

PENGEMBANGAN E-MODUL AUGMENTED REALITY DENGAN PENDEKATAN OPEN-ENDED UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF

Sefitra Izma Syahdia¹, Dwi Sulistyaningsih², Iswahyudi Joko Suprayitno³
Pendidikan Matematika^{1,2,3}, Universitas Muhammadiyah Semarang^{1,2,3}
sefitraizmasyahdia@gmail.com¹, dwisulis@unimus.ac.id²,
iswahyudi@unimus.ac.id³

Abstrak

Pembelajaran matematika khususnya pada materi bangun ruang sisi datar masih menghadapi kendala pada saat penyampaian materi secara visual dan pengembangan kemampuan berpikir kreatif siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul digital berbasis augmented reality dengan pendekatan open-ended serta menilai kevalidannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADDIE yang meliputi tahapan analisis, design dan development. Uji validitas melibatkan enam validator yang terdiri atas tiga ahli media dan tiga ahli materi dengan menggunakan instrumen berupa lembar validasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil validasi menyatakan bahwa E-Modul memperoleh skor rata-rata 3,5 berdasarkan ahli media dan 3,3 berdasarkan ahli materi berada pada kategori valid. Berdasarkan hasil tersebut, E-Modul yang dihasilkan memenuhi standar kelayakan sebagai bahan ajar matematika guna mendukung pembelajaran yang interaktif serta peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: Augmented Reality, Open-Ended, Berpikir Kreatif

A. Pendahuluan

Pembelajaran matematika berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir kreatif siswa serta menjadi landasan dalam penguasaan pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Purwaningrum, 2024). Perkembangan teknologi informasi pada era *society* 5.0 berperan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pendidikan melalui penerapan bahan ajar berbasis digital (Wijaksono et al., 2024). Salah satu komponen pentingnya adalah bahan ajar digital yang sejalan dengan perkembangan tersebut adalah e-modul berbasis *augmented reality* yang mampu menyajikan visualisasi objek secara interaktif dan kontekstual (Syaharani et al., 2025). Meskipun demikian, pemanfaatan bahan ajar di Indonesia masih belum sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi (Karengga et al., 2025). Kegiatan

pembelajaran, khususnya mata pelajaran matematika, pendidik masih cenderung menggunakan buku atau modul cetak yang diterbitkan oleh pemerintah (Tyaningsih, 2024). Kondisi tersebut membuat kegiatan pembelajaran lebih berfokus pada penyajian konsep secara langsung serta pemberian soal rutin, sehingga peserta didik memiliki keterbatasan kesempatan dalam membangun pemahaman konsep secara mandiri (Susanti, 2024). Pembelajaran matematika mencakup materi bangun ruang sisi datar, keterbatasan visualisasi serta pendekatan pembelajaran yang kurang memberi ruang eksplorasi menimbulkan sebagian siswa mengalami kesulitan memahami konsep geometri secara mendalam (E. Supratman & Iswatiningsih, 2025). Oleh karena itu, pengembangan modul digital berbasis *augmented reality* dengan penerapan pendekatan *open-ended* menjadi diperlukan untuk menciptakan pembelajaran yang interaktif, memberi ruang bagi beragam strategi pemecahan masalah, serta menunjang peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Dufana, 2025).

Permasalahan tersebut diperkuat berdasarkan hasil wawancara dan observasi di kelas VIII. Hasil kegiatan tersebut menunjukkan pada saat pembelajaran matematika, guru masih memanfaatkan buku ajar cetak sebagai sumber belajar. Buku teks yang digunakan umumnya dilengkapi dengan latihan soal dan langkah penyelesaian yang bersifat prosedural. Penyelesaian soal lebih menekankan pada penggunaan rumus yang sudah tersedia. Kondisi ini menyebabkan peserta didik terbiasa menghafal rumus tanpa memahami konsep secara mendalam. Peserta didik juga cenderung meniru contoh soal yang telah dibahas sebelumnya. Ketika dihadapkan pada permasalahan bangun ruang sisi datar yang memiliki variasi penyelesaian, peserta didik sering mengalami kebingungan. Peserta didik belum mampu mengembangkan strategi penyelesaian yang beragam. Selain itu, buku teks yang digunakan memiliki tampilan visual yang kurang menarik. Penyajian materi masih bersifat statis dan minim visualisasi bangun ruang. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya minat belajar matematika siswa. Kurangnya minat belajar berdampak pada rendahnya keaktifan siswa selama proses pembelajaran. Kondisi ini selanjutnya berpengaruh terhadap kreativitas berpikir dan capaian belajar matematika siswa.

Kondisi tersebut mendorong guru untuk memberikan perhatian lebih dalam mengoptimalkan pemanfaatan bahan ajar yang bersifat inovatif dan kontekstual guna mengoptimalkan motivasi belajar serta memfasilitasi partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran matematika (Pradiarti, 2024). Pemilihan dan penggunaan bahan ajar yang tepat berperan penting dalam membantu guru menyajikan materi bangun ruang sisi datar secara efektif, menarik, serta mudah dipahami, berdampak pada peningkatan hasil belajar siswa (Dufana, 2025). Bahan ajar berfungsi sebagai sarana pendukung pembelajaran yang efektif meningkatkan konsentrasi, motivasi belajar, serta kemampuan berpikir siswa melalui penyajian materi yang sistematis dan interaktif (Pratama & Apriyani, 2025). Sejalan dengan perkembangan pendidikan di era Society 5.0, satu diantaranya bentuk bahan ajar yang relevan untuk diterapkan adalah modul elektronik (Dwiningsih et al., 2022). khususnya e-modul berbasis augmented reality yang dipadukan melalui penerapan pendekatan open-ended guna meningkatkan kreativitas berpikir siswa (Simatupang et al., 2025).

