



IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *AUGMENTED REALITY* DALAM SAINS BERBASIS ANDROID DENGAN KARTU INTERAKTIF

Nur Aminudin¹, Mutmainah², Afnan Zalfa Salsabila A³

¹Rekayasa Perangkat Lunak, Universitas Aisyah Pringsewu

²SMP Negeri 1 Sukoharjo

³Pertanahan, Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional Yogyakarta

nuraminudin@aisyahuniversity.ac.id, mutmainah2203@gmail.com, afnan_zaufa_salsabila_a@taruna.stpn.ac.id

Abstract

Significant changes in education have resulted from the advancement of information technology, particularly in the area of abstract science teaching. Android-based Augmented Reality (AR) technology using interactive cards as educational materials is one possible breakthrough. Through interactive visualizations that enable in-depth subject analysis, this project seeks to increase student comprehension and engagement. The ASSURE model served as the basis for the research and development (R&D) methodology used in the study. Learning needs and technology are integrated in this paradigm, which consists of the following steps: Analyze Learners, State Objectives, Select Media and Materials, Utilize Media and Materials, Require Learner Participation, and Evaluate and Revise. Data were collected during a four-week observation period using pretest and posttest tests. An n-gain of 0.71 (high category) in the experimental class and 0.47 (moderate category) in the control class indicated a substantial increase, according to paired sample t-test analysis. The primary distinction was that the control class had less access to AR devices. The findings demonstrated that AR increased student comprehension and involvement. However, obstacles included infrastructural needs and sample limits. To investigate AR's efficacy on a broader scale and its influence on long-term learning results, more research is advised.

Keywords: Android, Augmented Reality, Interactive Cards, n-Gain, R&D

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi membawa perubahan signifikan dalam pendidikan, terutama dalam memfasilitasi pembelajaran sains yang abstrak. Salah satu inovasi potensial adalah teknologi *Augmented Reality* (AR) berbasis android dengan kartu interaktif sebagai media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa melalui visualisasi interaktif yang memungkinkan eksplorasi materi secara mendalam. Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ASSURE sebagai kerangka kerja. Model ini meliputi *Analyze Learners*, *State Objectives*, *Select Media and Materials*, *Utilize Media and Materials*, *Require Learner Participation*, serta *Evaluate and Revise*, yang mengintegrasikan kebutuhan pembelajaran dengan teknologi. Data diperoleh melalui tes pretes dan postes dalam observasi empat minggu. Analisis *paired sample t-test* menunjukkan peningkatan signifikan pada kelas eksperimen dengan n-gain 0,71 (kategori tinggi) dibanding kelas kontrol dengan n-gain 0,47 (kategori sedang). Faktor utama perbedaan adalah keterbatasan akses perangkat AR di kelas kontrol. Hasil menunjukkan AR meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa. Namun, keterbatasan sampel dan kebutuhan infrastruktur menjadi hambatan. Penelitian selanjutnya disarankan mengeksplorasi efektivitas AR dalam skala lebih besar dan dampaknya terhadap hasil belajar jangka panjang.

Kata kunci: Android, Augmented Reality, Kartu Interaktif, n-Gain, R&D

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa dampak signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan [1]. Salah satu inovasi teknologi yang kini banyak dikembangkan dan diterapkan dalam sektor pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR) [2]. Teknologi AR memungkinkan pengguna

untuk berinteraksi dengan objek virtual yang disisipkan ke dalam dunia nyata melalui perangkat digital seperti smartphone atau tablet [3]. AR menawarkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan dengan memadukan unsur dunia nyata dan dunia virtual dalam satu tampilan [4]. Dalam konteks pembelajaran, terutama untuk materi-materi yang membutuhkan visualisasi dan

pemahaman konsep-konsep abstrak, AR berpotensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran [5].

Dalam pembelajaran sains, teknologi AR menawarkan solusi yang efektif untuk memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit dipahami hanya dengan teks atau gambar, seperti struktur atom, reaksi kimia, atau fenomena fisik lainnya [6]. Pemahaman siswa terhadap materi sains seringkali terhambat oleh keterbatasan alat bantu visual dan metode pengajaran yang kurang menarik [7]. Meskipun demikian, implementasi AR dalam pembelajaran sains di Indonesia masih relatif terbatas. Kebanyakan sekolah di Indonesia belum memanfaatkan teknologi ini secara maksimal, meskipun keberadaan perangkat digital seperti *smartphone* sudah sangat umum di kalangan siswa. Salah satu kendala utama yang dihadapi adalah kurangnya aplikasi AR yang mudah diakses, terjangkau, dan dirancang khusus untuk mendukung pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar dan menengah [8].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu solusi yang dapat diusulkan adalah pengembangan aplikasi *Augmented Reality* berbasis Android yang dilengkapi dengan kartu interaktif sebagai media pembelajaran [9]. Kartu interaktif ini berfungsi sebagai pemicu (*trigger*) untuk menampilkan objek-objek virtual yang terkait dengan materi pembelajaran. Dengan menggunakan aplikasi AR, siswa dapat memanfaatkan kartu ini untuk melihat penjelasan visual yang lebih mendalam mengenai konsep-konsep sains, baik itu berupa model 3D, animasi, maupun simulasi yang dapat diinteraksikan langsung oleh siswa. Penggunaan kartu ini sebagai media fisik juga memungkinkan siswa untuk belajar secara lebih aktif dan mandiri, mengingat mereka dapat mengakses materi dengan cara yang menyenangkan dan tidak terbatas pada waktu atau tempat tertentu.

