

Perspektif Guru dan Siswa tentang Bahan Ajar Berbasis *Augmented Reality* dalam Pembelajaran IPAS di Sekolah Dasar

Dias Damasyanti, Tri Murwaningsih, Sukarno

Universitas Sebelas Maret
murwaningsih_tri@staff.uns.ac.id

Article History

accepted 1/7/2026

approved 1/8/2026

published 26/8/2026

Abstract

The integration of technology in IPAS learning is increasingly important to support students' understanding of abstract and spatial concepts. However, learning on Solar System topics in elementary schools remains dominated by textbooks and teacher-centered instruction, limiting students' conceptual understanding and engagement. This study aimed to analyze the needs for developing Augmented Reality (AR)-based teaching materials for Solar System learning. A descriptive mixed-methods approach was employed involving 54 sixth-grade students and two teachers. Data were collected through student questionnaires, teacher interviews, and classroom observations. The findings revealed that students experienced difficulties in understanding Solar System concepts and demonstrated high needs for more engaging learning media (83.86%), 3D visualization (82.46%), interactive simulations (81.05%), and AR integration (83.51%). Teachers also reported challenges in explaining abstract concepts and expressed positive expectations toward AR-based teaching materials. The study concludes that AR-based teaching materials are needed to support more visual, interactive, and meaningful IPAS learning experiences.

Keywords: *Augmented Reality, needs assessment, teaching materials, Solar System, IPAS .*

Abstrak

Integrasi teknologi dalam pembelajaran IPAS semakin penting untuk membantu siswa memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak dan spasial. Namun, pembelajaran materi Sistem Tata Surya di sekolah dasar masih didominasi penggunaan buku teks dan penjelasan guru, sehingga keterlibatan serta pemahaman konseptual siswa belum optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan pengembangan bahan ajar berbasis Augmented Reality (AR) pada pembelajaran IPAS materi Sistem Tata Surya. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif metode campuran yang melibatkan 54 siswa kelas VI dan dua guru. Data dikumpulkan melalui angket siswa, wawancara guru, dan observasi pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik (83,86%), visualisasi tiga dimensi (82,46%), simulasi interaktif (81,05%), serta penggunaan AR (83,51%). Guru juga mengalami kesulitan dalam menjelaskan konsep abstrak dan memberikan respons positif terhadap pengembangan bahan ajar berbasis AR. Penelitian ini menyimpulkan bahwa bahan ajar berbasis AR diperlukan untuk mendukung pembelajaran IPAS yang lebih visual, interaktif, dan bermakna.

Kata kunci: *Augmented Reality, analisis kebutuhan, bahan ajar, Sistem Tata Surya, IPAS .*



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Pembelajaran dalam ilmu pengetahuan dan ilmu sosial menjadi semakin penting di abad ke-21 karena siswa diharapkan tidak hanya menguasai pengetahuan disiplin ilmu tetapi juga mengembangkan pemikiran kritis, kreativitas, kolaborasi, dan keterampilan komunikasi yang dibutuhkan untuk mengatasi tantangan sosial dan lingkungan yang kompleks di era teknologi yang berubah dengan cepat (Sayadi & Pangandaman, 2025; Asrizal et al., 2022). Menanggapi tuntutan ini, pendidikan kontemporer menekankan integrasi literasi ilmiah, kesadaran sosial, kemampuan pemecahan masalah, dan kompetensi digital untuk mempersiapkan siswa agar dapat berpartisipasi aktif dalam masyarakat global yang saling terhubung (Novitra et al., 2021; Liang et al., 2023). Namun, banyak sekolah terus menghadapi tantangan dalam menerapkan pengalaman belajar yang bermakna karena beban kurikulum yang berlebihan, keterbatasan sumber belajar, dan praktik pengajaran yang berpusat pada guru yang memprioritaskan hafalan fakta daripada penyelidikan, pemahaman kontekstual, dan pemecahan masalah dunia nyata.

Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis penyelidikan, berbasis proyek, dan yang didukung teknologi dapat secara efektif mendorong pemikiran tingkat tinggi, keterlibatan, dan pemahaman interdisipliner (Berg et al., 2021; Dare et al., 2021). Dalam konteks ini, pembelajaran tentang Tata Surya di sekolah dasar menghadirkan tantangan khusus karena siswa dituntut untuk memahami konsep ilmiah abstrak, seperti gerak planet dan hubungan spasial, sekaligus menghubungkan fenomena ini dengan konteks manusia dan masyarakat yang lebih luas. Namun, topik ini sering disampaikan melalui metode pengajaran konvensional yang membatasi pemahaman konseptual dan keterlibatan siswa (Gürsoy, 2021; Aguayo et al., 2023).

Oleh karena itu, dibutuhkan sumber belajar inovatif yang mengintegrasikan konsep ilmiah dengan pengalaman belajar yang bermakna. Augmented Reality (AR) menawarkan potensi yang cukup besar dalam hal ini dengan menyediakan visualisasi tiga dimensi interaktif yang membuat konsep abstrak lebih konkret, mendukung pemahaman konseptual, dan menciptakan peluang bagi siswa untuk mengeksplorasi fenomena alam dengan cara yang menarik, kontekstual, dan relevan dengan sifat interdisipliner pembelajaran IPAS (Morris, 2025; Galimova et al., 2025).

Terlepas dari potensi pembelajaran yang didukung teknologi yang terus berkembang, pengamatan awal yang dilakukan di sebuah sekolah dasar mengungkapkan bahwa pengajaran IPAS, khususnya pada topik Tata Surya, sebagian besar masih bergantung pada buku teks cetak dan penjelasan guru. Aktivitas pembelajaran sebagian besar dilakukan melalui instruksi verbal, dengan peluang terbatas bagi siswa untuk terlibat dengan sumber daya digital interaktif yang dapat mendukung visualisasi konseptual. Akibatnya, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak seperti karakteristik planet, pergerakan orbit, rotasi Bumi, dan revolusi. Pengamatan di kelas lebih lanjut menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran digital masih minimal, dan teknologi Augmented Reality (AR) belum diintegrasikan ke dalam praktik pengajaran meskipun potensinya untuk memfasilitasi pembelajaran konsep spasial yang kompleks. Diskusi dengan guru juga mengungkapkan tantangan dalam menyajikan konten abstrak dengan cara yang bermakna dan menarik bagi siswa. Temuan ini menunjukkan ketidaksesuaian antara tuntutan pengajaran pembelajaran IPAS kontemporer dan sumber daya pembelajaran yang saat ini tersedia di sekolah, menyoroti kebutuhan akan materi pengajaran yang lebih interaktif, kaya visual, dan didukung teknologi yang dapat lebih mengakomodasi kebutuhan belajar siswa.

Augmented Reality (AR) telah muncul sebagai teknologi yang menjanjikan untuk meningkatkan pengalaman belajar dengan mengintegrasikan objek virtual ke dalam

lingkungan dunia nyata. Sejumlah penelitian yang berkembang menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan kinerja akademik, perolehan pengetahuan, dan retensi pembelajaran di berbagai mata pelajaran dan tingkat pendidikan, meskipun besarnya dan konsistensi efeknya dapat bervariasi tergantung pada konteks pembelajaran dan desain instruksional (Lin & Yu, 2023; Crogman et al., 2025). Meta-analisis dan tinjauan sistematis lebih lanjut menunjukkan bahwa AR sangat efektif untuk situasi pembelajaran yang melibatkan visualisasi spasial dan konsep kompleks, karena membantu peserta didik membangun representasi yang lebih bermakna sekaligus mendukung pemikiran kritis dan pengembangan keterampilan praktis (Bölek et al., 2021; Tian & Ironsi, 2025). Namun demikian, studi sebelumnya juga menekankan bahwa efektivitas AR tidak otomatis. Dalam beberapa kasus, AR telah menghasilkan hasil yang sebanding dengan, atau bahkan kurang efektif daripada, instruksi tradisional atau berbasis video yang dirancang dengan baik, menyoroti pentingnya implementasi yang tepat secara pedagogis dan kebutuhan untuk meminimalkan beban kognitif dan gangguan yang tidak perlu (Tian & Ironsi, 2025; Rios et al., 2022).

