


Learning Innovations in Coastal Areas Through *Augmented reality* and Gamification

Arianto¹, Fadlia Dwi Hudaibah¹, Nurhalifah¹, Mariatul Qippiyah¹, Suharsono Bantun^{1*} 

¹ Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Indonesia.

* Corresponding Author. E-mail: suharsonob@usn.ac.id

Keywords

ADDIE;
Augmented reality;
Daerah Pesisir;
Gamifikasi.

ABSTRACT

Learning innovations are essential to improving education quality in areas with limited infrastructure, such as coastal regions. Coastal areas often face challenges like restricted access to quality educational resources and interactive learning methods, leading to gaps in students' understanding of complex scientific concepts. This study aims to address these issues by developing an Augmented reality (AR)-based learning application integrated with gamification elements to enhance science education for coastal students. The study employs the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) model as a systematic framework for application development, allowing iterative improvement based on continuous feedback. Key features of the application include 3D visualization of human skeletal and joint systems and gamified elements such as points, levels, and challenges to motivate student engagement. Results indicate a significant increase in students' comprehension of scientific concepts, with pre- and post-test scores showing substantial improvement. Additionally, students reported heightened motivation and engagement with the gamified application compared to traditional methods. Although technical limitations, such as internet access and device specifications, were encountered, the implementation of an offline mode and application optimization allowed greater accessibility in low-tech environments. This study concludes that AR and gamification can effectively bridge educational gaps in coastal areas, providing a replicable model for similar regions. Future recommendations include infrastructure support, teacher training, and further research to evaluate the long-term impact of this innovation on students' learning outcomes.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



PENDAHULUAN

Inovasi dalam pembelajaran menjadi semakin penting dalam rangka meningkatkan kualitas pendidikan [1] di wilayah-wilayah yang memiliki keterbatasan infrastruktur, salah satunya di daerah pesisir. Daerah pesisir sering menghadapi tantangan seperti kurangnya akses terhadap sumber daya pendidikan yang berkualitas dan metode pembelajaran yang interaktif [2]. Hal ini menyebabkan ketertinggalan siswa di daerah tersebut dalam pemahaman terhadap konsep sains yang kompleks, terutama karena keterbatasan media visual yang dapat membantu menjelaskan fenomena ilmiah secara konkret. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang mampu meningkatkan pengalaman belajar siswa, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi *augmented reality* (AR) dan gamifikasi.

Augmented reality (AR) merupakan teknologi yang mampu menggabungkan elemen virtual dengan dunia nyata secara *real-time*, memberikan pengalaman visual yang lebih kaya dan interaktif [3]. Dalam konteks pembelajaran sains, AR memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep abstrak dengan cara yang lebih visual dan menarik. Penggunaan AR diharapkan dapat menjembatani kesenjangan pemahaman sains pada siswa [4] di daerah pesisir yang umumnya mengalami keterbatasan dalam hal akses terhadap sumber belajar yang kontekstual dan interaktif. Selain AR, elemen gamifikasi juga telah banyak digunakan dalam proses pembelajaran [4] untuk

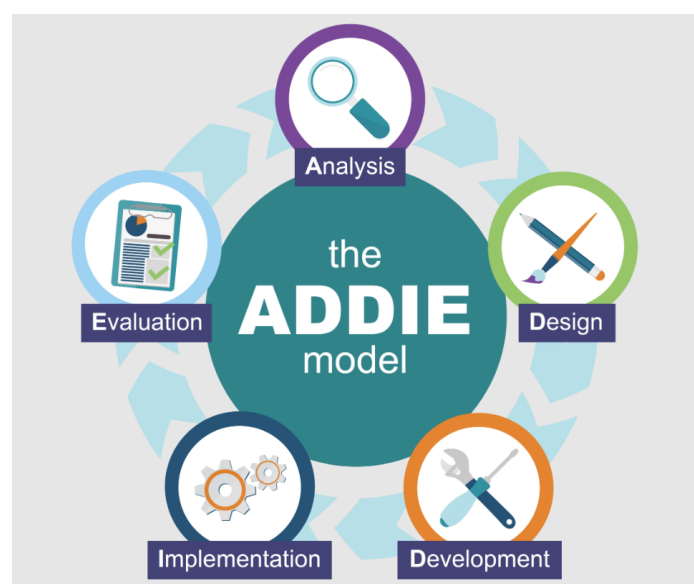
meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa [5]. Elemen-elemen seperti tantangan, level, dan penghargaan membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan menumbuhkan rasa kompetisi sehat di antara siswa.

Penelitian ini menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) [6]–[8] sebagai kerangka kerja dalam pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis AR dan gamifikasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains di daerah pesisir. Metode ADDIE dipilih karena sifatnya yang iteratif dan fokus pada evaluasi di setiap tahap [4], yang memungkinkan pengembangan aplikasi dilakukan secara sistematis dan berdasarkan umpan balik berkelanjutan [9]. Tahapan dalam metode ADDIE—mulai dari analisis kebutuhan, desain aplikasi, pengembangan prototipe, hingga evaluasi efektivitas—dilakukan secara mendetail untuk memastikan aplikasi yang dikembangkan dapat diimplementasikan dengan optimal di lingkungan dengan keterbatasan akses teknologi, seperti daerah pesisir [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi pembelajaran yang mampu mengatasi tantangan pendidikan di daerah pesisir, memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual bagi siswa. Penggunaan AR yang dilengkapi dengan elemen gamifikasi diharapkan mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains yang kompleks serta meningkatkan motivasi belajar siswa. Implementasi aplikasi ini diharapkan juga dapat menjadi model pembelajaran yang dapat diterapkan di wilayah-wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa, sehingga membantu mengurangi kesenjangan pendidikan di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) sebagai pendekatan sistematis dalam pengembangan aplikasi *Augmented reality* (AR) dengan elemen gamifikasi untuk meningkatkan pembelajaran sains di daerah pesisir. Metode ADDIE merupakan kerangka kerja yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem pembelajaran berbasis teknologi, karena strukturnya yang iteratif dan terfokus pada evaluasi terus-menerus di setiap tahap pengembangan [9], [10]. Tahapan ADDIE yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut [11]:



Gambar 1. Siklus Model Pengembangan Sistem dengan ADDIE [12]

1. *Analysis*

Pada tahap ini, penelitian difokuskan pada identifikasi kebutuhan pembelajaran sains di daerah pesisir, khususnya dalam pemahaman konsep-konsep sains yang kompleks. Analisis ini melibatkan beberapa aspek, yaitu:

- a. Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi keterbatasan dalam metode pembelajaran tradisional yang digunakan di sekolah-sekolah pesisir, seperti minimnya sumber daya visual yang mendukung pembelajaran sains.
- b. Analisis Siswa: Menganalisis karakteristik siswa di daerah pesisir, termasuk tingkat literasi digital, akses terhadap teknologi, dan pemahaman awal terhadap materi sains.
- c. Analisis Teknologi: Menilai infrastruktur teknologi di daerah pesisir untuk memastikan aplikasi AR yang dikembangkan dapat diakses secara efektif di lingkungan tersebut, termasuk keterbatasan jaringan internet dan perangkat keras.

2. Design

Tahap ini melibatkan perancangan aplikasi AR dan elemen gamifikasi yang akan digunakan dalam pembelajaran sains. Desain mencakup:

- a. Desain Konten: Mengembangkan konten yang sesuai dengan kurikulum sains, seperti model AR dari ekosistem pesisir, yang memungkinkan siswa memahami konsep secara visual.
- b. Desain Antarmuka: Merancang antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan oleh siswa dengan berbagai tingkat keterampilan teknologi. Elemen gamifikasi, seperti level, poin, dan tantangan, dirancang untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa.
- c. Desain Pengujian: Merancang *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur efektivitas aplikasi dalam meningkatkan pemahaman siswa [13].

3. Development

Pada tahap ini, pengembangan aplikasi AR dilakukan sesuai dengan desain yang telah disusun [14]. Langkah-langkah dalam tahap ini meliputi:

- a. Pembuatan Prototipe: Membuat prototipe aplikasi AR dengan menggunakan teknologi pengembangan AR yang sesuai, seperti Unity atau ARCore.
- b. Pengembangan Elemen Gamifikasi: Implementasi elemen gamifikasi dalam aplikasi, seperti sistem pemberian poin, penghargaan, dan tantangan yang harus diselesaikan oleh siswa selama menggunakan aplikasi.
- c. Pengujian Awal: Melakukan pengujian fungsional awal terhadap prototipe aplikasi untuk memastikan tidak ada kesalahan teknis dan aplikasi dapat berjalan di perangkat dengan spesifikasi rendah yang sering digunakan di daerah pesisir.

