

Pengembangan Media Interaktif Pengenalan Komponen Komputer Berbasis Augmented Reality (ar) di SMP Negeri 2 Parengan

Salvandra Eka Ardianto, Ahmad Kholiqul Amin, Day Ramadhani Amir

Pendidikan Teknologi Informasi, IKIP PGRI Bojonegoro Jalan Panglima Polim No. 46, Klangan,
Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur 62114

E-mail: salvandraeka01@gmail.com, choliqamin@gmail.com,
day.ramadhani@ikipgribojonegoro.ac.id, Telp: +6288228338306

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis Augmented Reality (AR) pada materi pengenalan komponen perangkat keras komputer di SMP Negeri 2 Parengan yang valid, praktis, dan efektif. Masalah utama yang mendasari penelitian ini adalah rendahnya pemahaman siswa akibat penggunaan media pembelajaran konvensional dua dimensi yang bersifat abstrak dan kurang interaktif. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan menerapkan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan sistematis, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Pengembangan aplikasi ini memanfaatkan perangkat lunak Unity 3D dan Vuforia Engine sebagai SDK pendukung teknologi AR berbasis penanda (marker), sementara aset visual tiga dimensi dirancang menggunakan perangkat lunak Blender. Hasil dari penelitian pengembangan ini berupa aplikasi media pembelajaran interaktif berbasis Android yang layak secara teknis berdasarkan uji validasi oleh ahli materi dan ahli media. Selain itu, produk ini terbukti praktis dan efektif dalam memvisualisasikan komponen komputer seperti CPU, RAM, dan SSD secara konkret dan real-time. Melalui pemanfaatan media berbasis AR ini, interaksi dan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran TIK dapat meningkat, yang pada gilirannya secara signifikan membantu meningkatkan pemahaman konseptual mereka terhadap materi perangkat keras komputer.

Kata kunci: Augmented Reality_1, Media Interaktif_2, Komponen Komputer_3, Model ADDIE_4

Abstract

This research aims to develop interactive learning media based on Augmented Reality (AR) for introducing computer hardware components at SMP Negeri 2 Parengan that are valid, practical, and effective. The primary problem underlying this research is the low student understanding caused by the use of conventional two-dimensional learning media, which are abstract and less interactive. The research method used is Research and Development (R&D) applying the ADDIE development model, which consists of five systematic stages: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The development of this application utilizes Unity 3D software and Vuforia Engine as the supporting SDK for marker-based AR technology, while the three-dimensional visual assets are designed using Blender software. The final result of this development research is an Android-based interactive learning media application that is technically feasible based on validation tests by material experts and media experts. Furthermore, this product is proven to be practical and effective in visualizing computer components such as the CPU, RAM, and SSD in a concrete and real-time manner. Through the utilization of this AR-based media, student interaction and active engagement in the ICT learning process can increase, which in turn significantly helps improve their conceptual understanding of computer hardware materials.

Keyword: Augmented Reality_1, Interactive Media_2, Computer Components_3, ADDIE Model_4

PENDAHULUAN

Kemajuan era digital telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, terutama dalam bidang pendidikan. Transformasi digital mendorong institusi pendidikan untuk mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran agar lebih efektif, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21 (Eiji & Gin, 2021). Pendidikan modern tidak lagi hanya berfokus pada penyampaian informasi secara satu arah, tetapi juga menuntut adanya partisipasi aktif peserta didik melalui penggunaan media pembelajaran inovatif (Puspitarini & Marlana, 2021). Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan banyak dimanfaatkan dalam dunia pendidikan adalah Augmented Reality (AR).

