

INTEGRASI MEDIA STEM–AR DALAM PEMBELAJARAN MATERI LAPISAN BUMI PADA SISWA SEKOLAH DASAR

Iqbal Yulianto¹, Lulu' Arifatun², Eka Titi Anadaryani³, Sri Sumartiningsih⁴, Philip X. Fuchs⁵

^{1,2,3,4,5}Pascasarjana Pendidikan Dasar, Universitas Negeri Semarang

¹iqbalyulianto02@students.unnes.ac.id,

²lularifatun1989@students.unnes.ac.id, ³ekatitiandaryani@mail.unnes.ac.id,

⁴sri.sumartiningsih@mail.unnes.ac.id, ⁵philip.fuchs@ntnu.edu.tw

ABSTRACT

This study aimed to develop and evaluate the feasibility, practicality, and effectiveness of a Science, Technology, Engineering, and Mathematics–Augmented Reality (STEM–AR)–based learning media on the topic of Earth's layers for fifth-grade elementary school students. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, which consists of the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The participants were fifth-grade students of SDN Miroto Semarang Tengah. Data were collected through expert validation, student response questionnaires, and pretest–posttest assessments, and were analyzed using descriptive quantitative and qualitative methods. The results of expert validation indicated that the developed STEM–AR learning media met the criteria of high feasibility in terms of content accuracy, visual design, and interactivity. The limited trial results showed positive student responses, indicating a high level of practicality and ease of use. Furthermore, the effectiveness analysis revealed an improvement in students' learning outcomes, as evidenced by an increase in the average score from 62.00 in the pretest to 84.00 in the posttest. These findings suggest that the integration of augmented reality with a STEM approach facilitates students' understanding of abstract Earth science concepts through interactive three-dimensional visualization and integrated learning activities. Therefore, the STEM–AR learning media is considered feasible, practical, and effective, and has the potential to serve as an innovative instructional tool to enhance scientific literacy and student engagement in elementary science learning.

Keywords: *augmented reality, STEM, learning media, Earth's layers, scientific literacy*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas media pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics–Augmented Reality* (STEM–AR) pada materi lapisan bumi dalam pembelajaran IPAS kelas V sekolah dasar. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap *analysis, design, development, implementation*, dan *evaluation*. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas V SDN Miroto Semarang Tengah. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui validasi ahli, angket respons siswa, serta tes pretest dan posttest. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil validasi menunjukkan bahwa media STEM–AR berada pada

kategori sangat layak ditinjau dari aspek materi, tampilan, dan keterlaksanaan pembelajaran. Hasil uji coba terbatas memperlihatkan respons positif siswa dengan kategori sangat baik, yang menunjukkan tingkat kepraktisan media yang tinggi. Uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa, ditandai dengan kenaikan skor rata-rata dari pretest sebesar 62,00 menjadi 84,00 pada posttest. Temuan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran STEM–AR efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep lapisan bumi yang bersifat abstrak melalui visualisasi tiga dimensi dan aktivitas pembelajaran terpadu. Dengan demikian, media STEM–AR dinyatakan layak, praktis, dan efektif serta berpotensi menjadi inovasi pembelajaran untuk meningkatkan literasi sains dan keterlibatan belajar siswa sekolah dasar.

Kata kunci: augmented reality, STEM, media pembelajaran, lapisan bumi, literasi sains

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam praktik pembelajaran di sekolah dasar, sehingga pembelajaran tidak lagi berorientasi pada metode konvensional, melainkan mengarah pada proses pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Perubahan ini sejalan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pentingnya pengembangan literasi sains, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, serta keterampilan pemecahan masalah melalui pemanfaatan teknologi digital secara efektif dalam proses pembelajaran (OECD, 2023). Integrasi teknologi dalam pembelajaran di sekolah dasar dinilai penting karena dapat membantu menjembatani kesenjangan antara

konsep-konsep yang bersifat abstrak dengan pengalaman belajar yang lebih konkret bagi peserta didik, sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi pembelajaran secara lebih bermakna (Bond et al., 2022).

Salah satu teknologi yang berkembang pesat dalam bidang pendidikan adalah Augmented Reality (AR), yaitu teknologi yang mengintegrasikan objek virtual dengan lingkungan nyata secara waktu nyata (real time), sehingga memungkinkan peserta didik berinteraksi secara langsung dengan objek pembelajaran digital yang ditampilkan dalam konteks dunia nyata (Garzón et al., 2022). Teknologi Augmented Reality (AR) terbukti mampu membantu peserta didik dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak, meningkatkan

perhatian selama proses pembelajaran, serta memperkuat pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan multisensorik (Makransky & Petersen, 2022).

