



Research Article



Inovasi Media Pembelajaran Menggunakan AR (Augmented Reality) pada Materi Sistem Pencernaan

(Learning Media Innovation Using Augmented Reality on Digestive System Material)

Novita Resti, Ridwan, Rizka Trian Palupy*, Riandi

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Education, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat

*e-mail co-author: rizkatrian@upi.edu

Informasi Artikel	ABSTRACT
Submit: 12 – 03 – 2024 Diterima: 20 – 06 – 2024 Dipublikasikan: 28 – 06 – 2024	<p><i>The learning process is a communication that involves teachers, students and subject matter. The use of appropriate learning media is crucial in the learning process to clarify materials and enhance interaction between teachers and students. Augmented Reality (AR) technology shows great potential as an innovative and effective learning tool, especially in biology education such as the human digestive system. AR can present engaging 3D visualizations and interactions, which can enhance students' understanding of complex materials through interactive visual experiences. By utilizing AR technology equipped with audio and video, educators can create deeper and more contextual learning experiences. This not only improves students' comprehension but also supports the development of 21st-century skills such as creativity, problem-solving, and collaboration. Despite implementation challenges, collaboration between educators, technology developers, and policymakers can help overcome these barriers, ensuring that AR technology can be effectively integrated into education for broader benefits. Further research recommendations include exploring the long-term impacts of AR use in learning, developing AR applications that are adaptive to individual student needs, and examining the effects of multimodal integration (audio, video, and text) in AR. Research should also consider the socio-emotional aspects of students and the effectiveness of AR in various other subjects to provide a more comprehensive view of the benefits of this technology in education.</i></p> <p>Key words: media innovation, augmented reality, biology learning</p>
Penerbit	ABSTRAK
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi, Jambi- Indonesia	<p>Proses pembelajaran merupakan komunikasi yang melibatkan guru, siswa, dan materi pelajaran. Penggunaan media pembelajaran yang tepat sangat penting dalam proses pembelajaran untuk memperjelas materi dan meningkatkan interaksi antara guru dan siswa. Teknologi <i>Augmented Reality</i> (AR) menunjukkan potensi besar sebagai alat pembelajaran yang inovatif dan efektif, terutama dalam pembelajaran biologi seperti sistem pencernaan manusia. AR mampu menghadirkan visualisasi 3D dan interaksi yang menarik, yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kompleks melalui pengalaman visual yang interaktif. Dengan memanfaatkan teknologi AR yang dilengkapi dengan audio dan video, pendidik dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Meskipun</p>

terdapat tantangan dalam implementasi, kolaborasi antara pendidik, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan dapat membantu mengatasi hambatan ini, memastikan bahwa teknologi AR dapat diintegrasikan secara efektif dalam pendidikan untuk manfaat yang lebih luas. Rekomendasi penelitian lebih lanjut mencakup eksplorasi dampak jangka panjang penggunaan AR dalam pembelajaran, pengembangan aplikasi AR yang adaptif terhadap kebutuhan individu siswa, dan pengkajian pengaruh integrasi multimodalitas (audio, video, dan teks) dalam AR. Penelitian juga perlu memperhatikan aspek sosial-emosional siswa serta efektivitas AR dalam berbagai mata pelajaran lainnya untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang manfaat teknologi ini dalam pendidikan.

Kata kunci: inovasi media, augmented reality, pembelajaran biologi



This Biodik : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi is licensed under a [CC BY-NC-SA \(Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Proses pembelajaran adalah komunikasi yang melibatkan tiga elemen utama yaitu guru sebagai pengirim pesan, siswa sebagai penerima pesan, dan materi pelajaran sebagai isi pesan (Aripin & Suryaningsih, 2019). Dalam menyampaikan pesan pembelajaran, dibutuhkan suatu alat bantu agar efektif. Menurut Aripin (2012), keberhasilan guru dalam menyampaikan materi sangat bergantung pada kelancaran interaksi antara guru dan siswa. Untuk mengatasi keterbatasan dalam interaksi ini, diperlukan media pembelajaran. Media pembelajaran adalah alat bantu dalam proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas isi materi yang disampaikan dari guru kepada siswa (Yuliono et al., 2018), sementara menurut Anitah (2012), media adalah setiap orang, bahan, alat, atau peristiwa yang dapat menciptakan kondisi yang memungkinkan pembelajaran untuk menerima pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Menurut Kosasih dalam Suparno et al. (2010), jenis-jenis media pembelajaran meliputi media grafis seperti gambar, foto, grafik, dan bagan, kemudian media tiga dimensi seperti model padat, susun, dan diorama, media proyeksi serta lingkungan.