Modul digital ini merupakan pengembangan dari bahan ajar yang dirancang dalam format elektronik dengan memanfaatkan perkembangan teknologi digital, sehingga mudah diakses secara fleksibel tanpa keterbatasan ruang dan waktu (Lastri, 2023). E-Modul berbasis augmented reality mampu menyajikan visualisasi objek bangun ruang sisi datar secara interaktif melalui integrasi animasi tiga dimensi, berupa teks, audio, video, serta fitur navigasi, sehingga pembelajaran matematika meningkatkan daya tarik dan keterlibatan siswa (Purnamasari et al., 2025). Pemanfaatan e-modul berbasis augmented reality berperan dalam meningkatkan pemahaman konsep geometri yang bersifat abstrak, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar (Muharram & Susanti, 2024). Keefektifan e-modul dalam pembelajaran merupakan hal yang krusial karena mampu memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi beragam gagasan, menumbuhkan kreativitas, serta melatih kemampuan berpikir mandiri dalam menyelesaikan permasalahan matematika (Mutia et al., 2025). Dengan demikian, e-modul berbasis augmented reality memiliki relevansi untuk dikombinasikan melalui pendekatan open-ended sebagai strategi pembelajaran yang memfasilitasi guna meningkatkan kreativitas berpikir siswa (Aziz & Sutiarso, 2025).

Berdasar pada penelitian Wardani (2024), pemanfaatan e-modul dengan pendekatan open-ended terbukti mampu meningkatkan kemampuan matematika siswa. Pendekatan open-ended merupakan pendekatan pembelajaran yang mendorong siswa untuk mengemukakan berbagai alternatif pemecahan masalah, strategi, dan metode penyelesaian masalah berdasarkan pemahaman serta keterampilan berpikir kreatif masing-masing siswa (Khoiriyah et al., 2023). Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penerapan strategi open-ended efektif dalam memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kreatif pada manusia berkembang seiring dengan tingkat dan jenjang pendidikan melalui pemberian tugas-tugas yang bersifat terbuka (Lestari & Yuniati, 2026). Salah satu materi dalam geometri adalah bangun ruang sisi datar, pemahaman konsep akan semakin optimal apabila pembelajaran disajikan secara kontekstual dan realistis (Agusta, 2023).

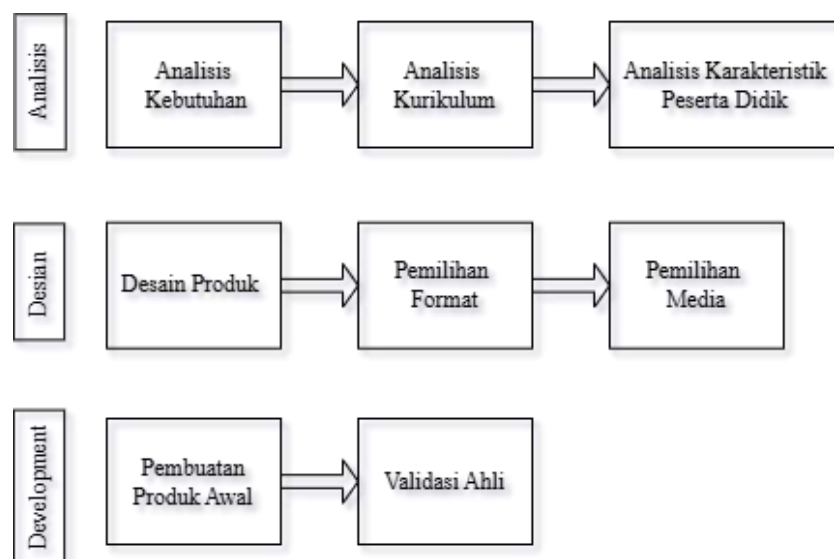
Pemanfaatan e-modul berbasis augmented reality yang memungkinkan visualisasi objek secara nyata dan interaktif (Muhallimah et al., 2025). Pemanfaatan e-modul berbasis *augmented reality* memungkinkan peserta didik melakukan pengamatan objek geometri secara lebih nyata (Luthfia et al., 2025). Visualisasi bangun ruang sisi datar dapat ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi (Fharhah et al., 2025). Peserta didik dapat memutar, memperbesar, dan mengamati setiap sisi bangun ruang secara interaktif (Fathulloh & Sari, 2025). Penyajian materi yang bersifat kontekstual melalui *augmented reality* juga mendukung proses pembelajaran yang lebih bermakna (Suntari et al., 2025). Peserta didik berpartisipasi aktif dalam eksplorasi konsep (Faradina et al., 2025). Aktivitas ini sejalan dengan karakteristik pendekatan *open-ended*.

