

UPAYA PEMANFAATAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) UNTUK MENDUKUNG MATERI STRUKTUR DATA TREE (POHON KELUARGA) DI KELAS IX SMP

Mochammad Taufik Hidayat¹, Heru Wahyu Herwanto^{2*}, Eka Rakhmawati Wardhani³

¹ PPG Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Departemen Teknik Elektro dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Indonesia

³SMP Negeri 16 Malang, Indonesia

mochammad.taufik.2431539@students.um.ac.id¹, heru_wh@um.ac.id²,

ekawardhani13@guru.smp.belajar.id³

Abstrak

Pesatnya perkembangan teknologi digital mendorong inovasi dalam media pembelajaran, salah satunya melalui integrasi Augmented Reality (AR). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis AR menggunakan aplikasi Assemblr Studio untuk mendukung materi “Struktur Data: Tree (Pohon Keluarga)” pada mata pelajaran Informatika kelas IX di SMPN 16 Malang. Permasalahan yang ditemukan dalam pembelajaran sebelumnya adalah rendahnya minat belajar serta kesulitan peserta didik dalam memahami konsep abstrak akibat penggunaan media konvensional. Untuk mengatasi hal tersebut, digunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan model ADDIE yang meliputi lima tahap: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi.

Pada tahap analisis, diidentifikasi kebutuhan akan visualisasi konkret terhadap konsep abstrak. Tahap desain dilakukan dengan menyusun skenario penggunaan AR dan storyboard. Tahap pengembangan melibatkan pembuatan prototipe menggunakan Assemblr Studio dengan konten 3D interaktif, yang kemudian divalidasi oleh ahli media dan materi. Implementasi dilakukan melalui uji coba terbatas kepada 35 siswa SMPN 16 Malang, sementara evaluasi mencakup penilaian ahli dan angket respon siswa.

Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan skor kelayakan sebesar 91,1%, sedangkan ahli media memberikan skor 95,83%, keduanya masuk dalam kategori “sangat layak.” Uji coba kelompok kecil dengan 10 siswa menghasilkan skor rata-rata 87%, dan uji coba kelompok besar dengan 35 siswa mencapai 92,49%, menunjukkan tingkat efektivitas dan penerimaan yang sangat tinggi. Siswa melaporkan peningkatan motivasi dan pemahaman, terutama karena visualisasi dan interaktivitas dari media AR.

Temuan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis AR secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep yang kompleks dan abstrak melalui visualisasi yang menarik dan konkret. Media ini juga mendorong pembelajaran aktif serta meningkatkan partisipasi siswa. Oleh karena itu, media pembelajaran AR yang dikembangkan menggunakan Assemblr Studio dinyatakan layak, efektif, dan sangat direkomendasikan sebagai alternatif inovatif dalam pembelajaran Informatika di tingkat SMP.

Kata Kunci : *Media Pembelajaran, Augmented Reality, Assemblr Studio, Informatika, Struktur Data Tree.*

A. PENDAHULUAN

Pada saat ini teknologi mengalami perkembangan yang sangat cepat sampai merambah ke dunia pendidikan. Salah satunya adalah media pembelajaran yang mendukung pemanfaatan dalam proses pembelajaran adalah Augmented Reality (AR). Teknologi ini memudahkan pengguna untuk melihat objek virtual tiga dimensi yang seolah-olah menjadi bagian dari dunia nyata, yang bersifat interaktif antar peserta didik dengan teknologi AR secara langsung. Dalam bidang pendidikan AR merupakan cara unik untuk menyajikan materi pembelajaran tetapi saat ini teknologi ini masih jarang digunakan oleh guru untuk menyampaikan materi. Di dalam prakteknya peserta didik di SMPN 16 Malang masih menggunakan media konvensional untuk menerima materi yang disampaikan oleh gurunya walaupun media tersebut masih efektif tetapi kurang mampu membangkitkan motivasi belajar sekaligus peserta didik menginginkan suasana yang baru dalam pembelajaran. Penelitian oleh Rahmawati & Nuryanto (2020) menunjukkan bahwa media AR mampu meningkatkan minat belajar siswa melalui visualisasi materi yang menarik dan interaktif. Selain itu, peningkatan motivasi dan keterlibatan belajar juga tampak jelas selama proses implementasi. Siswa menunjukkan minat yang lebih tinggi, antusias saat

memindai kartu AR, dan aktif dalam bertanya maupun berdiskusi. Ini memperkuat temuan Hae, Tantu, & Widiastuti (2021) yang mengungkapkan bahwa “*media pembelajaran yang interaktif seperti AR mampu menumbuhkan rasa ingin tahu siswa dan meningkatkan motivasi belajar karena memberikan pengalaman belajar yang tidak monoton.*”

