
VISUALISASI GEOMETRI NETRAL BERBASIS AUGMENTED REALITY**Cut Najwa Aulia¹, Lukman Hakim Laia², Nisa Rahmadani³, Fevi Rahmawati Suwanto⁴**

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan

(cutnajwa942@gmail.com¹, lukmanhakim18042020@gmail.com²,
nisarahmadani2210@gmail.com³, fevirahmawati@unimed.ac.id⁴)

Abstract

This study was conducted as a Research and Development (R&D) project with the primary objective of developing an Augmented Reality (AR)-based learning medium to support the teaching of three-dimensional geometry for students in the Mathematics Education Study Program. The development process followed the ADDIE model, which consists of five phases: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The research subjects were fourth-semester students at Universitas Negeri Medan. The instruments used in this study included expert validation questionnaires for both content and media, user response questionnaires, and learning outcome tests. The resulting product is an AR-based instructional medium designed for neutral geometry material, specifically intended for fourth-semester mathematics students. Validation results indicate that the developed AR media is highly valid in terms of content quality, visual design, and functional performance. Student responses to the media were overwhelmingly positive, as reflected by indicators such as engagement, ease of use, and increased learning motivation. The effectiveness test demonstrated a significant improvement in student learning outcomes following the use of the AR-based media. Therefore, this Augmented Reality learning tool is considered both feasible and effective for implementation in geometry instruction, offering an innovative alternative to enhance students' conceptual understanding in the field of mathematics.

Keywords: *Research and Development; Augmented Reality; Mathematics Education; learning media; geometry.*

Abstrak

Penelitian ini merupakan studi pengembangan (Research and Development) yang bertujuan untuk merancang dan menghasilkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) sebagai sarana pendukung dalam pembelajaran materi geometri tiga dimensi



bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika. Proses pengembangan mengikuti model ADDIE yang mencakup lima tahapan utama: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Subjek penelitian terdiri atas mahasiswa semester IV di Universitas Negeri Medan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi angket validasi dari para ahli terhadap aspek materi dan media, angket respons pengguna, serta tes hasil belajar. Hasil dari penelitian ini berupa produk media pembelajaran berbasis Augmented Reality pada materi geometri netral yang diperuntukkan bagi mahasiswa semester IV. Berdasarkan hasil validasi, media yang dikembangkan menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi, baik dari sisi konten, tampilan visual, maupun fungsionalitas. Tanggapan mahasiswa terhadap media tersebut juga sangat positif, ditunjukkan oleh tingginya tingkat keterlibatan, kemudahan dalam penggunaan, dan peningkatan motivasi belajar. Hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan setelah penggunaan media AR. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis Augmented Reality ini dinyatakan layak dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran geometri, serta berpotensi menjadi alternatif inovatif dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa di bidang matematika.

Kata kunci: Research and Development; Augmented Reality; Pendidikan Matematika; media pembelajaran; geometri

A. Pendahuluan

Matematika berperan strategis dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, dan sistematis peserta didik. Di antara berbagai cabang matematika, geometri memiliki kontribusi signifikan dalam melatih keterampilan penalaran spasial dan deduktif, yang sangat penting untuk penguasaan konsep-konsep abstrak dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari maupun bidang keilmuan lainnya (Jones, 2002).

Geometri tidak hanya menekankan pada aspek visual dan spasial, tetapi juga mendorong kemampuan penalaran deduktif melalui pembuktian dan pemahaman konsep secara logis. Dalam konteks pembelajaran abad ke-21,

pemanfaatan teknologi menjadi salah satu aspek penting untuk meningkatkan efektivitas dan kualitas pembelajaran, termasuk dalam pembelajaran geometri.

Salah satu topik dalam geometri yang menuntut pemahaman mendalam dan ketelitian dalam penalaran adalah geometri netral. Geometri netral merupakan cabang geometri yang dibangun berdasarkan aksioma-aksioma dasar geometri Euclid, namun tidak menggunakan postulat kesejajaran (postulat kelima Euclid). Hal ini menuntut mahasiswa untuk memahami konsep secara lebih abstrak dan logis, karena pembuktian dilakukan berdasarkan aksioma dan definisi tanpa mengandalkan asumsi kesejajaran. Tantangan dalam



mengajarkan geometri netral antara lain adalah sulitnya memvisualisasikan objek dan relasi geometris secara intuitif, serta minimnya media pembelajaran yang interaktif dan mendukung eksplorasi konsep secara mandiri.