Penerapan pendekatan *open-ended*, peserta didik disajikan permasalahan yang bersifat terbuka (Utami et al., 2020). Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan berbagai cara (Lestari & Yuniati, 2026). Peserta didik diarahkan untuk mengekspresikan ide dan strategi yang beragam (Wijaya et al., 2022). Proses ini memfasilitasi siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif matematis (M. Supratman et al., 2025). salah satu konteks yang berpotensi digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah (Hartoyo, 2022). Penerapan teknologi augmented reality dalam e-modul memungkinkan penyajian materi secara visual, interaktif,

dan menarik (Sa'diah et al., 2022). Peserta didik dapat mengamati objek serta proses matematika secara lebih konkret (Purbarani, 2024). E-modul berbasis Augmented Reality juga memuat berbagai representasi, seperti visualisasi objek, ilustrasi (Anjani et al., 2025). Selain penggunaan teknologi, penerapan pendekatan open-ended dalam pembelajaran memfasilitasi peserta didik untuk menemukan berbagai alternatif jawaban, strategi, dan cara penyelesaian masalah (Lestari & Yuniati, 2026).

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang mencakup tahapan *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Meskipun model ADDIE terdiri atas lima tahap, penelitian ini dibatasi pelaksanaannya hingga tahap analisis, perancangan dan pengembangan. Melalui ketiga tahap tersebut, dikembangkan sebuah produk e-modul berbasis augmented reality dengan pendekatan open-ended yang ditujukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Tahapan penelitian pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat disajikan sebagai berikut.



Gambar 1. Prosedur Desain Pengembangan *E-Modul*

Tahap analisis bertujuan untuk meninjau dan memetakan berbagai permasalahan pembelajaran dilingkungan sekolah secara komprehensif agar dapat merancang solusi yang tepat. Tahap analisis pada penelitian ini terdiri atas analisis

kebutuhan, analisis kurikulum dan analisis karakteristik peserta didik. Pelaksanaan tahap ini memanfaatkan instrumen observasi serta wawancara sebagai metode pengumpulan data. Peneliti melakukan observasi secara langsung pada saat proses pembelajaran matematika berlangsung dikelas. Wawancara dilakukan bersama guru mata pelajaran matematika berdasarkan indikator yang telah ditetapkan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen Wawancara Guru Matematika

Aspek	Indikator
Aspek Analisis Kebutuhan	1. Ketersediaan media pembelajaran 2. Kendala terhadap media pembelajaran 3. Harapan terhadap peningkatan media pembelajaran
Aspek Analisis Kurikulum	1. Penerapan kebijakan kurikulum 2. Materi yang memerlukan peningkatan media pembelajaran
Aspek Analisis Karakteristik Peserta Didik	1. Pencapaian kompetensi belajar peserta didik 2. Banyaknya peserta didik 3. Kendala dalam pelaksanaan pembelajaran

Sumber: dimodifikasi dari (Kamilah et al., 2024)

Tahap perancangan merupakan tahap awal dalam penyusunan produk yang dirancang berlandaskan hasil analisis sebelumnya. Tahap ini digunakan untuk menyusun rancangan penelitian produk secara sistematis agar diperoleh gambaran yang jelas mengenai bentuk dan karakteristik produk yang akan dikembangkan. Tujuan setiap tahap perancangan guna memudahkan peneliti pada saat merencanakan proses pengembangan produk secara terarah. Tahap ini meliputi desain produk, penentuan format penyajian materi, serta pemanfaatan media pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik materi dan kebutuhan peserta didik.

Tahap pengembangan merupakan tahap lanjutan yang berfokus pada proses pembuatan produk mengacu pada perencanaan yang telah ditetapkan sebelumnya. Produk yang telah dikembangkan akan dilakukan uji kelayakan oleh ahli media dan ahli materi, masing-masing sebanyak tiga orang. Ahli media melakukan validasi untuk mengkaji mutu tampilan, sistem penyajian dan kelayakan media, sedangkan validasi ahli materi untuk memastikan kesesuaian isi dengan tujuan pembelajaran. Aspek penilaian oleh ahli media mengacu pada indikator yang disajikan pada Tabel

2, Sementara aspek penilaian yang dilakukan oleh ahli materi disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Indikator Penilaian Validasi Ahli Media

No.	Indikator Penilaian	Nomor Pernyataan	Jumlah Butir Pernyataan
1.	Aspek Tampilan	1, 2, 3	3
2.	Aspek Penyajian	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	8
3.	Aspek Penggunaan	12	1
Total Butir Pernyataan			12

Sumber: (Adaptasi dari (Kamilah et al., 2024))

Tabel 3. Indikator Penilaian Validasi Ahli Materi

No.	Indikator Penilaian	Nomor Pernyataan	Jumlah Butir Pernyataan
1.	Kesesuaian Kurikulum	1, 2	2
2.	Aspek Kualitas Isi Materi	3, 4, 5, 6	4
3.	Aspek Evaluasi / Latihan Soal	7, 8, 9, 10	4
4.	Pendekatan Open-Ended	11, 12	2
5.	Aspek Augmented Reality	13, 14	2
6.	Kemampuan Berpikir Kreatif	15, 16	2
Total Butir Pernyataan			16

Sumber: (Adaptasi dari (Kamilah et al., 2024))

Selanjutnya, berdasarkan hasil penilaian yang telah di isi oleh para ahli, tingkat kevalidan e-modul ditentukan melalui perhitungan perbandingan skor yang diperoleh dengan skor maksimum yang telah ditentukan (Istianah et al., 2025).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan :

$\bar{x}$ = Nilai Rata-rata

$\sum x$ = Total Nilai

N = Total Butir

Hasil perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Validitas E-Modul

Interval Nilai	Kategori Validitas	Keterangan
$3,25 < x \leq 4,00$	Sangat Valid	Tidak Perlu Revisi
$2,50 < x \leq 3,25$	Cukup Valid	Revisi Sebagian
$1,75 < x \leq 2,50$	Kurang Valid	Peninjauan Ulang
$1,00 < x \leq 1,75$	Tidak Valid	Revisi Menyeluruh

Sumber: (Adaptasi dari (Kamilah et al., 2024))

C. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merancang bahan ajar elektronik sebuah e-modul *augmented reality* yang dikembangkan melalui pendekatan *Open-Ended* yang telah memenuhi kriteria validitas sehingga dinyatakan layak yang berfungsi sebagai sumber belajar pada kegiatan pembelajaran matematika. Temuan dalam penelitian ini konsisten dengan berbagai hasil studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemanfaatan e-modul berbasis teknologi interaktif berkontribusi terhadap peningkatan partisipasi serta capaian belajar peserta didik (Rahmatyas, 2024). Pengembangan e-modul ini bertujuan tidak hanya sebagai bahan ajar, melainkan juga dirancang sebagai sarana yang mendorong keterlibatan siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif melalui aktivitas pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi (Umami & Sakti, 2024). Tahapan pengembangan penelitian ini mengikuti model ADDIE yang dilaksanakan secara sistematis, namun dibatasi hingga tahap *development* sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap analisis dilaksanakan melalui tiga tahapan utama yang memiliki keterkaitan satu sama lain, yaitu sebagai berikut.

1. Analisis Kebutuhan

Pelaksanaan tahap ini berlandaskan data yang diperoleh melalui observasi kelas dan wawancara mendalam dengan guru matematika, diperoleh temuan empiris bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kendala pada saat mengonstruksi pemahaman matematis dari permasalahan yang dimunculkan dalam konteks kehidupan sehari-hari. Siswa cenderung memaknai matematika sebagai kumpulan rumus yang dihafal, karena peserta didik belum menjadikan matematika sebagai instrumen untuk memecahkan masalah secara logis dan sistematis. Disamping itu peserta didik belum mampu mengemukakan justifikasi dan penjelasan matematis terhadap solusi yang mereka peroleh, khususnya pada materi pembelajaran bangun ruang sisi datar yang membutuhkan keterampilan visualisasi siswa, penalaran spasial, serta pemahaman konsep yang mendalam.

Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya kurangnya keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran, dominasi metode ceramah oleh guru, serta belum optimalnya penerapan soal-soal kontekstual yang relevan dengan kehidupan nyata. Selain itu, strategi pembelajaran yang digunakan

mengakibatkan proses pembelajaran bersifat abstrak dan kurang melibatkan peserta didik secara aktif. Guru belum secara optimal memanfaatkan perkembangan teknologi secara maksimal, sehingga pembelajaran belum mampu mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik di era digital. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan media ajar inovatif berupa E-Modul yang mengintegrasikan *Augmented Reality* melalui penerapan pendekatan Open-Ended bertujuan untuk menciptakan pengalaman belajar yang bersifat interaktif, visual, serta bermakna dan mampu mendukung peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa

2. Analisis Kurikulum

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru matematika, dapat disimpulkan bahwa satuan pendidikan telah mengimplementasikan Kurikulum Merdeka mengutamakan proses pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik dengan fokus pada peningkatan kemampuan berpikir kreatif, serta kecakapan dalam menyajikan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah kontekstual dalam kehidupan sehari-hari. Kurikulum saat ini mengarahkan peserta didik untuk memahami sekaligus mengaplikasikan konsep secara kritis dan kreatif dalam kehidupan nyata.

Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi Kurikulum Merdeka di lapangan belum sepenuhnya sesuai dengan prinsip yang diharapkan. Proses pembelajaran masih didominasi melalui metode konvensional yang berpusat pada guru, sehingga peserta didik memiliki keterbatasan dalam mengeksplorasi ide, berdiskusi, dan mengembangkan kreativitasnya. Selain itu, belum terdapat pengembangan media pembelajaran yang interaktif dan berbasis teknologi yang dapat mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka. Kondisi tersebut semakin tampak pada materi bangun ruang sisi datar yang memerlukan representasi dan visualisasi yang optimal agar peserta didik lebih mudah memahami konsep.

3. Analisis Karakteristik Peserta Didik

Temuan observasi di lapangan mengindikasikan bahwa sejumlah siswa masih mengalami kendala dalam menyajikan representasi konsep matematika. Siswa cenderung mengandalkan hafalan rumus dan meniru langkah-langkah

penyelesaian dari contoh soal yang disajikan guru tanpa benar-benar memahami konsep dasar yang melandasinya. Dampaknya, ketika menghadapi permasalahan yang berbeda atau lebih kompleks, peserta didik mengalami kebingungan dalam menentukan strategi penyelesaian yang tepat.

Selain itu, selama kegiatan pembelajaran berlangsung, menunjukkan rendah, sebagian siswa motivasi serta motivasi belajar siswa terhadap matematika. Hal ini terlihat dari sikap pasif, kurangnya partisipasi dalam diskusi, serta adanya siswa yang cenderung merasa jenuh selama pembelajaran, hingga menunjukkan kurangnya keterlibatan dikelas. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa keadaan tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran yang diterapkan masih belum efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan minat belajar siswa. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan inovasi pembelajaran yang interaktif melalui pemanfaatan *Augmented Reality*.