Media pembelajaran dapat menciptakan interaksi langsung antara guru dan siswa serta antara siswa dan sumber belajar. Interaksi ini memungkinkan siswa untuk belajar mandiri sesuai dengan kemampuannya masing-masing (Feri & Zulherman, 2021; Neni & Dewi, 2020; Tafonao, 2018). Suyoso & Nurohman (2014) menyatakan bahwa tujuan media pembelajaran adalah untuk memfasilitasi komunikasi dan meningkatkan hasil pembelajaran. Media pembelajaran juga dapat memperjelas penyajian bahan ajar, mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan indera manusia, meningkatkan semangat belajar siswa, meningkatkan keaktifan siswa, memungkinkan pembelajaran mandiri sesuai minat dan kemampuan mereka, serta memberikan persepsi yang sama bagi semua siswa (Antari et al., 2019; Qistina et al., 2019; Susanto, 2021; Adawiyah, et al., 2024). Media pembelajaran yang tidak menarik dan monoton dapat memunculkan rasa bosan pada siswa sehingga siswa kurang termotivasi untuk belajar. Oleh karena itu, guru harus selektif dalam memilih media pembelajaran yang tepat dengan memperhatikan komponen pembelajaran seperti tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, materi pembelajaran, metode pembelajaran, evaluasi dan karakteristik siswa, sehingga media yang digunakan dalam pembelajaran dapat berperan optimal dalam memfasilitasi pembelajaran biologi.

Seiring dengan berkembangnya teknologi digital, penggunaan media pembelajaran semakin menunjukkan ragam dan keunggulannya masing-masing. Banyak media pembelajaran yang sudah terintegrasi dengan teknologi salah satunya adalah Augmented Reality (AR). Dalam mempelajari organ

tubuh manusia, media pembelajaran biasanya terbatas hanya pada media cetak seperti buku atau alat peraga. Proses pembelajaran hanya diarahkan kepada kemampuan siswa untuk menghafal informasi dan otak siswa dipaksa untuk mengingat dan menimbun berbagai informasi yang didapat dari pendidik (Adami & Budihartanti, 2016).

Namun, dengan hadirnya teknologi AR, proses pembelajaran menjadi semakin menyenangkan dengan pemanfaatan *smartphone* sehingga memberikan tampilan yang menarik dan terlihat lebih *real time*. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian dari Yuliono et al. (2018) bahwa AR efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep siswa pada materi sistem pencernaan manusia. Menurut Arifitama & Syahputra (2017), teknologi AR merupakan pengembangan dari *Virtual Reality* (VR) yang memiliki konsep berbeda. Ketika VR menarik pengguna seakan masuk ke dalam lingkungan tiga dimensi, maka AR menambahkan realita yang ada dan nyata di dunia nyata dengan objek yang terangkat/ditambahkan (*augmented*), dimana teknologi ini seakan menghilangkan dunia maya tiga dimensi dan menyatu dengan dunia nyata.

Hanya saja AR saat ini masih memiliki banyak kekurangan sehingga diperlukan inovasi untuk mengatasi berbagai kekurangan tersebut. Dalam artikel ini, akan dibahas inovasi pada AR untuk menghasilkan pembelajaran yang lebih efektif sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran yang selama ini sering menggunakan media pembelajaran yang konvensional. Media pembelajaran konvensional memiliki beberapa kekurangan yang dapat diselesaikan dengan penggunaan AR ini; (1) Media konvensional seringkali bersifat pasif. Siswa hanya membaca atau mengamati tanpa terlibat langsung. Hal ini dapat menyebabkan kebosanan dan kurangnya minat belajar. Solusinya AR menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan *immersive*. Siswa dapat berinteraksi dengan objek virtual 3D, memanipulasi model, dan berpartisipasi dalam simulasi yang menarik (Akhmalludin & Ayu, 2019); (2) Memahami konsep abstrak dari buku teks atau gambar 2D bisa jadi sulit bagi sebagian siswa.