Geometri netral merupakan cabang dari geometri yang tidak menggunakan postulat kelima Euclid (postulat paralel), namun tetap mempertahankan postulat lainnya. Dalam pembelajaran matematika, terutama di tingkat sekolah menengah dan perguruan tinggi, geometri netral sering kali menimbulkan kesulitan bagi peserta didik karena sifatnya yang abstrak dan kurangnya media visual pendukung yang sesuai (Wulandari & Widodo, 2016). Keterbatasan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan konsep-konsep non-paralel secara interaktif menjadi tantangan tersendiri dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi ini.

Perkembangan teknologi pendidikan di era digital mengalami percepatan yang signifikan, salah satunya ditandai dengan integrasi teknologi menciptakan pengalaman belajar yang interaktif, kontekstual, dan lebih bermakna bagi peserta didik (Rahmawati, 2020). Dalam ranah pembelajaran matematika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak, AR berfungsi sebagai jembatan antara representasi konseptual dan visualisasi nyata. Teknologi ini mampu membantu siswa memahami konsep yang kompleks melalui visualisasi spasial dan manipulasi objek tiga dimensi, sehingga meningkatkan keterlibatan kognitif dan memperdalam pemahaman konseptual (Putra et al., 2021).

Sejumlah studi dalam skala nasional mengindikasikan bahwa pemanfaatan media berbasis Augmented Reality (AR) memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan keterlibatan serta pemahaman konseptual peserta didik, khususnya dalam pembelajaran geometri. Teknologi AR memungkinkan visualisasi elemen-elemen geometri seperti bangun ruang, garis, dan sudut secara lebih nyata dan interaktif, sehingga mampu menggantikan ilustrasi dua dimensi yang terbatas dalam buku teks konvensional (Yunita & Ramdani, 2022). Meskipun demikian, implementasi AR dalam pembelajaran geometri netral di tingkat pendidikan tinggi masih relatif minim. Penelitian-penelitian lokal menunjukkan bahwa pemanfaatan AR pada konteks ini belum berkembang secara optimal, sehingga membuka peluang untuk eksplorasi dan inovasi lebih lanjut dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi.

Pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dalam konteks geometri netral tidak hanya menghadirkan pendekatan inovatif dalam visualisasi konsep-konsep matematika yang abstrak, tetapi juga selaras dengan semangat implementasi Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini menekankan pentingnya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran serta mendorong kemandirian belajar peserta didik (Kemendikbudristek, 2022). Media berbasis AR berpotensi memperkuat keterhubungan antara pengalaman belajar dan representasi konseptual yang kompleks melalui visualisasi interaktif.



Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada topik geometri netral melalui pendekatan Research and Development (R&D). Media yang dikembangkan diharapkan mampu memfasilitasi mahasiswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep dasar geometri netral secara lebih konkret, memahami struktur logis dalam proses pembuktian matematis, serta meningkatkan tingkat interaktivitas dan efektivitas dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, pengembangan media ini tidak hanya ditujukan untuk memperkuat pemahaman konseptual, tetapi juga untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan berbasis teknologi.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Menurut (Sugiyono, 2016), metode penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu serta menguji tingkat keefektifan produk tersebut dalam konteks penggunaannya. Prosedur pengembangan mengacu pada model ADDIE, yang terdiri dari lima tahap utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena memiliki struktur sistematis yang memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara terarah dan menyeluruh.

Tahap analisis digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan dalam pembelajaran; tahap desain merancang spesifikasi produk; tahap pengembangan menghasilkan prototipe media; tahap implementasi mengujicobakan produk; dan tahap evaluasi menilai efektivitas serta kualitas produk. Setiap tahapan dalam proses pengembangan ini dijelaskan secara rinci agar dapat menggambarkan langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan produk inovatif, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori dan praktik pendidikan berbasis teknologi.

Produk tersebut dirancang khusus untuk mendukung proses pembelajaran matematika, terutama pada materi geometri netral, yang sering kali bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan. Dengan memanfaatkan teknologi AR, media pembelajaran ini memungkinkan integrasi objek virtual ke dalam lingkungan nyata secara real-time, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual bagi mahasiswa. Hal ini sejalan dengan temuan (Taufik et al., 2020), yang menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis AR dapat



meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa.