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun e-modul sebagai bentuk solusi inovatif untuk menjawab berbagai kendala yang telah diidentifikasi melalui tahap sebelumnya. Kegiatan pada tahap ini meliputi pemilihan media pembelajaran yang relevan dengan kondisi dan kebutuhan sekolah, penentuan format penyajian digital, serta penyusunan dan perancangan isi. Pengembangan e-modul disusun secara sistematis dengan mempertimbangkan kesesuaian terhadap karakteristik dan kebutuhan materi ajar dengan tahapan pendekatan *Open-Ended*. Selain itu, perancangan E-Modul juga berlandaskan indikator kemampuan komunikasi matematis siswa agar dapat memfasilitasi siswa untuk menyampaikan ide, penalaran, dan solusi matematis secara lebih jelas dan terstruktur.

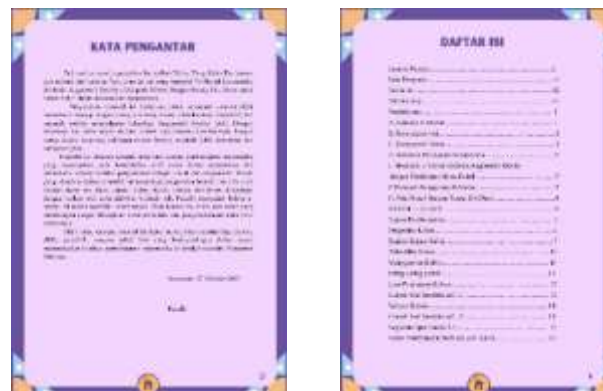
E-Modul ini dirancang menggunakan aplikasi Canva untuk menghasilkan tampilan visual yang menarik dan komunikatif, kemudian dikonversi ke dalam bentuk modul digital interaktif melalui platform Heyzine Flipbook sehingga dapat diakses dengan lebih fleksibel oleh peserta didik. Berdasarkan proses tersebut, diperoleh hasil rancangan awal E-Modul Bangun Ruang Sisi Datar yang dikembangkan dengan pendekatan *Open-Ended* berbasis *Augmented Reality* sebagai produk awal penelitian.

*Pengembangan E-Modul Augmented Reality Dengan Pendekatan Open-Ended Untuk
Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif*



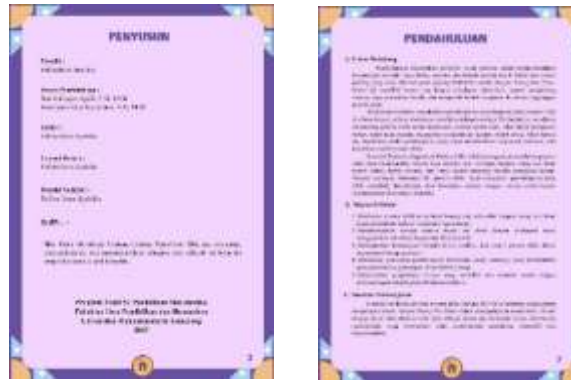
Gambar 2. Cover, Lembar Penulis

Gambar 2 menampilkan halaman sampul E-Modul berjudul “*E-Modul AR Bangun Ruang Sisi Datar dengan Pendekatan Open-Ended*” yang memuat nama materi pembelajaran, logo Universitas Muhammadiyah Semarang dan identitas penulis. Selanjutnya, halaman lembar penulis memuat judul e-modul dengan nama penulis serta dosen pembimbing.



Gambar 3. Kata Pengantar, Daftar isi

Gambar 3 memperlihatkan halaman *Kata Pengantar* yang berisi ungkapan rasa syukur atas terselesaikannya penyusunan E-Modul serta ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam proses pengembangannya. Selanjutnya, pada halaman *Daftar Isi* disajikan susunan bagian-bagian E-Modul secara sistematis yang mencakup judul setiap bab dan subbab beserta nomor halamannya sebagai panduan bagi pembaca.



Gambar 4. Pendahuluan

Pendahuluan pada e-Modul yang dikembangkan. Bagian pendahuluan memuat uraian mengenai latar belakang pengembangan e-Modul, pentingnya materi yang disajikan, serta permasalahan pembelajaran yang menjadi dasar pengembangan media. Selain itu, pada bagian ini juga disajikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, manfaat penggunaan e-Modul bagi peserta didik dan pendidik, serta gambaran umum isi materi. Pendahuluan berfungsi sebagai pengantar agar pembaca memperoleh pemahaman awal mengenai arah, ruang lingkup, dan urgensi pengembangan e-Modul dalam mendukung proses pembelajaran.

Pendahuluan pada e-Modul yang dikembangkan. Bagian pendahuluan memuat uraian mengenai latar belakang pengembangan e-Modul, pentingnya materi yang disajikan, serta permasalahan pembelajaran yang menjadi dasar pengembangan media. Selain itu, pada bagian ini juga disajikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, manfaat penggunaan e-Modul bagi peserta didik dan pendidik, serta gambaran umum isi materi. Pendahuluan berfungsi sebagai pengantar agar pembaca memperoleh pemahaman awal mengenai arah, ruang lingkup, dan urgensi pengembangan e-Modul dalam mendukung proses pembelajaran.