Selain hasil kognitif, salah satu temuan paling konsisten dalam literatur adalah pengaruh positif AR terhadap motivasi siswa. Sejumlah penelitian telah melaporkan peningkatan dalam perhatian, minat, kenikmatan, keterlibatan, dan sikap terhadap pembelajaran, yang kemudian berkontribusi pada hasil belajar yang lebih baik (Lin & Yu, 2023; Czok et al., 2023; AlGerafi et al., 2023). Dalam pendidikan sains, termasuk konteks sekolah dasar, permainan berbasis AR dan aktivitas pembelajaran naratif telah terbukti meningkatkan prestasi ilmiah, kemampuan pemecahan masalah, dan sikap belajar sekaligus membantu siswa menghubungkan konsep abstrak—seperti astronomi, nutrisi, kendaraan listrik, dan isu lingkungan—dengan aplikasi dunia nyata secara bermakna (Bölek et al., 2021; Uriarte-Portillo et al., 2023; Liang et al., 2023). Secara keseluruhan, literatur yang ada menempatkan AR sebagai alat pendidikan yang berharga dengan potensi untuk memperkaya hasil belajar dan keterlibatan siswa. Namun, keberhasilan implementasinya tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi tetapi juga pada keselarasan yang cermat dengan kebutuhan peserta didik, tujuan pembelajaran, dan konteks kurikulum.

Meskipun sejumlah besar penelitian telah menunjukkan efektivitas media pembelajaran berbasis AR dalam meningkatkan prestasi akademik, pemahaman konseptual, keterlibatan, dan motivasi belajar, sebagian besar studi yang ada terutama berfokus pada pengembangan produk dan pengujian efektivitas setelah teknologi dirancang dan diimplementasikan (Bölek et al., 2021; Czok et al., 2023). Akibatnya, penelitian sebagian besar terkonsentrasi pada evaluasi hasil belajar, kegunaan, dan dampak motivasi, sementara perhatian yang terbatas diberikan pada identifikasi kebutuhan pengguna secara sistematis sebelum proses pengembangan. Hasilnya, banyak teknologi pendidikan dikembangkan berdasarkan kemungkinan teknologi daripada kebutuhan kelas dan karakteristik peserta didik yang sebenarnya. Lebih lanjut, studi yang secara bersamaan mengeksplorasi perspektif guru dan siswa masih relatif langka, terutama dalam konteks pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Penelitian yang ada juga jarang mengintegrasikan berbagai sumber bukti, seperti kuesioner siswa, wawancara guru, dan observasi kelas, untuk menghasilkan pemahaman komprehensif tentang kebutuhan pembelajaran sebelum pengembangan produk. Kesenjangan ini sangat penting untuk pembelajaran Tata Surya, konsep abstrak, realitas kelas, kesiapan teknologi, dan harapan pengguna harus secara kolektif menjadi dasar desain materi pembelajaran. Oleh karena itu, penilaian kebutuhan yang sistematis diperlukan untuk memetakan tantangan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan harapan teknologi yang dapat berfungsi sebagai dasar untuk mengembangkan materi pengajaran berbasis AR yang relevan secara pedagogis dan sesuai konteks untuk sekolah dasar.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan bahan ajar berbasis *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar pada topik Tata Surya. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi kondisi terkini pembelajaran IPAS, (2) menganalisis kebutuhan siswa terkait bahan ajar berbasis AR, dan (3) meneliti kebutuhan dan harapan guru terhadap integrasi AR. Dalam penelitian ini, AR dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang memungkinkan siswa memvisualisasikan objek-objek tata surya dalam bentuk tiga dimensi, seperti planet, orbit, rotasi, revolusi, serta fenomena gerhana dan fase bulan melalui perangkat bergerak (*mobile device*). Visualisasi tersebut diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak secara lebih konkret, interaktif, dan bermakna sehingga mendukung peningkatan hasil belajar serta kemampuan berpikir tingkat tinggi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed-methods* dengan desain deskriptif untuk menganalisis kebutuhan pengembangan bahan ajar berbasis *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar (Terrell, 2015). Pendekatan ini dipilih karena kebutuhan pengembangan bahan ajar tidak cukup dipahami hanya dari angka—diperlukan juga suara guru dan pengalaman siswa di kelas. Secara kuantitatif, data dikumpulkan melalui kuesioner siswa untuk memetakan preferensi, keterampilan awal, dan minat terhadap teknologi. Secara kualitatif, wawancara dengan guru dan observasi pembelajaran dilakukan untuk menggali tantangan kontekstual, keterbatasan bahan ajar yang ada, serta harapan terhadap inovasi teknologi. Integrasi kedua sumber data ini memungkinkan pemahaman yang utuh: tidak hanya *apa* yang dibutuhkan, tetapi juga *mengapa* dan *bagaimana* AR dapat menjawab kebutuhan tersebut dalam realitas pembelajaran IPAS yang berlangsung.

Penelitian dilaksanakan di salah satu sekolah dasar yang telah mengimplementasikan kurikulum merdeka dengan ketersediaan perangkat teknologi dasar untuk pembelajaran, yakni di Sekolah Dasar Negeri Panularan Kota Surakarta. Lokasi dipilih berdasarkan kesediaan sekolah berkolaborasi dan relevansi pembelajaran IPAS kelas VI sebagai titik transisi kesiapan teknologi sebelum jenjang menengah. Subjek penelitian terdiri dari siswa kelas VIA sebanyak 27 orang dan kelas VIB sebanyak 27 orang yang dijadikan sampel kuantitatif melalui teknik *total sampling*, dengan pertimbangan kelas representatif terhadap heterogenitas kemampuan awal (Moser & Korstjens, 2017). Dua guru kelas VI terlibat sebagai informan kualitatif melalui wawancara mendalam, dipilih berdasarkan pengalaman mengajar IPAS minimal tiga tahun dan kesediaan berpartisipasi aktif (Gill, 2020). Seluruh kegiatan pembelajaran di kedua kelas diamati secara partisipatif untuk menggali dinamika interaksi, pemanfaatan bahan ajar yang ada, serta potensi integrasi teknologi AR dalam konteks nyata kelas.

Studi ini menggunakan tiga teknik komplementer—kuesioner siswa, wawancara guru, dan observasi kelas—untuk menangkap kebutuhan pembelajaran akan materi berbasis AR dalam pembelajaran Tata Surya dari berbagai perspektif pemangku kepentingan. Kuesioner siswa mengidentifikasi kesulitan belajar, kesiapan teknologi, dan persepsi terhadap penggunaan AR. Wawancara guru, yang dilakukan secara semi-terstruktur, mengeksplorasi tantangan pembelajaran, pengalaman teknologi, dan harapan terhadap pengembangan AR. Observasi kelas mendokumentasikan strategi pengajaran aktual, partisipasi siswa, penggunaan media, dan kondisi infrastruktur. Bersama-sama, teknik-teknik ini memungkinkan triangulasi metodologis, memastikan bahwa kebutuhan dipahami bukan hanya sebagai preferensi yang dilaporkan tetapi sebagai realitas yang ada dalam ekologi kelas.