4. Implementation

Pada tahap implementasi, aplikasi AR yang telah dikembangkan diterapkan di sekolah-sekolah pesisir yang menjadi subjek penelitian. Kegiatan dalam tahap ini meliputi:

- a. Pelatihan Guru dan Siswa: Memberikan pelatihan singkat kepada guru dan siswa tentang cara menggunakan aplikasi AR, serta memperkenalkan konsep dasar teknologi AR dan gamifikasi untuk memudahkan penggunaan aplikasi.
- b. Penggunaan Aplikasi dalam Kelas: Aplikasi digunakan dalam kegiatan pembelajaran sains, di mana siswa diajak untuk berinteraksi langsung dengan model AR dan menyelesaikan tantangan-tantangan yang ada dalam aplikasi.

5. Evaluation

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas dan kelayakan aplikasi AR dalam meningkatkan pembelajaran sains di daerah pesisir. Evaluasi dibagi menjadi dua bentuk [15]:

- a. *Formative Evaluation*: Evaluasi dilakukan selama proses pengembangan melalui uji coba prototipe dan pengumpulan umpan balik dari siswa dan guru. Masukan ini digunakan untuk memperbaiki aplikasi sebelum diimplementasikan secara penuh.
- b. *Summative Evaluation*: Setelah implementasi, evaluasi akhir dilakukan untuk mengukur keberhasilan aplikasi berdasarkan peningkatan pemahaman siswa (melalui hasil *pre-test* dan *post-test*), serta umpan balik dari siswa dan guru tentang penggunaan aplikasi. Aspek yang

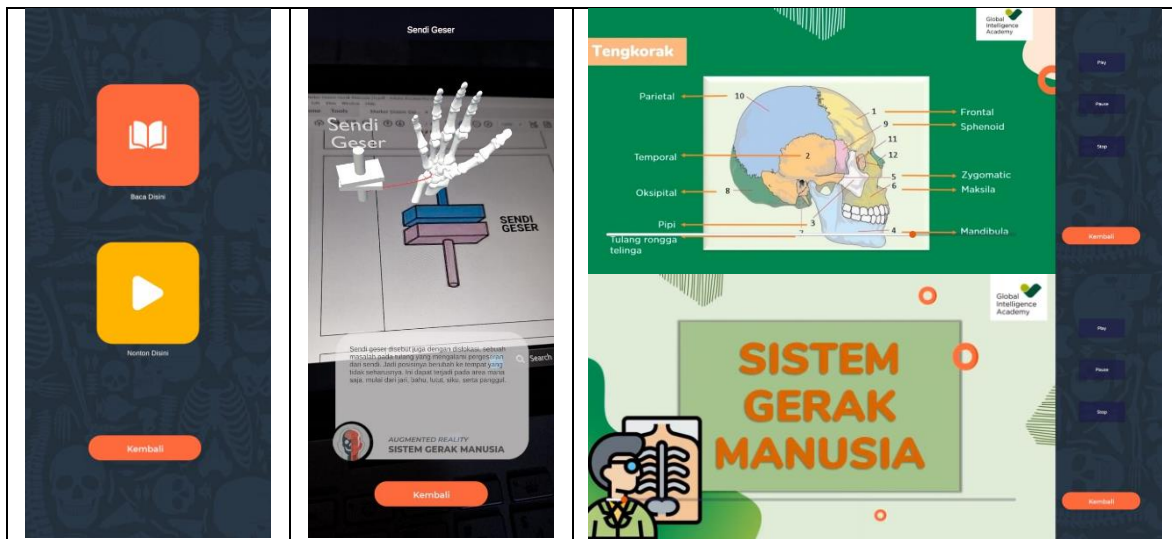
dinilai meliputi kemudahan penggunaan, tingkat keterlibatan, dan dampak aplikasi terhadap motivasi siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penggunaan Aplikasi AR dengan Gamifikasi

Aplikasi AR dengan elemen gamifikasi yang dikembangkan untuk pembelajaran sains di daerah pesisir memiliki beberapa fitur utama seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2, yaitu:

- Visualisasi 3D dari sistem gerak manusia, memungkinkan siswa untuk melihat struktur sendi, tengkorak, dan bagian tubuh lainnya secara interaktif.
- Fitur gamifikasi berupa level, poin, dan tantangan, untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa selama proses belajar.