Pada tahap pengembangan dilakukan realisasi produk yang telah dirancang sebelumnya untuk kemudian dinilai kelayakannya oleh para ahli. Kegiatan ini diawali dengan penyusunan produk awal E-Modul yang selanjutnya divalidasi oleh tiga ahli media dan tiga ahli materi. Penilaian para validator berpedoman pada indikator yang telah ditetapkan, meliputi aspek kelayakan tampilan, video pembelajaran, dan kelayakan penggunaan media untuk ahli media, serta aspek kelayakan materi, kesesuaian bahasa, pendekatan Open-Ended, augmented reality,

dan kemampuan komunikasi matematis untuk ahli materi. Hasil penilaian tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat kevalidan E-Modul.

Berdasarkan masukan dan rekomendasi dari para validator, dilakukan revisi dan penyempurnaan terhadap produk agar lebih efektif, layak, dan efektif untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran matematika.

Tabel 5. Saran dan Masukan Para Ahli

No	Saran Para Ahli	Kondisi Awal	Tindak Lanjut
1.	Visualisasi AR perlu diperjelas dan dibuat lebih interaktif agar mudah dipahami peserta didik.	Tampilan objek AR masih sederhana dan kurang memberikan penjelasan visual yang mendalam.	Memperbaiki tampilan visual AR dengan menambahkan animasi
2.	Materi dalam E-Modul perlu disajikan lebih sistematis	Penjelasan materi masih bersifat umum dan beberapa bagian kurang rinci.	Menyusun ulang penyajian materi menjadi lebih runtut, menambahkan penjelasan langkah demi langkah, serta memperbanyak contoh soal kontekstual.

Pada tahap uji kevalidan, media pembelajaran dinilai oleh ahli media dan ahli materi untuk mengetahui tingkat kelayakannya. Hasil validasi dari kedua validator tersebut disajikan pada tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil Uji Validitas Ahli Media

Indikator Penilaian	Ahli Media			Rata-Rata
	I	II	III	
Aspek Tampilan	4	3.3	3.5	3.6
Aspek Penyajian	3.1	3.5	3.4	3.3
Aspek Penggunaan	3	4	4	3.6
Nilai Akhir				3.5
Kategori				Valid

Berdasarkan Tabel 6, hasil validasi memperlihatkan bahwa penilaian dari tiga ahli media menghasilkan skor rata-rata 3,5 yang menempatkan e-modul berbasis augmented reality dalam kategori valid. Evaluasi mencakup aspek tampilan, penyajian dan penggunaan sebagai indikator utama kelayakan media.

Berdasarkan hasil penilaian, aspek tampilan menunjukkan perolehan skor rata-rata sebesar 3,6, yang mengindikasikan bahwa desain visual E-Modul, meliputi tata letak, pemilihan warna, tipografi, serta keterpaduan elemen visual, telah

memenuhi kriteria media pembelajaran yang berkualitas, sehingga mampu menunjang keterbacaan materi serta meningkatkan minat belajar peserta didik. Berdasarkan hasil penilaian, aspek penyajian memperoleh skor rata-rata 3,3, yang menunjukkan bahwa struktur penyajian materi, sistematika penyampaian informasi, serta integrasi media pendukung telah disusun secara cukup runtut dan mendukung pemahaman peserta didik terhadap materi yang disajikan. Selain itu, penilaian pada aspek penggunaan memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,6, yang menunjukkan bahwa E-Modul memiliki kemudahan dalam pengoperasian, navigasi yang jelas, serta dapat digunakan secara efektif oleh pengguna.

Perbedaan skor yang diberikan oleh masing-masing validator menunjukkan adanya variasi sudut pandang dalam penilaian, namun secara keseluruhan seluruh aspek berada pada rentang skor valid. Berdasarkan hasil validasi tersebut, e-modul berbasis Augmented Reality yang dikembangkan tergolong layak dan memenuhi standar sebagai media pembelajaran matematika.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Ahli Materi

Indikator Penilaian	Ahli Materi			Rata Rata
	I	II	III	
Aspek Kurikulum	4	3	4	3.6
Aspek Kualitas Materi	3	3.7	3.7	3.4
Aspek Evaluasi / Latihan Soal	3.7	3.2	3.6	3.5
Pendekatan <i>Open Ended</i>	3	3	3.4	3.1
Aspek <i>Augmented Reality</i>	2	3.5	3.6	3.0
Aspek Berpikir Kreatif	3.5	3.5	3.6	3.5
Nilai Akhir				3.3
Kategori				Valid

Berdasarkan tabel 7, hasil penelitian dari tiga ahli materi menunjukkan bahwa e-modul berbasis augmented reality dengan pendekatan open-ended memperoleh skor rata-rata 3,3 yang termasuk dalam kategori valid. Uji validitas dilakukan terhadap enam aspek, yaitu aspek kesesuaian kurikulum, kualitas isi materi, evaluasi atau latihan soal, penerapan pendekatan open-ended, pemanfaatan augmented reality, dan indikator kemampuan berpikir kreatif matematis.

