

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Pesatnya kemajuan teknologi di era digital menuntut peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM) sejak dini, khususnya dalam penguasaan sains dan teknologi (Utami & Atmojo, 2021; Jamaah et al., 2024). Pembelajaran sains di sekolah dasar (SD), menjadi fondasi penting dalam membangun literasi sains dan kemampuan berpikir kritis generasi muda (Irsan, 2021). Sayangnya, hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 menunjukkan bahwa skor rata-rata kemampuan sains siswa Indonesia hanya mencapai 383, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 485 dan mengalami penurunan dari tahun 2018 (OECD, 2023). Hanya sekitar 34% siswa Indonesia yang mencapai tingkat kemahiran minimum dalam sains, menandakan lemahnya pemahaman konsep ilmiah yang mendasar. Situasi ini mengkhawatirkan, mengingat *World Economic Forum* (2023) melaporkan bahwa sekitar 70% pekerjaan masa depan menuntut penguasaan keterampilan berbasis STEM dan digital.

Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, pemerintah Indonesia telah mengintegrasikan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) ke dalam kurikulum pendidikan, termasuk pada jenjang sekolah dasar, melalui pembelajaran berbasis proyek dan penggabungan lintas disiplin ilmu (Syahrir dkk., 2022). Pendekatan STEM dinilai efektif dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan kemampuan memecahkan masalah, yang merupakan kompetensi utama abad ke-21 (Nurani & Hermawan, 2023). Selain itu, STEM juga dinilai relevan untuk memperkenalkan konsep-konsep sains secara bermakna sejak dini (Anggraeni & Wahyuni, 2022).

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) memandang ilmu pengetahuan sebagai suatu kesatuan yang utuh dan saling terhubung. Sains, teknologi, rekayasa, dan matematika tidak dipelajari secara terpisah, melainkan dipadukan untuk memahami fenomena nyata dalam kehidupan

sehari-hari. Pada jenjang sekolah dasar, hal ini terlihat dalam upaya mengenalkan berbagai fenomena alam, teknologi sederhana, serta permasalahan kontekstual yang dapat dijelaskan dan dipecahkan melalui penerapan konsep ilmiah. Dengan cara ini, STEM menekankan hakikat pembelajaran yang holistik, integratif, dan relevan dengan realitas kehidupan siswa (Bybee, 2013; Anggraeni & Wahyuni, 2022).

Pengetahuan dalam pendekatan STEM tidak diperoleh melalui hafalan semata, melainkan melalui proses inkuiri, eksperimen, desain, dan pemecahan masalah yang berbasis pada pengalaman nyata. Siswa didorong untuk aktif mengeksplorasi, berdiskusi, berkolaborasi, serta membangun pemahaman melalui keterlibatan langsung dalam proyek pembelajaran. Proses ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman belajar bermakna (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978). Dengan demikian, pembelajaran STEM berlandaskan pada konstruksi pengetahuan yang mendorong siswa menemukan, memahami, dan mengaplikasikan konsep melalui aktivitas yang reflektif dan kontekstual.

Lebih jauh, STEM memiliki nilai dan manfaat penting dalam membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21. Melalui pembelajaran ini, siswa dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, sekaligus memiliki literasi digital yang memadai. Selain itu, STEM juga menumbuhkan rasa ingin tahu, keterampilan eksplorasi, dan sikap ilmiah sejak dini (Nurani & Hermawan, 2023; Jamaah et al., 2024). Dengan demikian penerapan STEM berfungsi sebagai sarana transformasi pendidikan, tidak hanya mengembangkan aspek kognitif, tetapi juga membentuk karakter, kreativitas, dan kompetensi yang relevan dengan kebutuhan zaman dan tantangan global.

Keberhasilan pembelajaran STEM sangat bergantung pada penggunaan media yang tepat. Media pembelajaran tidak hanya menyampaikan konsep secara verbal, tetapi juga memfasilitasi siswa melakukan eksplorasi, percobaan, dan penerapan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Hakikat media STEM terletak pada kemampuannya menyatukan sains, teknologi, teknik, dan matematika secara holistik dan kontekstual, sehingga siswa dapat memahami konsep abstrak melalui

pengalaman nyata. Media ini dibangun melalui interaksi aktif siswa dengan materi, eksperimen, observasi, pemecahan masalah, dan proyek pembelajaran, yang memungkinkan mereka mengonstruksi pemahaman secara mandiri dan reflektif. Dengan demikian, media yang ideal untuk pembelajaran STEM bersifat interaktif, multimodal, berbasis masalah dan kontekstual, mendukung eksplorasi dan kreativitas, adaptif, kolaboratif, serta menyediakan umpan balik dan evaluasi.