Berbagai penelitian empiris menunjukkan bahwa penerapan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar dapat meningkatkan motivasi belajar, mendorong keterlibatan aktif peserta didik, serta memberikan peningkatan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional (Pellas et al., 2023). Selain itu, media Augmented Reality (AR) dinilai efektif dalam mendukung pembelajaran berbasis konstruktivisme karena memungkinkan peserta didik membangun pengetahuan melalui proses eksplorasi serta interaksi langsung dengan representasi visual tiga dimensi yang ditampilkan secara digital (Cheng et al., 2024).

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dipandang sebagai salah satu pendekatan pembelajaran yang relevan untuk diterapkan pada jenjang sekolah

dasar. Pendekatan ini mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam suatu konteks pemecahan masalah nyata, sehingga dapat mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan sistematis dalam proses pembelajaran (Bybee, 2023). Implementasi pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam pembelajaran IPA terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan literasi sains, pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, serta pembentukan sikap ilmiah pada peserta didik sekolah dasar (Siew et al., 2024).

Dalam konteks kurikulum IPAS di sekolah dasar, materi tentang lapisan bumi termasuk materi yang memiliki tingkat abstraksi tinggi karena menuntut kemampuan peserta didik untuk memvisualisasikan struktur internal bumi yang tidak dapat diamati secara langsung. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa keterbatasan penggunaan media visual serta dominasi metode ceramah dalam pembelajaran materi kebumihan dapat berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan tingkat literasi sains peserta didik

(Astuti et al., 2024). Kondisi ini juga ditemukan berdasarkan hasil observasi awal di kelas V SDN Miroto Semarang Tengah, di mana pembelajaran masih didominasi penggunaan buku teks dan penjelasan verbal guru, sehingga keterlibatan belajar siswa relatif rendah.

Integrasi media pembelajaran berbasis STEM dengan teknologi Augmented Reality (AR) dipandang sebagai salah satu solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Media STEM-AR memungkinkan penyajian materi lapisan bumi melalui visualisasi tiga dimensi yang interaktif serta menghubungkan konsep sains dengan unsur teknologi, rekayasa, dan matematika secara terpadu dalam proses pembelajaran (Martín-Gutiérrez et al., 2023).

Penelitian terkini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM dengan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman konsep, minat belajar, serta literasi sains peserta didik sekolah dasar secara signifikan (Rahmawati et al., 2025).

Meskipun demikian, kajian empiris yang secara khusus

mengintegrasikan media STEM-AR pada materi lapisan bumi dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar masih tergolong terbatas, khususnya pada jenjang kelas V serta pada konteks sekolah dasar negeri di Indonesia (Astuti et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji pengembangan dan implementasi media STEM-AR pada materi lapisan bumi serta kontribusinya terhadap peningkatan literasi sains peserta didik kelas V di SDN Miroto Semarang Tengah.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan serta menguji kelayakan dan efektivitas media pembelajaran berbasis STEM-Augmented Reality (STEM-AR) pada materi lapisan bumi untuk siswa sekolah dasar. Pendekatan Research and Development (R&D) dipilih karena memungkinkan proses pengembangan produk pembelajaran dilakukan secara sistematis serta berorientasi pada upaya pemecahan permasalahan yang terjadi dalam praktik pembelajaran di kelas (Plomp,

2021). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE, yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*, sebagai kerangka sistematis dalam merancang serta mengembangkan produk pembelajaran (Branch, 2021).

Alur tahapan pengembangan media STEM-AR berdasarkan model ADDIE disajikan pada Gambar 1, yang menggambarkan proses pengembangan media secara berurutan dan berkelanjutan dari tahap analisis hingga evaluasi.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Media STEM-AR Model ADDIE

Tahap *analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran melalui kegiatan observasi kelas, wawancara dengan guru, serta analisis dokumen kurikulum IPAS. Selanjutnya, tahap *design* difokuskan pada proses

perancangan media STEM-AR, yang meliputi penyusunan materi pembelajaran, pembuatan *storyboard*, desain antarmuka, serta integrasi unsur STEM dalam media yang dikembangkan (Bybee, 2023). Tahap *development* meliputi proses pengembangan media Augmented Reality (AR) serta kegiatan validasi oleh ahli materi, ahli media, dan praktisi pendidikan guna memastikan kesesuaian isi, kualitas tampilan, serta keterlaksanaan media dalam proses pembelajaran (Plomp, 2021).

