

PENGEMBANGAN DESAIN E-DEDAKTIS MELALUI BAHAN AJAR BERBASIS PROJECT MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY

Risma Amelia^{1*}, Wahyu Setiawan², Sheilla Zalzabilla Al-jabar³

^{1*,2,3} IKIP Siliwangi, Cimahi, Indonesia

^{*}Corresponding author.

E-mail: [^{1*\)}rismaamelia@ikipsiliwangi.ac.id](mailto:rismaamelia@ikipsiliwangi.ac.id)
[^{2\)}kakwahyu3@gmail.com](mailto:kakwahyu3@gmail.com)
[^{3\)}sheillazalzabillaaljabar@gmail.com](mailto:sheillazalzabillaaljabar@gmail.com)

Received 23 December 2022; Received in revised form 05 January 2024; Accepted 18 June 2025

Abstrak

Peranan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa dapat memudahkan siswa dalam memahami materi. Namun kondisinya di lapangan, bahan ajar pada pembelajaran matematika yang diterapkan masih belum sesuai dengan kebutuhannya. Sehingga siswa kurang dapat memahami materi dan berujung pada tidak maksimalnya capaian pembelajaran. Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan desain e-didaktis melalui bahan ajar elektronik berbasis *project* menggunakan *Augmented Reality*, agar pembelajaran terpusat pada siswa dan pembelajaran lebih interaktif sehingga dapat mengkonstruksi penemuan konsep oleh siswa, sehingga siswa lebih mudah memahami materi. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*R&D*) yang mengimplementasikan model *Borg and Gall*. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu melalui observasi dan angket. Subjek penelitian yaitu siswa SMP kelas VIII. Terdapat 5 ahli sebagai validator diantaranya 2 dosen prodi pendidikan matematika yang terdiri dari 1 orang ahli pembelajaran dan 1 orang ahli media pembelajaran serta 3 guru mata pelajaran matematika SMP. Identifikasi masalah awal melalui analisis hambatan belajar siswa yang dilakukan dengan mengaitkan alur pembelajaran yang dapat dikembangkan dengan membuat alur lintasan belajar (*learning trajectory*) untuk selanjutnya mendesain e-didaktis. Hasil dari penelitian ini adalah desain e-didaktis melalui bahan ajar elektronik melalui aplikasi *flipbook* dengan menggunakan *Augmented Reality* yang dikembangkan sesuai dengan metode penelitian pengembangan model *Borg and Gall*, berdasarkan hasil analisis validasi bahan ajar dengan rata-rata 3,24 menunjukkan bahan ajar valid dan layak digunakan, dan uji kepraktisan 78% menunjukkan kriteria praktis untuk digunakan serta 85% menunjukkan ketuntasan belajar siswa. Sehingga bahan ajar yang dikembangkan sudah efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Desain e-didaktik, *Project*.

Abstract

The role of teaching materials that suit students' needs can help students understand the material. However, conditions in the field, the teaching materials used in mathematics learning are still not in accordance with needs. So students are less able to understand the material and this results in less than optimal learning outcomes. The aim of this research is to develop e-didactical design through project-based electronic teaching materials using *Augmented Reality*, so that learning is student-centered and learning is more interactive so that students can construct concept discoveries. The research method used is development research (*R & D*) which implements the *Borg and Gall* model. Data collection techniques in this e-didactic design development research use two types, namely observation and questionnaires. The research subjects were junior high school students. There are 5 experts as validators including 2 mathematics education study program lecturers, namely learning experts and learning media experts as well as 3 junior high school mathematics subject teachers. Identify initial problems with learning obstacle analysis which is carried out by linking learning paths that can be developed by creating learning trajectories to further design e-didactics. The result of this research is an e-didactical design using electronic teaching materials via a flipbook application using *Augmented Reality* which was developed in accordance with the *Borg and Gall* model development research method, based on the results of the validation analysis of teaching materials with an average of 3.24 indicating that the teaching materials are valid and suitable for use, and a practicality test of 78% shows practical criteria for use and 85% shows student learning completeness. So that the teaching materials developed are effective for use in learning.

Keywords: *Augmented Reality*, e-didactic design, *Project*.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

PENDAHULUAN

Kurikulum merdeka menuntut guru agar dapat menerapkan pembelajaran yang interaktif dan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran dan sesuai dengan kebutuhan mereka, agar siswa dapat terlibat aktif di dalamnya dan mudah memahami materi (Mandopa et al., 2024). Seiring dengan perkembangan yang terus berkembang di bidang teknologi, integrasi ICT dalam pembelajaran perlu diterapkan agar proses pembelajaran lebih optimal. Rata-rata siswa saat ini sudah familiar dengan teknologi, dan terbiasa dengan penggunaan laptop maupun gadget, sehingga penggunaan teknologi dalam pembelajaran akan sangat membantu guru untuk menarik minat siswa dalam belajar, dan mempermudah mereka dalam memahami materi (Irawati & Setyadi, 2021). Sebagaimana menurut (Amelia et al., 2021) salah satu kebutuhan dalam pembelajaran adalah bahan ajar elektronik yang dapat menerapkan metode pembelajaran menarik serta mendorong keterlibatan aktif siswa.