Visualisasi yang terbatas menghambat pemahaman mendalam. Solusinya AR memungkinkan visualisasi konsep abstrak secara 3D dan interaktif. Siswa dapat "melihat" dan "berinteraksi" dengan objek virtual, seperti menjelajahi sistem tata surya dalam bentuk 3D atau membedah organ tubuh manusia secara virtual (Alizkan et al., 2021); (3) Media konvensional seringkali tidak dapat memberikan pengalaman langsung. Siswa hanya mempelajari teori tanpa kesempatan untuk mempraktikkannya. Solusinya AR dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Contohnya, siswa dapat belajar tentang mesin mobil dengan melihat model 3D mesin yang diperkaya dengan animasi dan informasi detail melalui AR. Mereka juga dapat "membongkar" dan "merakit" komponen mesin secara virtual (Mustaqim, 2016); (4) Akses terhadap alat peraga konvensional, seperti model anatomi atau peta relief, mungkin terbatas.

Media konvensional juga kurang fleksibel dalam hal pembaruan dan modifikasi. Solusinya konten AR dapat diakses dengan mudah melalui *smartphone* atau tablet. Materi pembelajaran AR dapat diperbarui secara berkala dan dimodifikasi sesuai kebutuhan (Damara et al., 2018); (5) Media konvensional umumnya dirancang untuk pembelajaran satu arah dan kurang mengakomodasi gaya belajar yang berbeda-beda. Solusinya AR memungkinkan personalisasi pembelajaran. Siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan mereka sendiri, mengulang materi yang sulit, dan memilih jenis interaksi yang mereka sukai (Yuliono et al., 2018). Dengan demikian, AR berpotensi untuk mengatasi banyak kekurangan media pembelajaran konvensional dan menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan efektif. Pemanfaatan AR dalam media pembelajaran dapat mendorong inovasi di bidang pendidikan dan meningkatkan kualitas pengajaran serta pembelajaran (Susilowati et al., 2021;

Mulyani et al., 2021; Rahmah et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode kajian literatur untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis informasi dengan menelusuri teori-teori yang relevan terkait topik yang diteliti. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk memahami lanskap penelitian saat ini, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, dan mengarahkan arah penelitian masa depan (Webster & Watson, 2002). Metode ini menggunakan bahan pustaka seperti buku, artikel jurnal, dan laporan penelitian sebagai sumber data (Mahdi & Ma'rifah, 2019; Melfianora, 2017). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode ini tidak melibatkan studi lapangan, karena fokusnya hanya pada pengumpulan dan analisis data dari literatur. Dalam memilih literatur, kriteria yang digunakan mencakup relevansi, kualitas sumber, kemutakhiran, dan keberagaman perspektif. Literatur yang dipilih harus langsung berkaitan dengan pertanyaan penelitian atau tujuan studi (Webster & Watson, 2002). Strategi yang dilakukan dalam pencarian literatur didapatkan melalui database penyedia jurnal nasional dan internasional. Database penyedia jurnal yang bersifat nasional dan internasional dapat diakses melalui beberapa website. Hanya literatur dari jurnal peer-reviewed, buku terkemuka, dan laporan resmi yang dipertimbangkan untuk memastikan standar kualitas yang tinggi (Petticrew & Roberts, 2006). Literatur yang lebih baru lebih diutamakan untuk menyediakan informasi yang paling terkini (Cooper, 2010). Data yang relevan digunakan untuk mendukung gagasan penulis dan dijadikan dasar dalam penyusunan artikel inovasi media dengan menggunakan teknologi AR.

Dalam analisis data, teknik yang digunakan meliputi analisis konten dan analisis naratif. Analisis konten melibatkan pengkodean teks ke dalam kategori yang bermakna untuk mengidentifikasi tema dan pola dalam data kualitatif (Elo & Kyngäs, 2008). Sedangkan analisis naratif melibatkan deskripsi dan interpretasi cerita atau narasi dalam data, sering digunakan dalam penelitian kualitatif (Riessman, 2008). Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data dalam kajian literatur, peneliti menerapkan beberapa langkah. Pertama, menggunakan sumber terpercaya dengan memilih literatur dari jurnal peer-reviewed dan sumber yang diakui secara akademis (Petticrew & Roberts, 2006). Kedua, menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang jelas untuk memilih literatur yang relevan dan berkualitas (Cooper, 2010). Terakhir, melakukan evaluasi kritis terhadap setiap sumber untuk menilai keandalan, validitas, dan potensi bias yang mungkin ada (Petticrew & Roberts, 2006). Dengan menggunakan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat mencapai validitas dan reliabilitas yang tinggi, sehingga hasilnya dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap bidang studi terkait.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Teknologi Augmented Reality (AR)