Gambar 2. Antarmuka Aplikasi AR dengan Gamifikasi

2. Pengaruh Aplikasi terhadap Pemahaman Siswa

Data *pre-test* dan *post-test* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep sains pada siswa setelah menggunakan aplikasi. Berikut adalah tabel hasil *pre-test* dan *post-test* siswa:

Tabel 1 Perbandingan Hasil *Pre-Test* dan *Post-Test*

Kategori Pemahaman Materi	Rata-raya skor <i>pre-test</i>	Rata-rata skor <i>post-test</i>	Peningkatan (%)
Konsep sistem gerak	65	85	30
Anatomi tengkorak	60	82	37
Fungsi sendi	62	84	35

Tabel 1 menunjukkan perbandingan rata-rata skor *pre-test* dan *post-test* siswa dalam memahami konsep-konsep sains, yaitu sistem gerak, anatomi tengkorak, dan fungsi sendi. Pada kategori pemahaman konsep sistem gerak, terjadi peningkatan skor yang signifikan dari 65 pada *pre-test* menjadi 85 pada *post-test*, yang setara dengan peningkatan sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi berbasis *Augmented reality* (AR) secara efektif mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep sistem gerak yang sebelumnya dianggap sulit.

Peningkatan yang lebih tinggi terlihat pada kategori anatomi tengkorak, di mana skor rata-rata meningkat dari 60 menjadi 82, dengan peningkatan sebesar 37%. Pada kategori pemahaman fungsi sendi, skor rata-rata meningkat dari 62 menjadi 84, dengan peningkatan sebesar 35%. Data ini mengindikasikan bahwa visualisasi 3D dari AR tidak hanya membantu siswa dalam memahami

struktur abstrak, tetapi juga membuat proses pembelajaran lebih menarik dan mendalam, yang pada gilirannya berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik.

3. Tingkat Keterlibatan dan Motivasi Siswa

Berikut adalah data yang dapat menggambarkan peningkatan keterlibatan dan motivasi siswa selama proses pembelajaran menggunakan aplikasi berbasis AR dan gamifikasi dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional.

Tabel 2 Data Keterlibatan dan Motivasi Siswa

Aspek	Metode konvensional	Metode AR + Gamifikasi	Peningkatan (%)
Keterlibatan siswa	50%	90%	40%
Motivasi siswa	55%	88%	33%
Rata-rata kehadiran	70%	95%	25%
Ketuntasan materi	60%	85%	25%
Kepuasan siswa terhadap pembelajaran	58%	90%	32%

Data ini menunjukkan peningkatan di beberapa aspek penting:

- Keterlibatan Siswa: Meningkatkan dari 50% menjadi 90%, dengan peningkatan sebesar 40%.
- Motivasi Siswa: Meningkatkan dari 55% menjadi 88%, dengan peningkatan sebesar 33%.
- Rata-rata Kehadiran: Meningkatkan dari 70% menjadi 95%, menunjukkan bahwa siswa lebih antusias untuk hadir di kelas.
- Ketuntasan Materi: Meningkatkan dari 60% menjadi 85%, yang menunjukkan pemahaman materi yang lebih baik.
- Kepuasan Siswa Terhadap Pembelajaran: Meningkatkan dari 58% menjadi 90%, mencerminkan kepuasan yang lebih tinggi dengan metode pembelajaran berbasis AR dan gamifikasi.

Berdasarkan hasil observasi dan angket, terlihat adanya peningkatan yang signifikan dalam keterlibatan dan motivasi siswa selama proses pembelajaran menggunakan aplikasi berbasis AR dan gamifikasi. Angka keterlibatan siswa meningkat sebesar 40% dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional, yang menunjukkan bahwa teknologi ini berhasil menarik perhatian siswa dan mendorong partisipasi aktif mereka dalam kegiatan belajar. Siswa juga mengakui bahwa fitur-fitur gamifikasi seperti tantangan dan penghargaan memberikan dorongan tambahan untuk mempelajari konsep-konsep sains dengan lebih serius. Hal ini mengindikasikan bahwa elemen kompetisi dan pencapaian dalam aplikasi memainkan peran penting dalam memotivasi siswa untuk lebih fokus dan antusias dalam memahami materi pelajaran yang sebelumnya dianggap sulit atau membosankan.

4. Kendala Teknis dan Solusi

Beberapa kendala teknis yang dihadapi dalam implementasi aplikasi berbasis AR di daerah pesisir meliputi keterbatasan akses internet dan rendahnya spesifikasi perangkat keras di sejumlah sekolah. Keterbatasan akses internet menghambat kelancaran penggunaan aplikasi secara real-time, terutama di wilayah yang belum memiliki koneksi internet yang memadai. Selain itu, perangkat keras yang tersedia di sekolah-sekolah pesisir sering kali memiliki spesifikasi rendah, sehingga tidak mampu mendukung aplikasi AR dengan optimal. Untuk mengatasi kendala ini, diterapkan solusi berupa penambahan opsi mode offline pada aplikasi, yang memungkinkan siswa untuk tetap menggunakan aplikasi tanpa harus terhubung ke internet. Selain itu, aplikasi dioptimalkan agar dapat

berjalan di perangkat dengan spesifikasi minimal, sehingga dapat diakses secara lebih luas oleh siswa di daerah dengan keterbatasan teknologi.

