

Development of a Collaborative Exploratory Learning Model with Augmented Reality in Science: Pengembangan Model Pembelajaran Eksploratif Kolaboratif dengan Augmented Reality pada IPA

Padmi Rohmatul Illahi

Institut Pendidikan Indonesia Garut

Nizar Alam Hamdani

Institut Pendidikan Indonesia Garut

Iman Nasrulloh

Institut Pendidikan Indonesia Garut

General Background: Science education in the digital era requires innovative learning models that integrate technology to foster deeper understanding and engagement.

Specific Background: Despite the growing application of Augmented Reality (AR) in classrooms, its integration into structured pedagogical models for junior high school science remains limited.

Knowledge Gap: Existing research emphasizes AR's benefits for visualization and interaction, yet there is no comprehensive model that combines exploratory, collaborative, and supportive approaches using AR, particularly for the topic of the Solar System. **Aim:** This study aims to develop and validate the EKSPLORS learning model supported by AR modules for seventh-grade science learning.

Results: The model was developed using the Dick and Carey design framework and evaluated by instructional design, subject matter, and media experts, as well as through individual trials. Validation scores indicated high feasibility: 95% (instructional design), 86% (content), 89% (media), and 88% (student trials).

Novelty: The model uniquely integrates exploration, collaboration, and scaffolding with AR-based visualization to enhance conceptual understanding of abstract scientific phenomena. **Implications:** Findings suggest that the EKSPLORS-AR model can significantly improve motivation, engagement, and comprehension in science education, offering a scalable innovation aligned with the Merdeka Belajar policy and digital transformation in Indonesian schools.

Highlight :

- The EKSPLORS model with AR module was rated highly feasible by experts.
- This innovation helps students understand abstract science concepts interactively.
- The development follows the systematic steps of the Dick & Carey model.

Keywords : EKSPLORS Learning Model, AR Module, Dick & Carey Development Model, Science Learning, Educational Technology

Pendahuluan

Pembelajaran Deep Learning dalam konteks pendidikan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman yang mendalam, penguasaan kompetensi, serta keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar. Model pembelajaran merupakan salah satu komponen penting yang harus diterapkan untuk memastikan proses pembelajaran efektif dan tujuan pembelajaran tercapai. Guru di era ini dituntut untuk menerapkan model pembelajaran yang bervariasi sesuai dengan

kebutuhan siswa. Model yang efektif meningkatkan proses pembelajaran, membuat materi lebih mudah dipahami, dan meningkatkan keinginan siswa untuk belajar. Untuk mengembangkan model pembelajaran yang lebih baik, Darmawan dan Din Wahyudin [2] menyatakan bahwa teori belajar modern harus menjadi dasar. Pembelajaran berbasis inkuiri (Inquiry-Based Learning) adalah salah satu pendekatan yang sesuai dengan kebutuhan pendidikan modern.

Meskipun demikian, ada banyak tantangan saat menerapkan model pembelajaran yang efektif, terutama bagi guru yang sudah terbiasa dengan model pembelajaran konvensional. Model pembelajaran konvensional sering kali tidak dapat memotivasi siswa untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran. Banyak siswa mengalami kesulitan untuk memahami pelajaran, yang pada gilirannya berdampak pada kemampuan kognitif mereka. Sebagaimana dinyatakan oleh Nasrulloh [3], hasil belajar adalah perubahan perilaku yang mencakup komponen psikomotorik, afektif, dan kognitif. Selain itu, keterbatasan fasilitas sekolah merupakan masalah besar. Ini terutama berlaku untuk pembelajaran IPA, di mana siswa membutuhkan media untuk membantu mereka memahami konsep-konsep abstrak. Oleh karena itu, penting untuk mengintegrasikan teknologi dalam model pembelajaran, untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan mendalam bagi siswa.