Teknologi AR berbasis Android ini sangat relevan mengingat tingkat penetrasi penggunaan *smartphone* yang sangat tinggi di kalangan masyarakat Indonesia [10]. Hampir setiap siswa di sekolah menengah dan dasar memiliki akses ke perangkat android, sehingga pengembangan aplikasi yang dapat dijalankan di perangkat tersebut akan lebih mudah diakses oleh banyak siswa [11]. Dengan menggabungkan AR dengan kartu interaktif, aplikasi ini dapat menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif, sekaligus memberikan solusi bagi keterbatasan sarana dan prasarana yang ada di sebagian besar sekolah [12].

Urgensi dan Rasionalisasi penerapan teknologi AR dalam pembelajaran sains sangat tinggi [13]. Sains merupakan mata pelajaran yang sering kali dianggap sulit oleh siswa karena banyaknya konsep-konsep yang bersifat abstrak dan memerlukan pemahaman mendalam [14]. Misalnya, dalam mempelajari struktur atom, siswa sering kesulitan untuk membayangkan bagaimana atom itu sendiri terbentuk, bagaimana elektron berputar mengelilingi inti, atau

bagaimana suatu reaksi kimia berlangsung. Dengan AR, konsep-konsep ini dapat divisualisasikan dalam bentuk objek tiga dimensi yang dapat dilihat dan dipelajari dengan lebih jelas [15]. Hal ini dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa, sekaligus mengurangi rasa bosan atau kesulitan yang seringkali muncul dalam proses belajar.

Selain itu, penggunaan aplikasi berbasis android memanfaatkan perangkat yang sudah familiar di kalangan siswa [16]. Dibandingkan dengan perangkat keras lainnya yang mungkin mahal dan sulit dijangkau, *smartphone* android lebih terjangkau dan mudah digunakan. Aplikasi AR berbasis android dengan kartu interaktif dapat diakses oleh siswa secara langsung tanpa memerlukan peralatan tambahan yang rumit [17]. Inilah yang menjadikan pendekatan ini sebagai solusi praktis dan efektif untuk diterapkan di sekolah-sekolah di Indonesia.

Namun, meskipun potensi teknologi AR dalam pembelajaran sangat besar, implementasi yang ada saat ini masih terbatas. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan AR dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa, tetapi masih ada beberapa kendala yang menghambat penerapannya [18]. Penggunaan AR dalam pendidikan sains dapat meningkatkan keterlibatan siswa karena dapat menyajikan informasi dengan cara yang lebih menarik dan memudahkan pemahaman konsep-konsep kompleks [19]. Namun, mencatat bahwa banyak aplikasi AR yang ada saat ini belum sepenuhnya mengintegrasikan aspek interaktivitas yang optimal [20]. Banyak aplikasi yang terlalu berfokus pada visualisasi tanpa memberikan kesempatan bagi siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan objek virtual yang ada.

Penelitian di Universitas Negeri Semarang menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan meningkatkan keterlibatan siswa secara signifikan, membuat mereka lebih aktif dalam proses belajar [21] [22]. Penelitian oleh Rachim et al. (2024) mengungkapkan bahwa AR membantu siswa dalam memahami dan mengingat informasi lebih baik melalui pengalaman visual yang interaktif, yang menjadikan pembelajaran lebih menarik [23]. Dalam konteks pendidikan kedokteran, AR memungkinkan mahasiswa untuk berlatih prosedur medis tanpa risiko nyata, sehingga meningkatkan keterampilan praktis mereka [21]. Pembelajaran Kontekstual, AR memungkinkan siswa belajar dalam konteks nyata, seperti mempelajari sejarah di lokasi bersejarah dengan informasi terkait yang ditampilkan melalui aplikasi AR [21]. Penerapan dalam Pembelajaran Anatomi, penelitian menunjukkan bahwa penerapan AR dalam pembelajaran anatomi organ vital di sekolah menengah secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap struktur dan fungsi organ [24]. Validitas Media Pembelajaran AR, penelitian di SMK menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR memiliki validitas tinggi dan respons pengguna yang positif, menandakan efektivitasnya dalam pendidikan kejuruan [25]. Kartu Interaktif sebagai Media Pembelajaran menunjukkan bahwa

penggunaan kartu interaktif dalam pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa dengan menghubungkan dunia fisik dan virtual.