Tiga instrumen dikembangkan untuk mengumpulkan data, termasuk kuesioner kebutuhan siswa, panduan wawancara guru, dan lembar observasi kelas. Instrumen-

instrumen tersebut dirancang berdasarkan tujuan penelitian dan literatur yang relevan mengenai integrasi teknologi pendidikan, pembelajaran sains, dan penelitian penilaian kebutuhan.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Kuesioner Angket

No	Aspek/Dimensi	Indikator
1	Kesulitan Memahami Materi IPAS	Kesulitan memahami konsep Sistem Tata Surya Kesulitan memahami rotasi Bumi Kesulitan memahami revolusi Bumi Kesulitan membedakan karakteristik planet
2	Pengalaman Belajar Menggunakan Media Pembelajaran	Guru menggunakan media visual dalam pembelajaran Guru menggunakan video pembelajaran Memiliki pengalaman menggunakan media digital interaktif Frekuensi penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi
3	Kebutuhan terhadap Media Pembelajaran	Membutuhkan visualisasi objek tiga dimensi (3D) Membutuhkan animasi pergerakan tata surya Membutuhkan simulasi interaktif Membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik
4	Kesiapan Teknologi	Memiliki smartphone/gawai Mampu mengoperasikan aplikasi pembelajaran Memiliki akses internet Terbiasa menggunakan perangkat digital
5	Persepsi terhadap Augmented Reality (AR)	Tertarik menggunakan AR dalam pembelajaran Menganggap AR dapat membantu memahami materi Bersedia menggunakan AR dalam pembelajaran IPAS

Jumlah indikator: 19, adaptasi riset Trisiana et al. (2024) dan Lampropoulos et al. (2022)

Kuesioner menggunakan skala Likert lima poin mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Instrumen ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi karakteristik pembelajaran dan harapan siswa terkait materi pembelajaran berbasis AR.

Tabel 2. Kisi-kisi Instrumen Wawancara Guru

No	Aspek/Dimensi	Indikator
1	Kondisi Pembelajaran IPAS Saat Ini	Metode pembelajaran yang digunakan Aktivitas pembelajaran yang dominan Tingkat keterlibatan siswa dalam pembelajaran
2	Penggunaan Media Pembelajaran	Jenis media pembelajaran yang digunakan Frekuensi penggunaan media pembelajaran

3	Kesulitan Mengajarkan Materi Sistem Tata Surya	Kendala dalam penggunaan media pembelajaran Konsep yang sulit dipahami siswa Kendala dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak Miskonsepsi yang sering ditemukan pada siswa
4	Pemanfaatan Teknologi Digital dalam Pembelajaran	Pengalaman menggunakan teknologi pembelajaran Pengalaman menggunakan Augmented Reality (AR) Kesiapan dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran
5	Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Berbasis AR	Fitur yang dibutuhkan dalam bahan ajar AR Karakteristik bahan ajar yang ideal Harapan terhadap implementasi AR dalam pembelajaran IPAS

Jumlah Indikator: 15, adaptasi riset Wulandari & Sutama (2025) dan Nurhasanah et al. (2025)

Panduan wawancara terdiri dari pertanyaan terbuka yang dirancang untuk mendorong peserta berbagi pengalaman dan perspektif terperinci mengenai pengajaran IPAS dan potensi integrasi materi pembelajaran berbasis AR.

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Observasi Kelas

No	Aspek/Dimensi	Indikator
1	Aktivitas Guru	Menyampaikan tujuan pembelajaran Menggunakan media pembelajaran Memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya
2	Aktivitas Siswa	Mengelola kegiatan pembelajaran di kelas Memperhatikan penjelasan guru Aktif mengajukan pertanyaan Menanggapi pertanyaan guru Berpartisipasi dalam kegiatan diskusi
3	Pemanfaatan Media Pembelajaran	Variasi media pembelajaran yang digunakan Kesesuaian media dengan materi pembelajaran Efektivitas penggunaan media pembelajaran
4	Lingkungan Pembelajaran	Ketersediaan fasilitas Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) Ketersediaan akses internet Ketersediaan perangkat pembelajaran digital
5	Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran	Antusiasme siswa dalam mengikuti pembelajaran Fokus siswa selama kegiatan pembelajaran Interaksi siswa dengan guru dan teman sebaya

Jumlah Indikator: 17. Adaptasi riset Prihantini et al. (2024), Barteit et al. (2021) dan Safitri et al. (2024)

Lembar observasi dikembangkan untuk mendokumentasikan secara sistematis praktik kelas dan lingkungan pembelajaran aktual yang dapat memengaruhi implementasi materi pembelajaran berbasis AR.

Sebelum pengumpulan data, semua instrumen penelitian menjalani proses validasi isi melalui penilaian ahli untuk memastikan relevansi dan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian. Proses validasi melibatkan tiga ahli yang dipilih secara purposif berdasarkan kualifikasi akademik dan pengalaman profesional yang relevan, terdiri atas dua spesialis teknologi pendidikan yang berpengalaman dalam pengembangan media pembelajaran digital serta satu spesialis pendidikan IPAS sekolah dasar yang memiliki keahlian dalam pengembangan materi dan pembelajaran IPAS. Para ahli mengevaluasi setiap instrumen berdasarkan tiga kriteria: (1) relevansi indikator dengan konstruk yang diukur, (2) kejelasan kata dan formulasi pernyataan, dan (3) terukurnya indikator dalam kaitannya dengan tujuan penelitian. Umpan balik yang diberikan oleh para ahli digunakan untuk merevisi dan menyempurnakan instrumen sebelum diberikan kepada peserta. Proses validasi ini memastikan bahwa instrumen tersebut secara konseptual tepat dan mampu menangkap data secara akurat mengenai kebutuhan pengembangan materi pembelajaran berbasis AR dalam pembelajaran IPAS sekolah dasar.

Data kuesioner dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan rumus persentase $P = (f/N) \times 100\%$, kemudian dikategorikan berdasarkan interval interpretasi seperti disajikan pada Tabel 4 (Budiarto et al., 2020).

Tabel 4. Kriteria Interpretasi Persentase Kebutuhan

Persentase (%)	Interpretasi
81–100	Sangat Dibutuhkan
61–80	Dibutuhkan
41–60	Cukup Dibutuhkan
21–40	Kurang Dibutuhkan
0–20	Tidak Dibutuhkan

Sementara itu, data wawancara dan observasi dianalisis secara tematik mengikuti model Miles, Huberman, dan Saldaña melalui tiga tahapan: *data condensation* untuk menyeleksi informasi relevan, *data display* untuk menyusun data secara sistematis, dan *conclusion drawing* untuk menarik inferensi yang valid berdasarkan pola tematik yang muncul (Haq & Yasin, 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Aktual Pembelajaran IPAS pada Materi Sistem Tata Surya

Bagian ini menyajikan temuan hasil observasi kelas yang dilaksanakan di Kelas VIA dan VIB selama kegiatan pembelajaran IPAS pada topik Sistem Tata Surya. Observasi dilakukan secara partisipatif terhadap lima aspek utama: aktivitas guru, aktivitas siswa, pemanfaatan media pembelajaran, kondisi lingkungan belajar, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS pada materi Sistem Tata Surya di kedua kelas berlangsung dengan pola yang relatif serupa. Guru memulai pembelajaran dengan menyampaikan tujuan pembelajaran, namun penyampaiannya masih didominasi secara verbal tanpa didukung visualisasi atau penulisan pada media yang dapat diakses kembali oleh siswa. Di Kelas VIA, tujuan pembelajaran disampaikan secara eksplisit selama sekitar dua menit pada awal pembelajaran, sedangkan di Kelas VIB tujuan pembelajaran disampaikan secara terintegrasi dalam kegiatan apersepsi. Secara umum, proses pembelajaran telah mengikuti tahapan pendahuluan, kegiatan inti, dan penutup secara terstruktur. Meskipun demikian, transisi antar kegiatan terkadang berlangsung kurang efektif karena rendahnya respons awal siswa terhadap instruksi yang diberikan guru.