Menurut (Radianti et al., 2020), Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang mampu mengintegrasikan objek virtual ke dalam lingkungan nyata secara real-time dan interaktif sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual. Dalam pembelajaran TIK atau Informatika, khususnya materi pengenalan komponen perangkat keras (hardware) komputer, visualisasi menjadi aspek penting karena banyak konsep abstrak yang sulit diamati secara langsung. Pengenalan arsitektur dan komponen fisik komputer memerlukan media visual konkret agar karakteristik tiap komponen dan interkoneksinya lebih mudah dipahami (Mayer, 2020). Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium komputer dan media pembelajaran di sekolah menyebabkan proses pembelajaran masih didominasi oleh metode konvensional berbasis gambar dua dimensi statis ((Djafar & Novian, 2021); (Rahman & Ratnawati, 2022)).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan aktif siswa secara signifikan. (Garzón et al., 2019) menjelaskan bahwa visualisasi objek tiga dimensi pada AR dapat mengubah konsep abstrak menjadi lebih konkret sehingga meningkatkan efektivitas belajar. Selain itu, karakteristik AR yang menekankan interaksi langsung sangat sesuai dengan gaya belajar siswa SMP yang membutuhkan eksplorasi visual bermakna (*experiential learning*). Implementasi AR juga terbukti efektif dalam meminimalkan beban kognitif siswa karena format presentasinya mampu memadukan konten teks dan grafik secara simultan melalui saluran visual serta verbal secara optimal (Mayer, 2024).

Dalam merancang media pembelajaran digital yang terstruktur, model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) menjadi salah satu pendekatan desain instruksional yang paling relevan karena memfasilitasi evaluasi berkelanjutan pada setiap fasenya (Adeoye et al., 2023). Melalui pendekatan Research and Development (R&D), pengembangan media berbasis AR terbukti secara ilmiah mampu memecahkan masalah kejenuhan belajar serta meningkatkan penguasaan keterampilan literasi digital yang menjadi kompetensi dasar abad ke-21 (Inayah et al., 2025).

Berdasarkan hasil observasi awal, siswa kelas VII SMP Negeri 2 Parengan masih mengalami kesulitan dalam memahami hubungan struktural dan fungsi antarkomponen perangkat keras komputer akibat keterbatasan alat peraga fisik. Proses pembelajaran yang masih bertumpu pada media konvensional dua dimensi membuat siswa kesulitan mengabstraksikan cara kerja sistem komputer secara utuh. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi komponen perangkat keras komputer diharapkan dapat meningkatkan minat belajar, pemahaman konsep, serta mendukung proses pembelajaran TIK yang lebih efektif, konkret, dan menarik bagi siswa kelas VII SMP Negeri 2 Parengan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Pendekatan ini digunakan karena penelitian bertujuan untuk mengembangkan produk berupa media pembelajaran interaktif pengenalan komponen komputer berbasis *Augmented Reality* (AR) bagi siswa SMP Negeri 2 Parengan. Menurut Cuhazriansyah (2021), penelitian pengembangan bertujuan menghasilkan produk pendidikan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, serta pengujian produk sehingga diperoleh media yang layak digunakan dalam pembelajaran.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahap utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ADDIE dipilih karena sesuai dengan karakteristik penelitian pengembangan serta memberikan alur kerja yang sistematis namun (Adeoye et al., 2023). Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMP Negeri 2 Parengan. Penelitian dilakukan pada mata pelajaran Informatika kelas VII dengan fokus materi pengenalan komponen perangkat keras komputer. Subjek pengguna dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Negeri 2 Parengan dan guru mata pelajaran Informatika.

Prosedur penelitian menggunakan model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Tahap *analysis* digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, karakteristik siswa, kebutuhan media pembelajaran, serta kesesuaian materi komponen komputer dengan kurikulum SMP. Tahap *design* merupakan tahap perancangan media pembelajaran, meliputi penyusunan alur aplikasi, desain antarmuka pengguna menerapkan konsep *flat design* dan *storyboard*, perancangan materi, serta desain *marker* dan objek 3D. Tahap *development* dilakukan dengan mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis AR menggunakan Unity 3D dan Vuforia Engine, mengolah objek 3D melalui Blender, serta melakukan uji validitas oleh ahli materi dan ahli media. Tahap *implementation* dilakukan dengan menerapkan aplikasi AR komponen komputer pada perangkat Android milik siswa dalam pembelajaran nyata di kelas VII. Selanjutnya, tahap *evaluation* bertujuan untuk menilai kualitas media pembelajaran berdasarkan hasil validasi ahli dan respon siswa guna mengetahui tingkat kelayakan produk.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini disesuaikan dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan untuk mengumpulkan data empirik dari responden. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah angket. Angket digunakan untuk memperoleh penilaian ahli media, ahli materi, serta respon siswa terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan.