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran fundamental dalam pendidikan yang memiliki peran penting dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika masih rendah, terutama dalam materi geometri bangun ruang (Fatahillah & Faradillah, 2023). Pembelajaran berbasis teknologi telah menjadi salah satu solusi inovatif dalam mengatasi kesulitan ini (Guntur et al., 2019). Salah satu teknologi yang mulai banyak dimanfaatkan dalam pembelajaran adalah *Augmented Reality* (AR), yang memungkinkan visualisasi konsep secara lebih interaktif.

Berdasarkan penelitian (Musaad & Suparman, 2023) menunjukkan bahwa bahan ajar e-modul lebih disukai oleh 98% siswa. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa siswa lebih banyak menggunakan gadget daripada buku pelajaran setiap hari. Beberapa penelitian menyatakan bahwa penggunaan e-modul dalam pembelajaran sangat praktis dan efektif diterapkan. Sebagaimana (Atmojo et al., 2025) menyatakan bahwa e-modul sangat bermanfaat dan efektif dalam proses pembelajaran dan membantu guru menyampaikan pelajaran, (Nasution et al., 2021) juga menyatakan bahwa e-modul berbasis *project based learning* praktis dan efektif diterapkan di kelas untuk pembelajaran matematika dan melalui penerapan e-modul dapat meningkatkan berfikir kritis siswa. Penggunaan bahan ajar elektronik, menjadikan pembelajaran lebih menarik dan interaktif, sehingga dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam belajar (Swidan & Arzarello, 2022). Berdasarkan kajian dari penelitian sebelumnya mengenai penerapan teknologi dan penggunaan bahan ajar elektronik belum ditemukan penelitian yang mengembangkan desain e-didaktik berbasis project dengan menggunakan *Augmented Reality* pada materi bangun ruang.

Permasalahan mengenai matematika sebagai pelajaran yang esensial di sekolah dan menjadi mata pelajaran yang ditakuti dan dirasa sulit oleh siswa, serta rendahnya motivasi belajar saat ini membutuhkan solusi bagi guru terutama di era digitalisasi seperti saat ini. Kesulitan siswa dalam pembelajaran matematika karena bahan ajar yang digunakan belum sesuai dengan kebutuhan mereka. Oleh karena itu perlunya mengatasi masalah tersebut (Ziden et al., 2022). Sebagian besar Sekolah yang ada di Kota Cimahi sudah

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

masuk kategori sekolah penggerak dan beranjak menerapkan kurikulum merdeka. Dalam merdeka belajar semua sivitas pendidikan perlu bersama-sama mencari solusi yang efektif dan cepat terhadap kondisi dan permasalahan pendidikan, dalam rangka meningkatkan kualitas pendidikan (Rahmawati, 2023).

Gap Analysis dalam penelitian ini yaitu belum banyaknya penelitian yang mengembangkan bahan ajar digital dengan pendekatan e-dedaktis secara eksplisit, terutama dikombinasikan dengan model PjBL. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan desain e-didaktis berbasis *project* yang mengintegrasikan *Augmented Reality* untuk meningkatkan pemahaman siswa dalam geometri bangun ruang sisi datar

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, peneliti menemukan berbagai permasalahan pada saat proses belajar mengajar yaitu: (1) Pembelajaran yang masih berpusat pada guru, sehingga siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran menimbulkan kejenuhan dalam belajar matematika (2) Masih terbatasnya bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran, karena hanya berfokus pada penggunaan buku paket sekolah dan pembelajaran belum berbasis teknologi, (3) Bahan ajar yang ada belum sepenuhnya mencakup kompetensi dasar yang ditetapkan, beberapa poin memerlukan penjelasan lebih rinci, namun hanya diberikan dalam bentuk uraian singkat. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan dalam menguasai kompetensi dasar tersebut.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan bahan ajar elektronik berbasis teknologi. Misalnya, penelitian oleh Firdaus (2019)