Meskipun banyak penelitian mendukung penggunaan AR dalam pendidikan, terdapat beberapa gap yang perlu diperhatikan antara lain keterbatasan Infrastruktur, banyak sekolah di Indonesia masih menghadapi kendala infrastruktur dan sumber daya yang membatasi penerapan teknologi AR secara luas. Banyak aplikasi AR saat ini tidak sepenuhnya mengintegrasikan aspek interaktivitas yang optimal, sehingga pengalaman belajar siswa menjadi kurang maksimal. Meskipun *smartphone* umum digunakan, masih ada kekurangan aplikasi AR yang dirancang khusus untuk mendukung pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar dan menengah [26].

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penggunaan kartu interaktif dalam pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa [27]. Menyoroti bagaimana kartu interaktif dapat menjadi alat yang efektif untuk menghubungkan dunia fisik dengan dunia virtual, memungkinkan siswa untuk melihat objek-objek yang sebelumnya hanya ada dalam bentuk teori atau gambar menjadi lebih nyata dan dapat dilihat secara langsung [2]. Kartu interaktif ini dapat meningkatkan keterlibatan siswa karena memberikan kesempatan bagi mereka untuk melakukan eksplorasi dan interaksi secara langsung dengan materi yang sedang dipelajari [28].

Selain itu, banyak penelitian yang mendukung penggunaan AR dalam pendidikan, masalah utama yang sering ditemukan adalah keterbatasan sumber daya yang dimiliki sekolah, baik dalam hal perangkat keras, perangkat lunak, maupun keterampilan teknis pengajar [29]. Bagaimana implementasi teknologi AR berbasis android dengan kartu interaktif dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Teknologi ini diharapkan mampu memfasilitasi pemahaman siswa melalui visualisasi interaktif yang menarik, tetapi efektivitasnya dalam mendukung pencapaian hasil belajar secara signifikan masih perlu diteliti lebih jauh. Hal ini menjadi tantangan besar bagi penerapan AR secara lebih luas di sekolah-sekolah, terutama di daerah-daerah dengan keterbatasan infrastruktur [30]. Salah satu pendekatan yang dapat mengatasi masalah ini adalah dengan mengembangkan aplikasi yang sederhana, efisien, dan dapat diakses dengan mudah melalui perangkat android, serta memanfaatkan kartu interaktif sebagai media yang tidak membutuhkan perangkat tambahan yang mahal.

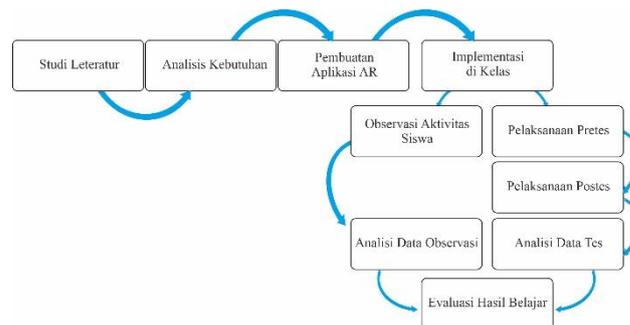
Berdasarkan tinjauan pustaka dan permasalahan yang ada, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR berbasis android yang dilengkapi dengan kartu interaktif sebagai media pembelajaran sains. Dengan aplikasi ini, siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep sains yang sulit dipahami secara abstrak, sambil meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka dalam proses belajar. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan

rekomendasi praktis mengenai bagaimana teknologi AR dengan kartu interaktif dapat diimplementasikan secara efektif di sekolah-sekolah, terutama dalam konteks pembelajaran sains di Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pembelajaran yang lebih inovatif dan efektif, serta memberikan solusi bagi masalah-masalah yang dihadapi oleh siswa dan pendidik dalam mempelajari dan mengajarkan sains.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* sebagai alat dalam pengembangan sistem aplikasi AR berbasis android yang dilengkapi dengan kartu interaktif sebagai media pembelajaran sains.. *R&D* berfungsi sebagai kerangka kerja sistematis untuk merancang, mengembangkan, dan menguji produk. Langkah-langkah penelitian dirancang untuk memenuhi tujuan penelitian, yaitu membantu siswa memahami konsep-konsep sains yang abstrak serta meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran melalui media digital yang interaktif [31]. Gambar 1 menunjukkan metode dan tahapan penelitian.



Gambar 1. Metode dan Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 1 Sukoharjo Kabupaten Pringsewu Lampung, yang memiliki sarana pendukung untuk implementasi teknologi AR dalam proses pembelajaran. Kegiatan penelitian berlangsung selama enam bulan, yang mencakup tahapan pengembangan aplikasi, implementasi dalam kegiatan pembelajaran, dan evaluasi hasil belajar siswa.

Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk beroperasi pada perangkat android, memanfaatkan kartu interaktif sebagai pemicu untuk menampilkan objek 3D yang relevan dengan materi pembelajaran sains. Media kartu interaktif ini memungkinkan siswa mengakses penjelasan visual yang lebih mendalam, baik dalam bentuk model 3D, animasi, atau simulasi yang dapat diinteraksikan. Perangkat utama yang digunakan adalah *smartphone* android, yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan konten digital dalam pembelajaran sains.

Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode utama: observasi dan tes. Observasi bertujuan untuk mencatat aktivitas siswa selama proses pembelajaran, terutama keterlibatan aktif mereka saat menggunakan aplikasi AR berbasis kartu interaktif [32]. Data hasil observasi ini dicatat menggunakan lembar observasi yang memuat indikator keterlibatan aktif siswa, seperti intensitas interaksi dengan media, antusiasme dalam menggunakan aplikasi, dan kemauan untuk mengeksplorasi materi. Selain itu, *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi sains sebelum dan setelah menggunakan aplikasi AR. Tes ini dirancang untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Pengolahan data hasil penelitian dilakukan secara deskriptif dan kuantitatif. Data observasi dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan tingkat keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Sementara itu, data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan uji *t-test* untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil belajar siswa sebelum dan setelah menggunakan aplikasi AR.

Metode penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas penggunaan AR berbasis android dengan kartu interaktif sebagai solusi praktis dan inovatif dalam pembelajaran sains, serta menjadi referensi bagi pengembangan metode pembelajaran digital yang menarik dan mudah diakses di lingkungan sekolah menengah di Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains melalui aplikasi *Augmented Reality (AR)* berbasis android yang dilengkapi dengan kartu interaktif. Berikut adalah hasil penelitian berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, yaitu peningkatan hasil belajar dan tingkat keterlibatan siswa disajikan dalam Tabel 1.

Data hasil belajar siswa diukur menggunakan *pretest* dan *posttest* untuk menilai efektivitas aplikasi AR dalam meningkatkan pemahaman konsep-konsep abstrak pada materi sains. Rata-rata nilai *pretest* dan *posttest*, serta peningkatan nilai (*n-Gain*) disajikan dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Peningkatan Hasil Belajar Siswa

Kelas	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	n-Gain	Kriteria Peningkatan
Eksperimen	48,72	84,68	0,71	Tinggi
Kontrol	47,50	71,43	0,47	Sedang

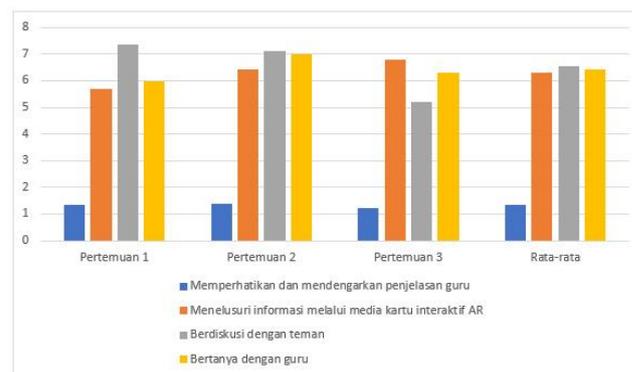
Tabel di atas menunjukkan bahwa kelas eksperimen yang menggunakan aplikasi AR berbasis kartu interaktif mengalami peningkatan yang lebih tinggi (*n-Gain* = 0,71) dibandingkan dengan kelas kontrol (*n-Gain* = 0,47). Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan AR berbasis kartu interaktif memiliki dampak signifikan terhadap pemahaman siswa.

Keterlibatan siswa selama pembelajaran juga diobservasi dengan mengamati frekuensi dan intensitas aktivitas siswa, seperti perhatian terhadap penjelasan, interaksi dengan media AR, dan diskusi. Berikut adalah rekapitulasi aktivitas siswa dalam Tabel 2 dan grafik.

Tabel 2. Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran

Aspek yang Dinilai	P1	P2	P3	Rata-rata
Memperhatikan dan mendengarkan penjelasan guru	1,36	1,40	1,23	1,33
Menelusuri informasi melalui media kartu interaktif AR	5,71	6,43	6,79	6,31
Berdiskusi dengan teman	7,34	7,13	5,19	6,55
Bertanya dengan guru	5,98	6,99	6,30	6,42

Dari hasil observasi pada tabel 2, terlihat bahwa keterlibatan siswa mengalami peningkatan pada setiap aspek yang diamati, terutama pada aktivitas menelusuri informasi melalui media kartu interaktif dan berdiskusi dengan teman. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi AR berbasis kartu interaktif mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran.