SMP Negeri 16 Malang yang berlokasi di Jl. Teluk Pacitan No.46, Arjosari, Kec. Blimming, Kota Malang, Jawa Timur 65126 selalu terus melakukan Upaya dalam meningkatkan motivasi belajar siswa melalui inovasi dalam pembelaajran, di pelajaran Informatika saya menemukan bahwapenggunaan media ceramah dan slide proyektor masih belum cukum dalam membantu peserta didik dalam memahami konsep yang bersifat abstrak seperti struktur data tree, peserta didik merasa kesulitan karena kurangnya visualisasi nyata bagi mereka. Kondisi ini semakin jelas ketika saya melakukan observasi secara langsung di dalam ruang kelas Bu Eka R. Wardhani, walaupun praktik di dlam Lab Komputer tetapi peserta didik tidak berinteraksii dengan materi secara langsung sehingga mereka bayak berbicara sendiri di dalam ruang, tanda siswa mulai jenuh ketika mereka kehilangan fokus, beberapa terlihat mengantuk, dan bahkan bermain game di komputer.

Menyadari hal tersebut, peneliti berusaha untuk menghadirkan inovasi media pembelajaran yang lebih segar, menarik, dan sesuai dengan perkembangan teknologi, salah satu peneliti yang bisa dilakukan adalah mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) di mata pelajaran Informatika khususnya di materi struktur data tree dengan menggunakan media handphone sebagai alat pembaca kartunya. Hal ini sejalan dengan pendapat Afrian & Arifin (2018) yang menyatakan bahwa “*penggunaan media Augmented Reality terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep abstrak karena mampu menghadirkan representasi visual yang konkret dalam bentuk tiga dimensi.*” Dalam konteks pembelajaran Informatika, khususnya pada materi struktur data yang bersifat teknis dan kompleks, penggunaan media visual berbasis AR menjadi solusi yang efektif. Fitri Marisa et al. (2022) juga menekankan bahwa “*visualisasi dalam pembelajaran Informatika sangat penting, khususnya pada materi yang kompleks, karena dapat membantu siswa dalam mengembangkan pemahaman sistematis dan logis.*” Temuan ini menguatkan bahwa media AR bukan hanya menarik secara tampilan, tetapi juga fungsional dalam membangun logika berpikir siswa

Harapan dari peneliti adalah media berbasis AR ini tidak hanya mempermudah guru dalam menjelaskan materi, tetapi juga memberi kesempatan kepada peserta didik untuk tetap terus belajar secara lebih aktif dan menyenangkan. Khususnya pada materi Struktur Data Tree di kelas IX SMPN 16 Malang, dapat tercipta suasana belajar yang lebih hidup, membangkitkan minat belajar siswa, serta menumbuhkan keterampilan berpikir logis dan kritis yang sangat penting di era digital

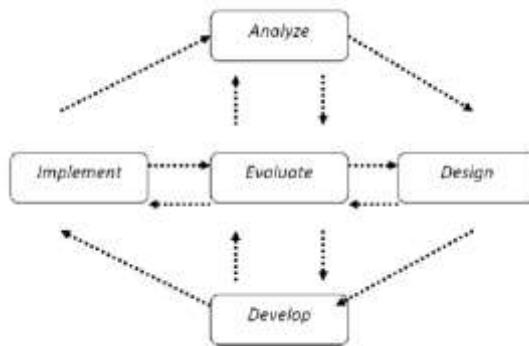
B. METODE PENELITIAN

1) Tahap Penelitian

Pada tahap ini yang digunakan dalam penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan media belajar kartu Augmented reality (AR) terhadap hasil belajar siswa adalah metode penelitian Research and Development (R&D) yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk tertentu, sekaligus menguji efektivitas dan kelayakan produk tersebut melalui proses validasi dan evaluasi yang sistematis. Menurut Sugiyono (2015), metode R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji efektivitas produk tersebut dalam rangka meningkatkan mutu pembelajaran. Dalam penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) untuk mendukung pembelajaran

struktur data tree (pohon keluarga) di kelas IX SMP. Media ini dirancang untuk membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret melalui visualisasi interaktif berbasis teknologi.