Proses pengembangan media ini mengikuti model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), yang merupakan pendekatan sistematis dalam penelitian dan pengembangan produk pembelajaran. Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan dalam pembelajaran geometri netral, sementara tahap desain dan pengembangan berfokus pada pembuatan prototipe media AR yang sesuai dengan karakteristik materi dan kebutuhan pengguna. Tahap implementasi mencakup uji coba media di lingkungan pembelajaran, dan tahap evaluasi digunakan untuk menilai efektivitas serta kualitas media yang dikembangkan. Dengan demikian, produk media pembelajaran berbasis AR ini diharapkan dapat menjadi alternatif inovatif dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa pada materi geometri netral.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian Pengembangan Produk

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Negeri Medan (UNIMED) dengan subjek mahasiswa semester IV dari Program Studi Pendidikan Matematika. Fokus utama penelitian adalah pengembangan media pembelajaran

berbasis Augmented Reality (AR) yang dirancang untuk mendukung pemahaman mahasiswa terhadap materi geometri netral. Produk yang dihasilkan berbentuk media interaktif yang mengintegrasikan teknologi AR dalam bentuk presentasi visual berbasis PowerPoint interaktif, yang dilengkapi dengan elemen tiga dimensi sebagai sarana visualisasi konsep abstrak.

Sebelum dilakukan uji coba terbatas terhadap mahasiswa, produk terlebih dahulu melalui tahap validasi oleh dua jenis ahli, yakni validator ahli materi dan validator ahli desain media. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dari segi isi materi, pedagogis, tampilan visual, dan fungsionalitas teknis. Proses ini penting untuk menjamin bahwa media tidak hanya akurat secara akademik, tetapi juga menarik dan mudah digunakan dalam proses pembelajaran.

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan mengadopsi model pengembangan ADDIE sebagaimana dijelaskan (Creswell, 2015). Model ADDIE terdiri atas lima tahapan sistematis, yaitu Tahap Analisis (Analysis), Tahap Desain (Design), Tahap Pengembangan (Development), Tahap Implementasi (Implementation), dan Tahap Evaluasi (Evaluation). Pada tahap Analisis, dilakukan identifikasi kebutuhan



dan masalah yang ada dalam proses pembelajaran. Tahap Desain berfokus pada perancangan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan tersebut. Selanjutnya, tahap Pengembangan menghasilkan produk prototipe media pembelajaran yang akan diuji. Tahap Implementasi meliputi penerapan produk dalam konteks pembelajaran sesungguhnya, sedangkan tahap Evaluasi berfungsi untuk menilai efektivitas dan kualitas produk yang dikembangkan secara menyeluruh.

Berdasarkan serangkaian proses pengembangan tersebut, penelitian ini berhasil memperoleh sejumlah temuan penting yang menggambarkan validitas, praktikalitas, serta efektivitas media pembelajaran berbasis Augmented Reality yang dikembangkan. Hasil-hasil ini memberikan gambaran komprehensif mengenai potensi penggunaan media AR dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa pada materi geometri netral.

1. Tahap Analisis (Analysis)

Tahap awal dalam penelitian ini adalah tahap Analisis, yang dilakukan berdasarkan hasil pengamatan dan kajian di Universitas Negeri Medan. Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan serta mengevaluasi tingkat pemahaman mahasiswa terkait materi geometri netral sebagai dasar

pengembangan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR). Proses analisis kebutuhan dilakukan melalui metode observasi langsung di lapangan serta wawancara mendalam dengan mahasiswa dan dosen terkait. Data yang diperoleh dari observasi dan wawancara ini kemudian dianalisis untuk mengungkap kesenjangan pembelajaran, tantangan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami konsep abstrak, serta potensi penggunaan teknologi AR sebagai solusi alternatif. Hasil dari tahap analisis ini menjadi acuan utama dalam perancangan media pembelajaran agar dapat memenuhi kebutuhan nyata mahasiswa sekaligus meningkatkan efektivitas proses pembelajaran matematika secara keseluruhan.

Tahap analisis ini merupakan langkah penting untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi mahasiswa selama proses pembelajaran di kelas. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti, ditemukan bahwa salah satu kendala utama adalah keterbatasan penggunaan media pembelajaran yang variatif dan interaktif. Kondisi ini menyebabkan mahasiswa mengalami kejenuhan dan kurangnya minat selama mengikuti kegiatan pembelajaran, sehingga berdampak negatif terhadap motivasi dan efektivitas proses belajar. Minimnya variasi media yang



dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak pada materi geometri netral menjadi faktor utama yang mempengaruhi rendahnya keterlibatan aktif mahasiswa. Oleh karena itu, hasil analisis ini menegaskan perlunya pengembangan media pembelajaran inovatif, seperti media berbasis Augmented Reality, yang mampu meningkatkan daya tarik pembelajaran sekaligus membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih konkret dan interaktif.