Tahap *implementation* dilaksanakan melalui uji coba terbatas pada siswa kelas V untuk mengetahui tingkat kepraktisan media serta respons peserta didik terhadap penggunaan media yang dikembangkan. Selanjutnya, tahap *evaluation* dilakukan dengan menganalisis hasil validasi ahli, respons peserta didik, serta perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* guna mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan pemahaman konsep pembelajaran (Branch, 2021).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian ini diperoleh melalui proses validasi oleh para ahli, pelaksanaan uji coba terbatas, serta analisis hasil belajar peserta didik terhadap penggunaan media pembelajaran berbasis STEM–Augmented Reality (STEM–AR) pada materi lapisan bumi. Proses evaluasi tersebut merupakan bagian penting dalam penelitian pengembangan yang bertujuan untuk memastikan kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas produk pembelajaran sebelum digunakan secara lebih luas dalam praktik pembelajaran (Plomp, 2021). Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran digital berbasis Augmented Reality (AR) yang menampilkan visualisasi tiga dimensi lapisan bumi. Media tersebut dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep yang bersifat abstrak melalui representasi visual yang interaktif serta memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan langsung (Garzón et al., 2022).

Media ini juga dilengkapi dengan aktivitas pembelajaran yang mengintegrasikan unsur sains, teknologi, rekayasa, dan matematika,

sehingga mendukung pelaksanaan pembelajaran terpadu yang sesuai dengan karakteristik pendekatan STEM pada jenjang sekolah dasar (Bybee, 2023). Tampilan utama media STEM–AR yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2, yang memperlihatkan visualisasi interaktif lapisan bumi ketika dipindai menggunakan perangkat digital.



Gambar 2. Tampilan Media Pembelajaran STEM–AR Materi Lapisan Bumi

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa media pembelajaran STEM–AR yang dikembangkan berada pada kategori layak hingga sangat layak. Penilaian dari ahli materi menunjukkan bahwa kesesuaian isi dengan kurikulum IPAS, ketepatan konsep lapisan bumi, serta kejelasan penyajian materi telah memenuhi standar pembelajaran di sekolah

dasar, sehingga mencerminkan terpenuhinya prinsip validitas konten dalam pengembangan media pembelajaran (Plomp, 2021). Sementara itu, penilaian dari ahli media menunjukkan respons positif terhadap aspek tampilan visual, kemudahan navigasi, serta tingkat interaktivitas media. Ketiga aspek tersebut merupakan komponen penting dalam meningkatkan kualitas pengalaman belajar yang memanfaatkan teknologi digital dalam proses pembelajaran (Garzón et al., 2022). Rekapitulasi hasil validasi ahli disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Validasi Media STEM-AR

Validator	Persentase (%)	Kategori
Ahli Materi	88,00	Sangat Layak
Ahli Media	85,00	Sangat Layak
Praktisi/Guru	82,00	Sangat Layak
Rata-rata	85,00	Sangat Layak

Hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respons positif terhadap penggunaan media STEM-AR. Peserta didik menyatakan bahwa media tersebut mudah digunakan, menarik, serta membantu mereka memahami materi lapisan bumi dengan lebih jelas. Interaksi peserta

didik dengan visualisasi Augmented Reality (AR) juga mendorong keterlibatan aktif selama proses pembelajaran, yang sejalan dengan temuan penelitian bahwa teknologi AR dapat meningkatkan perhatian, motivasi, dan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran IPA (Pellas et al., 2023). Hasil analisis angket respons peserta didik yang berada pada kategori sangat baik menunjukkan bahwa media pembelajaran STEM-AR memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi serta layak digunakan dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar (Siregar et al., 2024).

Efektivitas media pembelajaran STEM-AR juga ditinjau dari hasil belajar peserta didik. Berdasarkan analisis tes hasil belajar, terdapat peningkatan skor rata-rata peserta didik setelah menggunakan media STEM-AR. Temuan ini menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi serta aktivitas pembelajaran berbasis STEM dapat membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual secara lebih mendalam dibandingkan dengan pembelajaran konvensional (Kenedi et al., 2024). Perbandingan nilai pretest dan posttest siswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pretest dan Posttest Siswa

Aspek Penilaian	Rata-rata Skor
Pretest	62,00
Posttest	84,00
Selisih	22,00

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa skor posttest lebih tinggi dibandingkan skor pretest, yang mengindikasikan adanya peningkatan pemahaman konsep siswa setelah menggunakan media pembelajaran STEM-AR. Peningkatan ini menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi dan aktivitas berbasis STEM mampu membantu siswa membangun pemahaman konsep lapisan bumi secara lebih konkret dan bermakna.