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan utama: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. "Model ADDIE merupakan kerangka sistematis dalam pengembangan pembelajaran yang terdiri dari lima tahap: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Model ini sering digunakan dalam pengembangan media pembelajaran karena sifatnya yang fleksibel dan iteratif." (Branch, R. M., 2009). Model ini bersifat sistematis dan logis dalam pengembangan produk pendidikan. Model ini juga banyak digunakan pada pengembangan media digital di lingkungan sekolah menengah (Yusup, 2021). Menurut Sugiyono (2015) Model ADDIE terdiri dari lima tahap utama yaitu: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Model ini dianggap fleksibel dan sesuai untuk pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, karena memungkinkan proses evaluasi dan revisi yang berkelanjutan di setiap tahap pengembangannya (Pribadi, 2017). Model ini bersifat sistematis dan logis dalam pengembangan produk pendidikan.



Gambar 1. Desain Penelitian

a) Analisis (Analysis)

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, khususnya pada materi struktur data *tree*. Peneliti melakukan studi awal terhadap kesulitan siswa dalam memahami konsep *tree*, serta menggali kebutuhan guru dalam hal media pembelajaran. Selain itu, peneliti juga menganalisis karakteristik peserta didik dan referensi terkait pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran sebagai dasar pengembangan media yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi siswa.

b) Perancangan (Design)

Pada tahap ini, peneliti mulai merancang media pembelajaran berbasis AR. Perancangan meliputi penetapan tujuan pembelajaran, pemilihan strategi pembelajaran yang interaktif, penyusunan skenario penggunaan AR dalam kelas, hingga pembuatan storyboard dan desain antarmuka pengguna. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan juga dipilih pada tahap ini, disesuaikan dengan kebutuhan visualisasi konsep *tree* dalam bentuk 3D interaktif.

c) Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan, desain media AR yang telah dirancang kemudian diwujudkan dalam bentuk prototipe. Media dibuat menggunakan software Assemblr Studio untuk menghasilkan tampilan *tree* interaktif. Prototipe ini kemudian divalidasi oleh ahli media dan

ahli materi untuk menilai kesesuaian isi dan fungsionalitas media. Masukan dari para ahli digunakan untuk merevisi dan menyempurnakan produk. Menurut Widyoko (2012), uji coba kelompok kecil bertujuan untuk melihat efektivitas awal media secara terbatas, sedangkan uji coba kelompok besar digunakan untuk menilai penerimaan dan kinerja media secara lebih luas dan realistik. Uji coba awal (small group trial) dilakukan untuk menilai apakah media sudah sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

d) Implementasi (Implementation)

Media pembelajaran yang telah dikembangkan kemudian diterapkan di kelas IX SMP Negeri 16 Malang dalam sesi pembelajaran langsung. Uji coba dilakukan secara terbatas pada satu kelas, melibatkan 35 siswa. Selama implementasi, peneliti mengamati proses belajar, interaksi siswa dengan media, serta mengumpulkan data responden untuk menilai efektivitas penggunaan AR terhadap pemahaman konsep struktur data *tree*.

e) Evaluasi (Evaluation)

Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan di setiap tahapan dan secara menyeluruh setelah implementasi. Evaluasi akhir mencakup analisis hasil tanggapan siswa melalui angket, serta wawancara dengan guru untuk mengetahui kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangan lebih lanjut dari media AR.