Gambar 2. Grafik Peningkatan Keterlibatan Siswa

Dari Gambar 2 Grafik Peningkatan Keterlibatan Siswa dapat dijabarkan beberapa aspek telah diamati secara mendetail. Berikut adalah hasil pengamatan tersebut:

1. **Memperhatikan dan Mendengarkan Penjelasan Guru**
Siswa menunjukkan kemampuan yang bervariasi dalam memperhatikan dan mendengarkan penjelasan guru. Skor yang dicapai pada:
 - Pertemuan pertama adalah 1,36.
 - Pertemuan kedua meningkat menjadi 1,40.
 - Namun, pada pertemuan ketiga menurun menjadi 1,23.
 - Rata-rata keseluruhan adalah 1,33.
2. **Menelusuri Informasi melalui Media Kartu Interaktif AR**
Aktivitas ini menunjukkan perkembangan yang signifikan. Hasilnya adalah:
 - Pertemuan pertama mencatat skor 5,71.
 - Pertemuan kedua meningkat menjadi 6,43.

- Pertemuan ketiga kembali mengalami peningkatan menjadi 6,79.
 - Rata-rata keseluruhan adalah 6,31.
3. Berdiskusi dengan Teman
Aspek diskusi dengan teman menunjukkan pola fluktuasi, dengan skor:
- 7,34 pada pertemuan pertama.
 - Sedikit menurun menjadi 7,13 pada pertemuan kedua.
 - Lebih jauh menurun pada pertemuan ketiga dengan skor 5,19.
 - Rata-rata keseluruhan adalah 6,55.
4. Bertanya kepada Guru
Kemampuan siswa dalam bertanya kepada guru juga mengalami fluktuasi, dengan skor:
- 5,98 pada pertemuan pertama.
 - Meningkatkan cukup signifikan menjadi 6,99 pada pertemuan kedua.
 - Menurun kembali menjadi 6,30 pada pertemuan ketiga.
 - Rata-rata keseluruhan adalah 6,42.

Secara keseluruhan, hasil ini memberikan gambaran penting mengenai perkembangan aktivitas siswa selama proses pembelajaran dan menunjukkan area yang dapat ditingkatkan lebih lanjut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR dengan kartu interaktif pada pembelajaran sains secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa dan mendorong keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran seperti yang dilihat pada gambar 2. Adanya visualisasi objek 3D dan interaksi dengan media digital menjadikan pembelajaran lebih menarik dan efektif.

Secara keseluruhan, penelitian ini mendukung penggunaan AR sebagai alat bantu belajar yang mampu menjawab keterbatasan metode konvensional dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak pada pembelajaran sains.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi *Augmented Reality* (AR) berbasis Android dengan kartu interaktif sebagai media pembelajaran berhasil meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar dan tingginya keterlibatan siswa menegaskan bahwa teknologi AR berpotensi menjadi solusi efektif untuk menghadapi tantangan dalam mengajarkan materi sains yang kompleks dan abstrak.

Pertama, peningkatan hasil belajar siswa terlihat dari nilai *posttest* pada kelas eksperimen, yang mengalami kenaikan signifikan dengan nilai *n-Gain* sebesar 0,71 atau dalam kategori tinggi, dibandingkan dengan kelas kontrol yang hanya mencapai *n-Gain* sebesar 0,47. Dalam konteks penelitian ini, teknologi AR membantu memvisualisasikan konsep-konsep abstrak pada sistem ekskresi manusia dalam

bentuk objek tiga dimensi, sehingga siswa dapat lebih mudah memahaminya. Visualisasi yang diberikan oleh AR memungkinkan siswa untuk melihat konsep-konsep tersebut secara nyata, yang tidak mungkin dilakukan melalui metode konvensional berbasis teks atau gambar statis.

Kemudian, peningkatan hasil belajar ini juga menunjukkan bahwa AR berbasis kartu interaktif memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan konkret. Visualisasi berbasis AR membantu siswa untuk menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan representasi nyata yang dapat diamati, sehingga proses belajar menjadi lebih efektif dan memotivasi siswa untuk menggali lebih jauh konsep yang mereka pelajari.

Keterlibatan siswa juga menunjukkan hasil yang positif, dengan adanya peningkatan dalam interaksi aktif, antusiasme, dan partisipasi dalam diskusi kelompok. Observasi terhadap aktivitas siswa menunjukkan bahwa mereka lebih banyak terlibat dalam mengeksplorasi informasi melalui kartu interaktif dan berdiskusi dengan teman, yang menandakan bahwa pembelajaran berbasis AR ini mendorong pola *student-centered learning*. Melalui teknologi AR, siswa tidak hanya melihat konten pembelajaran secara pasif tetapi juga terlibat secara aktif dalam eksplorasi dan interaksi, sehingga proses belajar menjadi lebih menarik dan partisipatif.

Selain itu, aplikasi AR berbasis kartu interaktif ini mendorong siswa untuk belajar mandiri dan berkolaborasi, meningkatkan keterampilan bekerja dalam kelompok, dan mengembangkan rasa ingin tahu. Dalam pembelajaran abad ke-21, keterampilan-keterampilan ini menjadi esensial, dan teknologi AR membantu menjembatani kesenjangan tersebut dengan memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional.