Selain itu juga, keberhasilan penerapan media STEM sangat bergantung pada kemampuan media tersebut dalam menghadirkan pengalaman belajar yang konkret dan relevan dengan konsep yang dipelajari. Hal ini menjadi semakin penting ketika materi yang diajarkan bersifat abstrak dan kompleks, sehingga siswa memerlukan representasi visual, model, dan aktivitas eksploratif untuk membangun pemahaman. Salah satu materi yang menuntut media pembelajaran yang efektif adalah struktur bumi, di mana siswa perlu memahami lapisan-lapisan bumi, sifatnya, dan keterkaitannya dengan fenomena alam, yang tidak dapat diamati secara langsung.

Materi struktur bumi di sekolah dasar mencakup pemahaman tentang lapisan-lapisan bumi, mulai dari kerak, mantel, inti luar, hingga inti dalam, serta keterkaitannya dengan fenomena alam seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, dan pembentukan gunung. Materi ini terkait dengan capaian pembelajaran Fase C pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) kelas V, khususnya dalam memahami perubahan kondisi permukaan bumi akibat faktor alam maupun manusia, mengidentifikasi pola hidup yang memengaruhi lingkungan, serta memprediksi dampaknya terhadap kondisi sosial dan ekonomi. Karena sebagian besar komponennya bersifat abstrak dan tidak dapat diamati langsung, siswa sering mengalami miskonsepsi terkait susunan dan sifat lapisan bumi, sehingga diperlukan strategi pembelajaran berbasis model dan inkuiri untuk memperbaiki pemahaman.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, media pembelajaran STEM menjadi sarana penting yang memfasilitasi pemahaman konsep abstrak secara konkret. Melalui integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika, siswa dapat mengamati model, melakukan eksperimen sederhana, menganalisis data, dan merancang proyek mini yang merepresentasikan lapisan-lapisan bumi. Media ini tidak hanya menyampaikan konsep, tetapi juga mendorong eksplorasi, kolaborasi, dan

pemecahan masalah secara aktif, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih relevan, kontekstual, dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis serta kreativitas siswa. Dengan karakteristik tersebut, media STEM dapat mengatasi miskonsepsi, meningkatkan motivasi belajar, dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, serta komunikatif siswa, sehingga capaian pembelajaran IPAS Fase C dapat optimal.

Meskipun pendekatan STEM dianjurkan dalam Kurikulum Merdeka untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21, implementasinya di sekolah dasar masih menghadapi berbagai tantangan. Studi pendahuluan di beberapa SD Kecamatan Purwaharja, Kota Banjar, memperlihatkan bahwa guru telah berupaya menyusun perangkat pembelajaran sesuai tuntutan kurikulum. Namun, media yang digunakan masih terbatas pada buku, gambar, dan video konvensional yang kurang mendukung integrasi unsur STEM serta pengalaman belajar interaktif. Akibatnya, pembelajaran struktur bumi tetap abstrak karena lapisan bumi sulit divisualisasikan secara nyata, sehingga siswa kesulitan memahami konsep kedalaman, komposisi, dan wujud lapisan bumi. Kondisi ini berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa dalam kegiatan *hands-on* dan *minds-on*, serta terbatasnya ruang untuk eksplorasi, percobaan, dan pemecahan masalah secara langsung. Selain itu, penilaian masih didominasi aspek kognitif melalui soal tertulis, sementara keterampilan proses sains, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis belum sepenuhnya diakomodasi. Kesenjangan inilah yang menunjukkan perlunya inovasi media pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual. Dengan pengembangan media yang komprehensif, interaktif, kontekstual, kolaboratif, dan adaptif, capaian pembelajaran IPAS Fase C diharapkan dapat tercapai secara maksimal.