2) Subjek Penelitian

Untuk waktu penelitian akan dilaksanakan pada bulan Mei 2025 selama 3 minggu. Pada Variabel utama dalam penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis AR yang dirancang untuk mendukung pemahaman siswa terhadap materi struktur data tree.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas IX SMPN 16 Malang tahun ajaran 2024/2025. Pemilihan sampel dilakukan secara purposive, yaitu memilih satu kelas yang dinilai representatif dan sesuai dengan kebutuhan uji coba media pembelajaran. Jumlah sampel yang digunakan dalam uji coba terbatas adalah 35 siswa dari kelas IX.

3) Lokasi penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Jl. Teluk Pacitan No.46, Arjosari, Kec. Blimbing, Kota Malang, Jawa Timur 65126.

4) Instrumen pengumpulan data

Arikunto menyampaikan bahwa instrumen penelitian memiliki kedudukan yang strategis dalam keseluruhan kegiatan penelitian dan menjadi satu aspek yang penting dalam proses penelitian tersebut (Hamni Fadilah Nasution, n.d.). Responden diberikan angket atau kuesioner dengan cukup centang atau pilih kolom yang tersedia untuk memberikan respon atau imbal balik terkait dengan pertanyaan yang disediakan oleh peneliti. Model skala penilaian yang dipakai dalam penelitian ini ialah skala *likert* (Sugiyono, 2015), yang berfungsi untuk mengukur variabel-variabel penelitian. Skala penilaian yang digunakan yakni 4 skala yang berfungsi untuk mempertimbangkan agar tidak terdapat jawaban yang netral. Berikut bobot skor dan keterangan angket menurut Sugiyono.

Tabel 1. Skala Likert

Keterangan	Skor
Tidak setuju/sesuai/jelas/lengkap/layak/baik	1
Kurang setuju/sesuai/jelas/lengkap/layak/baik	2
Setuju/sesuai/jelas/lengkap/layak/baik	3
Sangat setuju/sesuai/jelas/lengkap/layak/baik	4

5) Teknis analisis data

Setelah seluruh data terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan dan analisis data guna mengetahui sejauh mana tujuan penelitian dan pengembangan tercapai. Proses analisis merupakan tahap penting yang sangat menentukan dalam penelitian. Dalam studi ini, analisis dilakukan melalui tiga pendekatan, yaitu: analisis deskriptif untuk menggambarkan data secara umum, analisis kualitatif untuk menafsirkan masukan dari responden dan untuk menilai efektivitas media pembelajaran. Data kuantitatif yang diperoleh dari angket ahli media, ahli materi, dan siswa akan disajikan dalam bentuk persentase untuk menilai kelayakan media pembelajaran AR yang telah dikembangkan.

$$V = \frac{TSe}{TSh} \times 100\% \quad \text{Pers. (1)}$$

Keterangan:

- V = Validitas
- TSe = Total Skor Empirik (Jumlah keseluruhan jawaban responden)
- TSh = Total Skor Maksimal (Jumlah keseluruhan nilai ideal)

Berdasarkan hasil validitas yang didapat dalam penelitian nantinya akan diubah kedalam bentuk persentase, untuk ditentukan hasilnya dalam kriteria layak atau valid. Dalam penentuan hasil penilaian tersebut dilakukan dengan menggunakan kriteria penilaian (Akbar, 2013). Tingkat pencapaian kualitas kelayakan dapat dilihat pada Tabel 2.