Dengan pendekatan baru ini, siswa dapat langsung berinteraksi dan mengubah sudut pandang objek 3D sesuai kebutuhan mereka, yang memberikan pengalaman belajar lebih komprehensif dan meningkatkan hasil belajar.

Dalam penelitian ini, pendekatan yang diambil adalah dengan menggunakan perangkat android yang sudah umum dimiliki oleh siswa, sehingga media pembelajaran ini dapat diakses dengan mudah tanpa membutuhkan perangkat tambahan yang mahal. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menunjukkan efektivitas AR dalam pembelajaran tetapi juga memberikan solusi untuk penerapan teknologi ini di sekolah-sekolah dengan keterbatasan infrastruktur, terutama di daerah-daerah yang memiliki kendala sumber daya.

Penelitian ini juga menawarkan kebaruan dalam penggunaan aplikasi AR berbasis android dengan kartu interaktif sebagai media belajar. Dengan pendekatan ini, siswa tidak hanya memperoleh visualisasi yang lebih baik

tetapi juga diberi kesempatan untuk mengakses materi secara mandiri dan berkolaborasi dengan rekan mereka dalam pembelajaran. Penemuan ini sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 yang mendorong pengembangan keterampilan mandiri dan kolaboratif berbasis teknologi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi AR dalam pembelajaran sains tidak hanya efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep-konsep abstrak, tetapi juga mampu memotivasi siswa untuk lebih aktif dan terlibat dalam pembelajaran. Temuan ini memberikan kontribusi baru dalam literatur mengenai pemanfaatan AR, terutama dalam konteks pembelajaran sains di Indonesia, dan menegaskan pentingnya inovasi teknologi dalam mendukung proses belajar yang lebih dinamis dan menarik bagi siswa.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi *Augmented Reality* (AR) berbasis Android dengan kartu interaktif secara signifikan meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Hasil penelitian mengindikasikan peningkatan hasil belajar siswa terlihat dari nilai *n-gain* sebesar 0,71 pada kelas eksperimen (kategori tinggi), dibandingkan dengan kelas kontrol sebesar 0,47 (kategori sedang), penggunaan AR memfasilitasi visualisasi konsep abstrak, seperti sistem ekskresi manusia, sehingga lebih mudah dipahami oleh siswa, keterlibatan siswa dalam pembelajaran meningkat, terutama pada aspek eksplorasi informasi melalui kartu interaktif dan diskusi kelompok. Penelitian tersebut memberikan alternatif media pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan teknologi AR untuk mengatasi kendala visualisasi dalam pembelajaran sains. Membuktikan efektivitas metode pembelajaran berbasis teknologi dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan siswa serta menyediakan dasar bagi pengembangan metode pembelajaran berbasis teknologi yang mudah diakses oleh sekolah-sekolah dengan keterbatasan sumber daya.

Limitasi atau kelemahan pada penelitian ini terletak pada sampel penelitian relatif kecil, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi, keterbatasan infrastruktur di beberapa sekolah membatasi penerapan teknologi ini secara luas, keterbatasan perangkat AR di kelas kontrol memengaruhi hasil perbandingan.

Untuk menunjukkan keberlanjutan, saran penelitian selanjutnya melakukan penelitian dengan cakupan yang lebih luas, melibatkan lebih banyak sekolah dan siswa untuk meningkatkan validitas hasil, mengembangkan fitur AR yang lebih interaktif untuk mendorong eksplorasi materi secara mandiri, menyediakan pelatihan untuk guru dalam penggunaan aplikasi AR agar implementasi dapat dilakukan secara efektif, mengevaluasi dampak jangka panjang penggunaan AR pada hasil belajar siswa.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa teknologi AR berbasis kartu interaktif dapat menjadi solusi praktis dan efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains di Indonesia..