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pembelajaran akan lebih efektif apabila peserta didik terlibat secara aktif dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar secara langsung. Media berbasis Augmented Reality (AR) memungkinkan peserta didik mengamati objek yang bersifat abstrak secara visual dan interaktif, sementara pendekatan STEM mendorong peserta didik untuk mengaitkan konsep sains dengan pemanfaatan teknologi serta pemecahan masalah sederhana dalam konteks kehidupan nyata

(Krajcik et al., 2023). Dengan demikian, integrasi media STEM-AR dalam pembelajaran IPAS tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar, tetapi juga mampu meningkatkan minat belajar, keterlibatan aktif, serta literasi sains peserta didik (Mutakinati et al., 2023). Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tersebut, media pembelajaran STEM-AR pada materi lapisan bumi dinyatakan layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Media ini berpotensi menjadi salah satu inovasi pembelajaran yang dapat mendukung pemahaman konsep sains secara lebih mendalam dan kontekstual serta selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang memanfaatkan teknologi dan penguatan literasi sains (English, 2023).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis STEM-Augmented Reality (STEM-AR) pada materi lapisan bumi yang dikembangkan melalui pendekatan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE dinyatakan

layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan ditinjau dari aspek kesesuaian materi dengan kurikulum, ketepatan konsep, serta kualitas tampilan dan tingkat interaktivitas media. Sementara itu, hasil uji coba terbatas menunjukkan adanya respons positif dari peserta didik serta tingkat kepraktisan media yang tinggi dalam proses pembelajaran (Plomp, 2021). Peningkatan hasil belajar peserta didik setelah penggunaan media STEM-AR menunjukkan bahwa visualisasi tiga dimensi berbasis Augmented Reality (AR) yang dipadukan dengan pendekatan STEM mampu membantu peserta didik memahami konsep lapisan bumi yang bersifat abstrak secara lebih konkret dan bermakna (Kenedi et al., 2024). Dengan demikian, integrasi pendekatan STEM dengan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran IPAS tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep dan literasi sains peserta didik, tetapi juga mampu mendorong keterlibatan aktif serta minat belajar peserta didik

sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 (English, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, R., Prasetyo, Z. K., & Widodo, A. (2024). Improving elementary students' scientific literacy through earth science learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(1), 45–55.
- Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V. I., & Händel, M. (2022). Emergency remote teaching in higher education: Mapping the first global online semester. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 50.
- Branch, R. M. (2021). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Bybee, R. W. (2023). *STEM education: Preparing for the future*. National Science Teaching Association Press.
- Cheng, K. H., Tsai, C. C., & Chen, H. R. (2024). Augmented reality in science education: A review of research trends and learning outcomes. *Computers & Education*, 194, 104693.
- English, L. D. (2023). STEM education in the primary school: A review of research and practice. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 45.
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2022). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 26(2), 473–496.
- Kenedi, A. K., Helsa, Y., Ariani, Y., Zainil, M., & Hendri, S. (2024). STEM-based learning to improve elementary students' conceptual understanding in science learning. *Journal of*

- Science Learning*, 7(1), 120–129.
- Krajcik, J., McNeill, K. L., & Reiser, B. J. (2023). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 107(2), 345–367.
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2022). Immersive virtual and augmented reality for learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1245–1280.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2023). Virtual technologies trends in education. *Education Sciences*, 13(2), 145.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2023). Analysis of students' critical thinking skills in STEM learning. *Journal of Science Education Research*, 12(2), 101–112.
- OECD. (2023). *Education at a glance 2023: OECD indicators*. OECD Publishing.
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Christopoulos, A. (2023). A systematic literature review of augmented reality in education. *Education and Information Technologies*, 28(1), 1–37.
- Plomp, T. (2021). Educational design research: An introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 9–35). Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Rahmawati, D., Siregar, E., & Nugroho, A. (2025). STEM-integrated augmented reality to enhance scientific literacy in elementary science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 34(1), 78–90.
- Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2024). The perceptions of primary school teachers on STEM education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(2), em2387.
- Siregar, R., Yuliono, T., & Hidayat, A. (2024). Development of augmented reality learning media in elementary science learning. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 9(1), 15–24.