

E-Modul Matematika Berbantuan Augmented Reality melalui *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah

Putu Ayu Desi Wilandari^{1*}, Ni Nyoman Parwati², I Wayan Sukra Warpala³ 

^{1,2,3} Teknologi Pendidikan, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

*Corresponding author: ayu.desi@student.undiksha.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh minimnya bahan ajar yang mampu menunjang proses pembelajaran menjadi lebih kreatif, menarik, memuat masalah kontekstual, serta sesuai dengan kemajuan teknologi abad 21. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul Matematika berbantuan augmented reality yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah Matematika siswa. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menggunakan model *ADDIE*. Subjek yang terlibat pada penelitian ini ialah ahli materi dan ahli media. Pengumpulan data dilakukan dengan instrumen penilaian berupa angket validasi dan kepraktisan, serta menentukan indikator dan instrumen tes kemampuan pemecahan masalah. Data dianalisis menggunakan teknik analisis Gregory, teknik analisis perhitungan rata-rata, dan teknik analisis data <gain score> ternormalisasi. Uji efektivitas pada penelitian dilakukan dengan rancangan *pre-experimental one group pre test post test design*. Hasil penelitian menunjukkan e-modul Matematika berbantuan AR dengan inovasi fitur video, audio, kuis interaktif, game dan konten AR dinyatakan sangat valid dari segi materi dan media. Produk yang dihasilkan juga berada pada kategori sangat praktis. Dapat disimpulkan bahwa, e-modul Matematika berbantuan AR efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Penelitian ini berimplikasi pada peningkatan kualitas siswa melalui kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki.

Kata Kunci: e-Modul, Matematika, *Augmented Reality*, *PBL*, Pemecahan Masalah

Abstract

This research is motivated by the lack of teaching materials that are able to support the learning process to be more creative, interesting, contain contextual problems, and are in accordance with 21st century technological advances. This research aims to develop a Mathematics e-module assisted by augmented reality that is valid, practical, and effective for improve students' Mathematics problem solving abilities. This research is development research using the ADDIE model. The subjects involved in this research were material experts and media experts. Data collection was carried out using assessment instruments in the form of validation and practicality questionnaires, as well as determining indicators and problem-solving ability test instruments. Data were analyzed using Gregory analysis techniques, average calculation analysis techniques, and normalized <gain score> data analysis techniques. The effectiveness test in the research was carried out using a pre-experimental one group pre test post test design. The research results show that the AR-assisted Mathematics e-module with innovative video, audio, interactive quizzes, games and AR content features is declared very valid in terms of material and media. The products produced are also in the very practical category. It can be concluded that the AR-assisted Mathematics e-module is effective in improving students' mathematical problem-solving abilities. This research has implications for improving the quality of students through their problem-solving abilities.

Keywords: e-Modul, Mathematics, *Augmented Reality*, *PBL*, Problem Solving

1. PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 dan Society 5.0 membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dunia pendidikan. Kemajuan pendidikan diharapkan mampu

History:

Received : January 09, 2024

Accepted : April 03, 2024

Published : May 25, 2024

Publisher: Undiksha Press

Licensed: This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License



menghasilkan peserta didik yang siap menghadapi perubahan zaman dan tantangan abad 21 (Pare & Sihotang, 2023; Tarihoran, 2019). Sekolah perlu mempersiapkan peserta didik agar dapat menghadapi tantangan kerja dalam masyarakat. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Adanya kombinasi teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan kualitas pembelajaran (Hasan et al., 2023; Ceha et al., 2016). Hal tersebut akan berdampak pada peningkatan keterampilan siswa. Keterampilan abad 21 yang diharapkan dimiliki oleh peserta didik sejalan pula dengan hadirnya Kurikulum Merdeka yang menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia yang sesuai kebutuhan zaman. Kurikulum merdeka jauh lebih ringkas, sederhana dan lebih fleksibel (Hartoyo et al., 2023; Rani et al., 2023). Hal tersebut membuat pendidik dan peserta didik tidak terbebani dengan banyak materi. Kurikulum ini juga memberikan kemerdekaan kepada sekolah untuk berkreasi sendiri dalam hal menetapkan pendekatan pembelajaran dan menentukan sumber belajar yang digunakan

Namun, berdasarkan hasil diskusi dengan beberapa guru diperoleh fakta bahwa meskipun diberikan kebebasan dalam menentukan sumber belajar yang bisa digunakan, ternyata masih ada guru yang kebingungan dalam mencari sumber belajar dan media yang relevan sesuai dengan materi yang diampu. Bahan ajar seperti buku paket dan LKS sering kali kurang relevan dan sulit dipahami siswa. Buku LKS atau yang dikenal sekarang dengan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) tersebut tidak melatih peserta didik untuk menemukan sendiri konsep yang dibahas berdasarkan pengalaman sehari - hari sehingga menyebabkan rendahnya pemahaman konsep yang dimiliki oleh peserta didik (Juniartina, 2017; Sari et al., 2021). Hal ini terjadi pada sebagian mata pelajaran termasuk pembelajaran Matematika.