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada Universitas Aisyah Pringsewu, SMP Negeri 1 Sukoharjo Kabupaten Pringsewu yang telah memberikan akses untuk pelaksanaan penelitian ini, sehingga dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Junaedy, A. Huraerah, A. W. Abdullah, and A. Rivai, "Pengaruh Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terhadap Pendidikan Indonesia," *J. Penelit. dan Kaji. Sos. Keagamaan*, vol. 18, pp. 133–146, 2021, [Online]. Available: <https://dx.doi.org/10.31958/jaf.v11i2.10548>
- [2] eLearning Industry, "Immersive Learning: How Virtual And Augmented Reality Are Transforming Higher Education," *eLearning Industry*, 2023. <https://elearningindustry.com/immersive-learning-how-virtual-and-augmented-reality-transforming-higher-education> (accessed Nov. 13, 2024).
- [3] Merdeka.com, "Perbedaan VR dan AR, Lengkap dengan Kelebihan Kekurangannya," *Merdeka.com*, 2023. <https://www.merdeka.com/jabar/perbedaan-vr-dan-ar-beserta-kelebihan-kekurangannya-kl.html?page=5> (accessed Nov. 13, 2024).
- [4] M. P. Dr. Abd. Mukhid, "Desain Teknologi dan Inovasi Pembelajaran," Pertama. Yogyakarta: Pustaka Egaliter, 2023. [Online]. Available: [http://repository.iainmadura.ac.id/904/1/DESAIN TEKNOLOGI DAN INOVASI PEMBELAJARAN.pdf](http://repository.iainmadura.ac.id/904/1/DESAIN%20TEKNOLOGI%20DAN%20INOVASI%20PEMBELAJARAN.pdf)
- [5] A. Fitriani, S. F. Rassyi, and S. Suyanto, "Pengembangan Media Pembelajaran 3D AR Budaya Sasambo: Pemahaman Budaya Sejak Dini," *J. Obs. J. Pendidik. Anak Usia Dini*, vol. 8, no. 1, pp. 189–200, 2024, doi: 10.31004/obsesi.v8i1.5392.
- [6] O. O. Rita and G. Guspatni, "Augmented Reality (AR) Technology in Chemistry Learning, Literature Review: Forms, Barriers and Utilization of Augmented Reality (AR) in Chemistry Learning," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 8, pp. 18552–18562, 2024, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/15094>
- [7] B. M. Abdullah, F. H. Nasution, and K. M. Parapat, "Pemanfaatan Media Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa DI SD Negeri 060928 Medan," *J. Ilmu Pendidik. Islam*, no. 2, pp. 1–7, 2024, doi: <https://doi.org/10.59059/al-tarbiyah.v2i2.972>.
- [8] Z. Mufidah, M. Darmayanti, and A. Hendriani,