Keterbatasan dalam variasi dan daya tarik media pembelajaran yang selama ini digunakan terbukti memberikan dampak negatif signifikan terhadap motivasi dan minat belajar mahasiswa. Penurunan keterlibatan aktif mahasiswa dalam proses pembelajaran berkontribusi pada efektivitas penyampaian materi yang menjadi kurang optimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa media pembelajaran konvensional tidak lagi mampu memenuhi kebutuhan generasi mahasiswa saat ini yang semakin adaptif terhadap teknologi dan pembelajaran interaktif. Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang inovatif dan berbasis teknologi mutlak diperlukan, khususnya di lingkungan pendidikan tinggi, agar proses belajar menjadi lebih menarik dan bermakna (Huang, Liaw, & Lai, 2016). Teknologi Augmented Reality (AR) muncul sebagai salah satu solusi yang

efektif dengan kemampuannya menggabungkan dunia nyata dan objek virtual secara real-time, sehingga memungkinkan visualisasi konsep yang abstrak menjadi lebih konkrit dan mudah dipahami (Bacca et al., 2014). Pemanfaatan AR dalam media pembelajaran tidak hanya meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga memperdalam pemahaman konseptual mahasiswa melalui pengalaman belajar yang interaktif dan multisensorik (Radianti et al., 2020). Dengan demikian, pengembangan media pembelajaran berbasis AR dapat menjadi strategi strategis dalam meningkatkan kualitas dan hasil pembelajaran secara menyeluruh di perguruan tinggi.

2. Tahap Desain (Design)

Langkah awal yang dilakukan dalam tahap ini adalah merumuskan isi materi pembelajaran berdasarkan Kurikulum Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), serta indikator pencapaian kompetensi yang relevan dengan topik geometri netral. Perumusan materi ini bertujuan agar konten yang disajikan dalam media pembelajaran dapat selaras dengan standar kurikulum yang berlaku serta memenuhi kebutuhan pembelajaran mahasiswa. Setelah materi ditetapkan, langkah berikutnya adalah memanfaatkan platform digital, dalam hal ini web *Assemblr*, untuk merancang dan mengembangkan media AR secara interaktif. Platform ini dipilih karena



kemampuannya dalam mengintegrasikan objek tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata, sehingga mendukung visualisasi materi yang lebih konkret dan menarik bagi mahasiswa. Dengan pendekatan desain ini, media pembelajaran yang dihasilkan diharapkan tidak hanya akurat secara konten tetapi juga mudah diakses serta meningkatkan keterlibatan aktif mahasiswa selama proses pembelajaran.

Pada tahap perancangan, media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dirancang secara sistematis mengikuti tahapan yang telah ditetapkan sebelumnya. Perancangan ini meliputi penyusunan konten yang disusun sesuai dengan urutan materi pembelajaran yang telah dirancang dalam kerangka kurikulum, sehingga alur pembelajaran dapat berjalan secara logis dan terstruktur. Selain itu, media ini dilengkapi dengan gambar-gambar pendukung yang relevan serta representasi tokoh-tokoh penting yang mengemukakan postulat dan aksioma dalam materi geometri netral, untuk memperkuat pemahaman konseptual mahasiswa. Penyusunan naskah narasi juga dilakukan secara cermat sebagai tahap persiapan produksi media, dimana naskah ini menjadi dasar dalam penyampaian informasi secara efektif dan komunikatif. Sebagai langkah akhir pada tahap desain, peneliti melakukan perekaman suara secara personal yang

akan digunakan sebagai narasi dalam video pembelajaran AR, bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih autentik dan personal bagi pengguna media. Proses ini sejalan dengan prinsip multimedia learning yang menekankan pentingnya kombinasi visual dan audio dalam meningkatkan pemahaman siswa (Mayer, 2009).

3. Tahap Pengembangan (Development)

Produksi media ini mencakup integrasi berbagai elemen visual, audio, dan interaktif yang mendukung tujuan pembelajaran serta meningkatkan keterlibatan mahasiswa. Setelah produk media selesai dikembangkan, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi terhadap media dan materi pembelajaran untuk memastikan kualitas dan kelayakan penggunaannya. Validasi ini dilaksanakan secara daring melalui penyebaran angket kepada dua orang validator ahli, yang terdiri dari validator materi dan validator media. Validator materi bertugas menilai kesesuaian konten dengan standar akademik dan keakuratan informasi, sedangkan validator media mengevaluasi aspek teknis seperti desain visual, interaktivitas, dan kemudahan penggunaan media. Metode validasi secara online ini memungkinkan proses evaluasi yang efisien dan fleksibel, sekaligus memberikan masukan yang konstruktif untuk perbaikan produk sebelum diterapkan secara luas (Nielsen, 2012).