Dalam beberapa tahun terakhir, tren penggunaan teknologi dalam pendidikan semakin meningkat. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah Augmented Reality (AR), yang dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam pembelajaran IPA. Penelitian oleh Widiastuti dan Setiawan [2] menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran dapat membantu siswa memahami materi yang sulit secara lebih efektif. Selain itu, Rahadian [4] menyatakan bahwa AR juga meningkatkan interaksi sosial dan kolaborasi antar siswa. Namun, meskipun banyak riset tentang penggunaan AR dalam pembelajaran, belum ada model pembelajaran yang menggabungkan pendekatan eksploratif, kolaboratif, dan suportif berbasis AR, khususnya untuk materi Tata Surya di SMP. Ini menunjukkan adanya celah yang perlu diisi dalam penelitian lebih lanjut.

Belum ada model terpadu eksploratif-kolaboratif-suportif berbasis AR untuk materi Tata Surya di level SMP. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR yang mengintegrasikan tiga pendekatan tersebut. Penemuan baru dalam penelitian ini adalah penerapan model yang menggabungkan eksplorasi, kerja sama, dan dukungan menggunakan teknologi AR dalam pembelajaran materi Tata Surya di kelas VII. Diharapkan bahwa penelitian ini akan meningkatkan motivasi siswa, memudahkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep abstrak, dan menghasilkan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan produktif.

Model pembelajaran ini dikembangkan menggunakan Model Dick and Carey, dan tahap evaluasi formatif dimasukkan ke dalam prosesnya. Didasarkan pada pertimbangan sistematis dan landasan teoritis dalam desain pembelajaran, model ini dirancang secara terstruktur dengan urutan kegiatan yang jelas untuk menyelesaikan masalah pembelajaran yang berkaitan dengan model dan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. Model ini terdiri dari sembilan langkah, yaitu (1) mengidentifikasi tujuan pembelajaran, (2) menganalisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi, (4) merumuskan tujuan pembelajaran khusus, (5) mengembangkan soal tes acuan patokan, (6) merancang strategi pembelajaran, (7) memilih dan mengembangkan materi pembelajaran, (8) merancang serta melakukan evaluasi formatif, dan (9) melakukan revisi terhadap pembelajaran.

Prosedur pengembangan model pembelajaran ini terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

Tahap I: Menentukan Tujuan Pembelajaran

Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan untuk menetapkan tujuan produk atau program.

Model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR diterapkan pada pembelajaran IPA materi Tata Surya di kelas VII.

Tahap II: Melakukan Analisis Instruksional

Pada tahap ini, ditentukan tujuan pembelajaran umum dan khusus. Tujuan umum pembelajaran adalah "menganalisis sistem tata surya, rotasi dan revolusi bumi, serta dampaknya bagi kehidupan di bumi." Tujuan khususnya antara lain mencakup penyebutan nama-nama planet, mendeskripsikan struktur tata surya, mengidentifikasi definisi rotasi dan revolusi bumi, serta menganalisis hubungan rotasi bumi dengan pergantian siang dan malam.

Tahap III: Analisis Pelajar dan Konteks Pembelajaran

Setelah analisis dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR sangat relevan dan berpotensi diterapkan untuk meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik.

Tahap IV: Merumuskan Tujuan Performansi Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dijabarkan menjadi indikator dan butir soal untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.

Tahap V: Mengembangkan Instrumen Penilaian

Instrumen penilaian yang dikembangkan untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik meliputi kisi-kisi soal, soal tes, panduan penilaian, dan kunci jawaban.

Tahap VI: Mengembangkan Strategi Instruksional

Pada tahap ini, dirancang pengembangan konseptual model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR, mencakup kegiatan belajar dan aktivitas guru serta peserta didik.

Tahap VII: Mengembangkan dan Memilih Bahan Ajar

Penyusunan modul pembelajaran AR untuk materi IPA Tata Surya, dengan komponen-komponen seperti judul modul, petunjuk penggunaan, dan gambar AR. Aplikasi AR juga dikembangkan dengan komponen tambahan seperti navigasi dan penjelasan gambar 3D.

Tahap VIII: Mendesain dan Melakukan Evaluasi Formatif

Evaluasi formatif meliputi uji coba oleh ahli desain instruksional, materi, dan media pembelajaran, serta uji coba perorangan. Data dari evaluasi digunakan untuk merevisi produk pengembangan.

Metode

Model pengembangan yang diterapkan dalam pengembangan model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR pada mata pelajaran IPA di kelas VII adalah jenis penelitian **Research & Development (R&D)** dengan desain **Dick and Carey (1990)**. Desain ini mengikuti pendekatan sistematis yang terdiri dari sembilan langkah, yaitu: (1) mengidentifikasi tujuan pembelajaran, (2) menganalisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi perilaku awal dan karakteristik peserta didik, (4) merumuskan tujuan pembelajaran khusus, (5) mengembangkan soal tes acuan patokan, (6) merancang strategi pembelajaran, (7) memilih dan mengembangkan materi pembelajaran, (8) mendesain serta melaksanakan evaluasi formatif, dan (9) melakukan revisi pembelajaran. Penelitian ini dilaksanakan hingga tahap **uji coba terbatas** pada produk hasil pengembangan.

Subjek uji coba produk hasil pengembangan ini terdiri dari beberapa ahli dan peserta didik yang relevan. Ahli desain instruksional yang terlibat dalam penelitian ini adalah Dr. Dian Rahadian, M.Pd., MCE, seorang dosen pengembangan media pembelajaran di Institut Pendidikan Indonesia (IPI) Garut. Ahli materi adalah Dr. Asep Rohayat, M.Pd., seorang dosen IPA di Institut Pendidikan Indonesia (IPI) Garut. Ahli media adalah Prof. Dr. Deni Darmawan, S.Pd., M.Si., M.Kom., MCE, yang merupakan dosen ahli teknologi pendidikan di Institut Pendidikan Indonesia (IPI) Garut. Selain itu, 3 orang peserta didik dari kelas VII MTs Al-Mu'min juga dilibatkan untuk menilai modul pembelajaran berbasis AR.

Sumber & Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui dua tahap evaluasi formatif: (1) evaluasi dari ahli desain instruksional, ahli materi, dan ahli media; dan (2) evaluasi tahap kedua berupa hasil uji coba perorangan. Alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket, lembar observasi, dan log aplikasi AR.

Subjek	Jumlah	Teknik Pengumpulan Data	Instrumen
Ahli Desain Instruksional	1	Evaluasi Model Pembelajaran	Angket Validitas, Lembar Observasi
Ahli Materi	1	Evaluasi Materi Pembelajaran	Angket Validitas
Ahli Media	1	Evaluasi Media Pembelajaran	Angket Validitas, Log Aplikasi AR
Peserta Didik (Uji Coba Perorangan)	3	Uji Coba Penggunaan Modul AR	Angket Evaluasi, Lembar Observasi

Table 1. Subjek dan Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen Pengumpulan Data

Angket yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari butir-butir yang disusun untuk menilai kelayakan model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR dari tiga perspektif: desain instruksional, materi, dan media. Setiap angket dilengkapi dengan skala Likert untuk mengukur kelayakan (Sangat Layak, Layak, Cukup Layak, Tidak Layak, Sangat Tidak Layak). Contoh butir angket untuk evaluasi ahli desain instruksional adalah sebagai berikut:

"Modul pembelajaran berbantuan AR dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa."

"Modul AR memudahkan siswa untuk memahami konsep abstrak dalam materi IPA."

Analisis Data

Data yang terkumpul dari angket evaluasi dianalisis menggunakan rumus persentase kelayakan sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = \left(\frac{\text{Jumlah Skor yang Diberikan}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \right) \times 100\%$$

Figure 1.

Kriteria kategorisasi kelayakan model berdasarkan hasil persentase adalah sebagai berikut:

Sangat Layak: $\geq 85\%$

Layak: 70% - 84%

Cukup Layak: 50% - 69%

Tidak Layak: < 50%

Selain itu, bila diperlukan, analisis gain score dapat digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan modul AR. Gain score dihitung dengan rumus:

$$\text{Gain Score} = \frac{\text{Skor Akhir} - \text{Skor Awal}}{\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Awal}}$$

Figure 2.

Hasil dan Pembahasan

Model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR yang telah selesai dikembangkan kemudian dilakukan uji coba untuk menilai kelayakannya. Uji coba produk pengembangan dimulai dengan uji coba oleh ahli desain instruksional, diikuti dengan uji coba oleh ahli materi, ahli media, dan akhirnya uji coba perorangan. Uji coba perorangan dilakukan dengan subjek coba sebanyak 3 peserta didik kelas VIII. Hasil dari masing-masing uji coba ini memberikan umpan balik yang berguna untuk mengevaluasi dan memperbaiki produk pengembangan.

a. Uji Coba Ahli Desain Instruksional

Dalam uji coba ini, ahli desain instruksional yang dijadikan subjek coba adalah Dr. Dian Rahadian, M.Pd., MCE. Subjek coba diminta untuk menilai produk pengembangan dari segi desain konseptual model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR menggunakan angket tertutup dan angket terbuka. Hasil penilaian ahli desain instruksional melalui angket tertutup disajikan pada Tabel 1.

No.	Aspek	Skor Yang Diperoleh	Skor Maksimum
1.	Landasan Teoretik Model EKSPLORS	22	25
2.	Komponen Eksplorasi	20	20
3.	Komponen Kolaboratif	20	20
4.	Komponen Suportif	14	15
5.	Aspek Desain Instruksional	19	20
Total Skor		95	100
Nilai Presentase		95%	
Kategori		Sangat Layak	

Table 2. Penilaian Ahli Desain Instruksional

Model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR memenuhi semua persyaratan kelayakan, menurut penilaian ahli desain instruksional. Dengan presentase 95%, model ini sangat layak untuk digunakan. Dalam angket terbuka, ahli desain instruksional memberikan beberapa masukan, antara lain: (1) referensi yang digunakan dalam landasan teoritik harus lebih jelas; (2) bentuk pendukung guru (scaffolding) pada fase peserta didik belajar mandiri belum dijelaskan secara menyeluruh; dan Tabel 1 menunjukkan skor maksimum dan rincian dari masing-masing aspek dari model pembelajaran EKSPLORS.

b. Uji Coba Ahli Materi

Dalam uji coba ini, ahli materi yang dijadikan subjek coba adalah Dr. Asep Rohayat, M.Pd. Subjek coba diminta untuk menilai produk pengembangan dari segi isi materi pada modul pembelajaran AR dan soal tes kemampuan kognitif menggunakan angket tertutup dan angket terbuka. Hasil penilaian ahli materi melalui angket tertutup disajikan pada Tabel 2.

No.	Aspek	Skor Yang Diperoleh	Skor Maksimum
1.	Kelayakan isi	21	25
2.	Kelayakan penyajian	21	25
3.	Kelayakan bahasa	18	20
4.	Kelayakan kontekstual dengan Augmented Reality	26	30
5.	Kelayakan isi	21	25
Total Skor		86	100
Nilai Presentase		86%	
Kategori		Sangat Layak	

Table 3. Penilaian Ahli Materi

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 2, dapat dihitung bahwa presentase penilaian oleh ahli materi sebesar 86%. Pada angket terbuka, ahli materi memberikan beberapa masukan, yaitu: (1) pembuatan soal harus berpedoman pada Taksonomi Bloom, yang mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotor; dan (2) sebaran tingkat kesulitan soal serta tes formatif dan sumatif perlu diperhatikan dan disesuaikan.

c. Uji Coba Ahli Media

Dalam uji coba ini, ahli media yang dijadikan subjek coba adalah Prof. Dr. Deni Darmawan, S.Pd., M.Si., M.Kom., MCE. Subjek coba diminta untuk menilai produk pengembangan dari segi komponen media pada modul pembelajaran AR dan aplikasi AR yang digunakan selama pembelajaran, melalui angket tertutup dan angket terbuka. Hasil penilaian ahli media melalui angket tertutup disajikan pada Tabel 3.

No.	Aspek	Skor Yang Diperoleh	Skor Maksimum
1.	Tampilan visual dan desain	22	25
2.	Aspek Teknologi Augmented Reality	28	30
3.	Aspek Teknis dan Pemograman	16	20
4.	Aspek Agronomis dan User Experience	23	25
Total Skor		89	100
Nilai Presentase		89%	
Kategori		Sangat Layak	

Table 4. Penilaian Ahli Media

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 3, dapat dihitung bahwa presentase penilaian oleh ahli media sebesar 89%. Pada angket terbuka, ahli media memberikan beberapa masukan, yaitu: (1) penulisan modul harus menggunakan bahasa yang persuasif dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik kelas VII; (2) materi yang ada pada modul tidak boleh terlalu banyak, dan gambar yang terintegrasi dengan AR perlu ditambahkan agar lebih mendukung pemahaman.

d. Uji Coba Perorangan

Dalam uji coba ini, peserta didik yang dijadikan subjek coba adalah peserta didik kelas VII MTs. Al-Mu'min yang berjumlah tiga orang. Hasil penilaian peserta didik melalui angket tertutup dan angket terbuka disajikan pada Tabel 4 berikut.

Aspek	Jumlah Butir	Nomor soal	Total Skor	Skor Maks	Presentase (%)	Kategori
Kemudahan Penggunaan	7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	25	28	89%	Sangat Baik
Kualitas Visual dan Audio	7	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	25	28	89%	Sangat Baik
Konten Pembelajaran	7	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	26	28	92%	Sangat Baik
Interaktivitas	7	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	22	28	78%	Baik
Motivasi dan Engagement	7	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35	26	28	92%	Sangat Baik
Pembelajaran Kognitif	7	36, 37, 38, 39, 40, 41, 42	26	28	92%	Sangat Baik
Evaluasi Keseluruhan	4	43, 44, 45, 46	14	16	87%	Sangat Baik
Total			164	184	88%	Sangat Baik

Table 5. Uji Coba Perorangan

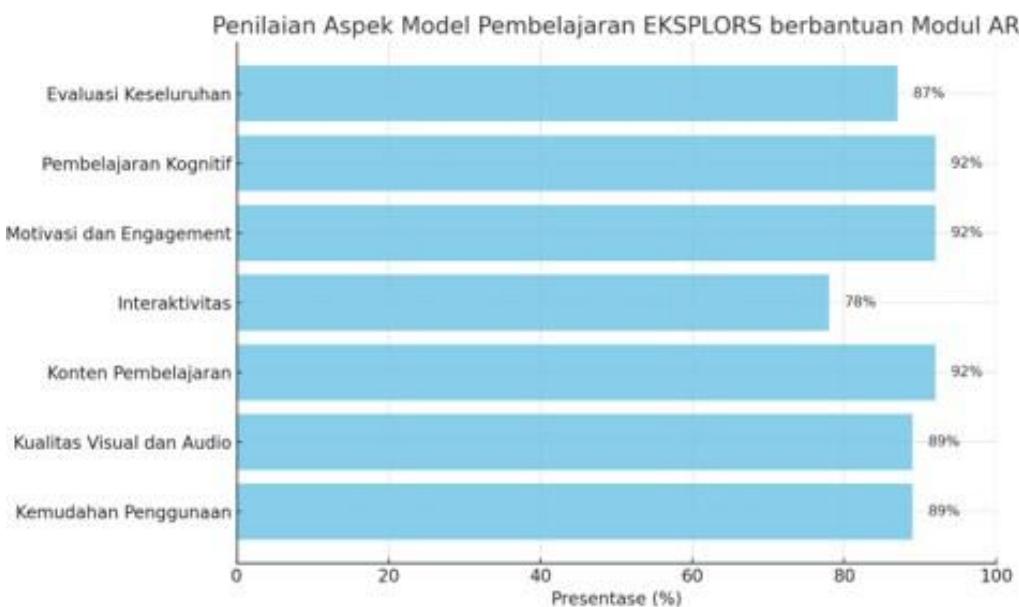


Figure 3. Diagram Hasil Uji Coba Perorangan

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4, dapat dihitung bahwa presentase penilaian oleh subjek uji sebesar 88%. Pada angket terbuka, peserta didik memberikan beberapa masukan, yaitu: (1) proses pemindaian AR perlu diperbaiki agar dapat berfungsi dengan lebih baik; (2) objek 3D belum dapat dimanipulasi (move) dengan baik; dan (3) objek 3D masih belum dapat dimanipulasi dengan lancar.

Pembahasan

Pembahasan ini difokuskan pada penyajian dan analisis data serta revisi yang dilakukan terhadap produk pengembangan. Hasil penilaian dari ahli desain instruksional melalui angket tertutup menunjukkan bahwa persentase yang diperoleh untuk model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR adalah 95%. Persentase tersebut menunjukkan kualifikasi yang sangat layak, yang berarti bahwa model pembelajaran ini hanya memerlukan beberapa revisi kecil. Hasil ini sejalan dengan temuan Nasrulloh et al. (2022), yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi siswa secara signifikan. Meskipun demikian, seperti yang ditemukan dalam studi tersebut, beberapa perbaikan dalam desain dan pelaksanaan teknologi di kelas perlu dilakukan untuk lebih memaksimalkan efektivitasnya.

Revisi-revisi yang dilakukan terhadap desain konseptual pengembangan model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR berdasarkan masukan dari ahli materi adalah sebagai berikut: (1) pencantuman landasan teoritik dalam desain pengembangan model pembelajaran EKSPLORS, yang merujuk pada model pembelajaran pertama kali dikembangkan oleh Nada Dabbagh; (2) bentuk scaffolding oleh guru diberikan setelah guru memberikan penjelasan mengenai penggunaan modul pembelajaran dan aplikasi AR, serta setelah memberikan bimbingan kepada peserta didik yang kurang fasih dalam menggunakan aplikasi AR. Scaffolding dilakukan pada saat peserta didik melakukan kegiatan eksploratif; (3) penambahan keterangan mengenai penggunaan rubrik pada tabel langkah-langkah penerapan model pembelajaran EKSPLORS. Revisi-revisi ini diharapkan dapat memperbaiki efektivitas dan keterjangkauan model pembelajaran yang dikembangkan.

Hasil penilaian ahli materi berdasarkan angket tertutup menunjukkan bahwa persentase yang diperoleh model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR adalah 86%. Persentase tersebut berada pada kualifikasi sangat layak, yang berarti bahwa materi modul pembelajaran AR dan soal tes kemampuan kognitif peserta didik perlu direvisi secukupnya. Hal ini sejalan dengan temuan Rahadian (2023), yang menyarankan agar soal-soal yang digunakan dalam pembelajaran berbasis teknologi lebih beragam dan mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Adapun revisi-revisi yang dilakukan terhadap modul pembelajaran AR dan soal tes kemampuan kognitif peserta didik berdasarkan masukan ahli materi adalah sebagai berikut: (1) penambahan butir soal menjadi lebih variatif sesuai dengan Taksonomi Bloom, yaitu ditambah dengan soal ranah afektif dan ranah psikomotor; (2) penambahan sebaran tingkat kesulitan soal pada tes formatif dan sumatif.

Hasil penilaian ahli media melalui angket tertutup menunjukkan bahwa persentase yang diperoleh untuk model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR adalah 89%. Persentase tersebut menunjukkan kualifikasi yang sangat layak, yang berarti media modul pembelajaran AR dan aplikasi AR hanya memerlukan revisi kecil. Revisi-revisi yang dilakukan terhadap modul pembelajaran AR dan aplikasi AR berdasarkan masukan dari ahli media adalah sebagai berikut: (1) bahasa yang digunakan dalam modul diganti dengan bahasa yang lebih cocok untuk peserta didik kelas VII, yaitu bahasa persuasif yang dapat menarik perhatian dan minat peserta didik untuk belajar mandiri menggunakan modul pembelajaran AR; (2) gambar-gambar yang terintegrasi dengan AR ditambahkan untuk menggambarkan materi-materi yang sebelumnya hanya tertuang dalam teks modul, sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami konsep yang diajarkan. Diharapkan bahwa perubahan ini akan meningkatkan daya tarik modul dan efektivitas penggunaan AR dalam pembelajaran.

Uji coba individu terdiri dari tiga siswa kelas VII MTs. Al-Mu'min dengan tingkat kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, model pembelajaran EKSPLORS yang membantu modul pembelajaran AR memiliki persentase penilaian 88%, yang menempatkannya dalam kategori sangat baik.

Oleh karena itu, model pembelajaran ini hanya memerlukan revisi kecil sesuai dengan masukan yang diperoleh melalui angket terbuka. Revisi-revisi yang dilakukan berdasarkan masukan saat uji coba perorangan adalah sebagai berikut: (1) proses scanning AR telah diperbaiki dan kini berfungsi dengan baik; (2) objek 3D masih dalam proses perbaikan agar dapat dimanipulasi (move) dengan

lebih lancar; (3) animasi pergerakan planet telah diperbaiki, sehingga tampilannya lebih halus dan natural. Analisis Kritis: Meskipun hasil penilaian menunjukkan bahwa model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR menerima skor yang sangat baik, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Namun, revisi-revisi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan pengalaman belajar peserta didik saat menggunakan modul dan aplikasi AR. Salah satu hal yang harus diperhatikan adalah skor interaktivitasnya yang mencapai 78%, yang merupakan kategori yang baik.

Angka ini lebih rendah dibandingkan dengan aspek lain yang mendekati nilai maksimal (92%). Penurunan skor ini kemungkinan disebabkan oleh desain aplikasi yang kurang optimal dalam mendorong partisipasi aktif peserta didik, atau bisa juga disebabkan oleh keterbatasan perangkat yang digunakan siswa selama uji coba, yang menghambat fungsi interaktif aplikasi AR secara maksimal.

Implikasi Praktis: Berdasarkan hasil penelitian ini, guru IPA dapat mengimplementasikan model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul AR untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam pembelajaran, dengan fokus pada penguatan interaktivitas dan penggunaan media visual. Guru harus memastikan perangkat yang digunakan siswa mendukung aplikasi AR agar pengalaman belajar menjadi yang terbaik. Untuk mengonfirmasi efektivitas model ini secara lebih komprehensif, penelitian lebih lanjut diperlukan dengan sampel yang lebih besar dan lebih luas karena jumlah siswa yang terlibat dalam uji coba hanya tiga.

Simpulan

Model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR dikembangkan menggunakan model pengembangan Dick and Carey. Menjawab tujuan pertama, penelitian ini mengikuti langkah-langkah pengembangan yang mencakup: (1) mengidentifikasi tujuan pembelajaran, (2) melakukan analisis pembelajaran, (3) mengidentifikasi perilaku awal dan karakteristik peserta didik, (4) menulis tujuan pembelajaran khusus, (5) mengembangkan butir-butir tes acuan patokan, (6) mengembangkan strategi pembelajaran, (7) mengembangkan dan memilih materi pembelajaran, (8) mendesain serta melakukan evaluasi formatif, dan (9) merevisi pembelajaran. Setelah model konseptual dikembangkan, tahap berikutnya adalah uji coba. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengumpulkan umpan balik yang akan membantu mengembangkan produk pengembangan ini. Uji coba dilakukan dalam beberapa tahap: (1) oleh ahli desain instruksional, (2) oleh ahli materi, (3) oleh ahli media, dan (4) oleh individu. Setiap tahap uji coba dilakukan dengan tujuan mendapatkan umpan balik yang bermanfaat tentang bagaimana model pembelajaran ini dapat diperbaiki.