Angket validasi diberikan kepada ahli materi dan ahli media untuk memberikan penilaian, masukan, dan koreksi terhadap produk yang dikembangkan, sehingga media pembelajaran komponen komputer berbasis AR dinyatakan layak digunakan dalam kegiatan belajar. Uji validitas instrumen dilakukan untuk memastikan bahwa angket yang digunakan layak dan sesuai untuk mengukur aspek yang diteliti, sehingga data yang dihasilkan akurat (Anugrah, 2021). Sebelum digunakan, seluruh instrumen divalidasi oleh ahli untuk menilai kesesuaian isi dengan indikator penilaian, kejelasan bahasa, serta ketepatan butir pernyataan. Selain itu, angket respon siswa diberikan setelah menggunakan media untuk menilai kemudahan penggunaan, kualitas tampilan, interaktivitas, dan manfaat media dalam mendukung proses pembelajaran.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis statistik deskriptif, yang bertujuan untuk mengolah, merangkum, dan menyajikan data hasil penelitian agar mudah dipahami.

Penggunaan statistik deskriptif dalam penelitian pengembangan media memberikan gambaran objektif mengenai kualitas produk yang dikembangkan berdasarkan data empirik yang diperoleh dari responden (Limanto et al., 2020). Data penelitian diperoleh melalui pengisian angket oleh ahli media, ahli materi, serta respon siswa yang dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan tingkat kelayakan dan penerimaan media. Pengukuran pengisian angket ini mengadopsi skala penilaian yang disesuaikan dengan kebutuhan instrumen (Apriyus et al., 2020)

Tabel 1. Skala Pengisian Skor Angket

Skor Nilai	Interpretasi
4	Sangat Layak
3	Layak
2	Kurang Layak
1	Tidak Layak

Sumber: Apriyus et al., (2020)

Proses pengolahan data angket dilakukan dengan mencari nilai rata-rata skor kelayakan dari responden melalui persamaan rumus statistik deskriptif kuantitatif berikut:

$$\text{Interval} = \frac{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Minimum}}{\text{Jumlah Kategori}}$$

Keterangan:

- **X** = Nilai rata-rata skor kelayakan.
- **Total Skor** = Jumlah total skor yang diperoleh dari instrumen angket.
- **N** = Jumlah keseluruhan data atau pernyataan dari responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian kepraktisan dilakukan menggunakan skala Likert empat tingkat. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan menghitung persentase skor untuk menentukan tingkat kepraktisan media pembelajaran yang dikembangkan. Perhitungan kepraktisan dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Skor yang diperoleh}$$

$$\text{Persentase Kepraktisan} = \frac{\text{Skor Maksimal}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Kriteria kepraktisan media ditentukan sebagai berikut:

Tabel 2. 18 Kriteria Kepraktisan Media

Persentase	Kategori
81%-100%	Sangat praktis
61%-80%	Cukup praktis
41%-60%	Praktis
21%-40%	Kurang praktis
$\leq 20\%$	Tidak praktis

Sumber: (Sakina et al., 2024)

Media dinyatakan praktis apabila memperoleh kategori minimal praktis.

Analisis Respon Siswa

Angket disusun menggunakan skala Likert empat tingkat yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, ketertarikan, serta manfaat media dalam membantu pemahaman materi pembelajaran. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan menghitung persentase skor respon siswa untuk mengetahui tingkat respon terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Perhitungan persentase dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

Skor yang diperoleh

$$\text{Persentase Respon Siswa} = \frac{\text{Skor Maksimal}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Adapun kriteria kategori respon siswa disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. 19 Kriteria Respon Siswa

Persentase	Kategori
81%-100%	Sangat baik
61%-80%	Baik
41%-60%	Cukup baik
21%-40%	Kurang baik
≤ 20%	Tidak baik