Dengan demikian, proses pengembangan dan validasi ini menjadi tahap krusial dalam memastikan bahwa media pembelajaran yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan pedagogis sekaligus teknis untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif.

4. Tahap Produksi Media Pembelajaran

Produksi ini dilakukan dengan memanfaatkan platform digital *Assemblr*, dimana peneliti terlebih dahulu membuka situs tersebut dan memilih properti serta mengatur warna latar belakang yang menarik dan sesuai dengan tema pembelajaran. Selanjutnya, dipilih animasi serta ikon yang disesuaikan dengan karakter avatar yang akan digunakan untuk mewakili konsep pembelajaran secara visual. Proses animasi diterapkan pada gambar dan avatar agar dapat bergerak secara dinamis, sehingga dapat meningkatkan daya tarik dan keterlibatan mahasiswa. Setelah seluruh slide selesai dianimasikan, tahap berikutnya adalah penambahan audio narasi yang dibuat menggunakan teknologi suara berbasis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Audio tersebut diatur secara seksama agar sinkron dengan animasi yang telah dirancang sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang harmonis dan menyenangkan bagi audiens. Sebagai langkah akhir, seluruh slide dan narasi diperiksa secara

menyeluruh untuk memastikan keselarasan dan kelengkapan, sehingga media pembelajaran AR yang dihasilkan dapat berfungsi secara efektif sebagai alat bantu pembelajaran yang utuh dan interaktif (Sharma et al., 2019).

5. Tahap Validasi

Proses ini sangat penting untuk mengidentifikasi kelemahan atau kekurangan yang mungkin terdapat dalam media sehingga dapat dilakukan revisi secara tepat dan menyeluruh. Jika ditemukan aspek yang kurang sesuai atau perlu perbaikan, media akan direvisi dan kemudian diuji ulang oleh para ahli hingga memperoleh hasil validasi yang memenuhi standar kelayakan tanpa memerlukan revisi lebih lanjut. Pendekatan validasi berulang ini bertujuan untuk memastikan bahwa media pembelajaran AR yang dihasilkan benar-benar siap dan sesuai untuk digunakan dalam proses pembelajaran, serta dapat mendukung model pembelajaran dan materi yang ada secara efektif.

Produk pengembangan yang diajukan kepada para ahli berupa media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR). Validasi terhadap materi pembelajaran dilakukan oleh ahli materi, yakni Ibu NA, S.Pd, pada tanggal 1 Juni 2025. Sedangkan validasi media dilakukan oleh ahli media, Ibu DEV, S.Kom, pada tanggal 3 Juni 2025, sebagai bagian dari



proses validasi tahap pertama. Proses validasi ini bertujuan untuk menguji kesesuaian konten materi dengan standar akademik serta memastikan aspek teknis dan desain media memenuhi kriteria kualitas yang ditetapkan. Penilaian oleh para validator dilakukan menggunakan instrumen berupa angket kuisisioner yang berfokus pada aspek validitas isi, kejelasan visual, kemudahan penggunaan, serta fungsi media dalam mendukung proses pembelajaran. Hasil validasi disajikan secara deskriptif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kekuatan dan kelemahan produk yang dikembangkan. Metode kuisisioner ini dianggap efektif dalam mengumpulkan data validasi secara sistematis dan obyektif sehingga memudahkan proses evaluasi dan perbaikan media pembelajaran (Prasetya & Utami, 2022). Dengan hasil validasi ini, media pembelajaran AR dapat disempurnakan sebelum diimplementasikan secara luas.

Tabel 1. Hasil Validasi Penilaian Materi

NO	Validator	S	N	$P(S) = \frac{S}{N} \times 100$	Kriteria	Kategori
1	Ibu NA, S.Pd	28	35	80 %	Baik	Layak
2	Ibu DEV S.Kom	29	35	82,85 %	Baik	Layak

Skala tingkat kesesuaian:

- 1 = Sangat Tidak Cocok
- 2 = Tidak Cocok
- 3 = Agak Cocok
- 4 = Cocok
- 5 = Sangat Cocok