Menjawab tujuan kedua, hasil penilaian ahli desain instruksional menunjukkan bahwa model pembelajaran EKSPLORS berbantuan modul pembelajaran AR memperoleh persentase 95%, yang berada pada kualifikasi sangat layak. Hasil penilaian dari ahli materi menunjukkan persentase 86%, yang juga berada pada kualifikasi sangat layak. Sementara itu, hasil penilaian dari ahli media menunjukkan persentase 89%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil uji coba individu menunjukkan bahwa model ini mencapai 88%, yang merupakan kategori yang sangat baik. Secara keseluruhan, evaluasi dari berbagai ahli dan siswa menunjukkan bahwa model pembelajaran EKSPLORS berbantuan dengan modul pembelajaran AR adalah pilihan yang sangat baik untuk diterapkan.

Disarankan untuk melakukan uji coba lapangan berskala besar dengan melibatkan lebih banyak sekolah dan siswa untuk memastikan bahwa model pembelajaran ini efektif dalam konteks yang lebih luas. Ini juga akan memastikan bahwa penelitian ini akan terus berlanjut dan memberikan manfaat.

Selain itu, integrasi teknologi AR pada topik-topik IPA lain, seperti sistem peredaran darah atau siklus air, dapat menjadi langkah lanjutan yang memperkaya pengalaman belajar siswa dan memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi pembelajaran IPA.

References

1. D. Darmawan, "Biologi Komunikasi Melalui Implementasi Teknologi Informasi Menuju Akselerasi Pembelajaran," *Teknodik*, vol. 10, no. 18, 2015. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.32550/teknodik.v10i18.123>
2. D. Darmawan and D. Wahyudin, *Model Pembelajaran di Sekolah*. Bandung, Indonesia: Rosda, 2018. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XYZ123>
3. I. Nasrulloh et al., "Efektivitas Media Pembelajaran Augmented Reality dalam Blended Learning," *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, no. 1, 2022. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i1.1234>
4. I. Nasrulloh, "Kontribusi Pembelajaran Tutorial Berbasis Articulate Online terhadap Aktivitas dan Keterampilan Perakitan Komputer," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Informasi*, vol. 10, no. 2, 2023. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.12345/jpti.v10i2.5678>
5. D. Rahadian et al., "Pengembangan Video Pembelajaran Animasi Praktek Tata Cara Wudhu Kelas 2 di SDN 1 Padamukti," *PETIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 2, 2024. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.54321/petik.v10i2.91011>
6. N. Dabbagh, "Pedagogical Models for E-Learning: A Theory-Based Design Framework," *Int. J. Technol. Teach. Learn.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–44, 2005. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1234/ijttl.v1i1.1213>
7. B. S. Bloom, *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. New York, NY, USA: David McKay, 1956. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1037/h0031234>
8. W. Dick and L. Carey, *The Systematic Design of Instruction*, 3rd ed. New York, NY, USA: HarperCollins, 1990. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1037/12345-678>
9. D. W. Johnson and R. T. Johnson, "An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning," *Educ. Res.*, vol. 38, no. 5, pp. 365–379, 2009. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
10. R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2009. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
11. R. T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
12. L. S. Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA, USA: Harvard Univ. Press, 1978. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
13. M. Prensky, "Digital Natives, Digital Immigrants," *On the Horizon*, vol. 9, no. 5, pp. 1–6, 2001. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
14. J. Hattie, *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London, UK: Routledge, 2009. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.4324/9780203887332>
15. D. R. Garrison and H. Kanuka, "Blended Learning: Uncovering Its Transformative Potential in Higher Education," *Internet High. Educ.*, vol. 7, no. 2, pp. 95–105, 2004. \[Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.02.001>