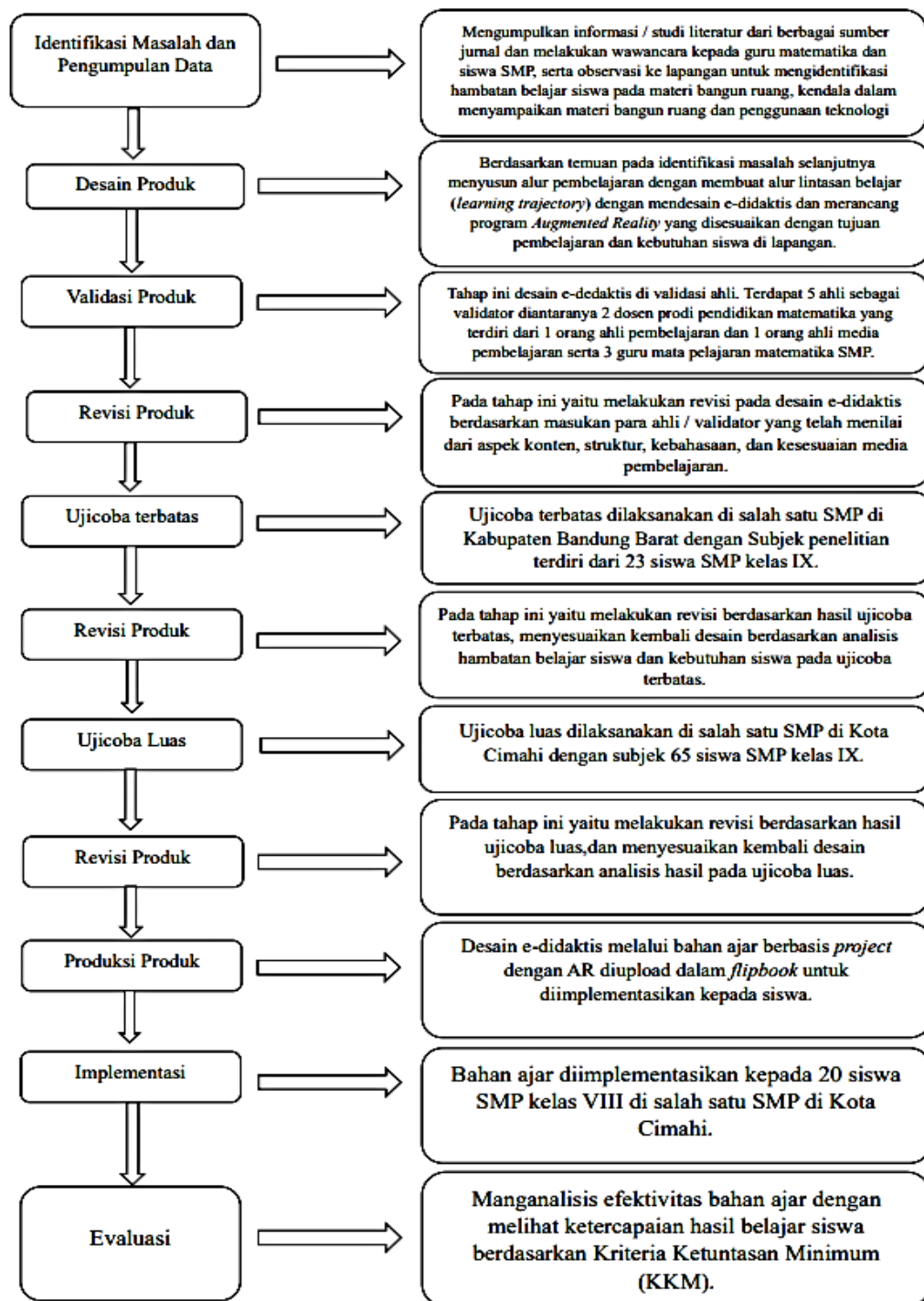
mengembangkan desain didaktis berbasis problem-solving, sementara penelitian oleh (Fitri & Andriani, 2021) menunjukkan efektivitas e-modul berbasis *project* dalam meningkatkan pemahaman siswa. Namun, masih sedikit penelitian yang secara spesifik mengembangkan desain e-didaktis berbasis *project* dengan bantuan *Augmented Reality* (AR) pada materi bangun ruang sisi datar

Oleh sebab itu, perlu membuat desain e-didaktik untuk bahan ajar berbasis *project* dengan menggunakan teknologi *augmented reality* untuk membuat pembelajaran lebih praktis dan efektif (Saryadi & Sulisworo, 2023). Dengan demikian e-didaktis yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan siswa di era digital ini, dan pembelajaran berbasis *project* yang diterapkan juga dapat menjadikan siswa lebih aktif, adanya kolaborasi antar siswa, dan siswa dengan guru sehingga pembelajaran lebih interaktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Penelitian ini melakukan langkah-langkah menggunakan metodologi yang diusulkan oleh Borg dan Gall. (Darmawan et al., 2024). Adapun langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

Penelitian dilakukan di tiga sekolah SMP di Kota Cimahi dan Kabupaten Bandung Barat. Subjek penelitian terdiri dari 23 siswa SMP kelas IX untuk uji coba terbatas, 65 siswa SMP kelas IX untuk uji coba luas, dan 20 siswa SMP kelas VIII untuk

implementasi akhir. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive berdasarkan tingkat kesiapan sekolah dalam menerapkan teknologi pembelajaran. Materi yang menjadi fokus dalam pengembangan bahan ajar ini adalah bangun ruang sisi datar, yang mencakup