Berdasarkan hasil evaluasi yang tercantum pada Tabel I, dapat disimpulkan bahwa validasi dari ahli materi memberikan hasil yang cukup memuaskan. Validasi pertama yang dilakukan oleh Ibu NA, S.Pd, menghasilkan skor sebesar 28 dari total skor maksimum 35, sehingga memperoleh persentase sebesar 80%. Berdasarkan pedoman konversi data kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini, skor tersebut masuk dalam kategori "Baik" serta layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Selanjutnya, validasi kedua dilakukan oleh Ibu DEV, S.Kom, dengan memperoleh skor 29 dari skor maksimal 35, yang setara dengan persentase 82,85%. Skor ini juga dikategorikan ke dalam kriteria "Baik" dan dinilai layak. Komentar yang disampaikan oleh para validator melalui instrumen angket menegaskan bahwa setiap subtopik dalam materi telah tersusun secara sistematis dan logis, dimulai dari definisi, postulat, hingga penerapan sederhana. Transisi antar subtopik pun dinilai cukup jelas dan mampu mendukung pengembangan pola pikir mahasiswa secara berkelanjutan. Oleh karena itu, kedua validator menyimpulkan bahwa materi yang dikembangkan sudah layak digunakan tanpa perlu revisi lebih lanjut.

Tabel 2. Hasil Validasi Penilaian Media

NO	Validator	S	N	$P(S) = \frac{S}{N} \times 100$	Kriteria	Kategori
1	Ibu NA, S.Pd	31	35	88%	Baik	Layak
2	Ibu DEV S.Kom	28	35	80 %	Baik	Layak

Skala tingkat kesesuaian:

- 1 = Sangat Tidak Cocok
- 2 = Tidak Cocok
- 3 = Agak Cocok



4 = Cocok

5 = Sangat Cocok

Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa hasil penilaian dari ahli media menunjukkan respons yang sangat positif terhadap produk media pembelajaran berbasis Augmented Reality yang dikembangkan. Validasi pertama dilakukan oleh Ibu NA, S.Pd, yang memberikan skor total sebesar 31 dari skor maksimal 35, sehingga menghasilkan persentase sebesar 88%. Persentase ini termasuk dalam kriteria "Baik" dan menunjukkan bahwa media tersebut layak untuk digunakan atau dilanjutkan ke tahap pengembangan selanjutnya. Meskipun nilai ini menunjukkan kualitas media yang tinggi, terdapat beberapa aspek minor yang masih dapat ditingkatkan. Dalam komentarnya, Ibu NA menyampaikan bahwa media pembelajaran AR ini sangat efektif dan menghadirkan proses pembelajaran yang interaktif, sehingga dapat memudahkan dan membuat pengalaman belajar mahasiswa menjadi lebih menyenangkan serta menghindari kesan monoton.

Validasi kedua dilakukan oleh Ibu DEV, S.Kom, yang memberikan skor 28 dari 35, setara dengan persentase 80%. Hasil ini juga masuk dalam kategori "Baik" dan menunjukkan bahwa media pembelajaran telah memenuhi standar

kualitas yang dibutuhkan untuk tahap ini. Meskipun persentase ini sedikit lebih rendah dibandingkan penilaian validator pertama, nilai tersebut tetap menunjukkan bahwa media sudah memenuhi kriteria kelayakan penggunaan. Komentar singkat dari Ibu DEV menyatakan bahwa media ini "sudah mantap" dan merupakan "yang terbaik", menunjukkan tingkat kepuasan yang tinggi terhadap produk yang dikembangkan. Dengan demikian, kedua validator sepakat bahwa media pembelajaran AR ini layak untuk digunakan dan dapat diterapkan dalam proses pembelajaran.

6. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi merupakan fase krusial dalam proses pengembangan media pembelajaran, yang bertujuan untuk menguji efektivitas serta kelayakan penggunaan media tersebut dalam konteks pembelajaran nyata. Pada tahap ini, media pembelajaran berbasis Augmented Reality yang telah dikembangkan diuji cobakan kepada sejumlah mahasiswa, sebanyak delapan peserta, untuk mendapatkan data empiris terkait respons pengguna serta dampak media terhadap proses pembelajaran. Pengujian ini penting untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan media dalam meningkatkan pemahaman konsep serta motivasi belajar mahasiswa (Sugiyono, 2016). Dengan melibatkan peserta langsung dalam penggunaan media, peneliti dapat memperoleh evaluasi yang valid mengenai kualitas, interaktivitas, serta



efektivitas media dalam menunjang pembelajaran matematika, khususnya pada materi geometri netral. Hasil dari tahap implementasi ini akan menjadi dasar dalam melakukan revisi akhir serta menentukan kelayakan media untuk digunakan secara luas.