5. Analisis dan Pembahasan

Penggunaan teknologi *Augmented reality* (AR) telah membuka peluang bagi siswa di daerah pesisir yang memiliki keterbatasan akses terhadap media pembelajaran berkualitas untuk memahami konsep-konsep abstrak secara visual, seperti struktur tulang dan sendi. Teknologi ini memungkinkan siswa untuk melihat dan memanipulasi model 3D yang mendalam, yang terbukti meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep sains yang kompleks. Hal ini didukung oleh peningkatan skor rata-rata pemahaman sains pada siswa, menunjukkan bahwa aplikasi berbasis AR dapat menjadi alat yang efektif dalam menjembatani keterbatasan sumber daya pendidikan di daerah terpencil.

Selain visualisasi 3D, elemen gamifikasi yang diterapkan, seperti poin, level, dan tantangan, berhasil menciptakan lingkungan belajar yang lebih kompetitif dan menarik bagi siswa. Elemen-elemen ini memberikan motivasi tambahan kepada siswa untuk menyelesaikan setiap tantangan dan meraih penghargaan, yang secara signifikan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Penerapan fitur gamifikasi terbukti efektif dalam menciptakan suasana belajar yang interaktif dan menyenangkan, membantu siswa terlibat lebih aktif dalam materi yang mereka pelajari.

Namun, implementasi teknologi AR di daerah pesisir juga menghadapi tantangan, terutama terkait dengan keterbatasan infrastruktur teknologi, seperti akses internet dan spesifikasi perangkat keras yang rendah. Kendala ini sebagian besar dapat diatasi dengan menambahkan mode offline dan melakukan optimasi aplikasi agar tetap dapat beroperasi di perangkat dengan spesifikasi rendah. Adaptasi ini menunjukkan bahwa pengembangan aplikasi pendidikan berbasis teknologi di daerah terpencil memerlukan pendekatan khusus baik dalam desain maupun fitur, untuk memastikan keberhasilan implementasi yang lebih luas.

Secara keseluruhan, penerapan aplikasi AR dengan elemen gamifikasi ini berpotensi menjadi model pembelajaran yang dapat diterapkan di wilayah lain dengan kondisi serupa. Visualisasi interaktif dan penyajian materi yang menarik dapat membantu mengurangi kesenjangan pendidikan antara daerah perkotaan dan daerah pesisir. Pengalaman positif dari penelitian ini juga membuka peluang bagi pengembangan lebih lanjut dari teknologi AR di sektor pendidikan, khususnya bagi wilayah-wilayah yang kurang terlayani, sehingga membantu meningkatkan kualitas pendidikan secara lebih merata.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented reality* (AR) dengan elemen gamifikasi memiliki dampak positif terhadap pemahaman sains dan motivasi belajar siswa di daerah pesisir. Penerapan AR memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi dengan model 3D, membantu mereka memahami konsep-konsep abstrak yang sebelumnya sulit dipahami melalui metode pembelajaran tradisional. Data pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan pemahaman siswa secara signifikan, terutama dalam topik sistem gerak manusia dan anatomi tengkorak. Selain itu, elemen gamifikasi seperti level, poin, dan tantangan berhasil meningkatkan motivasi siswa untuk belajar. Dengan adanya fitur ini, siswa lebih terlibat dan termotivasi dalam proses pembelajaran, menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan. Meskipun terdapat beberapa kendala teknis, seperti keterbatasan infrastruktur internet dan spesifikasi perangkat keras, penyesuaian aplikasi dengan fitur mode offline dan optimisasi performa memungkinkan aplikasi ini diakses di wilayah dengan keterbatasan teknologi. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan AR dan gamifikasi dalam pendidikan dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi tantangan pembelajaran di daerah pesisir. Aplikasi ini juga dapat menjadi model yang dapat diterapkan di wilayah lain dengan kondisi serupa, membantu mengurangi kesenjangan pendidikan di Indonesia.