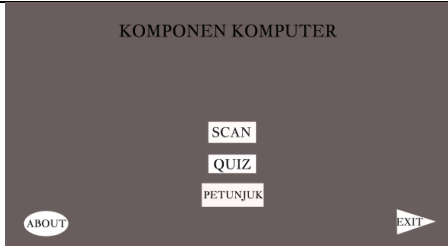
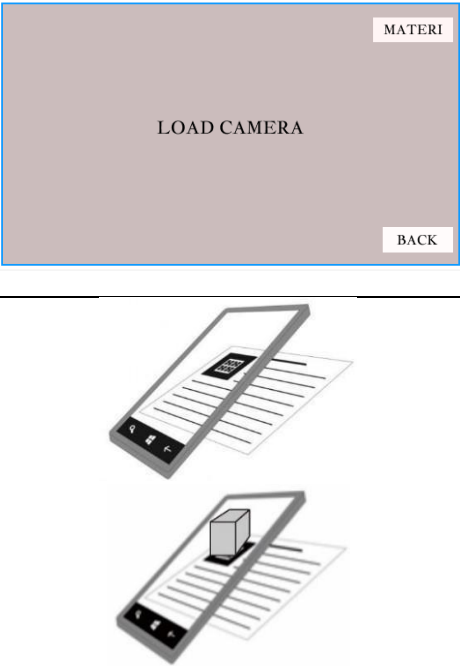
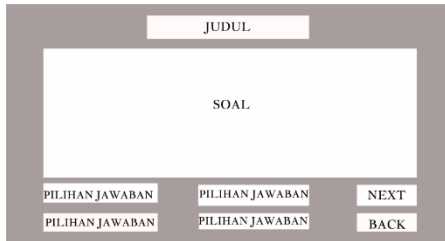
Sumber: (Limbong et al., 2023)

Desain Sistem

Pada tahap desain, setiap halaman aplikasi dirancang untuk menampilkan informasi secara jelas dan menarik, termasuk fitur materi AR, quiz, serta halaman desain secara internal untuk mengevaluasi alur navigasi, keterbacaan konten, dan kemudahan interaksi pengguna. Hasil uji coba ini digunakan untuk menyempurnakan tampilan dan fungsi aplikasi sehingga mockup yang ditampilkan merepresentasikan rancangan aplikasi yang siap dikembangkan.

Tabel 4. 8 Desain Awal (Mockup) dan Story Board

No	Nama	Desain	Keterangan
1.	Splash Screen		Tampilan awalnya yaitu logo unity, logo pengembang, dan judul aplikasi, berfungsi memberikan kesan profesional dan menegaskan identitas aplikasi
2.	Menu Utama		Menu utama berisi fitur seperti scan, quiz, petunjuk, about, dan exit. Dirancang dengan

			desain yang mudah digunakan
3	Tampilan AR		Menu SCAN digunakan untuk memindai marker. Ketika marker terbaca, maka akan muncul model 3d disertai tombol materi.
4	Menu Petunjuk Penggunaan		Menu ini berisi tentang petunjuk penggunaan aplikasi <i>Augmented Reality</i>
5	Menu Quiz		Fitur quiz berisi soal pilihan ganda untuk mengukur pemahaman terhadap materi komponen komputer

6	Menu About		Menu About berisi informasi tentang aplikasi, profil pengembang tujuan pengembangan, dan institusi terkait
---	------------	--	--

Pengembangan

Tahap pengembangan dilakukan setelah seluruh proses analisis kebutuhan dan perancangan desain antarmuka selesai dirancang. Pada fase ini, peneliti merealisasikan rancangan *mockup* dan *storyboard* menjadi sebuah produk aplikasi pembelajaran utuh berbasis *Augmented Reality* (AR) dengan memanfaatkan perangkat lunak Unity 3D dan Vuforia Engine. Seluruh aset visual berupa komponen perangkat keras komputer, seperti *Central Processing Unit* (CPU), *Random Access Memory* (RAM), dan *Solid State Drive* (SSD), diproduksi dalam bentuk objek tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak Blender. Penggunaan Blender bertujuan untuk menghasilkan model objek yang detail namun tetap memiliki ukuran file yang ringan, sehingga performa aplikasi tetap stabil saat dijalankan pada perangkat Android milik siswa. Selain melakukan pemodelan objek 3D, pada tahap ini peneliti juga mengintegrasikan sistem tombol navigasi, fitur kamera pemindai penanda (*marker*), serta menyusun teks deskripsi fungsi dari masing-masing komponen perangkat keras tersebut.