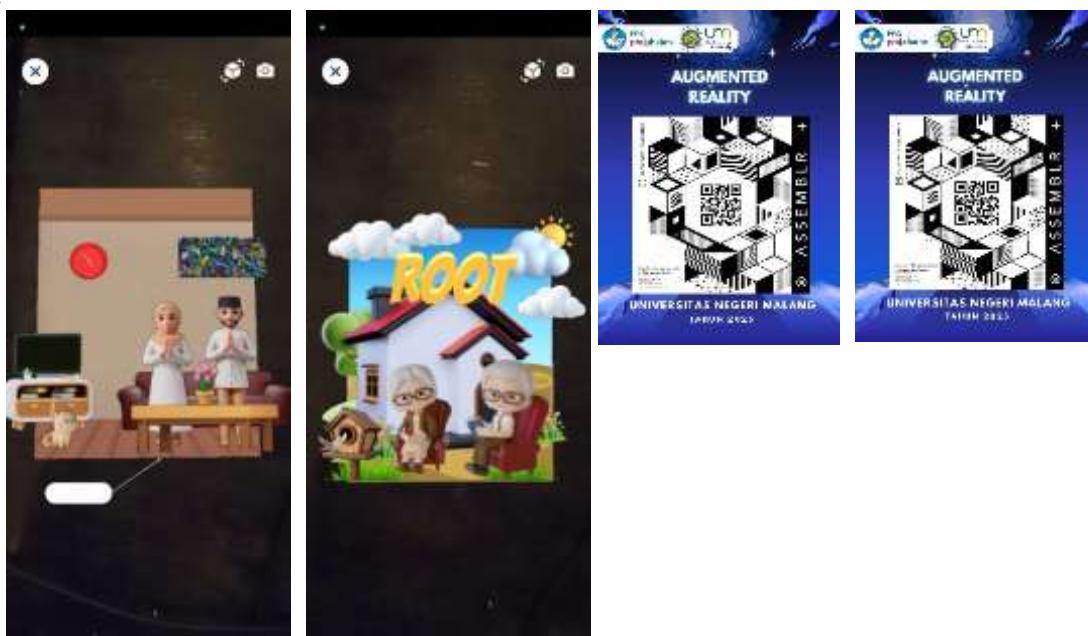
Tabel 2. Kualitas Kelayakan

Tingkat Pencapaian	Kualitas	Kriteria
85,01-100%	Sangat Valid	Layak digunakan tanpa revisi
70,01-85,00%	Cukup Valid	Layak digunakan dengan revisi kecil
50,01-70,00%	Kurang Valid	Tidak layak digunakan, perlu revisi besar
0,01-50,00%	Tidak Valid	Tidak boleh digunakan

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Implementasi Media Pembelajaran Augmented Reality

Hasil dari pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada mata pelajaran Informatika di SMP Negeri 16 Malang kelas IX adalah sebuah media interaktif yang dapat diakses melalui aplikasi Assemblr Studio. Media ini dirancang untuk dapat digunakan oleh dua jenis pengguna, yaitu guru dan siswa. Pada tampilan antarmuka guru, pengguna dapat mengakses konten pembelajaran dan memantau aktivitas siswa. Sementara itu, siswa akan diarahkan ke halaman utama yang menampilkan materi berbasis AR setelah berhasil masuk. Berikut ini merupakan hasil dari proses pengembangan dan uji coba media pembelajaran yang telah dirancang:



Gambar 2. Desain Kartu AR dan scan

2) Analisis dan Pembahasan

Validasi oleh ahli materi dilakukan pada tanggal 7 April 2025 dengan total skor rata-rata sejumlah 91,1% dengan kategori layak dan dapat digunakan tanpa revisi.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Tse	Tsh	V(%)	Keterangan
1	Materi	29	32	90,6	Sangat Layak
2	Pembelajaran	22	24	91,6	Sangat Layak
Rata-rata				91,1	Sangat Layak

Validasi oleh ahli media dilakukan secara *offline* pada tanggal 10 April 2025 dengan total skor rata-rata sejumlah 95,83% dengan kategori layak dan dapat digunakan tanpa revisi.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Tse	Tsh	V(%)	Keterangan
1	Desain Tampilan	4	4	100	Sangat Layak
2	Kesesuaian Media dengan Materi	4	4	100	Sangat Layak
3	Interaktivitas	4	4	100	Sangat Layak
4	Kemudahan Penggunaan	4	4	100	Sangat Layak
5	Kreativitas dan Inovasi	4	4	100	Sangat Layak
6	Kualitas Audio/Visual	3	4	75	Layak
Rata-rata				95,83	Sangat Layak

Uji coba kelompok kecil melibatkan 10 orang peserta didik, yang bertujuan untuk mengevaluasi media berdasarkan beberapa aspek, yaitu materi dan soal serta kemudahan penggunaan media. Berdasarkan hasil pengembangan media yang telah dilakukan, Berikut hasil uji coba kelompok kecil. Uji coba kelompok besar dilakukan secara offline pada tanggal 22 April 2025 dengan total skor rata-rata sejumlah 87% dengan kategori sangat layak.