Augmented reality (AR) menurut Azuma (1997) adalah teknologi yang mampu menggabungkan objek maya berupa dua dimensi maupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata dan ditampilkan secara real time (waktu nyata). Saidin (2015) menyebutkan bahwa teknologi AR berpotensi untuk digunakan dalam dunia pendidikan, lebih lanjut Cerqueira & Kirner (2012) menyebutkan bahwa penggunaan AR dapat meminimalisir terjadinya miskonsepsi, dapat menyajikan visualisasi dan animasi objek, menampilkan objek dan konsep dengan cara dan sudut pandang yang berbeda sehingga membantu siswa untuk lebih memahami mata pelajaran. Hasil penelitian Marzouk et al. (2013) menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran Biologi dengan menggunakan AR dengan teknik game

dapat menghadirkan pembelajaran yang lebih menyenangkan, kolaboratif, dan interaktif pada pembelajaran tentang anatomi manusia. Penelitian Morales & Garcia (2018) tentang penggunaan AR dalam bidang pendidikan mengungkapkan bahwa AR dapat meningkatkan motivasi, hasil belajar dan menciptakan persepsi yang positif terhadap pembelajaran serta memfasilitasi peserta didik untuk memahami materi lebih baik lagi. Dengan berbagai keunggulan yang dimilikinya, AR dapat menjadi sebuah solusi efektif sebagai media pada pembelajaran Biologi.

Dalam pembelajaran IPA, AR dapat ditambahkan dengan video yang disertai dengan audio. Menurut Adji (2023), penggunaan video dimaksudkan agar proses kerja dapat dilihat secara keseluruhan. Dalam pembelajaran biologi, video akan memudahkan siswa dalam memahami berbagai proses biologi yang terjadi baik di alam maupun pada organisme. Video dengan audio juga akan memudahkan siswa jika ingin melakukan praktikum sehingga siswa dapat memahami langkah-langkah yang akan dilakukan dan agar tidak terjadi hal-hal yang berbahaya karena sifat dan keberadaan dari zat-zat kimia yang ada di laboratorium. Salah satu keuntungan penggunaan video pada AR ini yaitu mampu memberikan gambaran atau menyajikan kinerja secara keseluruhan (Hauff et al., 1996). AR yang dilengkapi dengan video disertai audio ini akan meningkatkan kemandirian siswa dan keterampilan laboratorium siswa (Akçayır et al., 2016).

Dibalik berbagai kelebihan AR, juga terdapat beberapa kekurangan yang mestinya dapat diatasi oleh guru. Kekurangan tersebut seperti tidak memungkinkan terjadinya umpan balik antara guru dan siswa (Henssen et al., 2019), merupakan alat yang sangat rumit terutama bagi mereka yang tidak memiliki kemampuan dalam teknologi (Herpich et al., 2019), menuntut terlalu banyak perhatian sehingga menyebabkan munculnya distraksi pada siswa saat pembelajaran berlangsung (Radu, 2012), guru yang terlalu dominan dan memegang kendali penuh atas konten yang disajikan (Wu et al., 2013) dan menjadikan siswa pasif dan mengurangi komunikasi antar siswa sehingga kurangnya kemampuan berkolaborasi (Yapici & Karakoyun, 2021). Oleh karena itu, diperlukan inovasi guru dalam pengembangan AR untuk mengatasi berbagai kekurangan tersebut sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung lebih maksimal, efektif dan efisien.

Inovasi AR pada Materi Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan merupakan salah satu sistem penting dalam tubuh manusia yang bertanggung jawab atas pencernaan makanan dan penyerapan nutrisi. Materi ini akan membahas inovasi dalam pembelajaran sistem pencernaan melalui pendekatan augmented reality yang disajikan melalui platform edukasi. Pendekatan inovatif ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap kompleksitas sistem pencernaan melalui pengalaman visual yang interaktif dan menarik. Penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran sistem pencernaan dapat memberikan manfaat besar pada siswa. Dengan visualisasi 3D dan interaksi langsung dengan model yang disajikan melalui AR, siswa dapat memahami struktur anatomi dan fungsi fisiologi dengan lebih baik. Selain itu, penggunaan AR juga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, mengurangi kebosanan, dan meningkatkan daya ingat akan materi yang dipelajari, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siswa sedang Menggunakan Media AR

Sumber: <https://id.edu.assemblrworld.com/id>

Penerapan augmented reality dalam pembelajaran sistem pencernaan menjanjikan inovasi yang dapat meningkatkan pemahaman siswa dan memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik. Meskipun tantangan aksesibilitas perlu diatasi, kolaborasi antara berbagai pihak dapat membantu memastikan bahwa teknologi AR dapat menjadi bagian integral dari pendidikan di masa depan. Dengan terus mengembangkan dan memperbaiki penggunaan teknologi ini, pendidikan dapat menjadi lebih inklusif dan adaptif terhadap perkembangan zaman. Penggunaan teknologi AR melalui assembler edu memberikan manfaat dalam proses pembelajaran. Media yang terdapat pada assembler edu masih dalam bentuk gambar 3D yang belum memiliki suara dan video sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan media AR selama ini, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Terlihat pada gambar bahwa media AR berbentuk 3D dan masih kurang menarik dalam memfasilitasi proses pembelajaran inkuiri. Pembelajaran inkuiri dalam media pembelajaran merujuk pada proses di mana siswa secara aktif terlibat dalam eksplorasi materi pelajaran dengan cara yang memungkinkan mereka untuk mengajukan pertanyaan, melakukan penyelidikan, dan membangun pemahaman mereka sendiri. Sehingga, perlu dilakukan inovasi dan penambahan audio dan juga video pada AR yang sudah ada dengan harapan siswa lebih mudah memahami materi yang disampaikan melalui media tersebut.



Gambar 2. Media 3D AR pada Struktur Mulut Manusia

Sumber: <https://app-edu.assemblrworld.com/topics/16>

Penggunaan teknologi augmented reality dalam pendidikan menawarkan cara yang interaktif dan imersif untuk mendukung pembelajaran berbasis inkuiri. Sementara representasi 3D dalam AR sudah memberikan dimensi tambahan pada materi pembelajaran, integrasi audio dan video dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan mendukung pemahaman yang lebih dalam. Melalui penambahan narasi audio, musik latar, atau bahkan dialog, siswa dapat menerima informasi secara auditori yang memperkaya pengalaman visual mereka. Video, di sisi lain, dapat menampilkan proses atau fenomena yang kompleks dalam format yang dinamis dan mendetail, membantu menjelaskan konsep yang mungkin sulit untuk digambarkan melalui model 3D saja. Dengan memperkenalkan audio dan video dalam AR, materi pelajaran menjadi lebih menarik dan dapat memudahkan siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran inkuiri. Mereka dapat mengeksplorasi dan berinteraksi dengan materi di lingkungan yang kaya rangsangan sensorik, yang tidak hanya memperkaya pengalaman belajar tetapi juga mendorong penerapan keterampilan inkuiri seperti observasi, perumusan hipotesis, eksperimen, dan analisis. Inovasi ini mengarah pada pengembangan media AR yang lebih efektif, yang tidak hanya menarik perhatian siswa tetapi juga membantu membangun hubungan yang lebih kuat antara teori dan praktik, dan menggali potensi penuh dari pembelajaran berbasis inkuiri dalam konteks pendidikan modern, seperti yang terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Inovasi Media AR

Sumber: <https://editor.assemblrworld.com>

Dengan meningkatkan media AR melalui penggabungan audio dan video, para pendidik dapat menciptakan skenario pembelajaran yang lebih mendalam dan kontekstual. Sebagai contoh, dalam pelajaran ilmu pengetahuan alam, siswa dapat menyaksikan simulasi proses ilmiah, seperti gerakan partikel pada tingkat atom atau proses fotosintesis, dengan diperkaya oleh komentar audio yang menjelaskan langkah demi langkah proses tersebut. Dalam studi sosial atau sejarah, rekonstruksi AR dari peristiwa historis yang penting dengan latar suara dan dialog yang akurat dapat menerangi konteks dan memperdalam pengertian siswa tentang materi tersebut. Selain itu, menggunakan AR dengan audio dan video juga mendukung pembelajaran yang adaptif. Siswa dapat memilih jalur pembelajaran mereka sendiri, bergerak sesuai dengan kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan individu mereka. Mereka bisa berulang kali meninjau konten audio dan video untuk memperkuat pemahaman, dan mengakses materi tambahan yang sesuai dengan minat atau pertanyaan spesifik mereka. Integrasi teknologi mutakhir ini