Aspek kesesuaian kurikulum, memperoleh skor rata-rata 3,6, yang menunjukkan bahwa materi dalam E-Modul tersebut sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan Kurikulum Merdeka. Aspek kualitas isi materi memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,4 menunjukkan bahwa materi disajikan

secara akurat, sistematis, serta selaras dengan karakteristik dan tingkat perkembangan peserta didik. Aspek evaluasi atau latihan soal memperoleh yang memperoleh skor rata-rata 3,5 yang menunjukkan bahwa latihan yang disajikan telah mendukung penguatan pemahaman konsep sekaligus mendorong keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Kemudian pada aspek penerapan pendekatan open-ended memperoleh skor rata-rata 3,1 yang menunjukkan bahwa E-Modul telah memuat permasalahan terbuka yang mendorong peserta didik untuk merancang dan menerapkan berbagai alternatif strategi penyelesaian masalah. Pada aspek pemanfaatan augmented reality, memperoleh skor rata-rata 3,0 yang menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi augmented reality telah dimanfaatkan untuk membantu visualisasi konsep bangun ruang sisi datar secara konkret, meskipun masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar lebih optimal. Adapun pada aspek indikator kemampuan berpikir kreatif matematis memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,5 yang menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran dalam E-Modul telah dirancang untuk memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Secara keseluruhan, hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan termasuk dalam kategori valid dan layak digunakan sebagai bahan ajar matematika, serta memiliki potensi untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran dan pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, Pengembangan E-Modul Berbasis *Augmented reality* dengan pendekatan open-ended khususnya materi bangun ruang sisi datar melalui tahapan analysis, design, dan development dalam model pengembangan ADDIE. Proses pengembangan dilakukan secara sistematis dengan berlandaskan pada kebutuhan pembelajaran di lapangan, karakteristik peserta didik, serta tuntutan kurikulum merdeka yang memfokuskan proses pembelajaran berpusat pada peserta didik serta pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Produk yang dihasilkan dirancang untuk mengintegrasikan visualisasi tiga dimensi berbantuan *Augmented Reality* dengan penyajian permasalahan terbuka,

sehingga mampu menciptakan pengalaman belajar yang interaktif, kontekstual dan bermakna.

Berdasarkan penilaian ahli media dan ahli materi menunjukkan bahwa e-modul yang di kembangkan dinyatakan memenuhi kriteria kevalidan pada seluruh aspek penilaian, meliputi kelayakan tampilan, penyajian, penggunaan media, kesesuaian materi, penggunaan bahasa, penerapan pendekatan open-ended, pemanfaatan *Augmented Reality*, serta keterkaitannya dengan indikator kemampuan berpikir kreatif matematis. Temuan ini mengindikasikan bahwa E-Modul telah sesuai dengan prinsip-prinsip pengembangan media ajar digital yang berkualitas serta layak untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Daftar Pustaka

- Agusta, E. S. (2023). *Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Bangun Ruang Sisi Datar Melalui Pmri Dengan Aplikasi (LMS)*. 20(1), 43–52.
- Anjani, F., Kusmana, P., & Anantyarta, P. (2025). *Pengembangan E-Modul Ekosistem Berbasis Augmented Reality Pada Siswa Kelas VII Development of an Augmented Reality-Based Ecosystem E-Module for Seventh Grade Students*. 95–107. <https://doi.org/10.32528/bioma.v10i2.3300>
- Aziz, A., & Sutiarso, S. (2025). *Efektivitas Open-ended Problem Ditinjau dari Kemampuan Pemecahan Masalah dan Berpikir Kreatif Matematis : Kajian Literatur*. 7, 461–478.
- Dufana, C. E. (2025). *Pengembangan E-Modul Berbantuan Aplikasi Calibre Yang Berbasis Augmented Reality (Ar) Pada Materi Siklus Akuntansi Perusahaan Dagang*. 13(1), 223–229.
- Dwiningsih, K., Poedjiastoeti, S., Lutfi, A., Sukarmin, S., Hidayah, R., & Nisa, A. (2022). *Interactive e-modules training and workshop as teaching materials the era of Society 5 . 0*. 7(May), 295–308.
- Faradina, N. R., Fauziyyah, A., Mutmainah, I., Zahra, A. A., & Riyadi, A. R. (2025). *Pengalaman Peserta Didik Fase B Dalam Memahami Konsep Melalui Gamifikasi Digital*. 10, 866–874.
- Fathulloh, A. R. H., & Sari, E. F. (2025). *Pengembangan E-Media Berbasis Augmented Reality Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Peserta Didik Kelas Vi. Inspiramatika*, 11(1), 45–60.