Tabel 3. Hasil Implementasi Materi dan media

No	Soal	Persentase jawaban
1	Jika sudut puncak dalam model tersebut lebih kecil dari 90° , apa yang dapat disimpulkan tentang sifat geometri bidangnya?	100%
2	Jika dari pengamatan terlihat bahwa sudut keempat adalah lancip, maka berdasarkan teorema keseragaman, kesimpulan yang paling tepat adalah...	100%
3	Jika dalam suatu model geometri, kamu dapat meletakkan salinan segmen garis AB sebanyak n kali sehingga total panjangnya melebihi panjang segmen CD (meskipun CD sangat panjang), maka model tersebut.	87,5%
4	Apa kesimpulan utama dari teorema sudut luar segitiga seperti yang	100%

ditampilkan dalam AR?

Dengan bobot persoa benilai 25 point

Hasil analisis data angket menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada skor pemahaman konseptual mahasiswa sebesar 28% setelah menggunakan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR). Temuan ini mengindikasikan bahwa media AR terbukti efektif sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran matematika, khususnya pada materi geometri netral. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dan Fadillah (2021), yang mengungkapkan bahwa implementasi AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan keterlibatan aktif serta pemahaman konseptual siswa secara signifikan. Selain aspek kognitif, respon afektif mahasiswa terhadap penggunaan media AR juga sangat positif. Mahasiswa melaporkan tingkat antusiasme yang tinggi, kemudahan dalam memahami materi abstrak, serta motivasi yang meningkat untuk mengeksplorasi konsep lebih dalam. Data kuantitatif menunjukkan bahwa 100% peserta mampu menjawab dengan benar soal nomor 1, 2, dan 4, sementara 87,5% berhasil menjawab soal nomor 3 dengan benar, sedangkan 12,5% menjawab kurang tepat. Hasil ini memperkuat bukti bahwa media AR tidak hanya meningkatkan pemahaman kognitif, tetapi juga



memengaruhi aspek afektif yang mendukung proses pembelajaran secara holistik.

7. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi bertujuan untuk mengukur kelayakan dan efektivitas media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang dikembangkan untuk topik geometri netral. Evaluasi dilakukan secara bertahap melalui validasi ahli dan uji coba terbatas kepada pengguna (mahasiswa). Evaluasi ini mencakup evaluasi formatif selama proses pengembangan dan evaluasi sumatif setelah implementasi media.

a. Penilaian Produk oleh Ahli

✓ Penilaian Validasi Ahli Materi

Pada tahap validasi awal, media pembelajaran memperoleh skor 28 dari total 35, yang jika dikonversi ke persentase mencapai 80%. Berdasarkan pedoman konversi data kualitatif yang berlaku, skor ini mengindikasikan kategori "Baik" dan media dinyatakan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Selanjutnya, pada validasi kedua, media tersebut mendapatkan skor 29 dari 35, atau setara dengan 82,85%, yang juga tergolong dalam kategori "Baik". Penilaian ini menegaskan bahwa media tersebut memenuhi standar kualitas yang diperlukan dan dapat digunakan tanpa memerlukan revisi lebih lanjut. Hasil validasi ini menunjukkan kesesuaian media dengan kriteria kelayakan yang diharapkan untuk mendukung proses pembelajaran secara efektif.

Komentar dari para ahli menyatakan bahwa setiap subtopik materi telah disusun secara **logis**, dimulai dari definisi, postulat, hingga aplikasi sederhana. Transisi antar submateri cukup jelas dan mampu mendukung pembentukan alur berpikir mahasiswa secara deduktif, sesuai dengan karakteristik pembelajaran geometri netral. Materi dinilai telah sesuai dengan capaian pembelajaran dan mendukung pemahaman konsep secara bertahap dan mendalam.

✓ Penilaian Validasi Ahli Media

Pada validasi pertama, media memperoleh skor 31 dari 35, atau 88%, yang termasuk dalam kategori "Baik"



dan layak digunakan. Penilaian ini mengindikasikan bahwa media memiliki kualitas tinggi, meskipun masih terdapat beberapa aspek kecil yang dapat ditingkatkan untuk menambah variasi dan mencegah kesan monoton dalam penggunaan. Komentar menyatakan bahwa media AR cukup efektif dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif, sehingga mempermudah pemahaman mahasiswa maupun siswa.