Konsentrasi belajar sangat berpengaruh terhadap hasil belajar Matematika (Sativa & Purwanto, 2022; Astuti et al., 2018). Dengan belajar matematika, peserta didik menjadikan mereka belajar berpikir secara sistematis dan terstruktur. Mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua siswa mulai dari sekolah dasar untuk membekali siswa dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif, serta kemampuan bekerja sama (Saragih, 2019; Narendrati, 2017; Purbaningrum, 2017). Berdasarkan hasil pengamatan, banyak siswa menganggap Matematika sebagai mata pelajaran yang sulit. Siswa sering merasa kesulitan memahami pelajaran dan kurang antusias untuk mengikuti pembelajaran. Mereka cenderung menghafal rumus dan hanya menyelesaikan soal dari contoh soal yang diajarkan oleh guru. Guru biasanya memberikan permasalahan dengan penyelesaian tunggal, sehingga ide kreatif siswa tidak berkembang. Siswa lebih suka belajar dengan tipe soal yang hampir sama dengan contoh dan jarang menggunakan tipe soal yang berbeda. Hal tersebut membuat siswa kurang terlatih dalam proses berpikir, sulit memahami, dan sulit mengolah informasi baru. Hal ini bertentangan dengan harapan dalam pembelajaran Matematika, yakni siswa diharapkan mampu bertanggung jawab, responsif, dan tidak mudah menyerah dalam memecahkan masalah matematis. Apabila pembelajaran hanya berfokus pada rumus dan soal, Matematika tetap sulit bagi mereka. Pembelajaran yang efektif seharusnya melibatkan soal terkait dengan kehidupan nyata untuk memudahkan pemahaman dan pemecahan masalah. Materi Matematika disajikan dalam soal cerita yang berdasarkan kehidupan nyata agar lebih mudah dipahami dan dapat memecahkan masalah nyata (Khusna & Ulfah, 2021; Ayubi et al., 2018).

Pemecahan masalah memerlukan pengetahuan, kemampuan, kesiapan, kreativitas, dan penerapannya dalam menyelesaikan masalah nyata (Yuhani et al., 2018; Ratnawati & Nanang, 2014). Oleh karena itu, siswa perlu dilatih untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan mengembangkan keterampilan memahami masalah, membuat model matematika, menyelesaikan masalah, dan menafsirkan solusinya Pembelajaran berbasis masalah (PBL) membantu siswa lebih terlatih dalam memecahkan masalah ilmiah dengan cara yang terstruktur dan sistematis.

Guru perlu mendesain pembelajaran dan bahan ajar yang mendukung pengembangan kemampuan pemecahan masalah siswa, memerlukan kreativitas dalam mencari solusi, dan memotivasi siswa dengan bahan ajar menarik. Bahan ajar tersebut seperti e-modul yang menyajikan informasi dalam bentuk teks, gambar, video, dan animasi 3D. Penelitian ini menawarkan e-modul dengan menyajikan masalah kontekstual yang dekat dengan keseharian siswa untuk mengasah kemampuan pemecahan masalah mereka.

Untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep Matematika yang abstrak, diperlukan bantuan teknologi informasi dalam bentuk software. Pembelajaran Matematika memerlukan media pembelajaran yang akan memberikan gambaran nyata dari konsep-konsep yang masih abstrak (Amrina & Lena, 2021; Shoimah et al., 2021). Salah satu teknologi yang dapat membantu adalah *augmented reality* yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya dalam bentuk dua atau tiga dimensi. Teknologi *augmented reality* diduga dapat membantu dan memfasilitasi siswa dalam mempelajari konsep abstrak (Tohir et al., 2024; Yovan & Kholiq, 2022). Teknologi *augmented reality* merupakan sebuah teknologi visual yang menggabungkan objek dunia virtual kedalam tampilan dunia nyata secara *real time* (Rachmawati et al., 2020; Kamelia, 2015).

Perkembangan teknologi membuat modul konvensional bertransformasi menjadi modul elektronik atau e-modul yang dapat diakses melalui berbagai perangkat. E-modul adalah sumber belajar yang berisi materi, metode, batasan - batasan dan cara memberikan evaluasi yang dirancang sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang sesuai kurikulum secara elektronik (Laili et al., 2019; Priyanthi et al., 2017). E-modul ini berisi teks, gambar, video, dan audio, cocok untuk siswa digital native yang akrab dengan gadget. E-modul dirancang untuk mencapai kompetensi sesuai kurikulum secara elektronik dan diharapkan dapat membantu siswa belajar mandiri, mengembangkan potensi matematika, serta meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan abad 21 lainnya.

Uraian di atas menunjukkan pentingnya pengembangan e-modul untuk menarik minat siswa yang dilengkapi dengan permasalahan nyata, sehingga mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dan membantu guru dalam menyediakan sumber belajar yang lengkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul Matematika berbantuan *augmented reality* yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah Matematika siswa. E-modul Matematika berbantuan AR dengan inovasi fitur video, audio, kuis interaktif, game dan konten AR diharapkan mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam menghadapi persaingan global.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan menggunakan model *ADDIE*. Model pengembangan *ADDIE* terdiri atas lima tahap. Tahap pertama adalah *analyze* (analisis). Tahapan ini terdiri atas analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik, analisis karakteristik peserta didik, analisis kurikulum, serta analisis bahan ajar. