



Needs Analysis of a Solar System Module with Augmented Reality to Improve Students' Communication and Problem-Solving

Adi Frengki Wibowo*, Ahmad Amin, & Yaspin Yolanda

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Silampari, Indonesia

*Corresponding author: adiwibowofrengki@gmail.com

Abstract: *This study aims to analyze the need for developing an Augmented Reality (AR)-based digital module on the Solar System to improve students' scientific communication and problem-solving skills. The research method used a qualitative descriptive approach through observation, interviews, questionnaires, and Focus Group Discussions (FGDs) involving 36 seventh-grade students and a physics teacher. The results of the study indicate that physics learning in the classroom is still dominated by lecture methods and 2D media, making it difficult for students to visualize the concepts of rotation, revolution, and astronomical phenomena in depth. Other findings indicate that students' scientific communication and problem-solving skills are still low due to the lack of exploratory activities and scientific discussions. Teachers and students clearly need interactive digital learning media that can display 3D visualizations and support problem-based learning. The integration of AR technology with the Problem-Based Learning (PBL) model is considered highly relevant to provide more immersive, contextual, and collaborative learning. Thus, the results of this needs analysis serve as an important basis for developing an AR-PBL-based digital module on the Solar System that can strengthen students' conceptual understanding, scientific communication skills, and problem-solving abilities according to the demands of 21st-century learning.*

Keywords: *augmented reality, communication skills, problem-based learning, problem solving, solar system*

Analisis Kebutuhan Modul Digital Tata Surya Berbantuan *Augmented Reality* untuk Mengasah Komunikasi dan Pemecahan Masalah Siswa

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan modul digital berbasis Augmented Reality (AR) pada materi Tata Surya guna meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah siswa. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif melalui observasi, wawancara, angket, dan *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan 36 siswa kelas VII serta seorang guru fisika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran fisika di kelas masih didominasi oleh metode ceramah dan media 2D, sehingga siswa kesulitan memvisualisasikan konsep rotasi, revolusi, dan fenomena astronomi secara lebih mendalam. Temuan lain menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah siswa masih rendah karena minimnya aktivitas eksplorasi dan diskusi ilmiah. Guru dan siswa secara jelas membutuhkan media pembelajaran digital yang interaktif, dapat menampilkan visualisasi 3D, serta mendukung pembelajaran berbasis masalah. Integrasi teknologi AR dengan model *Problem-Based Learning* (PBL) dinilai sangat relevan untuk menghadirkan pembelajaran yang lebih imersif, kontekstual, dan kolaboratif. Dengan demikian, hasil analisis kebutuhan ini menjadi dasar penting bagi pengembangan modul digital Tata Surya berbasis AR-PBL yang mampu memperkuat pemahaman konsep, keterampilan komunikasi ilmiah, dan kemampuan pemecahan masalah siswa sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Kata kunci: *augmented reality, keterampilan komunikasi, pemecahan masalah, problem-based learning, tata surya*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan suatu proses yang diperlukan untuk mendapatkan keseimbangan dan kesempurnaan dalam perkembangan individu maupun masyarakat. Penekanan pendidikan dibandingkan dengan pengajaran terletak pada pembentukan kesadaran dan kepribadian individu atau masyarakat di samping transfer ilmu dan keahlian. Perkembangan teknologi digital di era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan. Pembelajaran tidak lagi terbatas pada ruang kelas konvensional, tetapi telah berkembang menjadi pembelajaran interaktif berbasis teknologi. Salah satunya adalah inovasi *Augmented Reality* (AR), teknologi yang mampu menggabungkan objek virtual ke dalam dunia nyata (Kaviyaraj et al., 2025; Santos et al., 2014). Dalam konteks pembelajaran fisika, teknologi AR memiliki potensi besar untuk menjadikan konsep-konsep abstrak lebih konkret dan mudah dipahami oleh siswa. Materi Tata Surya, menuntut kemampuan visualisasi spasial yang tinggi agar siswa dapat memahami posisi relatif, gerak, serta interaksi antarbenda langit. Namun, dalam praktiknya, pembelajaran masih banyak mengandalkan penjelasan verbal, gambar dua dimensi, atau video konvensional yang terbatas dalam menstimulasi pengalaman belajar siswa secara mendalam. Akibatnya, siswa cenderung pasif dan kesulitan mengaitkan konsep fisika dengan fenomena nyata. Selain itu, kemampuan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah merupakan dua komponen utama dalam literasi sains abad ke-21 yang masih belum banyak mendapat perhatian dalam pembelajaran fisika di sekolah. Proses belajar masih didominasi oleh kegiatan menghafal rumus dan penerapan prosedural, bukan kegiatan eksploratif yang melatih siswa untuk mengemukakan ide, berdiskusi, atau menemukan solusi atas permasalahan ilmiah. Padahal, kemampuan komunikasi dan pemecahan masalah sangat penting agar siswa mampu berpikir kritis dan berpartisipasi aktif dalam penyelesaian isu-isu sains dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan modul digital inovatif yang tidak hanya menyajikan materi secara menarik, tetapi juga menumbuhkan keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar (Amin & Sulistiyono, 2021). Salah satu bahan ajar yang dapat dan telah kami kembangkan adalah e-modul. Emodul diharapkan dapat menarik minat belajar mahasiswa dan dapat menggambarkan materi yang bersifat abstrak. E-modul juga dapat dengan mudah diakses oleh mahasiswa menggunakan komputer ataupun gadget kapanpun dan di manapun sehingga mendapatkan umpan balik secara langsung dan memahami materi pelajaran (Sriyanti et al. 2021).

Penggunaan modul PBL yang dipadukan dengan teknologi AR menjadi salah satu solusi potensial. Dengan pendekatan ini, siswa dapat belajar melalui pemecahan masalah kontekstual terkait fenomena tata surya, sambil berinteraksi langsung dengan visualisasi tiga dimensi planet, orbit, dan rotasi secara imersif melalui perangkat digital. Namun, sebelum modul digital berbasis AR dikembangkan, perlu dilakukan analisis kebutuhan untuk memahami kondisi nyata di lapangan, baik dari sisi guru maupun siswa. Analisis kebutuhan ini penting untuk mengidentifikasi, di antaranya (1) sejauh mana guru dan siswa siap memanfaatkan teknologi AR (2) aspek pembelajaran fisika yang memerlukan visualisasi interaktif; serta (3) karakteristik modul digital yang sesuai dengan tujuan meningkatkan kemampuan komunikasi dan pemecahan masalah siswa (Bai et al., 2017).

Seiring kemajuan teknologi, beberapa penelitian mulai mengintegrasikan AR dalam pembelajaran sains dan fisika. Yolanda et al., (2025) mengembangkan media pembelajaran berbasis AR pada materi sistem Tata Surya dan melaporkan bahwa teknologi ini membantu siswa memahami posisi planet, rotasi, dan revolusi secara lebih mendalam dibandingkan dengan media konvensional. Penggunaan AR meningkatkan minat belajar dan kemampuan visualisasi spasial siswa karena mereka dapat berinteraksi langsung dengan objek tiga

dimensi di dunia nyata (Kaviyaraj et al., 2025; Romalee et al., 2023). Penggunaan AR dalam modul interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar serta kemampuan siswa dalam pemecahan masalah ilmiah (Alsolami & Allinjawi, 2025; Syerov & Petrincec, 2025). Hasil-hasil tersebut memperkuat pandangan bahwa AR memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran fisika yang inovatif. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada tahap pengembangan dan uji efektivitas produk, bukan pada analisis kebutuhan sebagai dasar pengembangan media.

Selain aspek teknologi, pendekatan pembelajaran juga menjadi faktor penting dalam peningkatan kemampuan siswa. Sementara itu, PBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah siswa karena mereka dilatih untuk berdiskusi, berargumentasi, dan menyampaikan ide secara ilmiah dalam kelompok. Kombinasi antara model PBL dan media digital mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis serta kolaboratif dalam menyelesaikan permasalahan fisika (Evangelista et al., 2025; Mertens & Bruening, 2024). Pelajaran fisika menggunakan model untuk menerangkan fenomena yang diamati, menjelaskan gagasan-gagasan saat menyusun teori, atau, dengan cara sederhana, memberikan bantuan untuk mengenal dan memahaminya saja. Pembelajaran sains sebagai produk dimaknai bahwa pembelajaran fisika mampu mencapai tujuan pembelajaran, sedangkan pembelajaran fisika sebagai sikap dimaknai bahwa pembelajaran fisika dapat menciptakan keingintahuan siswa yang tinggi, ketekunan serta membentuk moral yang baik yang harus diterapkan siswa dalam setiap aktivitas kehidupan (Algiranto, 2020).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan analisis kebutuhan. Pendekatan ini digunakan untuk menggali secara mendalam kebutuhan guru dan siswa terhadap pengembangan modul digital berbasis masalah PBL yang terintegrasi dengan teknologi AR dalam pembelajaran fisika melibatkan 36 siswa kelas VII SMPIT Boarding School Raudhatul Jannah Lubuklinggau. Berdasarkan metode yang digunakan dalam penelitian ini, dengan teknik pengumpulan data yang dapat dilihat secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Metodologi Penelitian

No	Analisa Kebutuhan	Teknik Pengumpulan Data	Analisa Data
1	Data awal pemecahan masalah siswa	Wawancara mendalam (<i>in-depth interview</i>) menggunakan pedoman wawancara bertujuan untuk mendiagnosis pemecahan masalah siswa	Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif kualitatif melalui
2	Data awal keterampilan komunikasi siswa	Wawancara mendalam (<i>in-depth interview</i>) dilakukan untuk mendiagnosis keterampilan komunikasi siswa	Reduksi data, penyajian data dan penarikan
3	Pembelajaran Fisika berbasis digital	1. Angket/kuisisioner kebutuhan siswa, disebarkan kepada siswa untuk menggali respon terhadap ide pengembangan modul berbasis AR. 2. Lembar observasi aktivitas pembelajaran terkait kesiapan terhadap pembelajaran berbantuan teknologi AR dan situasi pembelajaran fisika di kelas, terutama terkait penggunaan media, interaksi guru-siswa, dan aktivitas pemecahan masalah.	Kesimpulan. Keabsahan Data dilakukan member checking dan FGD bersama guru fisika untuk merekonstruksi bersama kebutuhan belajar siswa

No	Analisa Kebutuhan	Teknik Pengumpulan Data	Analisa Data
4	Telaah sumber bacaan dan kurikulum yang digunakan	Dokumentasi, yakni <i>Checklist analisis</i> dokumen untuk menilai karakteristik bahan ajar yang digunakan Meliputi silabus, RPP, dan bahan ajar yang digunakan guru untuk menganalisis kesesuaian dengan prinsip literasi sains dan pembelajaran berbasis masalah.	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan keterampilan komunikasi dan pemecahan masalah yang melibatkan 36 siswa kelas VII SMPIT Boarding School Raudhatul Jannah Lubuklinggau dengan tingkat kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Serta Guru Fisika dengan melakukan observasi wawancara mendalam pada siswa dan guru untuk mengetahui asesmen awal tata surya dan FGD pada masalah yang diambil terkait penelitian yang akan dilakukan. Sehingga hasil dari wawancara tersebut dapat dilihat secara rinci pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Wawancara Mendalam dengan Siswa

No	Aspek yang Digali	Pertanyaan Wawancara	Temuan Utama (Ringkasan Jawaban Siswa)	Makna/Interpretasi Peneliti
1	Pengalaman belajar fisika saat ini	Bagaimana pengalaman kamu saat belajar materi Tata Surya di kelas?	Sebagian besar siswa menyatakan pembelajaran masih bersifat ceramah dan menggunakan gambar dua dimensi. Banyak siswa merasa sulit membayangkan posisi planet, rotasi, dan revolusi secara nyata.	Pembelajaran masih berpusat pada guru dan kurang memfasilitasi visualisasi spasial siswa.
2	Kesulitan dalam memahami konsep Tata Surya	Apa bagian tersulit dari materi Tata Surya menurutmu?	Siswa mengaku kesulitan memahami gerak orbit planet, hubungan antara rotasi dan revolusi, serta ukuran relatif antar planet.	Diperlukan media pembelajaran yang memungkinkan eksplorasi dan visualisasi tiga dimensi.
3	Motivasi dan keterlibatan dalam pembelajaran	Apakah kamu merasa tertarik dengan pembelajaran Tata Surya di kelas? Mengapa?	Sebagian siswa merasa kurang tertarik karena pembelajaran cenderung pasif dan tidak interaktif. Hanya sedikit siswa yang aktif bertanya atau berdiskusi.	Rendahnya motivasi menunjukkan perlunya strategi pembelajaran yang lebih menarik dan partisipatif.
4	Penggunaan media pembelajaran digital	Apakah kamu pernah menggunakan media digital dalam belajar fisika (misalnya video interaktif, simulasi, atau aplikasi 3D)?	Beberapa siswa pernah menggunakan video pembelajaran di YouTube, tetapi belum pernah mencoba aplikasi berbasis AR.	Siswa memiliki pengalaman terbatas terhadap media digital yang interaktif dan berbasis teknologi imersif.
5	Pemahaman tentang Augmented Reality (AR)	Apakah kamu tahu apa itu Augmented Reality? Bagaimana pendapatmu jika	Sebagian besar siswa belum mengetahui AR secara spesifik, namun tertarik jika dapat menampilkan planet atau benda langit secara nyata di ruang kelas.	Ada potensi positif terhadap penerimaan AR dalam pembelajaran jika dikembangkan dengan tampilan menarik dan mudah digunakan.

No	Aspek yang Digali	Pertanyaan Wawancara	Temuan Utama (Ringkasan Jawaban Siswa)	Makna/Interpretasi Peneliti
		digunakan untuk belajar fisika?		
6	Kebutuhan terhadap media pembelajaran baru	Menurutmu, media seperti apa yang bisa membantu kamu memahami Tata Surya dengan lebih mudah?	Siswa menginginkan media yang bisa menampilkan bentuk dan gerakan planet secara nyata, interaktif, dan bisa diakses melalui smartphone.	Kebutuhan utama siswa adalah media berbasis visual 3D yang interaktif, fleksibel, dan mudah diakses.
7	Keterampilan yang ingin dikembangkan	Selain memahami konsep, keterampilan apa yang ingin kamu tingkatkan melalui pembelajaran fisika?	Banyak siswa menyebut ingin belajar menyampaikan pendapat, berdiskusi, dan mencari solusi terhadap masalah yang diberikan guru.	Siswa membutuhkan pembelajaran yang mengasah komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah melalui aktivitas berbasis masalah (<i>Problem-Based Learning</i>).
8	Harapan terhadap pembelajaran berbasis AR	Jika tersedia modul digital berbasis AR, apa harapanmu terhadap penggunaannya?	Siswa berharap pembelajaran lebih seru, mudah dipahami, dan memungkinkan mereka menjelajah planet secara virtual.	Harapan siswa menunjukkan antusiasme terhadap pembelajaran berbantuan teknologi yang interaktif dan kontekstual.

Setelah melakukan wawancara pada siswa pada keterampilan pemecahan masalah dengan menggunakan soal diagnosis pada materi tata surya, maka didapatkan hasil wawancara dimana terdapat siswa yang masih memiliki kemampuan pemecahan masalah dengan kategori kurang. dimana hasil wawancara pada modul digital yang akan digunakan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan komunikasi siswa yang dapat dilihat secara rinci pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Observasi Awal Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa

No	Indikator Pemecahan Masalah	Deskripsi Hasil Observasi
1	Kemampuan mengidentifikasi dan memahami masalah fisika	Sebagian besar siswa belum mampu mengenali inti permasalahan dalam soal atau fenomena fisika yang diberikan. Banyak siswa langsung mencari jawaban tanpa memahami konteks.
2	Kemampuan mengaitkan konsep dengan fenomena nyata	Siswa masih kesulitan menghubungkan konsep tata surya dengan fenomena sehari-hari, seperti siang-malam, gerhana, atau perubahan musim.
3	Kemampuan merumuskan hipotesis atau perkiraan jawaban sementara	Hanya sebagian kecil siswa yang mencoba membuat dugaan atau hipotesis. Sebagian besar menunggu penjelasan guru atau mengikuti jawaban teman.
4	Kemampuan mengumpulkan dan menganalisis informasi ilmiah	Siswa jarang mencari informasi tambahan atau melakukan penelusuran konsep. Aktivitas belajar masih terbatas pada buku teks dan penjelasan guru.
5	Kemampuan memilih strategi penyelesaian masalah	Saat diberikan soal kontekstual, siswa cenderung mengikuti langkah contoh di buku tanpa menyesuaikan dengan konteks permasalahan.
6	Kemampuan menarik kesimpulan logis dan ilmiah	Kesimpulan yang dibuat siswa sering tidak didukung alasan ilmiah yang kuat. Hanya sedikit yang mampu menjelaskan hubungan antara konsep dan hasil yang diperoleh.

No	Indikator Pemecahan Masalah	Deskripsi Hasil Observasi
7	Kemampuan mengevaluasi hasil dan proses pemecahan masalah	Hampir tidak ada siswa yang melakukan refleksi terhadap hasil jawabannya. Setelah mendapatkan jawaban akhir, proses pembelajaran berhenti di situ.

Hasil observasi awal pada Tabel 3 menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah siswa dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi Tata Surya, masih tergolong rendah. Sebagian besar siswa belum mampu mengidentifikasi dan memahami inti permasalahan fisika secara tepat. Kondisi ini terlihat dari kecenderungan siswa untuk langsung mencari jawaban tanpa memahami konteks fenomena yang diberikan. Hal ini selaras dengan temuan Yolanda & Amin (2018) yang menyebutkan bahwa siswa sering kali mengalami *surface learning*, yaitu hanya berfokus pada hasil akhir tanpa melalui proses analisis konseptual yang mendalam. Lebih lanjut, kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep dengan fenomena nyata juga masih rendah (Yolanda, 2020). Banyak siswa belum mampu menjelaskan hubungan antara pergerakan bumi dan fenomena seperti siang-malam atau perubahan musim. Keterbatasan ini sejalan dengan hasil penelitian, Asham et al., (2023) yang menegaskan bahwa pembelajaran fisika di sekolah menengah sering kurang mengaitkan konsep dengan realitas kontekstual, sehingga menghambat proses berpikir ilmiah siswa.

Setelah melakukan wawancara pada siswa pada terkait keterampilan komunikasi dengan menggunakan soal diagnosis pada materi tata surya, maka didapatkan hasil wawancara dimana terdapat siswa yang masih memiliki keterampilan komunikasi dengan kategori kurang . Di mana hasil wawancara pada keterampilan pemecahan masalah dapat dilihat secara rinci pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Observasi Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa

No	Indikator Keterampilan Komunikasi	Deskripsi Hasil Observasi
1	Kemampuan menyampaikan pendapat secara lisan	Sebagian besar siswa masih pasif dalam mengemukakan pendapat atau ide saat diskusi. Hanya beberapa siswa yang aktif menanggapi pertanyaan guru.
2	Kemampuan menjelaskan konsep fisika dengan bahasa sendiri	Siswa cenderung mengulang penjelasan dari buku tanpa memahami makna konsep secara mendalam. Penjelasan sering tidak sistematis dan kurang menggunakan istilah ilmiah.
3	Kemampuan bertanya secara kritis dan relevan	Hanya sedikit siswa yang mengajukan pertanyaan terkait materi Tata Surya. Sebagian besar pertanyaan masih bersifat faktual, belum mengarah ke pemikiran analitis.
4	Kemampuan mendengarkan dan merespons argumen teman	Saat diskusi kelompok, beberapa siswa memperhatikan teman yang berbicara, namun jarang memberikan tanggapan atau masukan.
5	Kemampuan menggunakan media atau simbol ilmiah dalam komunikasi (gambar, tabel, grafik)	Siswa masih kesulitan menggunakan representasi ilmiah (diagram orbit, skema rotasi-revolusi) untuk menjelaskan fenomena Tata Surya.
6	Kemampuan bekerja sama dan berkomunikasi dalam kelompok	Kolaborasi dalam kelompok berjalan, tetapi peran dominan masih dipegang oleh satu atau dua siswa; yang lain cenderung pasif.
7	Kemampuan menyimpulkan hasil diskusi secara logis dan ilmiah	Kesimpulan yang disampaikan kelompok belum menunjukkan alur berpikir ilmiah; sering hanya menyalin isi buku tanpa mengaitkan dengan data atau fenomena.

Hasil observasi pada Tabel 4 menunjukkan kondisi serupa pada aspek keterampilan komunikasi ilmiah. Siswa masih pasif dalam menyampaikan pendapat atau ide, dan sebagian besar belum mampu menjelaskan konsep fisika dengan bahasa sendiri. Mereka cenderung mengulang penjelasan dari buku teks tanpa pemahaman mendalam. Fenomena ini didukung oleh penelitian Syerov & Petrinc, (2025) yang menemukan bahwa pembelajaran tradisional yang berpusat pada guru menyebabkan rendahnya kemampuan komunikasi ilmiah karena siswa jarang dilibatkan dalam diskusi konseptual dan argumentasi berbasis data. Kemampuan bertanya secara kritis dan menggunakan media ilmiah (seperti diagram orbit atau skema rotasi) juga masih lemah. Siswa belum terbiasa menggunakan simbol atau representasi ilmiah untuk menyampaikan pemahamannya, sehingga proses komunikasi sains belum optimal. Menurut Chen et al., (2025) visualisasi interaktif seperti AR dapat membantu siswa memahami representasi ilmiah yang abstrak dengan lebih baik, karena memungkinkan mereka mengamati fenomena secara tiga dimensi dan kontekstual.

Berikutnya, dilakukan wawancara dengan guru fisika terkait modul digital yang dikembangkan dan akan diimplementasikan dalam penelitian untuk mengetahui bagaimana implementasi modul digital tata surya dengan model pembelajaran PBL nantinya dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan komunikasi siswa. Hasil FGD wawancara tentang keterampilan pemecahan masalah dapat dilihat secara rinci pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil FGD Bersama Guru Fisika Terkait Kebutuhan Pengembangan Modul Digital

No	Topik	Hasil Diskusi (Temuan Utama)	Implikasi
1	Kondisi pembelajaran saat ini pada materi Tata Surya	Pembelajaran masih menggunakan metode ceramah dan media gambar 2D dari buku teks. Siswa kurang aktif dan hanya menghafal posisi planet tanpa memahami konsep rotasi dan revolusi.	Dibutuhkan media interaktif yang dapat menampilkan simulasi visual 3D agar siswa lebih mudah memahami dinamika Tata Surya.
2	Keterlibatan siswa dalam pembelajaran	Guru mengamati bahwa sebagian besar siswa pasif dalam diskusi dan enggan bertanya. Aktivitas kelompok belum menumbuhkan komunikasi ilmiah.	Modul harus dirancang berbasis masalah PBL untuk mendorong diskusi, argumentasi ilmiah, dan kolaborasi antar siswa.
3	Kendala penggunaan media pembelajaran	Media pembelajaran berbasis teknologi masih minim digunakan karena keterbatasan sarana (gadget, jaringan internet, dan pelatihan guru).	Modul digital harus dapat digunakan secara offline dan mudah diakses melalui perangkat seluler tanpa memerlukan koneksi internet stabil.
4	Pemahaman siswa terhadap konsep Tata Surya	Siswa kesulitan membayangkan gerak planet, orbit, dan hubungan antara rotasi-revolusi dengan fenomena siang malam atau musim.	Augmented Reality perlu menampilkan model 3D interaktif yang memungkinkan siswa memutar dan mengamati pergerakan planet secara langsung.
5	Kebutuhan guru terhadap bahan ajar digital	Guru menginginkan modul digital yang dilengkapi dengan panduan pembelajaran, pertanyaan pemicu masalah, serta aktivitas eksperimen sederhana.	Modul berbasis AR sebaiknya mengintegrasikan fitur lembar aktivitas siswa dan panduan guru (<i>teacher guide</i>).
6	Keterampilan komunikasi ilmiah siswa	Guru menilai siswa belum terbiasa menjelaskan konsep fisika dengan bahasa ilmiah dan sering kesulitan dalam menyampaikan pendapat logis.	Modul perlu menyediakan aktivitas diskusi berbasis fenomena dan latihan menjelaskan hasil pengamatan secara ilmiah.

No	Topik	Hasil Diskusi (Temuan Utama)	Implikasi
7	Keterampilan pemecahan masalah siswa	Siswa cenderung menunggu contoh penyelesaian dari guru, belum mampu mengidentifikasi masalah atau mencari solusi alternatif.	Modul berbasis masalah (PBL) harus menghadirkan studi kasus atau fenomena autentik, misalnya perubahan musim atau gerhana, untuk melatih pemecahan masalah.
8	Sikap dan minat siswa terhadap teknologi AR	Guru meyakini penggunaan AR dapat menarik minat belajar siswa karena sifatnya interaktif dan visual. Namun perlu pendampingan di awal.	Modul perlu disertai dengan tutorial penggunaan AR dan antarmuka yang sederhana agar mudah dioperasikan oleh siswa dan guru.
9	Evaluasi pembelajaran	Penilaian masih berfokus pada aspek kognitif, belum mencakup komunikasi dan pemecahan masalah secara terukur.	Modul digital sebaiknya dilengkapi instrumen penilaian autentik untuk mengukur keterampilan komunikasi dan pemecahan masalah siswa.
10	Harapan guru terhadap hasil penelitian	Guru berharap hasil penelitian menghasilkan produk yang aplikatif, mudah digunakan, dan sesuai dengan kurikulum merdeka.	Peneliti perlu merancang modul berbasis AR yang selaras dengan capaian pembelajaran IPAS/Fisika kurikulum merdeka.

Berdasarkan hasil wawancara mendalam, dapat disimpulkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep Tata Surya karena keterbatasan media pembelajaran yang digunakan di kelas. Pembelajaran yang masih bersifat ceramah membuat siswa kurang terlibat aktif dan mengalami kesulitan dalam membayangkan fenomena fisis secara spasial. Siswa menunjukkan ketertarikan tinggi terhadap media digital interaktif, khususnya yang mampu menampilkan visualisasi tiga dimensi seperti AR. Selain itu, siswa juga berharap pembelajaran fisika tidak hanya membantu mereka memahami konsep, tetapi juga melatih kemampuan berkomunikasi ilmiah dan pemecahan masalah melalui kegiatan kolaboratif berbasis masalah. Dengan demikian, hasil wawancara ini mengindikasikan perlunya pengembangan modul digital berbasis masalah berbantuan AR yang dapat memberikan pengalaman belajar imersif, interaktif, serta relevan dengan kebutuhan siswa di era digital.

Pada indikator merumuskan hipotesis dan menarik kesimpulan ilmiah, siswa cenderung pasif dan bergantung pada arahan guru. Hanya sebagian kecil yang berani mengajukan dugaan atau interpretasi sendiri. Temuan ini memperkuat hasil studi Fonseca et al., (2025), yang menyatakan bahwa rendahnya kemampuan berpikir hipotesis dan reflektif disebabkan oleh minimnya pembelajaran berbasis eksplorasi yang menuntut siswa menguji ide secara mandiri. Selain itu, indikator mengevaluasi hasil dan proses pemecahan masalah memperoleh skor terendah, menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa melakukan refleksi atau metakognisi terhadap hasil pekerjaannya. Menurut Knuutila et al., (2024) salah satu karakteristik utama PBL adalah refleksi terhadap proses berpikir, sehingga ketiadaan aktivitas ini menandakan kurangnya penerapan pendekatan ilmiah dalam kegiatan belajar (Asham et al., 2023).

Berdasarkan hasil observasi, keterampilan komunikasi ilmiah siswa pada pembelajaran fisika topik Tata Surya masih tergolong rendah. Siswa cenderung pasif dalam kegiatan diskusi dan belum terbiasa menyampaikan pendapat secara ilmiah. Kemampuan menjelaskan konsep, mengajukan pertanyaan kritis, serta menggunakan simbol ilmiah masih terbatas. Interaksi antarsiswa dalam kelompok pun belum optimal karena hanya beberapa siswa yang aktif berbicara atau berkontribusi. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran belum sepenuhnya memberi ruang bagi siswa untuk berlatih berkomunikasi ilmiah secara aktif dan reflektif. Faktor penyebabnya antara lain metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru, kurangnya penggunaan media visual interaktif, serta minimnya aktivitas eksploratif yang menuntut diskusi ilmiah. Dengan

kondisi tersebut, dibutuhkan modul digital berbasis masalah berbantuan AR yang dapat merangsang partisipasi aktif siswa, membantu mereka memahami konsep secara visual, dan mendorong terjadinya interaksi ilmiah yang lebih bermakna dalam proses pembelajaran fisika.

Berdasarkan hasil observasi awal Tabel 5 menunjukkan keterampilan pemecahan masalah ilmiah siswa pada pembelajaran fisika topik Tata Surya masih tergolong rendah. Siswa belum terbiasa memecahkan permasalahan secara sistematis dan cenderung mengikuti pola jawaban yang diberikan guru atau buku teks tanpa melakukan analisis mendalam. Kemampuan dalam mengaitkan konsep dengan fenomena nyata juga masih terbatas, sehingga siswa kesulitan menjelaskan keterkaitan antarperistiwa astronomi secara ilmiah. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah ini diduga disebabkan oleh metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru, minimnya kegiatan eksplorasi kontekstual, serta kurangnya media pembelajaran interaktif yang dapat menstimulasi rasa ingin tahu siswa. Hasil observasi ini menegaskan perlunya modul digital berbasis masalah berbantuan AR yang dapat menghadirkan fenomena Tata Surya secara visual dan interaktif. Melalui media tersebut, siswa diharapkan lebih mudah mengidentifikasi masalah, menelusuri informasi, menguji hipotesis, serta menarik kesimpulan ilmiah secara mandiri dan kreatif.

Dengan demikian, data observasi ini menegaskan bahwa baik kemampuan pemecahan masalah maupun komunikasi ilmiah siswa masih berada pada kategori rendah hingga cukup, terutama karena pembelajaran masih bersifat konvensional dan kurang kontekstual. Berdasarkan analisis penelitian terdahulu (Gunawan, et al., 2022; Supeno et al., 2022) integrasi teknologi AR dalam pembelajaran fisika berpotensi menjadi solusi efektif. Media berbasis AR dapat menyajikan pengalaman belajar yang lebih imersif, memfasilitasi eksplorasi mandiri, serta mendorong siswa berkomunikasi dan memecahkan masalah secara ilmiah dalam konteks nyata. Sehingga, hasil analisis kebutuhan ini memberikan dasar kuat bagi pengembangan modul digital berbasis AR yang berfokus pada penguatan komunikasi ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah siswa dalam memahami konsep-konsep Tata Surya.

Hasil *Focus Group Discussion* (FGD) dengan guru fisika memperkuat temuan observasi sebelumnya, bahwa pembelajaran materi Tata Surya di sekolah masih bersifat konvensional dan belum optimal dalam menumbuhkan keterampilan komunikasi maupun pemecahan masalah siswa. Pada topik pertama, guru menyampaikan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan media gambar 2D dari buku teks. Kondisi ini menyebabkan siswa hanya menghafal posisi planet tanpa memahami hubungan antara rotasi, revolusi, dan fenomena alam yang menyertainya. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran interaktif berbasis AR yang dapat menyajikan visualisasi 3D dan memungkinkan siswa mengamati pergerakan planet secara langsung (Asham et al., 2023). Berdasarkan hasil analisis literatur dan temuan empiris melalui observasi, wawancara, serta diskusi kelompok terarah dalam FGD bersama guru fisika, ditemukan sejumlah kesenjangan penelitian (*research gap*) yang menjadi landasan penting dalam pengembangan modul digital berbasis AR pada materi Tata Surya.

Pertama, pembelajaran fisika di sekolah masih didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan media visual dua dimensi dari buku teks. Kondisi ini menyebabkan pembelajaran bersifat hafalan dan berpusat pada guru, sehingga siswa kesulitan memahami hubungan antara konsep rotasi dan revolusi dengan fenomena astronomi seperti gerhana, siang-malam, maupun perubahan musim. Media yang digunakan belum mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif, visual, dan kontekstual. Kedua, hasil telaah terhadap berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi AR konseptual atau visualisasi objek tiga dimensi (Bacca et al., 2019; Wang & Tsai.,

2020). Sementara itu, integrasi AR dengan pendekatan PBL masih jarang dikembangkan, padahal pendekatan tersebut terbukti efektif dalam melatih kemampuan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, dan pemecahan masalah siswa jika diterapkan dengan dukungan media interaktif.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi teknologi AR dengan pendekatan PBL dalam pengembangan modul digital Tata Surya yang secara spesifik ditujukan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah siswa. Modul yang dikembangkan tidak hanya menyajikan visualisasi tiga dimensi tentang sistem Tata Surya, tetapi juga mengintegrasikan aktivitas pembelajaran berbasis masalah yang menuntut siswa untuk berpikir reflektif, berdiskusi, dan menarik kesimpulan ilmiah secara mandiri.

Berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada peningkatan pemahaman konsep, penelitian ini menitikberatkan pada pengembangan kompetensi ilmiah siswa secara holistik melalui desain aktivitas berbasis fenomena. Modul AR yang dikembangkan dilengkapi dengan skenario masalah autentik seperti perubahan musim, gerhana, dan perbedaan waktu di bumi, sehingga siswa terdorong untuk mengaitkan konsep fisika dengan fenomena kehidupan nyata. Selain itu, modul digital ini dirancang dapat digunakan secara *offline* dengan antarmuka sederhana dan panduan penggunaan bagi guru dan siswa. Desain tersebut menjawab kebutuhan pembelajaran di sekolah dengan keterbatasan fasilitas teknologi. Modul ini juga dilengkapi dengan panduan guru (*teacher guide*) serta instrumen penilaian autentik yang memungkinkan guru menilai kemampuan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah secara prosesual dan terukur. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kontribusi baru dalam bidang pendidikan fisika, yaitu pengembangan model pembelajaran digital yang mengintegrasikan teknologi interaktif AR, pendekatan PBL, dan penilaian autentik secara terpadu dapat sekaligus selaras dengan arah kurikulum merdeka. Inovasi ini diharapkan mampu memperkuat literasi sains, meningkatkan keterlibatan aktif siswa, dan menumbuhkan keterampilan ilmiah abad ke-21 dalam konteks pembelajaran fisika modern.

Secara keseluruhan, hasil FGD menunjukkan bahwa pengembangan modul digital berbasis AR sangat dibutuhkan sebagai solusi inovatif untuk menyajikan visualisasi dinamis sistem Tata Surya, meningkatkan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah siswa dan mendukung penerapan kurikulum merdeka dengan pendekatan berbasis masalah dan konteks nyata. Dari hasil FGD, diperoleh bahwa guru fisika sangat membutuhkan media pembelajaran inovatif yang mampu mengatasi keterbatasan visualisasi konsep abstrak dalam topik Tata Surya. Guru menilai penggunaan AR dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Selain itu, guru juga menekankan pentingnya pendekatan PBL dalam modul digital, karena pendekatan ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep, tetapi juga menumbuhkan kemampuan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah. Dengan demikian, pengembangan modul digital Tata Surya berbasis masalah berbantuan AR menjadi kebutuhan mendesak untuk mewujudkan pembelajaran fisika yang interaktif, kontekstual, dan sesuai dengan tuntutan kompetensi abad ke-21, hal ini sesuai dengan penelitian (Alrahlah, 2016; Yolanda, 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis kebutuhan melalui observasi, wawancara, dan FGD menunjukkan bahwa pembelajaran fisika pada materi Tata Surya masih didominasi oleh metode ceramah dan media 2D, sehingga siswa kesulitan memahami konsep secara visual dan mendalam. Keterampilan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah siswa juga tergolong rendah karena minimnya aktivitas pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Baik guru maupun siswa membutuhkan media digital yang lebih menarik, mampu menampilkan

visualisasi 3D, serta mendorong diskusi dan eksplorasi. Teknologi AR dinilai sangat tepat untuk memenuhi kebutuhan tersebut karena dapat menampilkan model Tata Surya secara imersif dan realistis. Ketika dipadukan dengan pendekatan PBL, media AR berpotensi kuat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan komunikasi, dan pemecahan masalah siswa. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul digital berbasis AR dengan model PBL sangat diperlukan untuk menciptakan pembelajaran fisika yang lebih interaktif, kontekstual, dan mendukung penguatan keterampilan abad ke-21. Temuan ini menjadi dasar penting untuk merancang modul digital Tata Surya yang relevan, menarik, dan efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

Penelitian ini masih terbatas pada tahap analisis kebutuhan, sehingga belum menguji secara empiris keefektifan modul digital berbasis AR–PBL dalam meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah dan pemecahan masalah siswa. Selain itu, jumlah subjek penelitian relatif terbatas dan hanya melibatkan satu konteks sekolah, sehingga generalisasi temuan masih terbatas.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan modul digital berbasis AR–PBL, kemudian menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya melalui desain eksperimen atau kuasi-eksperimen dengan jumlah subjek yang lebih luas dan beragam. Selain itu, perlu dikaji pula dampak penggunaan modul terhadap aspek lain seperti motivasi belajar, literasi sains, dan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrahlah, A. (2016). How Effective the Problem-Based Learning (PBL) in Dental Education? A Critical Review. *Saudi Dental Journal*, 28(4), 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2016.08.003>
- Alsolami, K., & Allinjawi, A. (2025). The Impact of an Augmented Reality Tool on Students with Dyscalculia in Learning Multiplication Concepts. *Procedia Computer Science*, 265, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.07.172>
- Amin, A., & Sulistiyono, S. (2021). Pengembangan Handout Fisika Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11(1), 29–40. <https://doi.org/10.23887/jjpf.v11i1.33436>
- Aryansi, D., & Yolanda, Y. (2020). Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Kontekstual pada Materi Medan Magnetik Siswa Kelas XII SMA Negeri 2 Muara Beliti. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2), 107–118. <https://doi.org/10.31540/sjpif.v2i2.1004>
- Asham, Y., Bakr, M. H., & Hassanien, A. E. (2023). Applications of Augmented and Virtual Reality in Electrical Engineering Education: A Review. *IEEE Access*, 11, 134717–134738. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3337394>
- Bacca, J., Kinshuk, & Segovia-Bedoya, D. (2019). An Architecture for Mobile-Based Assessment Systems in Smart Learning Environments. *Lecture Notes in Educational Technology*, 25–34. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6908-7_4
- Bai, X., Zhang, X., Wang, X., Lu, L., Liu, Q., & Zhou, Q. (2017). Follow-Up Assessment of Problem-Based Learning in Dental Alveolar Surgery Education: A Pilot Trial. *International Dental Journal*, 67(3), 180–185. <https://doi.org/10.1111/idj.12275>
- Chen, G., Wang, H., Liang, A., Oubibi, M., & Zhou, Y. (2025). From Detached Observer to Immersive Participant: An Augmented Reality-Based Experiential Learning Approach to Promote Academic Performance and Learning Behaviors in Science Education. *Computers in Human Behavior Reports*, 19, 100756. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100756>

- Chen, R., & Wang, X. (2008). An Empirical Study on Tangible Augmented Reality Learning Space for Design Skill Transfer. *Tsinghua Science and Technology*, 13(Suppl. 1), 13–18. [https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(08\)70120-2](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(08)70120-2)
- Evangelista, A., Uva, A. E., Manghisi, V. M., & De Giglio, V. (2025). Exploring Augmented Reality Interaction Metaphors: Performance and Ergonomic Assessment Using HoloLens 2 and RULA Method. *Procedia Computer Science*, 253, 1790–1799. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.241>
- Fonseca, X., Spangenberg, P., Baer, M., & Schmidt, R. (2025). Location-Based Augmented Reality in Education: A Systematic Literature Review. *Computers and Education Open*, 9, 100277. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100277>
- Kaviyaraj, R., & Mohan, U. M. A. (2025). An Augmented Reality Framework for Education: Deep Learning Integration and Impact Evaluation. *IEEE Access*, 13, 56067–56084. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3551656>
- Knuutila, H. K., Menezes, C., Moreira, G. F., & Nogueira, I. B. R. (2024). Augmented Reality for Chemical Engineering Education. *Education for Chemical Engineers*, 47, 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.04.001>
- Mertens, R., & Bruening, D. (2024). Augmented 360° Three-Dimensional Virtual Reality for Enhanced Student Training and Education in Neurosurgery. *World Neurosurgery*, 186, 344–352. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2024.01.092>
- Priyadi, B. P. (2005). Pendekatan Kualitatif. *DIALOGUE: Jurnal Ilmu Administrasi dan Kebijakan Publik*.
- Romalee, W., Tsai, F.-T., & Hsu, Y.-C. (2023). A Mobile Augmented Reality-Integrated Oral Health Education for Community Dwelling Older Adults: A Pilot Study. *Journal of Dental Sciences*, 18(4), 1838–1844. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.07.019>
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38–56. <https://doi.org/10.1109/TLT.2013.37>
- Sriyanti, I., Almafie, M. R., Marlina, L., & Jauhari, J. (2021). The Effect of Using Flipbook-Based E-Modules on Student Learning Outcomes. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(2), 69–75. <https://doi.org/10.37891/kpej.v3i2.156>
- Supeno, S., Fitriani, K. D., Wahyuni, D., & Rahayuningsih, R. (2022). Pengembangan Media Interaktif Berbasis Articulate Storyline pada Pembelajaran IPA Materi Sistem Tata Surya untuk Meningkatkan Literasi Sains. *Jurnal Eduscience*, 9(2), 294–304. <https://doi.org/10.36987/jes.v9i2.2643>
- Syerov, Y., & Petrinc, F. (2025). Innovative Solutions for Visitor Engagement: Augmented Reality-Based Application. *Procedia Computer Science*, 257, 661–667. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.03.085>
- Yolanda, Y. (2020). Development of Contextual-Based Teaching Materials in the Course of Magnetic Electricity. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 3(1), 59–68. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v3i1.6616>
- Yolanda, Y., & Amin, A. (2018). Profil Keterampilan Proses Sains Fisika Siswa SMA di Kota Lubuklinggau pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 1(2), 70–78. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v1i2.4067>
- Yolanda, Y., Arini, W., Fauziah, A., Effendi, & Pribadi, I. A. (2025). Artificial Intelligence Assisted Renewable Energy Case Based Learning Integrated with Science Process Skills and Digital Literacy. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 9(2), 405–428. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v9i2.3050>