juga memfasilitasi pembelajaran kolaboratif, memungkinkan siswa untuk bekerja bersama dalam kegiatan inkuiri berbasis AR. Mereka dapat saling berkomunikasi, berdiskusi, dan memecahkan masalah bersama-sama sambil mengalami pengajaran yang kaya dan interaktif, yang mendorong keterampilan komunikasi dan kemampuan berpikir kritis.

Dalam merencanakan dan menerapkan inovasi ini, adalah penting untuk memastikan bahwa konten AR yang telah diperkaya ini tetap relevan dan akurat secara ilmiah. Pengembang dan pendidik harus bekerja sama dalam merancang pengalaman belajar yang tidak hanya berupa teknologi canggih tetapi juga didasarkan pada prinsip-prinsip pendidikan yang solid dan penelitian yang kuat. Ini akan memastikan bahwa saat siswa terlibat dengan media AR, pengalaman inkuiri mereka akan menghasilkan pemahaman yang benar-benar berarti dan bertahan lama. Adopsi inovasi seperti ini juga menghadirkan kesempatan untuk penilaian formatif yang lebih dinamis, dimana para pendidik dapat mengevaluasi pemahaman siswa melalui interaksi mereka dengan media AR, seperti menjawab kuis yang disematkan atau melakukan tugas yang memerlukan penerapan konsep secara praktis dalam simulasi AR. Umpan balik real-time, yang merupakan bagian integral dari sistem AR yang canggih, membantu siswa untuk memperbaiki pemahaman mereka secara langsung dan memungkinkan pendidik untuk menyesuaikan instruksi untuk memenuhi kebutuhan belajar individu.

Dibalik potensinya yang besar, implementasi teknologi semacam ini juga harus mempertimbangkan tantangan seperti ketersediaan sumber daya, aksesibilitas bagi semua siswa, dan pelatihan guru yang memadai untuk menggunakan teknologi AR secara efektif. Kolaborasi antara pembuat kebijakan, pendidik, dan pengembang teknologi adalah kunci untuk mengatasi hambatan ini dan memastikan bahwa keuntungan dari pembelajaran inkuiri yang diperkaya AR dapat dinikmati oleh semua peserta didik. Selain itu, ditinjau dari aspek etika dan privasinya, penggunaan AR dalam pendidikan juga harus mengikuti pedoman dan regulasi yang jelas untuk melindungi siswa dan menjamin bahwa data dari interaksi mereka dengan teknologi digunakan secara bertanggung jawab. Integrasi audio dan video sepenuhnya dalam AR membuka lebar pintu untuk pendekatan pembelajaran yang inovatif dan dipersonalisasi, yang tidak hanya memperkaya pengalaman edukatif tetapi juga memelihara keterampilan penting abad ke-21 seperti kreativitas, pemecahan masalah, dan kemampuan kolaboratif. Dengan menggunakan teknologi ini dengan bijak, para pendidik dapat menginspirasi generasi berikutnya dengan cara belajar yang sama sekali baru yang menarik, efektif, dan menantang.

SIMPULAN

Penggunaan media pembelajaran yang tepat sangat penting dalam proses pembelajaran untuk memperjelas materi dan meningkatkan interaksi antara guru dan siswa. Dalam konteks ini, teknologi Augmented Reality (AR) menunjukkan potensi besar sebagai alat pembelajaran yang inovatif dan efektif, terutama dalam pembelajaran biologi seperti sistem pencernaan manusia. AR mampu menghadirkan visualisasi 3D dan interaksi yang menarik, yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kompleks melalui pengalaman visual yang interaktif. Dengan memanfaatkan teknologi AR yang dilengkapi dengan audio dan video, pendidik dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti kreativitas, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Meskipun terdapat tantangan dalam implementasi, kolaborasi antara pendidik, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan dapat membantu mengatasi hambatan ini, memastikan bahwa teknologi AR dapat diintegrasikan secara efektif dalam pendidikan untuk manfaat yang lebih luas. Rekomendasi