Aktivitas belajar masih didominasi oleh penjelasan guru dan komunikasi satu arah. Kesempatan bertanya diberikan pada akhir sesi pembelajaran, namun interaksi yang terjadi cenderung terbatas pada pola guru mengajukan pertanyaan dan siswa memberikan jawaban singkat. Hanya sekitar 3–5 siswa di setiap kelas yang secara aktif

terlibat dalam kegiatan tanya jawab. Selain itu, kemampuan siswa untuk mengajukan pertanyaan secara mandiri masih tergolong rendah. Dari total 54 siswa yang diamati, hanya sekitar 8–10 siswa (15–19%) yang secara sukarela mengajukan pertanyaan selama pembelajaran berlangsung. Pertanyaan yang muncul umumnya masih bersifat faktual, seperti identifikasi karakteristik planet, dan belum menunjukkan eksplorasi konseptual yang lebih mendalam mengenai fenomena tata surya.

Tingkat perhatian dan keterlibatan siswa menunjukkan kecenderungan yang fluktuatif selama pembelajaran berlangsung. Pada kedua kelas, perhatian siswa relatif terjaga pada 10–15 menit awal pembelajaran, khususnya ketika guru menyampaikan fenomena yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, seperti pergantian siang dan malam. Namun, perhatian siswa mulai menurun ketika pembelajaran memasuki tahap penjelasan konseptual yang lebih abstrak. Kondisi ini ditunjukkan oleh meningkatnya perilaku di luar aktivitas belajar, seperti berbicara dengan teman sebangku, mengalihkan perhatian dari materi yang sedang dijelaskan, atau menunggu siswa lain menjawab pertanyaan guru terlebih dahulu. Pola serupa juga terlihat pada kegiatan diskusi kelompok. Meskipun guru telah memfasilitasi diskusi kelompok kecil selama sekitar 10–12 menit, partisipasi aktif masih didominasi oleh beberapa siswa tertentu, sedangkan sebagian besar anggota kelompok cenderung berperan pasif. Selaras dengan itu, hasil observasi menunjukkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran pada materi Sistem Tata Surya masih terbatas. Media yang digunakan selama pembelajaran meliputi buku teks Kurikulum Merdeka, papan tulis, dan gambar statis yang ditampilkan melalui proyektor. Guru sesekali menggambar sketsa orbit planet di papan tulis untuk membantu penjelasan materi. Namun demikian, tidak ditemukan penggunaan media berbasis simulasi, animasi, video pembelajaran, model fisik tata surya, maupun media digital interaktif lainnya. Variasi media yang terbatas tersebut menyebabkan proses pembelajaran lebih banyak bergantung pada penjelasan verbal guru dan representasi visual dua dimensi.

Kesesuaian media yang digunakan dengan karakteristik materi Sistem Tata Surya juga masih belum optimal. Materi ini menuntut kemampuan visualisasi terhadap konsep-konsep yang bersifat abstrak dan spasial, seperti rotasi, revolusi, orbit planet, serta perbandingan ukuran dan jarak antar benda langit. Namun, media yang tersedia belum mampu merepresentasikan fenomena tersebut secara dinamis. Kondisi ini terlihat dari munculnya beberapa kesalahan pemahaman siswa selama proses tanya jawab, termasuk anggapan bahwa rotasi dan revolusi berlangsung dengan mekanisme dan kecepatan yang sama. Temuan tersebut menunjukkan bahwa media yang digunakan belum sepenuhnya mendukung pembentukan representasi mental yang akurat mengenai konsep-konsep tata surya.

Dari aspek lingkungan pembelajaran, sekolah telah memiliki fasilitas teknologi dasar yang cukup mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis digital. Setiap kelas dilengkapi dengan proyektor dan layar proyeksi permanen yang dapat digunakan untuk menampilkan materi visual. Selain itu, tata ruang kelas memungkinkan pelaksanaan diskusi kelompok kecil dan interaksi antar siswa. Namun demikian, ketersediaan perangkat digital individual masih terbatas karena tidak tersedia komputer atau tablet yang dapat digunakan siswa secara langsung selama pembelajaran. Akses internet juga belum sepenuhnya stabil karena jangkauan jaringan Wi-Fi tidak merata pada seluruh area kelas dan kualitas koneksi cenderung menurun ketika digunakan secara bersamaan oleh banyak perangkat. Sementara itu, keterlibatan siswa selama pembelajaran menunjukkan pola yang dinamis. Pada awal pembelajaran, siswa tampak antusias ketika guru mengaitkan materi dengan fenomena yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari. Namun, antusiasme tersebut berangsur menurun ketika pembelajaran beralih pada penjelasan konsep-konsep abstrak yang memerlukan visualisasi ruang dan gerak benda langit. Penurunan keterlibatan ini terlihat dari

berkurangnya partisipasi siswa dalam diskusi, rendahnya jumlah pertanyaan yang diajukan, serta menurunnya fokus belajar setelah 10–15 menit pembelajaran berlangsung. Secara keseluruhan, hasil observasi menunjukkan bahwa pembelajaran Sistem Tata Surya masih didominasi oleh pendekatan ekspositori dengan dukungan media yang terbatas. Meskipun fasilitas dasar pembelajaran digital telah tersedia, pemanfaatannya belum mampu mengakomodasi kebutuhan visualisasi dan interaktivitas yang diperlukan untuk memahami konsep-konsep tata surya secara optimal. Temuan ini mengindikasikan adanya kebutuhan terhadap sumber belajar yang lebih interaktif, visual, dan mampu memfasilitasi representasi konsep secara lebih konkret dalam pembelajaran IPAS.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru dan siswa, bahan ajar berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran materi Sistem Tata Surya melalui visualisasi objek tiga dimensi yang interaktif. Produk dikembangkan dalam bentuk buku ajar yang dilengkapi dengan *marker* pada setiap submateri, yang dapat dipindai menggunakan aplikasi *Assemblr Edu* melalui perangkat bergerak (*smartphone* atau *tablet*). Setelah *marker* dipindai, siswa dapat mengamati model tiga dimensi planet, orbit, rotasi, revolusi, fase bulan, serta fenomena gerhana secara langsung sehingga konsep-konsep yang sebelumnya abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami.

Dalam implementasinya, guru berperan sebagai fasilitator dengan mengarahkan siswa untuk memindai *marker*, mengamati visualisasi yang muncul, mendiskusikan karakteristik setiap objek, serta menghubungkan fenomena yang diamati dengan konsep-konsep IPAS. Sementara itu, siswa secara aktif mengeksplorasi objek tiga dimensi, mengidentifikasi hubungan antarkonsep, dan menyelesaikan tugas berbasis analisis yang disediakan pada bahan ajar. Karakteristik tersebut dirancang untuk mengatasi keterbatasan media dua dimensi yang selama ini belum mampu memvisualisasikan dinamika tata surya secara utuh, sehingga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus menstimulasi kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*).

Kebutuhan Siswa terhadap Bahan Ajar Berbasis *Augmented Reality*

Analisis kebutuhan siswa dilakukan terhadap 54 siswa kelas VI untuk mengidentifikasi kesulitan belajar, pengalaman penggunaan media pembelajaran, kebutuhan terhadap media pembelajaran, kesiapan teknologi, serta persepsi terhadap penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran IPAS. Hasil analisis menunjukkan bahwa secara keseluruhan tingkat kebutuhan siswa terhadap pengembangan bahan ajar berbasis AR berada pada kategori dibutuhkan dengan persentase rata-rata sebesar 74,42%.

