9i2.19454>