Keterbatasan media pembelajaran STEM untuk materi struktur bumi menunjukkan urgensi pengembangan media yang lebih efektif. Media yang ideal harus menghadirkan pengalaman belajar interaktif, multimodal, dan kontekstual, sehingga siswa dapat memahami konsep abstrak lapisan bumi melalui representasi visual, manipulasi model, dan kegiatan eksploratif. Penelitian menunjukkan bahwa teknologi interaktif seperti *Augmented Reality* (AR) mampu mengatasi keterbatasan media konvensional dengan menghadirkan model tiga dimensi yang dapat diamati

dan dimanipulasi secara virtual, memungkinkan siswa melihat langsung struktur bumi dan hubungan antar-lapisan. *Augmented Reality* (AR) juga mendukung pembelajaran berbasis proyek dan kolaboratif, meningkatkan motivasi, kreativitas, serta keterampilan berpikir kritis, sekaligus menyediakan umpan balik real-time untuk memperkuat pemahaman konseptual. Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* pada materi struktur bumi menjadi strategi inovatif yang memenuhi kriteria ideal media dan meningkatkan capaian pembelajaran IPAS Fase C secara menyeluruh, mengintegrasikan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pengalaman belajar yang bermakna.

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan elemen virtual dengan dunia nyata secara *real-time*, sehingga pengguna dapat melihat, mendengar, dan berinteraksi dengan objek digital yang diproyeksikan ke lingkungan nyata (Azuma, 1997). AR menambah informasi digital ke dunia nyata sehingga pengalaman belajar menjadi lebih kaya, kontekstual, dan interaktif. Hakikat AR dalam pembelajaran STEM adalah menjembatani konsep yang abstrak menjadi konkret, memungkinkan siswa memvisualisasikan fenomena ilmiah yang sulit diamati secara langsung, serta meningkatkan keterlibatan aktif dalam proses belajar.

Beberapa karakteristik utama AR yang mendukung pembelajaran STEM meliputi integrasi dunia nyata dan virtual, interaktivitas, multimodalitas (visual, audio, teks, animasi), berbasis sensor dan pelacakan, serta kemampuan memberikan umpan balik secara *real-time* (Azuma, 1997). Karakteristik ini memungkinkan siswa memanipulasi objek virtual, mengamati dari berbagai sudut, serta berinteraksi secara aktif dengan konsep pembelajaran, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna.

Manfaat AR dalam pembelajaran STEM sangat relevan untuk materi struktur bumi. AR memungkinkan visualisasi lapisan kerak, mantel, inti luar, dan inti dalam secara tiga dimensi, serta mengaitkan masing-masing lapisan dengan fenomena nyata di permukaan, seperti gempa bumi, aktivitas vulkanik, dan pergerakan lempeng tektonik. Teknologi ini meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa, mendukung pembelajaran berbasis proyek dan kolaboratif, menyediakan umpan

balik instan, serta mengintegrasikan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pengalaman belajar yang kontekstual. Maka, penerapan AR dalam media pembelajaran STEM untuk materi struktur bumi menjadi solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan media konvensional, mempermudah pemahaman konsep abstrak, dan mendukung pencapaian capaian pembelajaran IPAS Fase C, khususnya pada kemampuan siswa dalam merefleksikan perubahan bumi, menganalisis dampak fenomena geologi, serta memprediksi konsekuensi sosial dan ekonomi bagi masyarakat.

Media pembelajaran STEM berbasis AR adalah media interaktif yang memadukan unsur Sains (*Science*), Teknologi (*Technology*), Teknik (*Engineering*), dan Matematika (*Mathematics*) dengan teknologi *Augmented Reality* untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Hakikatnya terletak pada kemampuan media ini untuk menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual, interaktif, dan aplikatif, sehingga konsep yang abstrak seperti struktur bumi dapat divisualisasikan secara nyata, siswa dapat melakukan eksplorasi, dan keterampilan berpikir kritis serta pemecahan masalah dapat dikembangkan. Media ini tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek virtual, melakukan manipulasi, dan mengamati fenomena secara real-time. Dengan demikian, media STEM berbasis AR berperan sebagai jembatan antara konsep teori dan penerapan nyata, membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari (Chen et al., 2021).

Pengembangan media pembelajaran STEM dengan *Augmented Reality* sendiri sudah dikembangkan oleh Arifin dkk. (2020) untuk pembelajaran matematika materi bangun ruang. Penelitian tersebut mengembangkan media pembelajaran yang layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan spasial matematis siswa. Selain itu juga, Sylvia et al. (2020) menyatakan bahwa penggunaan AR dapat memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan mendalam, sekaligus menumbuhkan keterampilan STEM. Penelitian oleh Sari et al. (2021) dan Prasetyo et al. (2022) juga membuktikan bahwa media berbasis STEM dengan pendekatan AR mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. Sejalan dengan itu, Atmojo et al. (2021) menemukan bahwa AR berbasis STEAM efektif dalam

meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar. Meski manfaat AR dalam pendidikan telah banyak dikaji, penelitian yang secara khusus mengembangkan media pembelajaran STEM berbasis AR untuk materi struktur bumi di sekolah dasar masih sangat terbatas. Inilah yang menjadi kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini.

Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan mengembangkan media pembelajaran STEM berbasis AR yang dirancang secara kontekstual untuk memvisualisasikan materi struktur bumi, yang selama ini dianggap abstrak dan sulit dipahami siswa. Media yang dikembangkan tidak hanya menggabungkan elemen interaktif dari AR dan konten STEM, tetapi juga disesuaikan dengan kurikulum dan karakteristik siswa sekolah dasar. Dengan memadukan visualisasi 3D, interaksi digital, dan pendekatan saintifik, media ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa, membangkitkan motivasi belajar, dan menawarkan pendekatan baru dalam pembelajaran IPA di tingkat dasar.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran, tetapi juga menawarkan solusi inovatif yang belum banyak dieksplorasi. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran STEM Berbasis *Augmented Reality* Materi Struktur Bumi di Sekolah Dasar.” Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai pemanfaatan teknologi untuk mendukung lingkungan belajar yang inovatif dan menarik, serta berkontribusi pada pengembangan pendidikan di Indonesia, khususnya bagi siswa tingkat dasar.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka identifikasi masalah yang dijadikan bahan penelitian yaitu sebagai berikut.

- a. Keterbatasan media pembelajaran yang mendukung pembelajaran STEM.
- b. Kebutuhan media inovatif berbasis teknologi.
- c. Perlunya pengembangan media pembelajaran yang dapat memfasilitasi pembelajaran STEM yang lebih menarik dan bermakna serta menyenangkan.

1.3. Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu, cakupan dan aktivitas, penelitian ini hanya membatasi mengenai:

- a. Pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* fokus pada materi struktur bumi.
- b. Penerapan media *Augmented Reality* pada pembelajaran STEM dilakukan dalam lingkup terbatas, yaitu siswa SD kelas tinggi yang menjadi partisipan penelitian.
- c. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan perangkat keras atau teknologi AR secara khusus, melainkan berfokus pada pengembangan konten dan implementasi media *Augmented Reality* pada pembelajaran STEM.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang dijadikan bahan penelitian yaitu sebagai berikut.

- a. Bagaimana identifikasi dan analisis kebutuhan media pembelajaran di sekolah dasar?
- b. Bagaimana perancangan dan pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* materi struktur bumi di sekolah dasar?
- c. Bagaimana implementasi dan pengujian pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* materi struktur bumi di sekolah dasar?
- d. Bagaimana hasil refleksi terhadap proses pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* di sekolah dasar?

1.5. Tujuan Penelitian

Secara umum, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* materi struktur bumi di sekolah dasar. Adapun tujuan khusus penelitian, yaitu:

- a. Untuk mengetahui hasil identifikasi dan analisis kebutuhan media pembelajaran di sekolah dasar.
- b. Untuk mengetahui perancangan dan pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* materi struktur bumi di sekolah dasar.

- c. Untuk mengetahui implementasi dan pengujian pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* materi struktur bumi di sekolah dasar.
- d. Untuk mengetahui hasil refleksi terhadap proses pengembangan media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* materi struktur bumi di sekolah dasar.

1.6. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam pendidikan baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Manfaat Teoritis

- 1) Memberikan kontribusi teoritis dalam bidang pendidikan, khususnya berkaitan dengan pengembangan media pembelajaran interaktif dan inovatif yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam konteks pembelajaran STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika).
- 2) Memperkaya konsep dan pemahaman tentang peran media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* di sekolah dasar.
- 3) Memberikan landasan empiris untuk penelitian-penelitian selanjutnya mengenai media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* di tingkat SD.

b. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini secara praktis dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan: (1) guru dalam menyajikan materi pembelajaran IPA yang lebih menarik, interaktif, dan kontekstual dengan memanfaatkan teknologi, (2) siswa SD dalam memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna, menarik, dan mendorong keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran, (3) sekolah dan pemangku kepentingan lainnya sebagai bahan referensi dan inspirasi dalam merancang media pembelajaran yang inovatif dan kreatif dengan mengintegrasikan teknologi, (4) menghasilkan produk media pembelajaran STEM berbasis *Augmented Reality* yang dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran inovatif di sekolah dasar.