Tabel 5. Rekapitulasi Kebutuhan Siswa terhadap Bahan Ajar Berbasis AR

Aspek	Persentase (%)	Interpretasi
Kesulitan memahami materi Sistem Tata Surya (planet, rotasi, revolusi, orbit, dan fenomena astronomi)	64,91	Dibutuhkan
Pengalaman belajar menggunakan buku teks, gambar, video, dan media digital	67,19	Dibutuhkan
Kebutuhan terhadap media pembelajaran interaktif berbasis visualisasi 3D	81,84	Sangat Dibutuhkan
Kesiapan menggunakan <i>smartphone/tablet</i> sebagai media pembelajaran	76,93	Dibutuhkan
Persepsi terhadap pemanfaatan <i>Augmented Reality</i> (AR) dalam pembelajaran IPAS	83,51	Sangat Dibutuhkan
Rata-rata Keseluruhan	74,42	Dibutuhkan

Berdasarkan Tabel 5, kebutuhan siswa terhadap bahan ajar berbasis *Augmented Reality* dianalisis melalui lima aspek utama. Aspek kesulitan memahami materi IPAS mengukur tingkat kesulitan siswa dalam memahami materi Sistem Tata Surya, khususnya konsep-konsep yang bersifat abstrak seperti karakteristik planet, rotasi, revolusi, orbit, serta berbagai fenomena astronomi. Aspek pengalaman belajar menggunakan media pembelajaran menggambarkan pengalaman siswa dalam menggunakan media yang selama ini diterapkan di kelas, seperti buku teks, gambar, video pembelajaran, presentasi, maupun media digital sederhana, serta tingkat keterlibatan yang dirasakan selama proses pembelajaran. Aspek kebutuhan terhadap media pembelajaran mengidentifikasi harapan siswa terhadap media yang lebih interaktif, menarik, dan mampu membantu memahami konsep-konsep abstrak melalui visualisasi yang lebih konkret.

Selanjutnya, aspek kesiapan teknologi mengukur kesiapan siswa dalam memanfaatkan perangkat digital, seperti *smartphone* atau *tablet*, sebagai sarana pembelajaran, termasuk kemudahan akses dan kemampuan dasar dalam mengoperasikan perangkat tersebut. Adapun aspek persepsi terhadap *Augmented Reality* (AR) mengidentifikasi pandangan siswa mengenai potensi penggunaan AR sebagai media pembelajaran yang mampu menampilkan objek tiga dimensi secara interaktif, meningkatkan minat belajar, serta membantu memahami materi Sistem Tata Surya dengan lebih mudah. Kelima aspek tersebut digunakan sebagai dasar untuk merumuskan karakteristik bahan ajar berbasis AR yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan kondisi pembelajaran di sekolah dasar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa masih mengalami berbagai kesulitan dalam memahami materi Sistem Tata Surya dengan rata-rata persentase sebesar 64,91% (kategori dibutuhkan). Kesulitan tertinggi ditemukan pada indikator memahami konsep Sistem Tata Surya dan membedakan karakteristik planet yang masing-masing memperoleh persentase sebesar 66,32%. Selanjutnya, kesulitan memahami revolusi Bumi memperoleh persentase sebesar 64,56%, sedangkan kesulitan memahami rotasi Bumi menjadi indikator dengan persentase terendah sebesar 62,46%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih menghadapi hambatan dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak dan memerlukan kemampuan visualisasi spasial. Kesulitan yang relatif merata pada seluruh indikator mengindikasikan bahwa materi Sistem Tata Surya masih menjadi salah satu topik yang membutuhkan dukungan media pembelajaran yang mampu memfasilitasi representasi konsep secara lebih konkret.

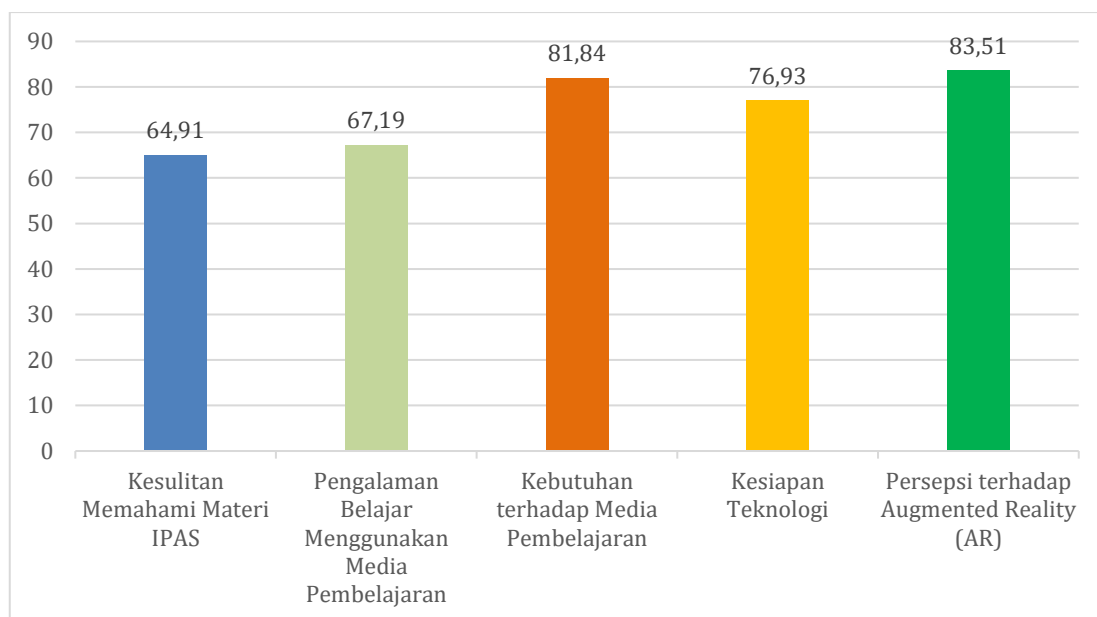
Dalam hal pengalaman belajar siswa menggunakan media pembelajaran memperoleh persentase rata-rata sebesar 67,19% (kategori dibutuhkan). Indikator dengan persentase tertinggi adalah penggunaan media visual dalam pembelajaran (68,77%), diikuti pengalaman menggunakan media digital interaktif (68,07%) dan penggunaan video pembelajaran (67,02%). Sementara itu, frekuensi penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi memperoleh persentase terendah sebesar 64,91%. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa telah mengenal berbagai bentuk media pembelajaran digital, namun intensitas penggunaannya masih relatif terbatas. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran IPAS belum dilakukan secara optimal dan masih didominasi oleh media pembelajaran konvensional.

Aspek kebutuhan terhadap media pembelajaran memperoleh persentase tertinggi kedua dengan rata-rata sebesar 81,84% dan termasuk kategori sangat dibutuhkan. Indikator yang memperoleh persentase tertinggi adalah kebutuhan terhadap media pembelajaran yang lebih menarik (83,86%), diikuti kebutuhan visualisasi objek tiga dimensi (82,46%), kebutuhan simulasi interaktif (81,05%), dan kebutuhan animasi

pergerakan tata surya (80,00%). Tingginya persentase pada seluruh indikator menunjukkan bahwa siswa mengharapkan media pembelajaran yang mampu menyajikan konsep-konsep Sistem Tata Surya secara lebih visual, interaktif, dan menarik. Kebutuhan terhadap visualisasi tiga dimensi dan simulasi interaktif mengindikasikan bahwa siswa memerlukan media yang dapat membantu mereka memahami hubungan spasial dan dinamika pergerakan benda-benda langit secara lebih konkret.

Kesiapan teknologi siswa memperoleh persentase rata-rata sebesar 76,93% (kategori dibutuhkan). Indikator tertinggi terdapat pada kepemilikan akses internet dengan persentase sebesar 80,35%, diikuti kepemilikan smartphone atau gawai sebesar 76,49%, kemampuan menggunakan perangkat digital sebesar 75,44%, dan kemampuan mengoperasikan aplikasi pembelajaran sebesar 75,44%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki kesiapan teknologi yang memadai untuk mendukung implementasi bahan ajar berbasis AR. Tingkat kepemilikan perangkat digital dan akses internet yang relatif tinggi menjadi indikator positif terhadap potensi penerapan teknologi pembelajaran berbasis mobile pada konteks sekolah dasar.