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

luas dan volume prisma, limas, dan bangun ruang lainnya. Materi ini dipilih karena sering menjadi kendala bagi siswa dalam memahami konsep geometri

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1). Lembar Validasi Ahli: Menilai aspek konten, struktur, kebahasaan, dan kesesuaian media pembelajaran. (2). Angket Kepraktisan: Mengukur sejauh mana bahan ajar dapat digunakan dalam pembelajaran. (3). Tes Hasil Belajar: Mengukur efektivitas bahan ajar dalam meningkatkan pemahaman siswa. (4) Observasi Kelas: Menganalisis keterlibatan siswa selama pembelajaran berlangsung. Semua instrumen telah divalidasi oleh para ahli yang terdiri dari dua dosen pendidikan matematika dan tiga guru matematika SMP.

Angket validasi ahli menilai tentang konten atau kesesuaian isi dan materi, penyajian atau struktur, kebahasaan, dan kesesuaian media pembelajaran. Ada empat pilihan jawaban yang terkait dengan konten pertanyaan. Setiap opsi memiliki skor yang berbeda yang menunjukkan tingkat validasi (Purwitaningrum & Prahmana, 2021).

Lembar validasi ahli digunakan untuk mengukur tingkat validitas, dengan kriteria kevalidan disajikan pada Tabel 1 (Siskawati et al., 2024).

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

No	Interval Skor	Kriteria Penilaian
1	$3,25 < P \leq 4,00$	Sangat Valid
2	$2,50 < P \leq 3,25$	Valid
3	$1,75 < P \leq 2,50$	Kurang Valid
4	$1,00 \leq P \leq 1,75$	Tidak Valid

Lembar observasi pelaksanaan pembelajaran digunakan untuk menganalisis kepraktisan dan ketercapaian pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang telah dirancang.

Kriteria kepraktisan didasarkan pada observasi guru menurut Siskawati et al. (2024) seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan

No	Persentase (%)	Kategori
1	0-20	Tidak Praktis
2	21-40	Kurang Praktis
3	41-60	Cukup praktis
4	61-80	Praktis
5	81-100	Sangat Praktis

Adapun untuk mengetahui kepraktisan bahan ajar, observasi terhadap guru menggunakan skala Guttman, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Skala Guttman

Jawaban	Skor
Ya	1
Tidak	0

Perhitungan persentase dari hasil uji kepraktisan diperoleh dengan rumus (1) (Salafudin et al., 2018):

$$\% = \frac{\text{Jumlah skor tiap pernyataan}}{\text{Jumlah responden}} \times 100\% \dots (1)$$

Hasil yang dicapai dari kegiatan penelitian : (a) Menghasilkan Desain E-didaktik melalui bahan ajar elektronik berbasis *project*. (b) Mengembangkan *software Augmented Reality*, yang akan membantu siswa menggunakan *smartphone* untuk belajar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini menyelidiki produk yang telah dikembangkan, yaitu desain e-didaktis yang menggunakan *Augmented Reality* sebagai bahan ajar berbasis proyek. Tujuan dari desain e-didaktis ini adalah untuk mengatasi atau mengurangi hambatan belajar yang dihadapi siswa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

saat belajar matematik (Caridade, 2023; Fitriani et al., 2020). Diharapkan peserta didik tidak lagi menghadapi kesulitan dalam memahami konsep matematika dengan menggunakan desain e-didaktis. Ini terutama berlaku untuk peserta didik yang belajar secara mandiri melalui pembelajaran online (Firdaus, 2019).

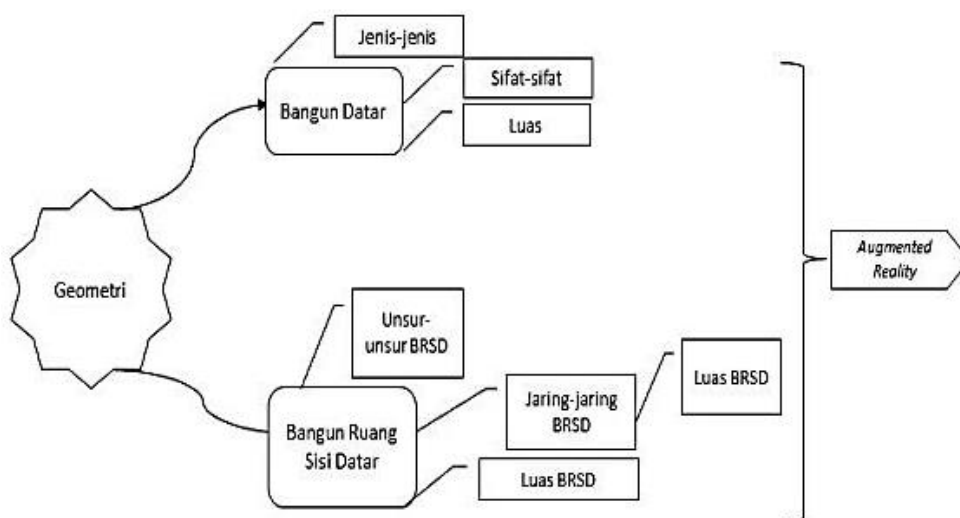
Tahapan awal dalam penelitian ini yaitu identifikasi masalah dan pengumpulan data dengan menganalisis kebutuhan serta pengumpulan data berdasarkan *learning obstacle* dan *learning trajectory*. *Learning obstacle* ini menjadi landasan bagi peneliti untuk menciptakan desain e-didaktis.