penelitian lebih lanjut mencakup eksplorasi dampak jangka panjang penggunaan AR dalam pembelajaran, pengembangan aplikasi AR yang adaptif terhadap kebutuhan individu siswa, dan pengkajian pengaruh integrasi multimodalitas (audio, video, dan teks) dalam AR. Penelitian juga perlu memperhatikan aspek sosial-emosional siswa serta efektivitas AR dalam berbagai mata pelajaran lainnya untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang manfaat teknologi ini dalam pendidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Riandi, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M.Ed selaku dosen pengampu mata kuliah Inovasi Pembelajaran Biologi Berbasis Teknologi yang telah memberikan masukan serta saran kepada penulis sehingga artikel ini dapat terselesaikan dengan baik.

RUJUKAN

- Adji, S. S., Masbukhin, F. A. A., & Wathi, A. F. D. (2023). Student Response in Using Smartphone - Assisted Augmented Reality Video in Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5921>
- Adami, F. Z., & Budihartanti, C. (2018). Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android. *Jurnal Teknik Komputer AMIK*, 2(1), 122-131.
- Adawiyah, R., Ahmad, S., Siregar, N., & Yusuf, M. (2024). Implementasi E-Modul Ipas Berbasis Discovery Learning Pada Kemandirian Belajar Siswa. *JUDIKA (JURNAL PENDIDIKAN UNSIKA)*, 12(1), 73-78.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334–342. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
- Akhmalludin, H., & Ayu, M A. (2019). Mobile Based Augmented Reality to Improve Learning of Volcanology for High School Students. <https://doi.org/10.1109/icced46541.2019.9161130>
- Alizkan, U., Wibowo, F C., Sanjaya, L A., Kurniawan, B., & Prahani, B K. (2021). Trends of Augmented Reality in Science Learning: A Review of the Literature. IOP Publishing, 2019(1), 012060-012060. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012060>
- Anitah, S. 2012. *Media Pembelajaran*. Surakarta: Yuma Pustaka.
- Antari, N. L. G. S., Pudjawan, K., & Wibawa, I. M. C. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Course Review Horay Berbantuan Media Gambar terhadap Hasil Belajar IPA. *International Journal of Elementary Education*, 3(2), 116. <https://doi.org/10.23887/ijee.v3i2.18512>
- Arifitama, B., & Syahputra, A. (2017). Mobile Augmented Reality Pengenalan Situs Sejarah Kawasan Banten Lama dengan Metode Marker Based Tracking. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 3(2), 255-260. <http://dx.doi.org/10.31544/jtera.v3.i2.2018.255-260>
- Aripin, I. (2012). Penggunaan Multimedia Interaktif (MMI) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Berpikir Kritis, dan Retensi Konsep Sistem Reproduksi Manusia pada Siswa SMA. *Jurnal Scientiae Educatia*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v1i2.508>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4): 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>

- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2019). Augmented Reality dalam Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan, FKIP UNMA 2019 "Literasi Pendidikan Karakter Berwawasan Kearifan Lokal pada Era Revolusi Industri 4.0"*. 8 Agustus 2019.
- Cerqueira, C. S., & Kirner, C. (2012). Developing Educational Applications with a Non-Programming Augmented Reality Authoring Tool. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp. 2816-2825).
- Cooper, H. (2010). *Research Synthesis and Meta-Analysis: A Step-by-Step Approach*. Sage Publications.
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The Qualitative Content Analysis Process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Damara, M A., Kustiono, K., & Sukirman, S. (2018). Pengembangan Rancangan Pameran Virtual Berbasis Media Augmented Reality. *State University of Semarang*, 6(1), 33-40. <https://doi.org/10.15294/ijcets.v6i1.21213>
- Feri, A., & Zulherman, Z. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran IPA Berbasis Nearpod. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(3), 418. <https://doi.org/10.23887/jipp.v5i3.33127>
- Hauff, M., & Laaser, W. (1996). Educational Video and TV in Distance Education – Production and Design Aspects. *Journal of Universal Computer Science*, 2 (6), 456–473. <https://doi.org/10.3217/jucs-002-06-0456>
- Henssen, D. J. H. A., Heuvel, L., De Jong, G., Marc, A. T. M. Vorstenbosch, V., Walsum, A. C., Marianne, M. V., Jan G. M. K., Ronald, H. M. A., & Bartels, B. (2019). Neuroanatomy Learning: Augmented Reality vs. Cross-Sections. *Anatomical Science Education*, 13, 350-362. <https://doi.org/10.1002/ase.1912>
- Herpich, F., Nunes, F. B., Petri, G., Tarouco, L. M. R. (2019). How Mobile Augmented Reality is Applied in Education? A Systematic Literature Review. *Creative Education*, 10,(7), 1589-1627. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2019.107115>
- Marzouk, D., Attia, G., & Abdelbaki, N. (2013). Biology Learning using Augmented Reality and Gaming Techniques. *Association of Computer Electronics and Electrical Engineers (ACEE)*.
- Mulyani, A., Kurniadi, D., & Musadad, M A. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Rukun Islam Sebagai Media Pembelajaran Menggunakan Teknologi Augmented Reality. *Jurnal Algoritma*, 18(1), 50-61. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-1.936>
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran. *Ganesha University of Education*, 13(2). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8525>
- Morales, P. T., & Garcia, J. M. S. (2018). Use of Augmented Reality in Social Sciences as Educational Resource. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 19(3), 38-52. <http://dx.doi.org/10.17718/tojde.444635>
- Neni, I., & Dewi, H. (2020). Media Pembelajaran dalam Pembentukan Interaksi Belajar Siswa. *Jurnal Syntax Transformation*, 1(5), 148-156. <https://doi.org/10.46799/jst.v1i5.69>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. John Wiley & Sons.
- Qistina, M., Alpusari, M., Noviana, E., & Hermita, N. (2019). Pengembangan Multimedia Interaktif Mata Pelajaran IPA Kelas IVC SD Negeri 034 Taraibangun Kabupaten Kampar. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 148. <https://doi.org/10.33578/jpkip.v8i2.7649>

- Radu, I. (2012). Why Should My Students Use AR? A Comparative Review of The Educational Impacts of Augmented-Reality. *Conference: Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2012 IEEE International Symposium*. <http://dx.doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402590>
- Rahmah, R., Susilo, H., & Yuliati, L. (2021). Pengembangan Media Interaktif Tema “Sehat itu Penting” untuk Meningkatkan Literasi Digital pada Kelas V Sekolah Dasar. *Pascasarjana Universitas Negeri Malang*, 6(1), 70-70. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i1.14388>
- Riessman, C. K. (2008). *Narrative Methods for the Human Sciences*. Sage Publications.
- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications. *International Education Studies*, 8(13), 1-8. <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v8n13p1>
- Suparno, S., Supartini, E., & Purwandari, P. (2010). Pengembangan Model Modifikasi Perilaku Sosial Melalui Media Belajar Berkonsep Konvergensi Bagi Anak Autis. *Jurnal Kependidikan*, 40(2), 201-214. <http://dx.doi.org/10.21831/jk.v40i2.499>
- Susanto, T. A. (2021). Pengembangan E-Media Nearpod melalui Model Discovery untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3498-3512. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1399>.
- Susilowati, A. Y., Sayekti, I. C., & Eryani, R. (2021). Penerapan Media Realia untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Siswa Sekolah Dasar. *Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai*, 5(4), 2090-2096. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1160>
- Suyoso, S., & Nurohman, S. (2014). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Web Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *Jurnal Kependidikan*, 44(1), 73-82. <http://dx.doi.org/10.21831/jk.v44i1.2193>
- Tafonao, T. (2018). Peranan Media Pembelajaran dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103. <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113>.
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). *Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review*. *MIS Quarterly*, 26(2), xiii-xxiii.
- Wu, H. K., Lee S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yapici, I. Ü., & Karakoyun, F. (2021). Using Augmented Reality In Biology Teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 40-51. <http://dx.doi.org/10.52380/mojet.2021.9.3.286>
- Yuliono, T., Sarwanto, S., & Rintayati, P. (2018). Keefektifan Media Pembelajaran Augmented Reality terhadap Penguasaan Konsep Sistem Pencernaan Manusia. *JPD: Jurnal Pendidikan Dasar*, 9(1). DOI: doi.org/10.21009/JPD.091.06 65-84