Persepsi siswa terhadap penggunaan AR memperoleh persentase tertinggi dibandingkan aspek lainnya, yaitu sebesar 83,51% dan termasuk kategori sangat dibutuhkan. Indikator dengan persentase tertinggi adalah kesediaan menggunakan AR dalam pembelajaran IPAS (87,02%), diikuti ketertarikan menggunakan AR dalam pembelajaran (81,75%) dan keyakinan bahwa AR dapat membantu memahami materi (81,75%). Temuan ini menunjukkan bahwa siswa memiliki penerimaan yang sangat positif terhadap penggunaan AR sebagai media pembelajaran. Tingginya tingkat ketertarikan dan kesediaan siswa untuk menggunakan AR mengindikasikan bahwa teknologi tersebut berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa sekolah dasar pada materi Sistem Tata Surya. Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa persepsi siswa terhadap penggunaan Augmented Reality (83,51%) dan kebutuhan terhadap media pembelajaran (81,84%) merupakan aspek dengan persentase tertinggi. Sementara itu, aspek kesulitan memahami materi IPAS memperoleh persentase terendah (64,91%), meskipun masih berada pada kategori dibutuhkan. Berikut figure 1 memberikan ilustrasi terkait hasil angket yang didistribusikan kepada siswa.



Gambar 1. Ilustrasi Persentase Kebutuhan

Kebutuhan dan Harapan Guru terhadap Integrasi Augmented Reality dalam Pembelajaran IPAS

Hasil wawancara dengan guru kelas VI menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS pada materi Sistem Tata Surya masih didominasi oleh metode ceramah, tanya jawab, dan diskusi sederhana yang berpusat pada penggunaan buku teks, gambar, serta presentasi PowerPoint. Guru menjelaskan bahwa pendekatan tersebut dipilih karena relatif mudah diterapkan dan sesuai dengan ketersediaan media di sekolah. Meskipun demikian, guru mengakui bahwa keterlibatan siswa cenderung menurun ketika pembelajaran memasuki pembahasan konsep-konsep yang bersifat abstrak, seperti rotasi Bumi, revolusi Bumi, orbit planet, dan mekanisme terjadinya gerhana. Temuan ini sejalan dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa perhatian siswa mulai berkurang setelah pembelajaran berlangsung selama 10–15 menit dan semakin menurun ketika materi membutuhkan kemampuan visualisasi spasial yang tinggi.

Dari aspek penggunaan media pembelajaran, guru menyatakan bahwa media yang digunakan selama ini masih terbatas pada buku teks, gambar ilustratif, video pembelajaran, dan presentasi digital. Walaupun media tersebut membantu penyampaian materi, guru menilai bahwa media yang tersedia belum mampu merepresentasikan fenomena tata surya secara dinamis dan kontekstual. Akibatnya, siswa sering mengalami kesulitan dalam membayangkan hubungan spasial antarplanet, arah pergerakan benda langit, maupun perbedaan antara rotasi dan revolusi. Guru juga mengungkapkan bahwa miskonsepsi terkait konsep-konsep tersebut masih sering ditemukan dalam proses pembelajaran dan evaluasi.

Wawancara lebih lanjut menunjukkan bahwa guru telah memiliki pengalaman menggunakan berbagai teknologi pembelajaran digital, namun belum pernah memanfaatkan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran. Meskipun demikian, seluruh guru menunjukkan sikap yang positif terhadap integrasi teknologi tersebut. Guru menilai bahwa AR berpotensi membantu menjelaskan konsep-konsep abstrak yang selama ini sulit dipahami siswa karena mampu menampilkan objek secara visual, interaktif, dan lebih mendekati kondisi nyata. Selain itu, guru juga menyatakan kesiapan untuk mengintegrasikan teknologi baru selama penggunaannya mudah dipelajari, sesuai dengan capaian pembelajaran, dan dapat diakses melalui perangkat yang tersedia di sekolah maupun yang dimiliki siswa.

Berkaitan dengan pengembangan bahan ajar berbasis AR, guru mengharapkan media yang mampu menampilkan model tiga dimensi tata surya, animasi pergerakan planet, simulasi rotasi dan revolusi, serta fitur eksplorasi yang memungkinkan siswa berinteraksi secara langsung dengan objek pembelajaran. Guru juga menekankan pentingnya kemudahan penggunaan, kesesuaian dengan karakteristik siswa sekolah dasar, dan keterpaduan dengan kurikulum yang berlaku. Secara keseluruhan, hasil wawancara menunjukkan bahwa guru memandang AR sebagai alternatif media pembelajaran yang potensial untuk membantu menjelaskan konsep-konsep abstrak, meningkatkan keterlibatan siswa, dan memperkaya pengalaman belajar pada materi Sistem Tata Surya.

Tabel 6. Sintesis Temuan Wawancara Guru terkait Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Augmented Reality

Tema		Temuan Utama
Kondisi Pembelajaran IPAS		Pembelajaran masih didominasi metode ceramah, tanya jawab, dan diskusi sederhana dengan penggunaan buku teks sebagai sumber belajar utama.
Penggunaan Media Pembelajaran	Media	Media yang digunakan berupa buku teks, gambar, PowerPoint, dan video pembelajaran, namun belum

		mampu memvisualisasikan konsep tata surya secara dinamis.
Kesulitan Mengajarkan Materi Sistem Tata Surya		Siswa mengalami kesulitan memahami konsep rotasi, revolusi, orbit planet, dan gerhana. Miskonsepsi masih sering ditemukan pada materi yang bersifat abstrak dan spasial.
Pemanfaatan Teknologi Digital		Guru telah menggunakan teknologi pembelajaran digital dasar, tetapi belum pernah menggunakan Augmented Reality dalam pembelajaran.
Kesiapan Integrasi Teknologi		Guru menunjukkan kesiapan dan sikap positif terhadap penggunaan teknologi baru yang mudah dioperasikan dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.
Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar AR		Dibutuhkan visualisasi 3D, animasi gerak planet, simulasi interaktif, kemudahan penggunaan, serta kesesuaian dengan kurikulum dan karakteristik siswa sekolah dasar.
Harapan terhadap Implementasi AR		AR diharapkan mampu membantu menjelaskan konsep abstrak, meningkatkan keterlibatan siswa, dan mendukung pembelajaran yang lebih menarik dan bermakna.

Secara keseluruhan dari hasil observasi, angket siswa, dan wawancara guru menunjukkan adanya kebutuhan yang kuat terhadap pengembangan bahan ajar berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi Sistem Tata Surya. Pembelajaran saat ini masih didominasi oleh penjelasan verbal dengan dukungan media yang terbatas, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak seperti rotasi, revolusi, dan karakteristik planet. Di sisi lain, siswa menunjukkan kebutuhan yang tinggi terhadap media yang lebih menarik, interaktif, dan mampu menghadirkan visualisasi tiga dimensi, serta memiliki persepsi yang sangat positif terhadap penggunaan AR. Temuan tersebut diperkuat oleh pandangan guru yang mengakui keterbatasan media yang tersedia dan mengharapkan adanya bahan ajar yang dapat memvisualisasikan fenomena tata surya secara lebih konkret dan dinamis. Secara keseluruhan, hasil penelitian mengindikasikan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis AR perlu menekankan aspek visualisasi, interaktivitas, kemudahan penggunaan, dan kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah dasar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS pada materi Sistem Tata Surya masih didominasi oleh metode ekspositori dengan dukungan media yang terbatas pada buku teks, gambar statis, dan presentasi sederhana. Kondisi ini berkontribusi terhadap menurunnya keterlibatan siswa ketika pembelajaran memasuki konsep-konsep yang abstrak dan membutuhkan visualisasi spasial. Temuan tersebut dapat dipahami mengingat materi Sistem Tata Surya bersifat kompleks, tidak dapat diamati secara langsung, serta menuntut pemahaman tentang hubungan ruang, gerak, dan skala antar benda langit (Gürsoy, 2021; (Aguayo et al., 2023). Dalam perspektif *Cognitive Theory of Multimedia Learning*, pemah aman konsep akan lebih optimal ketika informasi disajikan melalui representasi verbal dan visual yang saling melengkapi. Sebaliknya, dominasi ceramah dan penggunaan media dua dimensi yang statis cenderung membatasi pembentukan model mental siswa terhadap fenomena yang dinamis dan spasial. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran abad ke-21 perlu bergerak melampaui penyampaian informasi menuju pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna melalui pemanfaatan teknologi yang tepat (Asrizal et al., 2022; AIAli, 2024). Dengan demikian, karakteristik materi Sistem Tata Surya menuntut representasi visual dan interaktif yang belum sepenuhnya dapat difasilitasi oleh media pembelajaran konvensional.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kebutuhan siswa terhadap bahan ajar berbasis *Augmented Reality* (AR) berangkat dari masih adanya kesulitan dalam memahami konsep Sistem Tata Surya. Meskipun tingkat kesulitan berada pada kategori dibutuhkan (64,91%), siswa masih mengalami hambatan dalam memahami konsep tata surya, rotasi dan revolusi Bumi, serta karakteristik planet. Kesulitan ini menunjukkan bahwa pembelajaran tata surya tidak hanya menuntut penguasaan fakta, tetapi juga kemampuan membangun representasi mental terhadap fenomena yang tidak dapat diamati secara langsung. Dari perspektif *spatial cognition*, pemahaman mengenai posisi dan pergerakan benda langit memerlukan kemampuan visualisasi spasial yang masih berkembang pada siswa sekolah dasar. Temuan ini sejalan dengan penelitian Gürsoy (2021) yang menegaskan bahwa pembelajaran astronomi sering menghadapi tantangan konseptual akibat sifat materinya yang abstrak dan kompleks. Kondisi tersebut menjelaskan tingginya kebutuhan siswa terhadap media yang lebih menarik (83,86%), visualisasi objek tiga dimensi (82,46%), simulasi interaktif (81,05%), dan animasi pergerakan tata surya (80,00%). Kebutuhan tersebut menunjukkan bahwa siswa memerlukan lingkungan belajar yang mampu menghubungkan konsep abstrak dengan representasi visual yang lebih konkret sehingga mendukung proses *conceptual change*. Temuan ini selaras dengan *Dual Coding Theory* dan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* yang menegaskan bahwa integrasi informasi verbal dan visual dapat memperkuat pemahaman serta membantu siswa membangun model mental yang lebih akurat terhadap konsep yang dipelajari.

Selain menunjukkan kebutuhan yang tinggi terhadap visualisasi dan interaktivitas, siswa juga memperlihatkan kesiapan yang cukup baik untuk menerima integrasi teknologi dalam pembelajaran. Aspek kesiapan teknologi memperoleh persentase sebesar 76,93%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki akses terhadap perangkat digital dan internet serta terbiasa menggunakan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Lebih penting lagi, persepsi siswa terhadap penggunaan AR berada pada kategori sangat dibutuhkan dengan persentase sebesar 83,51%, sementara kesediaan menggunakan AR dalam pembelajaran IPAS mencapai 87,02%. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya siap secara teknologis, tetapi juga memiliki tingkat penerimaan yang tinggi terhadap inovasi pembelajaran berbasis AR. Hasil tersebut memperkuat berbagai penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa AR mampu meningkatkan perhatian, minat, keterlibatan, dan motivasi belajar siswa (Lin & Yu, 2023; Tuta & Luić, 2024; AlGerafi et al., 2023). Pada konteks pendidikan sains, visualisasi tiga dimensi dan simulasi berbasis AR juga terbukti membantu peserta didik memahami konsep-konsep kompleks sekaligus menghubungkannya dengan pengalaman belajar yang lebih bermakna (Bölek et al., 2021; Sakr & Abdullah, 2024). Dengan demikian, tingginya kebutuhan terhadap visualisasi tiga dimensi, simulasi interaktif, dan media yang lebih menarik menunjukkan bahwa siswa memerlukan lingkungan belajar yang mampu menjembatani konsep-konsep abstrak dengan representasi yang lebih konkret, interaktif, dan mudah dipahami melalui dukungan teknologi yang sesuai dengan karakteristik mereka.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru menghadapi tantangan yang cukup besar dalam mengajarkan materi Sistem Tata Surya karena karakteristiknya yang abstrak, kompleks, dan sulit diamati secara langsung. Kesulitan tersebut diperparah oleh keterbatasan media pembelajaran yang tersedia sehingga konsep-konsep seperti rotasi, revolusi, orbit planet, dan hubungan spasial antar benda langit sering kali sulit dipahami siswa dan berpotensi menimbulkan miskonsepsi. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran astronomi dan tata surya merupakan salah satu area yang menantang dalam pendidikan sains karena menuntut kemampuan visualisasi spasial dan pemahaman terhadap fenomena yang tidak dapat diamati secara langsung oleh peserta didik (Budiarto et al., 2020; Aguayo et al., 2023). Di sisi lain,

meskipun guru belum pernah menggunakan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran, mereka menunjukkan sikap yang terbuka terhadap integrasi teknologi baru yang dapat membantu menjelaskan konsep-konsep abstrak secara lebih konkret. Kesiapan tersebut penting mengingat keberhasilan integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak hanya bergantung pada ketersediaan perangkat, tetapi juga pada kesiapan dan penerimaan guru sebagai fasilitator pembelajaran. Guru juga menekankan perlunya media yang mudah digunakan, sesuai dengan kurikulum, serta mampu menghadirkan visualisasi tiga dimensi, animasi, dan simulasi interaktif. Harapan tersebut sejalan dengan karakteristik AR yang telah banyak dilaporkan mampu mendukung visualisasi konsep kompleks, meningkatkan pemahaman konseptual, serta memperkaya pengalaman belajar siswa apabila diintegrasikan secara tepat ke dalam proses pembelajaran (Tian & Ironsi, 2025; Sakr & Abdullah, 2024). Dengan demikian, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AR tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh kesesuaiannya dengan kebutuhan pedagogis guru, karakteristik materi, dan konteks pembelajaran yang dihadapi di kelas.

Temuan penelitian ini memberikan implikasi teoretis dan praktis yang penting bagi pengembangan bahan ajar berbasis Augmented Reality dalam pembelajaran IPAS. Secara teoretis, penelitian ini memperluas kajian *educational technology needs assessment* dengan menunjukkan bahwa kebutuhan pengguna—baik siswa maupun guru—perlu dipetakan secara sistematis sebelum proses pengembangan dilakukan, khususnya pada konteks pembelajaran IPAS yang melibatkan konsep-konsep abstrak dan spasial. Temuan ini sekaligus melengkapi penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada pengembangan produk dan pengujian efektivitas AR setelah implementasi (González-Pérez & Ramírez-Montoya, 2022; Bölek et al., 2021). Secara praktis, hasil penelitian mengindikasikan bahwa bahan ajar yang akan dikembangkan perlu memuat model tiga dimensi tata surya, simulasi rotasi dan revolusi, animasi orbit planet, serta fitur eksplorasi interaktif yang dapat diakses melalui perangkat Android. Temuan ini juga menegaskan pentingnya pendekatan *user-centered design*, pengembangan produk tidak semata-mata didasarkan pada kemungkinan teknologi yang tersedia, tetapi pada kebutuhan nyata pengguna, karakteristik peserta didik, tujuan pembelajaran, dan kondisi implementasi di sekolah. Dengan demikian, spesifikasi bahan ajar yang dihasilkan tidak hanya berpotensi layak secara teknologis, tetapi juga relevan secara pedagogis dan kontekstual bagi pembelajaran IPAS di sekolah dasar.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran IPAS pada materi Sistem Tata Surya masih menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dominasi metode ekspositori, keterbatasan media pembelajaran, dan kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak dan spasial. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa siswa membutuhkan media pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan mampu menghadirkan visualisasi tiga dimensi, animasi, serta simulasi yang mendukung pemahaman konsep. Selain itu, siswa menunjukkan kesiapan teknologi dan persepsi yang positif terhadap penggunaan Augmented Reality (AR). Dari perspektif guru, terdapat kebutuhan akan media yang dapat membantu menjelaskan konsep-konsep abstrak secara lebih konkret, mudah digunakan, dan sesuai dengan karakteristik siswa serta tuntutan kurikulum. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis AR berpotensi menjadi solusi yang relevan untuk mendukung pembelajaran IPAS pada materi Sistem Tata Surya. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam merancang bahan ajar AR yang berorientasi pada kebutuhan pengguna (*user-centered design*). Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas bahan ajar AR yang dihasilkan terhadap