Learning obstacle siswa yang ditemukan, diantaranya :

- a. *Ontogoni obstacle* : Kepercayaan diri siswa yang rendah, sehingga siswa tidak memiliki inisiatif sendiri dalam mengerjakan soal, mereka lebih cenderung percaya pada siswa yang pintar di kelasnya.

- b. *Epistimology obstacle* : keterbatasan siswa dalam merumuskan masalah matematis pada materi luas dan volume bangun ruang sisi datar.
- c. *Didactical obstacle* : Metode pembelajaran yang digunakan guru masih konvensional yaitu ceramah, dengan menggunakan bahan ajar yang belum sesuai dengan kebutuhan siswa.

Analisis *learning obstacle* tersebut menjadi acuan peneliti dalam menyusun desain e-didaktis berdasarkan kebutuhan siswa (Brousseau & Balacheff, 1997). Untuk melakukan analisis hambatan belajar (*learning obstacle*), alur pembelajaran / lintasan belajar (*learning trajectory*) dibuat dan dihubungkan dengan urutan topik untuk materi geometri Bangun Ruang Sisi Datar (BRSD) setelah memetakan lintasan belajar tersebut.



Gambar 2. *Learning trajectory* materi bangun ruang sisi datar

Berdasarkan Gambar 2. Menunjukkan keterkaitan antara topik bangun datar dan bangun ruang pada geometri dalam memahami konsep luas permukaan bangun ruang. Dengan menggunakan *Augmented Reality* dapat

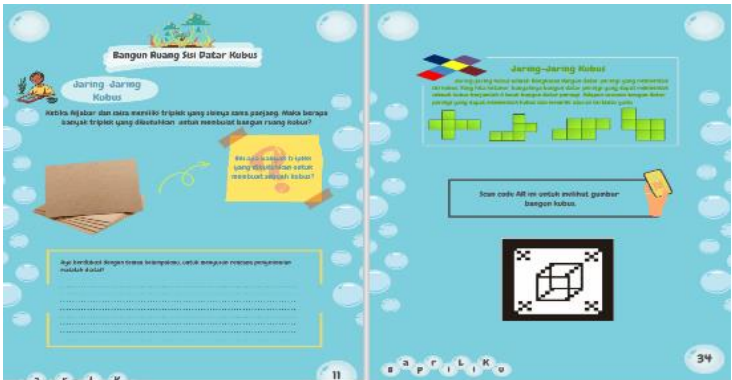
membantu siswa melihat secara nyata bangun ruang tersebut terbuka dan membentuk jaring-jaring yang dapat tervisualisasi dengan jelas sehingga mengkonstruk siswa dalam menemukan rumus luas permukaan bangun ruang.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

Langkah selanjutnya merancang desain e-didaktis dengan *Augmented Reality*. Desain e-didaktis yang dikembangkan berupa bahan ajar elektronik yang disajikan melalui aplikasi *flipbook*. Desain e-didaktis yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Cover bahan ajar



Gambar 4. Bahan ajar yang dirancang berbasis *project* dengan *augmented reality*

Bahan ajar yang dirancang berbasis *project* dengan *Augmented Reality* ini selanjutnya diuji validasi oleh ahli. Penilaian validitas yang dilakukan oleh lima validator melibatkan dua dosen dari program studi pendidikan

matematika ahli pembelajaran dan ahli media pembelajaran, serta tiga guru mata pelajaran matematika di SMP. Hasil validasi diperoleh setelah proses ini dilakukan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil validasi Ahli

No	Komponen	Ahli					Rata-rata	Kriteria
		1	2	3	4	5		
1	Konten (Isi)	3,3	3,1	3,4	3,1	3	3,18	Valid
2	Construct (Struktur)	3	3,3	3,3	3,2	3,4	3,24	Valid
3	Bahasa	3,3	3,2	3,2	3,3	3,2	3,24	Valid
4	Kesesuaian Media	3,2	3,5	3,3	3,2	3,3	3,3	Sangat Valid
Rata-rata		3,2	3,275	3,3	3,2	3,225	3,24	Valid
Kriteria		Valid	Sangat Valid	Sangat Valid	Valid	Valid	Valid	