Alur operasional dari aplikasi pembelajaran interaktif ini dirancang sedemikian rupa agar memberikan pengalaman belajar yang mudah dan intuitif bagi siswa kelas VII SMP Negeri 2 Parengan. Ketika aplikasi pertama kali dijalankan, sistem akan menampilkan halaman pembuka (*splash screen*) yang berisi identitas visual aplikasi sebelum secara otomatis beralih menuju ke halaman menu utama. Pada halaman menu utama, terdapat beberapa pilihan navigasi penting yang dapat diakses oleh pengguna, yaitu menu AR Camera, menu kuis, menu informasi pengembang (*credit*), serta tombol untuk keluar dari aplikasi. Melalui menu AR Camera, siswa dapat mengarahkan kamera *smartphone* mereka ke arah *marker* cetak yang telah disediakan untuk memunculkan visualisasi konkret dari komponen komputer secara *real-time*. Objek 3D yang muncul pada layar juga dibekali dengan fitur interaktif, di mana siswa dapat melakukan rotasi memutar dan memperbesar (*zoom*) objek untuk mengamati arsitektur fisik komponen secara mendalam.

Sebagai bagian dari evaluasi pemahaman mandiri siswa, peneliti juga mengembangkan fitur kuis interaktif di dalam aplikasi ini. Menu kuis ini menyajikan serangkaian pertanyaan pilihan ganda mengenai karakteristik dan fungsi dari perangkat keras komputer yang telah dipelajari sebelumnya. Untuk mendukung proses evaluasi yang bermakna, sistem kuis ini tidak hanya menampilkan skor akhir, tetapi juga dirancang untuk memberikan umpan balik langsung (*feedback*) berupa penjelasan jawaban yang benar apabila siswa memilih opsi yang salah. Hal tersebut bertujuan agar siswa dapat langsung

memperbaiki miskonsepsi mereka terhadap materi terkait secara mandiri. Setelah seluruh sistem aplikasi berhasil dirakit di dalam Unity 3D, langkah terakhir pada tahap pengembangan ini adalah melakukan proses *build* menjadi format berkas aplikasi Android (.apk) yang siap diujikan kepada ahli materi dan ahli media guna memvalidasi kelayakan teknis produk sebelum diimplementasikan di kelas.



Gambar 1. Halaman splash screen dan menu utama

Alur penggunaan aplikasi dimulai dari tampilan halaman pembuka (*splash screen*) yang menampilkan logo Unity selama beberapa detik, sebelum akhirnya sistem secara otomatis mengarahkan pengguna masuk ke halaman menu utama. Pada halaman menu utama yang mengusung tema petualangan digital, terdapat beberapa pilihan navigasi utama yang didesain secara interaktif, yaitu tombol AR Camera, tombol kuis dengan ikon tanda tanya, tombol informasi pengembang atau *credit*, serta tombol *exit* untuk keluar dari aplikasi.

Pada menu AR Komputer, pengguna dapat melakukan *scan marker* menggunakan kamera *smartphone* untuk menampilkan objek perangkat keras komputer seperti CPU, RAM, dan SSD dalam bentuk tiga dimensi (3D). Objek tersebut dapat diputar (*rotate*) dan diperbesar (*zoom*) agar siswa dapat melihat detail arsitektur fisik serta tekstur tiap komponen dengan lebih jelas. Selain itu, tersedia fitur audio penjelasan materi yang dapat dijalankan menggunakan tombol *play* dan dihentikan menggunakan tombol *stop*. Aplikasi juga

menyediakan tombol *reset* yang berfungsi untuk mengembalikan posisi objek 3D ke tampilan awal setelah dilakukan rotasi atau perubahan ukuran oleh pengguna.



Gambar 2. About, Quiz, dan Play

Pada menu AR Camera, pengguna dapat mengarahkan kamera *smartphone* secara langsung ke arah *marker* cetak untuk memunculkan model tiga dimensi (3D) dari komponen perangkat keras komputer, salah satunya seperti komponen kartu grafis (VGA Card). Objek tiga dimensi yang berhasil dipindai dan muncul di atas permukaan *marker* tersebut dapat diputar maupun diperbesar oleh siswa secara interaktif guna mengamati detail bentuk fisik komponen dari berbagai sudut pandang, serta tersedia tombol kembali (*back*) di pojok kanan bawah jika pengguna ingin menyudahi proses pemindaian dan kembali ke halaman menu utama.