pemahaman konseptual, keterlibatan, dan hasil belajar siswa pada konteks sekolah dasar yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguayo, C., Videla, R., López-Cortés, F., Rossel, S., & Ibacache, C. (2023). Ethical enactivism for smart and inclusive STEAM learning design. *Heliyon*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19205>
- AlAli, R. (2024). Enhancing 21st century skills through integrated stem education using project-oriented problem-based learning. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 53(2), 421–430. <https://doi.org/10.30892/gtg.53205-1217>
- AlGerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*, 12(18), 3953. <https://doi.org/10.3390/electronics12183953>
- Asrizal, A., Yurnetti, Y., & Usman, E. A. (2022). ICT Thematic Science Teaching Material with 5E Learning Cycle Model to Develop Students' 21st-Century Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 61–72. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.33764>
- Barteit, S., Lanfermann, L., Bärnighausen, T., Neuhaus, F., & Beiersmann, C. (2021). Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. *JMIR Serious Games*, 9. <https://doi.org/10.2196/29080>
- Berg, T. B., Achiam, M., Poulsen, K. M., Sanderhoff, L. B., & Tøttrup, A. P. (2021). The Role and Value of Out-of-School Environments in Science Education for 21st Century Skills. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.674541>
- Bölek, K. A., De Jong, G., & Henssen, D. (2021). The effectiveness of the use of augmented reality in anatomy education: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 15292. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94721-4>
- Budiarto, M. K., Joebagio, H., & Sudiyanto, S. (2020). Student's View of Using Digital Learning Media in Classroom Activities: A Case of Public Senior High School in Cirebon, Indonesia. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 10(1). <https://doi.org/10.23960/jpp.v10.i1.202006>
- Croghan, H. T., Cano, V. D., Pacheco, E., Sonawane, R. B., & Boroon, R. (2025). Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Experiential Learning: Transforming Educational Paradigms. *Education Sciences*, 15(3), 303. <https://doi.org/10.3390/educsci15030303>
- Czok, V., Krug, M., Müller, S., Huwer, J., & Weitzel, H. (2023). Learning Effects of Augmented Reality and Game-Based Learning for Science Teaching in Higher Education in the Context of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 15(21), 15313. <https://doi.org/10.3390/su152115313>
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education. *Education Sciences*, 11(11), 737. <https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
- Galimova, E. G., Sergeeva, O. V., Zheltukhina, M. R., Sokolova, N. L., Zakharova, V. L., & Drobysheva, N. N. (2025). Mobile learning in science education to improve higher-order thinking skills and communication skills: scoping review. *Frontiers in Communication*, 10. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2025.1624012>
- Gill, S. L. (2020). Qualitative Sampling Methods. *Journal of Human Lactation*, 36(4). <https://doi.org/10.1177/0890334420949218>
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>

- Gürsoy, G. (2021). Digital Storytelling: Developing 21st Century Skills in Science Education. *European Journal of Educational Research*, volume-10-(volume-10-issue-1-january-2021), 97–113. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.97>
- Haq, M., & Yasin, N. (2025). Qualitative, Quantitative, and Mixed Methodology Paradigms. *Journal of Practical Studies in Education*, 6(6), 15–29. <https://doi.org/10.46809/jpse.v6i6.144>
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies. *Applied Sciences*, 12(13), 6809. <https://doi.org/10.3390/app12136809>
- Liang, L., Zhang, Z., & Guo, J. (2023). The Effectiveness of Augmented Reality in Physical Sustainable Education on Learning Behaviour and Motivation. *Sustainability*, 15(6), 5062. <https://doi.org/10.3390/su15065062>
- Lin, Y., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis of the effects of augmented reality technologies in interactive learning environments (2012–2022). *Computer Applications in Engineering Education*, 31, 1111–1131. <https://doi.org/10.1002/cae.22628>
- Morris, D. L. (2025). Rethinking Science Education Practices: Shifting from Investigation-Centric to Comprehensive Inquiry-Based Instruction. *Education Sciences*, 15(1), 73. <https://doi.org/10.3390/educsci15010073>
- Moser, A., & Korstjens, I. (2017). Series: Practical guidance to qualitative research. Part 3: Sampling, data collection and analysis. *The European Journal of General Practice*, 24, 9–18. <https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1375091>
- Novitra, F., Festiyed, F., Yohandri, Y., & Asrizal, A. (2021). Development of Online-based Inquiry Learning Model to Improve 21st-Century Skills of Physics Students in Senior High School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(9), em2004. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11152>
- Nurhasanah, A., Handoyo, E., Widiyatmoko, A., & Rusdarti, R. (2025). Digital-Based Learning Media Innovation: Improving Motivation and Science Learning Outcomes. *International Journal on Social and Education Sciences*, 7(2), 185–194. <https://doi.org/10.46328/ijoneses.723>
- Prihantini, Iqbal, M., Judijanto, L., Fauzi, M. S., Andiopenta, & Prananda, G. (2024). The Influence of The Student Facilitator and Explaining Model in Differentiating IPAS Learning in The Independent Curriculum in Primary Schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(SpecialIssue), 59–66. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10iSpecialIssue.8853>
- Rios, M. D. G., Paredes-Velasco, M., Beleño, R. D. H., & Fuentes-Pinargote, J. (2022). Analysis of emotions in the use of augmented reality technologies in education: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31, 216–234. <https://doi.org/10.1002/cae.22593>
- Safitri, S., Juhadi, J., & Aji, A. (2024). Ecoliteracy Learning Design with Augmented Reality-Based SETS Approach for Flood Disaster Education. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 5(3), 779–795. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i3.610>
- Sakr, A., & Abdullah, T. (2024). Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 29, 19913–19962. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5>
- Sayadi, D., & Pangandaman, H. (2025). Technology-Enhanced Science Teaching for 21st-Century Learning: A Systematic Review of Evidence-Based Strategies and Their Alignment with SDG 4. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(3). <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i3.29379>
- Terrell, S. (2015). Mixed-Methods Research Methodologies. *The Qualitative Report*, 17, 254–280. <https://consensus.app/papers/mixedmethods-research-methodologies->

- terrell/2efe0a9295765c4dba7a18773a672406/
- Tian, X., & Ironsi, C. S. (2025). Examining the impact of augmented reality on students' learning outcomes. *Scientific Reports*, 15(1), 36957. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20833-w>
- Trisiana, A., Priyanto, A., & Sutoyo. (2024). An Analysis of the development anti-corruption education in Indonesia through media-based citizenship education using smart mobile civic learning. *Cakrawala Pendidikan*, 43(1), 166–175. <https://doi.org/10.21831/cp.v43i1.60261>
- Tuta, J., & Luić, L. (2024). D-Learning: An Experimental Approach to Determining Student Learning Outcomes Using Augmented Reality (AR) Technology. *Education Sciences*, 14(5), 502. <https://doi.org/10.3390/educsci14050502>
- Uriarte-Portillo, A., Ibáñez, M. B., Zatarain-Cabada, R., & Barrón-Estrada, M. L. (2023). Comparison of Using an Augmented Reality Learning Tool at Home and in a Classroom Regarding Motivation and Learning Outcomes. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(3), 23. <https://doi.org/10.3390/mti7030023>
- Wulandari, H. T., & Utama. (2025). Development of interactive learning media based on canva for education to improve digital literacy skills in solar system material ipas project. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 35(1), 139–151. <https://doi.org/10.23917/jpis.v35i1.10797>