Berdasarkan Tabel 4. Menunjukkan tiga validator menyatakan bahwa bahan ajar tersebut valid, sementara dua validator menyatakan bahwa bahan ajar

tersebut sangat valid, menurut hasil analisis validasi ahli yang ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil rata-rata validasi ahli adalah 3.24, yang menunjukkan bahwa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

bahan ajar berbasis proyek yang menggunakan *Augmented Reality* valid untuk digunakan. Validator tidak hanya memberikan penilaian kevalidan bahan ajar, tetapi juga memberikan masukan dan petunjuk untuk perbaikan..

Setelah menganalisis hasil validasi bahan ajar, peneliti juga menganalisis uji kepraktisan bahan ajar melalui lembar observasi guru. Hasil uji kepraktisan bahan ajar adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil uji kepraktisan guru

Responden	%	Kategori
1	82,25	Sangat Praktis
2	74,5	Praktis
3	77,25	Praktis
Rata-rata	78	Praktis

Persentase sebesar 78% dari analisis uji kepraktisan bahan ajar berdasarkan tanggapan guru pada lembar observasi pelaksanaan pembelajaran dan penggunaan bahan ajar menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut praktis digunakan dalam pembelajaran matematika.

Setelah melalui uji kevalidan dan kepraktisan peneliti melakukan revisi berdasarkan masukan ahli selanjutnya bahan ajar diujicobakan secara terbatas kepada siswa kelas IX sebanyak 23 siswa di salah satu SMP di Kabupaten Bandung Barat, selanjutnya bahan ajar direvisi berdasarkan temuan pada ujicoba terbatas. Langkah selanjutnya yaitu ujicoba luas, dan di ujicoba luaskan kepada siswa kelas IX di salah satu SMP di Kota Cimahi sebanyak 2 kelas dengan jumlah 65 siswa. Setelah melalui beberapa kali revisi berdasarkan temuan-temuan pada saat ujicoba terbatas dan ujicoba luas akhirnya bahan ajar dapat diproduksi dan dapat diimplementasikan di kelas.

Tahapan selanjutnya mengimplementasikan desain e-didaktis (bahan ajar elektronik) tersebut kepada 20 orang siswa kelas VIII di salah satu SMP di Kota Cimahi dan mengukur efektifitasnya dengan melihat ketercapaian hasil belajar siswa berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) mata pelajaran matematika di Sekolah, dengan KKM 68. Diperoleh hasil belajar dan persentase ketuntasan siswa yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ketercapaian hasil belajar siswa

Siswa	Nilai	Keterangan
1	75	Lulus
2	82	Lulus
3	83	Lulus
4	70	Lulus
5	75	Lulus
6	77	Lulus
7	80	Lulus
8	63	Tidak Lulus
9	72	Lulus
10	75	Lulus
11	85	Lulus
12	80	Lulus
13	72	Lulus
14	75	Lulus
15	66	Tidak Lulus
16	80	Lulus
17	82	Lulus
18	72	Lulus
19	60	Tidak Lulus
20	75	Lulus
Rata-rata	74,95	
Lulus	17 (85%)	
Tidak Lulus	3 (15%)	

Hasil uji efektifitas, yang disajikan pada Tabel 6. menunjukkan bahwa nilai rata-rata siswa adalah 74,95, yang menunjukkan bahwa hasil belajar rata-rata siswa di atas KKM, dan 85% siswa telah memenuhi kompetensi minimum

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

secara menyeluruh. Hasil analisis data menunjukkan bahwa bahan ajar elektronik hasil pengembangan dapat digunakan dengan baik dalam kegiatan pembelajaran. Ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan bahan ajar berbasis *Augmented Reality* efektif diterapkan dan dapat meningkatkan kemandirian siswa dalam belajar.

Pada tahapan evaluasi dilakukan revisi akhir dan menyempurnakan desain e-didaktik bahan ajar berdasarkan masukan-masukan para ahli, dan hasil implementasi produk di lapangan. Pada tahapan ini produk dikembangkan agar dapat digunakan oleh siswa maupun guru kapan saja dan dimana saja baik pada saat pembelajaran daring maupun luring melalui aplikasi *flipbook*. Desain e-didaktis yang dikembangkan dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa pada pembelajaran matematika. Siswa lebih aktif dan antusias dalam belajar, karena dengan pembelajaran berbasis *project* berbantuan *Augmented Reality* siswa dapat mengkonstruksi sendiri konsep, sehingga pembelajaran lebih bermakna (*meaningfull learning*), hal ini sejalan dengan Fitri et al., (2021) yang menyatakan bahwa bahan ajar berbasis *project* dengan berbantuan teknologi praktis dan efektif diterapkan dalam pembelajaran. Integrasi teknologi dengan penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran dapat meningkatkan inovasi dan kreatifitas guru dalam mengajar, sehingga dapat memotivasi siswa dan menumbuhkan kemandirian belajar siswa, hal ini dikemukakan pula oleh Guntur, dkk (2019) dan (Arpan et al., 2024) bahwa *Augmented Reality* dapat memvisualisasikan gambar sehingga tampak nyata, sehingga dapat mengkonstruksi siswa dalam pemahaman konsep. Bahan ajar berbasis