- “Implementasi Pembelajaran Augmented Reality di Sekolah Dasar : A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis,” *J. Belantika Pendidik.*, vol. 7, no. 1, pp. 38–45, 2024, [Online]. Available: <https://kayonmedia.com/jurnal/index.php/bp/article/download/265/143>
- [9] S. A. Ashari, H. A, and A. M. Mappalotteng, “Pengembangan Media Pembelajaran Movie Learning Berbasis Augmented Reality,” *Jambura J. Informatics*, vol. 4, no. 2, pp. 82–93, 2022, doi: 10.37905/jji.v4i2.16448.
- [10] M. S. Rizka Mukhlisiah, S.E., *Manajemen Keuangan Di Era Digital*, Pertama. Serang-Banten: PT SADA KURNIA PUSTAKA, 2024. [Online]. Available: [https://repository.ipmi.ac.id/2498/1/Ebook_Manajemen Keuangan Di Era Digital.pdf](https://repository.ipmi.ac.id/2498/1/Ebook_Manajemen%20Keuangan%20Di%20Era%20Digital.pdf)
- [11] A. Munandar, “Pengembangan Aplikasi Android untuk Mendukung Pembelajaran Listening Bahasa Inggris Kelas XI SMAN 1 Boyan Tanjung,” *J. Penelit. Inov.*, vol. 2, no. 3, pp. 511–542, 2023, doi: 10.54082/jupin.111.
- [12] Monsterar, “9 Aplikasi AR untuk Pembelajaran, Tingkatkan Mutu Pendidikan,” *Monsterar*, 2023. <https://monsterar.net/2023/07/25/aplikasi-ar-untuk-pembelajaran/> (accessed Nov. 13, 2024).
- [13] F. Desianti, “Efektivitas Penggunaan Media Augmented Reality (AR) dalam Meningkatkan Literasi Sains Siswa Kelas VI pada Pembelajaran IPA di MI NU Jatirejo Pemalang,” Universitas Islam Negeri K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, 2024. [Online]. Available: [http://etheses.uingusdur.ac.id/9515/1/2320073_Cover_Bab I dan Bab V.pdf](http://etheses.uingusdur.ac.id/9515/1/2320073_Cover_Bab%20I%20dan%20Bab%20V.pdf)
- [14] A. Priliyanti, I. W. Muderawan, and S. Maryam, “Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Mempelajari Kimia Kelas Xi,” *J. Pendidik. Kim. Undiksha*, vol. 5, no. 1, pp. 11–18, 2021, doi: 10.23887/jjpk.v5i1.32402.
- [15] N. Alfitriani, W. A. Maula, and A. Hadiapurwa, “Penggunaan Media Augmented Reality dalam Pembelajaran Mengenal Bentuk Rupa Bumi,” *J. Penelit. Pendidik.*, vol. 38, no. 1, pp. 30–38, 2021, doi: 10.15294/jpp.v38i1.30698.
- [16] F. A. Nur’aini and N. Arfinanti, “Systematic Literature Review: Media Pembelajaran Berbasis Android Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis,” *Griya J. Math. Educ. Appl.*, vol. 4, no. 2, pp. 180–189, 2024, doi: 10.29303/griya.v4i2.437.
- [17] D. Turistyanto, W. Sumarni, and K. Kasmui, “Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Book Versi Android pada Materi Hidrokarbon,” *Proceeding*, 2017.
- [18] K. W. Utama, M. K. Rahayu, L. F. Azizah, Winarti, J. W. Sitopu, and V. Wiliyanti, “Pengaruh Penggunaan Teknologi Augmented Reality Dalam Pembelajaran Ipa Terhadap Pemahaman Materi Pembelajaran,” *J. Rev. Pendidik. dan Pengajara*, vol. 6, no. 3, pp. 7813–7821, 2024, [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/pdfs/educacion/cem-2017/cem172y.pdf>
- [19] lmsspada.kemdikbud.go.id, “Literasi dan Media Pembelajaran IT,” *lmsspada.kemdikbud.go.id*, 2023. <https://lmsspada.kemdikbud.go.id/mod/forum/discuss.php?d=10124> (accessed Nov. 13, 2023).
- [20] U. P. Sari *et al.*, “Jawa Barat 40154 3 Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,” *Jl. HR. Soebrantas No.Km*, vol. 06, no. 03, pp. 17672–17679, 2024.
- [21] A. I. Nuresqi, H. Tasdiki, M. A. L. Putra, and F. P. Sopian, “Pemanfaatan Virtual Reality dan Augmented Reality dalam Bidang Pendidikan,” <https://informatics.uui.ac.id/>, 2023. <https://informatics.uui.ac.id/2023/12/12/pemanfaatan-virtual-reality-dan-augmented-reality-dalam-bidang-pendidikan/>
- [22] Zakirman and C. Rahayu, “Popularitas WhatsApp sebagai media komunikasi dan berbagi informasi akademik mahasiswa,” *Shaut al-Maktabah J. Perpustakaan, Arsip dan Dokumentasi*, vol. 10, no. 1, pp. 27–38, 2018, doi: 10.15548/shaut.v10i1.7.
- [23] M. R. Rachim, A. Salim, and Q. Qomario, “Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Terhadap Keaktifan Belajar Siswa Dalam Pendidikan Modern,” *J. Ris. dan Inov. Pembelajaran*, vol. 4, no. 1, pp. 594–605, 2024, doi: 10.51574/jrip.v4i1.1407.
- [24] E. Y. Lorin, H. Hindarto, and C. Taurusta, “Penerapan Augmented Reality dalam Pendidikan Anatomi Manusia di Sekolah Menengah,” *Indones. J. Appl. Technol.*, vol. 1, no. 3, p. 15, 2024, doi: 10.47134/ijat.v1i3.3067.
- [25] Y. Huda, E. Tasrif, R. E. Sari, and R. R. K. Costa, “Literature Review : Penggunaan Media Augmented Reality dalam Pendidikan Kejuruan,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 9, no. 1, p. 27, 2023, doi: 10.24036/jtev.v9i1.121703.
- [26] D. D. A. Ridwan, M, Zulhajji, “Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Augmented Reality Berbasis Android untuk Pembelajaran DNA Dan RNA,” *Univ. Negeri Makassar*, 2021, [Online]. Available: <http://eprints.unm.ac.id/20325/>
- [27] W. A. Uno, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA,” *J. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 1, pp. 28–

- 33, 2024.
- [28] M. Munawir, A. Rofiqoh, and I. Khairani, "Peran Media Interaktif Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran SKI di Madrasah Ibtidaiyah," *J. AL-AZHAR Indones. SERI Hum.*, vol. 9, no. 1, pp. 63–71, 2024, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.36722/sh.v9i1.2828>
- [29] Dudu Suhandi Saputra, *Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality*, Pertama. Jawa Barat: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2021. [Online]. Available: <https://www.rcipress.rcipublisher.org/index.php/rcipress/catalog/download/777/1302/2134-1?inline=1>
- [30] P. G. Pamekasan, "MUBTADI : Jurnal Pendidikan Ibtidaiyah," vol. 5, no. 2, pp. 126–135, 2024.
- [31] Reinaldi, "Pengembangan Media Simulasi Berbasis Augmented Reality pada Mata Pelajaran IPA KELAS VI MI DDI Kalukuang Makassar," Universitas Negeri Makassar, 2020. [Online]. Available: <https://eprints-unm-ac-id.webpkgcache.com/doc/-/s/eprints.unm.ac.id/23969/2/SKRIPSI.pdf>
- [32] Z. Insani and F. M. Firdaus, "Pengembangan Aplikasi Bangun Ruang berbasis Augmented Reality (AR) untuk Meningkatkan Kecerdasan Spasial dan Self-Regulated Learning," vol. 8, no. 5, pp. 1185–1196, 2024, doi: 10.31004/obsesi.v8i5.6141.