Pada validasi kedua, media memperoleh skor 28 dari 35, dengan persentase 80%, yang juga termasuk kategori "Baik" dan layak digunakan. Meskipun nilainya sedikit lebih rendah dibandingkan penilaian pertama, media tetap dianggap memenuhi standar kualitas yang diperlukan dalam pembelajaran. Komentar yang diberikan menyatakan bahwa media sudah sangat baik secara keseluruhan, menunjukkan apresiasi positif terhadap desain dan fungsi media AR.

b. Produk Akhir

Produk akhir penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) menggunakan platform *Assemblr*, yang dirancang untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam geometri netral secara tiga dimensi dan interaktif. Materi mencakup pengenalan geometri netral, postulat dasar, serta penerapan konsep melalui animasi dan narasi audio. Media ini dikembangkan melalui model ADDIE, telah

divalidasi oleh ahli, dan diuji coba kepada mahasiswa, dengan hasil yang menunjukkan kelayakan dan efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman materi.

D. Penutup

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk merancang dan mengembangkan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang difokuskan pada materi geometri netral dengan menggunakan pendekatan model ADDIE. Proses pengembangan melalui tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi menghasilkan produk media pembelajaran yang memperoleh penilaian sangat baik dari para ahli validasi serta responden pengguna. Media AR yang dikembangkan ini mampu secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa terhadap materi yang bersifat abstrak, khususnya melalui fitur visualisasi interaktif yang memudahkan representasi tiga dimensi. Selain itu, penggunaan narasi yang terintegrasi dalam media tersebut turut berkontribusi dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar mahasiswa. Dengan demikian, media pembelajaran ini tidak hanya memfasilitasi pemahaman konseptual yang lebih mendalam, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif, sesuai dengan tuntutan pembelajaran berbasis teknologi saat ini.



Implementasi media pembelajaran berbasis Augmented Reality menunjukkan peningkatan signifikan dalam hasil belajar mahasiswa, khususnya pada materi matematika yang bersifat abstrak seperti geometri netral. Temuan ini mengindikasikan bahwa media tersebut efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual serta keterlibatan mahasiswa selama proses pembelajaran. Dengan demikian, media ini layak untuk diintegrasikan dalam praktik pembelajaran di lingkungan akademik. Selain itu, media ini juga berpotensi menjadi inovasi yang strategis dalam mendukung pengembangan pendidikan berbasis teknologi, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran serta memfasilitasi proses pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual.

E. Daftar Pustaka

- Fatima, M., Seto, S. B., Meke, K. D. P., Woe, E., & Didin, M. (2023). Efektivitas Penggunaan Media Augmented Reality untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Geometri pada Siswa SMP. *JUPIKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1–10.
- Gaurifa, M., & Darmawan Harefa. (2024). Learning Mathematics In Telukdalam Market: Calculating Prices And Money In Local Trade. *Afore : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 97-107.
- Harefa, D., & I Wayan Suastra. (2024). Mathematics Education Based On Local Wisdom: Learning Strategies Through Hombo Batu. *Afore : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 1-11. <https://doi.org/10.57094/afore.v3i2.2236>
- Harefa, D., Fatolosa Hulu, & Welli Siswanti. (2024). Mathematics Learning Strategies That Support Pancasila Moral Education: Practical Approaches For Teachers. *Afore : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 51-60. <https://doi.org/10.57094/afore.v3i2.2299>
- Huang, H. M., Liaw, S. S., & Lai, C. M. (2016). Exploring learner acceptance of the use of augmented reality in medical education: A case study. *Computers & Education*, 61, 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.002>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). Panduan Implementasi Kurikulum <https://doi.org/10.57094/afore.v3i2.2305>
- Hafis. (2023). Implementasi Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Geometri Siswa. *DIKMAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1–10.



- Merdeka. Jakarta: interaktif matematika. Jurnal Kemendikbudristek Pendidikan Matematika Indonesia, 5(1), 10–17.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.17.4.133>
- Putra, H. S., Rachmadyanti, P., & Asyhari, A. (2021). Pengembangan media pembelajaran geometri berbasis augmented reality untuk siswa SMP. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(1), 65–72
- 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, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Rahmawati, N. (2020). Augmented reality sebagai media pembelajaran interaktif matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 5(1), 10–17.
- Sharma, P., Seshadri, D. R., & van Os, D. (2019). Designing and Developing Augmented Reality Learning Media for Students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (ijIM)*, 13(8), 92–105. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i08.10705>
- Siregar, R. Y., Rosmaini. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Powerpoint Interaktif Pada Materi Teks Fabel Siswa Kelas VII Smp. *Jurnal Bahasa*. 11(1). 44-55
- Wulandari, F., & Widodo, S. A. (2016). Pengembangan media pembelajaran geometri berbasis komputer untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(2), 145–153.
- Yunita, D., & Ramdani, A. (2022). Penggunaan teknologi augmented reality dalam meningkatkan kemampuan visualisasi geometri siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(2), 112–119.