project dapat membuat suasana belajar lebih hidup dan interaktif karena siswa terlibat aktif dalam pembelajaran, sejalan dengan pendapat (Mandopa et al., 2024) pembelajaran berbasis *project* dapat menjadi pondasi bagi siswa dalam menumbuhkan pengetahuan dan dapat menjadikan pembelajaran lebih bermakna.

Berdasarkan analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa desain e-didaktis melalui bahan ajar berbasis *project* menggunakan *augmented reality* efektif diterapkan dalam pembelajaran matematika bagi siswa SMP karena dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan spasial siswa dalam materi geometri. Sebagaimana temuan (Winarni et al., 2023) dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa. Desain e-didaktis yang dirancang juga memiliki kelebihan yaitu lebih *flexible* dan mudah digunakan, siswa dapat belajar dengan mandiri dan pembelajaran dapat dilaksanakan baik secara daring maupun luring. Penggunaan teknologi *Augmented Reality* dapat memutar dan memperbesar bangun ruang 3D, melihat rusuk, sisi, sudut dan volume dari berbagai perspektif. Sehingga gambar tampak nyata dan dapat meningkatkan kemampuan spasial dengan visualisasi gambar tersebut. Penerapan *Augmented Reality* siswa dapat memanipulasi bentuk 3D, sehingga siswa mudah memahami konsep bangun ruang, hal ini sejalan dengan pendapat (Guntur et al., 2019). Pembelajaran berbasis *project* juga dapat mendorong kreativitas dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam mengaplikasikan konsep melalui pemecahan masalah dan proyek nyata yang dikerjakan siswa. Pembelajaran berbasis *project* juga dapat meningkatkan kerjasama dan mendorong siswa lebih aktif, dan terlibat langsung dalam belajar. Sebagaimana pendapat

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

Abidin et al., 2021) ; Sari & Putri, (2020). Sehingga desain e-didaktis ini efektif dan relevan digunakan pada pembelajaran abad 21 saat ini.

Faktor yang mendukung keberhasilan dari desain e-didaktik ini yaitu bahan ajar yang adaptif dan mudah dipahami alurnya dengan petunjuk yang jelas berdasarkan tahapan pembelajaran berbasis *project*, melalui aktivitas yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan kognitif dan afektif siswa. Selain itu penggunaan *Augmented Reality* dalam pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar siswa dan relevansi *Augmented Reality* dengan materi bangun ruang dapat memudahkan siswa dalam memahami materi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain e-didaktik melalui bahan ajar berbasis *project* menggunakan *Augmented Reality* pada materi bangun ruang untuk siswa SMP kelas VIII yang dikembangkan dengan model Borg and Gall valid dan layak digunakan dalam pembelajaran dan meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa desain e-didaktis memenuhi kriteria efektif.

Saran dari peneliti bagi guru dan peneliti selanjutnya yaitu desain masih dapat dikembangkan dengan berbagai media pembelajaran lainnya yang lebih menantang dan menarik seperti aplikasi *scratch* yang tidak hanya menampilkan gambar tapi teks dan suara. Penerapan model pembelajaran lainnya selain berbasis *project*, seperti pembelajaran berbasis penemuan (*inquiry*) yang dapat mengasah kemampuan analisis dan berpikir kritis siswa untuk meningkatkan kompetensi abad 21.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Utama, Herman, T., Jupri, A., Farokhah, L., Apuanor, & Sonedi. (2021). Gifted Children's Mathematical Reasoning Abilities on Problem-Based Learning and Project-Based Learning Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1720(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1720/1/012018>
- Amelia, R., Chotimah, S., Putri, D., Siliwangi, I., Jenderal, J. T., & Cimahi, S. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Daring Pada Materi Geometri SMP dengan Pendekatan Project Based Learning Berbantuan Software Wingeom. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(01), 759–769. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.417>
- Arpan, M., Ambiyar, Ridwan, Nasution, A., & Rifdarmon. (2024). Augmented Reality Solutions by Utilizing Mobile Technology for Enhanced Skill Development. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(20), 129–141. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i20.50809>
- Atmojo, I. R. W., Saputri, D. Y., Dewi, R. K., Salimi, M., Roslan, R. M., & Halim, L. (2025). The Effect of The Implementation of A Project-Based Learning Model Assisted By Augmented Reality on Sixth Graders' Critical Thinking Skills on Solar System Materials. *Educational Process: International Journal*, 15, 1–24. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.15.131>
- Brousseau, Guy., & Balacheff, Nicolas. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics* :