Untuk keberlanjutan dan pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk terus menyempurnakan aplikasi dengan menambahkan fitur-fitur baru yang sesuai dengan kebutuhan siswa, seperti simulasi eksperimen sains atau kuis interaktif untuk menguji pemahaman konsep. Pengembang juga disarankan untuk mengoptimalkan aplikasi agar dapat beroperasi di lebih banyak jenis perangkat dengan spesifikasi rendah yang biasa digunakan di daerah pesisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan, dukungan, dan kesempatan yang telah diberikan sehingga kajian tentang INOVASI PEMBELAJARAN DI DAERAH PESISIR MELALUI *AUGMENTED REALITY* DAN GAMIFIKASI dapat terselesaikan. Penulis ingin menyampaikan apresiasi yang tulus kepada dosen pendamping yang telah menjadi fasilitator dalam proses penelitian ini. Bimbingan, arahan, dan dorongan dari beliau telah membantu dalam menyusun artikel ilmiah ini dengan baik dan tepat. Keberhasilan dalam menyusun artikel ilmiah ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dalam Program Kreatifitas Mahasiswa (PKM) 2024, Universitas Sembilanbelas November Kolaka sebagai penyokong dan media administrasi, dosen pendamping, teman-teman peneliti, guru-guru sebagai subjek penelitian dan seluruh stakeholder yang berperan. Harapannya hasil kajian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan di Indonesia. Sekali lagi, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan dan dukungan yang diberikan. Semoga kerjasama yang baik ini dapat terus berlanjut di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. N. Hidayat, T. A. Sutikno, P. Patmanthara, C. D. I. Kartikasari, and A. F. Firdaus, "Peningkatan keterampilan pembuatan media pembelajaran berbasis augmented reality untuk guru SMK," *J. Graha Pengabd.*, vol. 1, no. 2, pp. 93–103, 2019.
- [2] A. Salong, "Inovasi Sosial dalam Peningkatan Akses Pendidikan Anak-anak di Daerah Terpencil (Kabupaten Seram Bagian Timur)," *J. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 190–195, 2024.
- [3] M. Billinghurst, A. Clark, and G. Lee, "A survey of augmented reality," *Found. Trends® Human-Computer Interact.*, vol. 8, no. 2–3, pp. 73–272, 2015.
- [4] R. Rahmatullah, D. Ramadhanti, R. N. Suwarno, and H. Kuswanto, "Literature review: Technology development and utilization of augmented reality (AR) in science learning," *Indones. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 4, pp. 135–144, 2021.
- [5] J. Hamari, J. Koivisto, and H. Sarsa, "Does gamification work?--a literature review of empirical studies on gamification," in *2014 47th Hawaii international conference on system sciences*, 2014, pp. 3025–3034.
- [6] H. M. Zulfabli, H. N. Ismalina, T. Amarul, and S. Ahmad, "Product development of mechanical practice: Augmented reality (AR) approach," in *AIP Conference Proceedings*, 2019, vol. 2129, no. 1.
- [7] H. Suhaizal, K. A. Abdul Rahman, N. Khamis, U. H. Shukor, N. H. Che Lah, and N. N. Zulkifli, "The Design and Development of Augmented Reality (AR) Application for Internet Evolution Learning Topics.," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 17, no. 5, 2023.
- [8] N. M. Nasir and N. A. M. Ali, "The Development of an augmented reality technology application using addie model on packaging," *Int. J. Accounting, Financ. Bus.*, vol. 7, no. 41, 2022.
- [9] M. Molenda, "In search of the elusive ADDIE model.," *Perform. Improv.*, vol. 54, no. 2, 2015.
- [10] R. M. Branch and R. M. Branch, "Develop.," *Instr. Des. ADDIE Approach*, pp. 82–131, 2009.
- [11] S. Soraya, "Implementation of augmented reality (AR) using Assembler in high school applied physics education with the ADDIE model approach," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, vol. 2377, no. 1, p. 12072.
- [12] Amphigean.com, "ADDIE Model: What is it and why is it useful?," 2020. <https://amphigean.com/2020/07/29/addie-model-what-is-it-and-why-is-it-useful/>
- [13] R. M. Gagne, W. W. Wager, K. C. Golas, J. M. Keller, and J. D. Russell, "Principles of

- instructional design.” Wiley Online Library, 2005.
- [14] W. Dick, L. Carey, and J. O. Carey, “The systematic design of instruction,” 2005.
- [15] T. C. Reeves and J. G. Hedberg, *Interactive learning systems evaluation*. Educational Technology, 2003.