Tabel 5. Hasil Uji Coba kelompok kecil

No	Aspek Penilaian	Tse	Tsh	V(%)	Keterangan
1	Kualitas Tampilan dan Kemudahan Akses	175	200	87,5	Sangat Layak
2	Efektivitas Pembelajaran dan Motivasi	173	200	86,5	Sangat Layak
Rata-rata				87	Sangat Layak

Uji coba kelompok besar melibatkan 35 orang peserta didik, yang bertujuan untuk mengevaluasi media berdasarkan beberapa aspek, yaitu materi dan soal serta kemudahan penggunaan media. Berdasarkan hasil pengembangan media yang telah dilakukan, Berikut hasil uji coba kelompok kecil. Uji coba kelompok besar dilakukan secara offline pada tanggal 23 April 2025 dengan total skor rata-rata sejumlah 92,49% dengan kategori sangat layak.

Tabel 6. Hasil Uji Coba kelompok besar

No	Aspek Penilaian	Tse	Tsh	V(%)	Keterangan
1	Kualitas Tampilan dan Kemudahan Akses	650	700	92,85	Sangat Layak
2	Efektivitas Pembelajaran dan Motivasi	645	700	92,14	Sangat Layak
Rata-rata				92,49	Sangat Layak

Validasi oleh ahli materi dilakukan pada tanggal 7 April 2025 dengan fokus pada dua aspek utama, yaitu kelayakan materi dan kesesuaian pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek materi memperoleh persentase kelayakan sebesar 90,6%, sedangkan aspek pembelajaran memperoleh nilai 91,6%. Rata-rata total dari kedua aspek tersebut adalah 91,1%, yang masuk dalam kategori sangat layak menurut kriteria kelayakan (Akbar, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa konten yang dikembangkan telah sesuai dengan kurikulum, lengkap, akurat, dan mampu mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Media dinyatakan dapat digunakan dalam pembelajaran tanpa perlu revisi signifikan.

Uji coba kelompok kecil dilakukan terhadap 10 orang siswa kelas IX SMP Negeri 16 Malang, dengan tujuan untuk mengetahui tanggapan awal terhadap media yang dikembangkan. Penilaian dilakukan terhadap dua aspek utama, yaitu kualitas tampilan dan kemudahan akses, serta efektivitas pembelajaran dan motivasi siswa. Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek tampilan dan akses memperoleh skor 87,5%, sedangkan aspek efektivitas dan motivasi memperoleh 86,5%. Rata-rata keseluruhan mencapai 87%, yang tergolong dalam kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa siswa merasa terbantu dalam memahami materi dengan visualisasi 3D AR, merasa lebih tertarik belajar, serta mampu mengakses dan mengoperasikan media secara mandiri. Tidak ditemukan kendala teknis yang signifikan selama penggunaan.

Uji coba kelompok besar melibatkan 35 orang siswa kelas IX SMP Negeri 16 Malang, dan dilakukan setelah media mengalami penyempurnaan berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil dan masukan dari ahli. Hasil uji coba ini menunjukkan bahwa aspek kualitas tampilan dan kemudahan akses memperoleh skor 92,85%, sedangkan aspek efektivitas pembelajaran dan motivasi mencapai 92,14%. Rata-rata keseluruhan adalah 92,49%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Penelitian serupa oleh Septiani & Marhaeni (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan pemahaman konsep secara signifikan melalui pengalaman belajar visual yang konkret dan menarik. Hasil ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa media pembelajaran AR yang dikembangkan benar-