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

- didactique des mathématiques, 1970-1990.* Kluwer Academic Publishers.
- Caridade, C. M. R. (2023). The Effect (Impact) of Project-Based Learning Through Augmented Reality on Higher Math Classes. *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, 414, 113–122. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21700-5_12
- Darmawan, M., Sutiarso, S., & Nurhanurawati, N. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Penemuan Terbimbing Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(1), 91–104. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i1.8045>
- Fatahillah, A. F., & Faradillah, A. (2023). Project-based learning assisted augmented reality in increasing students' mathematical understanding of concepts. *Jurnal Elemen*, 9(2), 450–463. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i2.12703>
- Firdaus, A. (2019). Desain Didaktis Matematis Problem Solving pada Konsep Kesebangunan. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 13–24. <https://doi.org/10.30656/gauss.v2i1.1440>
- Fitri, A., Netriwati, N., & Andriani, S. (2021). Sigil Software sebagai Pengembangan E-Modul Pembelajaran Matematika. *AlphaMath : Journal of Mathematics Education*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.30595/alphamath.v7i1.8492>
- Fitriani, N., Kadarisma, G., & Amelia, R. (2020). Pengembangan Desain Didaktis Untuk Mengatasi Learning Obstacle Pada Materi Dimensi Tiga. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(2), 231-241. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i2.2686>
- Guntur, M. I. S., Setyaningrum, W., Retnawati, H., Marsigit, M., Saragih, N. A., & Noordin, M. K. bin. (2019). Developing augmented reality in mathematics learning: The challenges and strategies. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2), 211–221. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i2.28454>
- Irawati, A. E., & Setyadi, D. (2021). Pengembangan E-Modul Matematika pada Materi Perbandingan Berbasis Android. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 3148–3159. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.467>
- Mandopa, A. S., Harahap, A. N., & Nasution, P. R. (2024). Developing An Interactive Project-Based Learning E-LKPD to Facilitate Creative Mathematical Thinking Skills. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(3), 816. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i3.8859>
- Musaad, F., & Suparman, S. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning untuk Memacu Kemampuan Berfikir Kritis Abad-21. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 3162–3171. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.6119>
- Nasution, M. D., Ahmad, A., & Mohamed, Z. (2021). Pre Service

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.6845>

- Teachers' Perception on The Implementation of Project Based Learning in Mathematic Class. *Infinity Journal*, 10(1), 109–120. <https://doi.org/10.22460/infinity.v10i1.p109-120>
- Purwitaningrum, R., & Prahmana, R. C. I. (2021). Developing instructional materials on mathematics logical thinking through the Indonesian realistic mathematics education approach. *International Journal of Education and Learning*, 3(1), 13–19. <https://doi.org/10.31763/ijelev.v3i1.178>
- Rahmawati, Y. (2023). Efektifitas Penggunaan E-Modul Berbasis Project Based Learning Terhadap Kompetensi Peserta Didik Pada Kurikulum Merdeka Belajar. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 293–300. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i1.260>
- Salafudin, S., Diah Pramesti, S. L., & Rini, J. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Matematika SMP Berwawasan Nasionalisme dan Kemandirian. *MaPan*, 6(1), 20–30. <https://doi.org/10.24252/mapan.2018v6n1a3>
- Sari, E. M., & Putri, R. I. I. (2020). Project-Based Worksheets using a Lesson Study System. *Infinity Journal*, 10(1), 41–52. <https://doi.org/10.22460/infinity.v10i1.p41-52>
- Saryadi, W., & Sulisworo, D. (2023). Development of E-Module Based on the Discovery Learning to Improve the Student Creative Thinking Skills. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 7(1), 11–22. <https://doi.org/10.31764/jtam.v7i1.10185>
- Siskawati, F. S., Irawati, T. N., & Salsabila, S. Z. (2024). The Development Of Learning Videos With The Problem-Solving Approach by using Screencast O Matic. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(1), 25–33. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i1.8478>
- Swidan, O., & Arzarello, F. (2022). Adaptive instruction in an inquiry-based mathematics and digitally rich classroom – multiple perspectives. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 100962–100985. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100962>
- Winarni, S., Hanim, M., Kumalasari, A., Marlina, M., & Rohati, R. (2023). Pengembangan Buku Saku Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(4), 3561–3573. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8193>
- Ziden, A. A., Ziden, A. A. A., & Ifedayo, A. E. (2022). Effectiveness of Augmented Reality (AR) on Students' Achievement and Motivation in Learning Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), 1–12. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11923>