- Fharhah, S. F., Yolanda, D. A., & Andisa, N. A. (2025). *Visualisasi Konsep Bangun Ruang Melalui Media Tri Matra dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar*.
- Hartoyo, A. (2022). *Penguatan Pendidikan Karakter Peserta Didik melalui Pendekatan Pembelajaran Kontekstual di Sekolah Dasar*. 6(5), 8349–8358.
- Istianah, F., Savitri, F. A., Mustofa, H. K., Nafsi, H. I., Najwa, A., Putri, S., & Riskita, S. A. (2025). *Jurnal Pendidikan MIPA*. 15(September), 932–939.
- Kamilah, H., Mawarsari, V. D., & Prihaswati, M. (2024). *Desain E-Modul menggunakan Pendekatan Open Ended Berbasis Etnomatematika Tari Gambyong Materi SPLDV*. 6, 624–638.
- Karengga, F. I. (2025). *Analisis Tantangan Pengembangan Media Dan Bahan Ajar Berbasis Teknologi Dalam Peningkatan Kompetensi Literasi Digital Siswa MI*. 6(2), 156–169.
- Khoiriyah, U., Effendi, M. M., Kusumawardana, A. S., & Ummah, S. K. (2023). *Pengembangan Instrumen Soal Tipe Open-Ended Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar untuk Menganalisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP*. 6.
- Lastri, Y. (2023). *Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran*. 3, 1139–1146.
- Lestari, S. D., & Yuniati, S. (2026). *Penerapan Strategi Open-Ended Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa Dengan Materi Segitiga*. 5(1), 681–693.
- Luthfia, Feri, T. P., & Tria, G. (2025). *Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning berbantuan Augmented Reality pada Materi Translasi*. 5(1), 328–347.
- Muhalimah, A. P., Ardianti, S. D., & Najikhah, F. (2025). *Pengembangan Media E-Modul Interaktif Berbantuan Augmented Reality Untuk Meningkatkan Minat Belajar Ips Siswa Kelas V Sd 5 Cendono*. 10(September).
- Muharram, N., & Susanti, W. (2024). *Peningkatan Kemampuan Numerasi Siswa SMA Negeri 9 Luwu melalui Pembelajaran Etno-Matematika Berbasis Augmented Reality*. 4(2), 128–140.
- Mutia, T. (2025). *Efektivitas E-Modul Interaktif Berbasis Project Based*. 9, 42–51. <https://doi.org/10.29408/geodika.v9i1.28193>
- Pradiarti, R. A. (2024). *Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Open Ended Materi Geometri*. 09(November 2023), 93–106.
- Pratama, M. A., & Apriyani, D. (2025). *Analisis Literatur Sistematis Tentang Pemanfaatan Multimedia interaktif Pada Pembelajaran Matematika Peserta Didik Sekolah Dasar*. 3(1), 37–48.

- Purbarani, D. A. (2024). *Penerapan Media Konkret Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Siswa Kelas 1 Sdn Baluase*. 1.
- Purnamasari, R., Motivation, M., & Understanding, C. (2025). *Penerapan aplikasi geogebra terhadap motivasi dan pemahaman konsep matematika siswa materi bangun ruang sisi datar*. 3(3), 1–10.
- Purwaningrum, J. P. (2024). *Kreatif Matematis Melalui Discovery Learning*. 145–157.
- Rahmatyas, S. (2024). *DIKMAT: Jurnal Pendidikan Matematika*. 05(01), 19–23.
- Sa'diah, Ruhiat, Y., & Sholih. (2022). *Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Augmented Reality Untuk Siswa Sekolah Dasar*. 13(April), 21–29.
- Simatupang, G. M., Sabil, H., Syafmen, W., Falani, I., & Jambi, U. (2025). *Pelatihan E-Modul Majalah Digital Berbantuan Ar*. 8, 159–169.
- Suntari, Y., Usman, H., & Yunus, M. (2025). *Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Augmented Reality di Kelas IV SD*. 7(3).
- Supratman, E., & Iswatiningih, D. (2025). *Efektivitas Pembelajaran Mendalam Berbantuan Geogebra terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Bangun Ruang Sisi Datar*. 13(2), 759–772.
- Supratman, M., Ardana, I. M., Suharta, I. G. P., & Astawa, I. W. P. (2025). *Eksplorasi Berpikir Kreatif Matematis ; Pola Dan Proses*. 13(1), 392–401.
- Susanti, W. (2024). *Meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan prosedural matematika melalui pendekatan diferensiasi berbantuan lkpdr terstruktur*. 1. 4(2), 61–70.
- Syahrani, D. N., Pasaribu, F. T., Gustiningsi, T., & Nusantara, D. S. (2025). *Jurnal Pendidikan MIPA*. 15(September), 961–974.
- Tyaningsih, R. Y. (2024). *Pusat Sumber Belajar Matematika Berbasis Website Untuk Meningkatkan Mutu Proses Pembelajaran Matematika*. 6, 699–711.
- Umami, D. V., & Sakti, N. C. (2024). *Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Berbasis Flipbook pada Materi OJK untuk Meningkatkan Hasil Belajar*. 6(5), 6138–6149.
- Utami, R. W., Endaryono, B. T., Djuhartono, T., Guru, P., Ibtidaiyah, M., Studi, P., & Ekonomi, P. (2020). *Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif*. 7(1), 43–48.
- Wardani, N. K., Kartika, E. D., & Wijayanti, R. (2024). *Pengembangan E-Modul dengan Model Kooperatif Berbasis Aplikasi Canva Menggunakan Pendekatan Open-Ended Bagi Siswa SMK*. 08(46), 1725–1734.

- Wijaksono, A., Suastra, I. W., Wikrama, A., Atmaja, T., & Tika, I. N. (2024). *Literature Review: Perspektif Filsafat Tentang Penerapan Kurikulum Merdeka Dengan Relevansinya Pada Era 5 . 0 Program Pascasarjana Prodi Ilmu Pendidikan , Universitas Pendidikan Ganesha Abstrak Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tela.* 472–484.
- Wijaya, A. J., Pujiastuti, H., Hendrayana, A., Sultan, U., Tirtayasa, A., Jakartakm, J. R., Serang, K., & Serang, K. (2022). *Tingkat Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Menyelesaikan Soal Open Ended.* 11(1), 108–122.