benar efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi struktur data pohon (tree), meningkatkan keterlibatan mereka selama pembelajaran, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan interaktif. Hasil penelitian Marlina & Yuniarti (2021) juga membuktikan bahwa siswa yang belajar dengan media AR menunjukkan peningkatan hasil belajar secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Tingkat keberhasilan yang tinggi pada skala besar menunjukkan bahwa media dapat diimplementasikan secara luas dengan hasil yang konsisten.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) menggunakan Assemblr Studio dikembangkan melalui lima tahap model ADDIE yang meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.
2. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa media pembelajaran ini termasuk dalam kategori sangat valid baik dari segi media maupun materi.
3. Respon peserta didik terhadap media pembelajaran sangat positif, ditunjukkan dengan tingginya persentase kelayakan dalam uji coba terbatas.
4. Media AR yang dikembangkan efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran Informatika karena dapat meningkatkan daya tarik visual, keterlibatan aktif peserta didik, serta pemahaman konsep abstrak.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan saran untuk penelitian maupun pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu kelas dengan jumlah sampel terbatas, sehingga hasilnya belum dapat dipukul secara rata, sehingga penelitian selanjutnya dapat melibatkan lebih banyak kelas atau sekolah dengan karakteristik berbeda untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh.
2. Media pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan masih berfokus pada visualisasi materi struktur data tree. Penelitian berikutnya dapat menambahkan fitur permainan edukatif (gamifikasi) agar penggunaannya lebih interaktif dan bervariasi.
3. Penelitian ini belum mengukur dampak jangka panjang dari penggunaan media terhadap hasil belajar siswa. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi efektivitas media dalam kurun waktu lebih lama, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap pemahaman dan keterampilan berpikir peserta didik.
4. Masih terdapat keterbatasan teknis seperti kebutuhan perangkat gawai yang memadai serta koneksi internet yang stabil dalam penggunaan media ini. Oleh sebab itu, penelitian selanjutnya dapat berfokus pada pengembangan media AR yang lebih ringan dan dapat diakses di berbagai perangkat dengan spesifikasi rendah.
5. Diperlukan keterlibatan yang lebih mendalam dari guru maupun siswa pada tahap pengembangan agar media yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan di kelas.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Pendidikan Profesi Guru Sekolah Pascasarjana Universitas Negeri Malang atas segala bentuk pendanaan, arahan, dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Selain itu, ucapan terima kasih yang tulus juga disampaikan kepada SMPN 16 Malang atas kesempatan, dukungan, serta kerja sama yang baik selama pelaksanaan penelitian di sekolah tersebut. Segala bantuan, motivasi, dan dukungan yang telah diterima sangat berarti bagi penulis dan memberikan kontribusi besar dalam penyelesaian artikel ini. Semoga kebaikan yang telah diberikan menjadi amal yang bermanfaat dan membawa keberkahan bagi semua pihak

DAFTAR PUSTAKA

- Rahmawati, A., & Nuryanto, H. (2020). Pengembangan Media Augmented Reality (AR) Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(2), 157-165.
- Afrian, P., & Arifin, F. (2018). Pengembangan Permainan Puzzle Sebagai Media Pembelajaran Algoritma pada Mata Pelajaran Pemrograman Dasar Kelas X di SMK Negeri 1 Malang. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Informatika*, 2.
- Fitri Marisa, Tubagus Mohammad Akhiriza, Anastasia Lidya Maukar, Arie Restu Wardhani, Syahroni Wahyu Iriananda, & Mardiana Andarwati. (2022). Terakreditasi SINTA Peringkat 4 Gamifikasi (Gamification) Konsep dan Penerapan. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(1), 219-228.
- Yusup, F. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android dengan Model ADDIE. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(2), 91-101.
- Hae, Y., Tantu, Y. R. P., & Widiastuti, W. (2021). Penerapan Media Pembelajaran Visual Dalam Membangun Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1177-1184.
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (dalam Hamni Fadilah Nasution, n.d.). *Instrumen dalam Penelitian Pendidikan*.
- Widyoko, E. P. (2012). *Evaluasi Program Pembelajaran: Panduan Praktis bagi Pendidik*

dan Calon Pendidik. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Kemendikbud. (2020). *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar SMA/MA/SMK/MAK*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta.

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York: Springer.

Pribadi, B. A. (2017). *Desain dan Pengembangan Program Pelatihan Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Prenadamedia Group

Marlina, L., & Yuniarti, E. (2021). Penerapan Teknologi Augmented Reality pada Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1), 78–86.

Septiani, N. M., & Marhaeni, A. A. I. N. (2022). Efektivitas Penggunaan Augmented Reality dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 11(1), 82–90.