Selanjutnya, pada menu kuis, aplikasi menyajikan instrumen evaluasi berupa pertanyaan pilihan ganda interaktif dengan latar belakang visual sirkuit digital papan induk (*motherboard*). Halaman kuis ini dilengkapi dengan panel penunjuk skor pada bagian atas untuk memantau akumulasi poin perkembangan siswa secara langsung selama menjawab soal, serta empat opsi tombol jawaban yang terdiri dari pilihan A, B, C, dan D yang dapat ditekan oleh siswa untuk menentukan jawaban yang paling tepat mengenai fungsi dari komponen komputer.

Sementara itu, pada menu *About* atau halaman informasi pengembang, sistem memuat teks narasi motivasi serta petunjuk singkat mengenai fungsi utama dari aplikasi *Augmented Reality* ini dalam membantu visualisasi pengenalan perangkat keras komputer. Pada bagian bawah halaman *About*, dicantumkan pula identitas resmi pihak pengembang secara jelas yang mencakup nama lengkap mahasiswa, Nomor Induk Mahasiswa (NIM), serta Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi sebagai bentuk validitas dan pertanggungjawaban akademis dari pembuatan produk media pembelajaran tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan di SMP Negeri 2 Parengan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi pengenalan komponen perangkat keras komputer telah berhasil dikembangkan dengan menerapkan model ADDIE yang sistematis. Produk media pembelajaran berbasis Android ini dinyatakan sangat layak dan valid secara teknis berdasarkan hasil uji penilaian oleh para ahli materi dan ahli media. Selain memenuhi aspek validitas, aplikasi ini juga terbukti sangat praktis dan mudah dioperasikan secara mandiri oleh siswa kelas VII dalam proses pembelajaran di kelas. Pemanfaatan objek tiga dimensi seperti CPU, RAM, dan SSD yang dapat berinteraksi secara *real-time* terbukti efektif dalam memvisualisasikan perangkat keras komputer yang sebelumnya bersifat abstrak menjadi lebih konkret. Dengan demikian, penerapan teknologi *Augmented Reality* ini tidak hanya mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa, tetapi juga memberikan kontribusi positif yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konseptual mereka pada mata pelajaran Informatika.

Daftar Pustaka

- Adeoye, M. A., Wirawan, K. A. S. I., Pradnyani, M. S., & Septiarini, N. (2023). Revolutionizing education: Unleashing the power of the ADDIE model for effective teaching and learning. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 13(1). <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v13i1.68624>
- Anugrah, S. (2021). The Validity and Practicality of Augmented Reality Based Learning Media for Computer Basics Courses. *Journal of Physics: Conference Series*, 1779(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1779/1/012010>
- Apriyus, D. R., Rukun, K., Huda, A., & Marta, S. A. (2020). Validation of media interactive learning in vocational high school. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, 3(1), 64–67. <https://doi.org/10.24036/jptk.v3i1.4423>
- Djafar, A., & Novian. (2021). Pembelajaran Perangkat Keras Komputer di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(2), 45–52.
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23(4), 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- Inayah, A., Matondang, A. H., Ritonga, D. P., Widia, F., & Nasution, N. S. (2025). Meningkatkan literasi digital siswa di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(3), 2039.
- Limbong, A. M. N., Putri, D. A. P., Mujiono, Casmat, M., & Soko, I. P. (2023). Student Response to the Use of Augmented Reality Media in the Circulatory System in Humans. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5453–5459. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3922>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Mayer, R. E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), Article 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>

Puspitarini, A., & Marlina, D. (2021). No Title 済無 No Title No Title No Title. 32(3), 167–186. <https://doi.org/doi.org/10.23960/j-simbol/v10i2.2022.09>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Rahman, & Ratnawati. (2022). Analisis Kendala Media Pembelajaran TIK di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Teknologi Dan Pendidikan*.

Sakina, H., Hidayat, E. W., & Anshary, M. A. K. (2024). *Measuring the Usability Level of E-Learning Application At Mtsn*. 9, 1. <https://doi.org/doi.org/10.33084/bitnet.v9i1.7047>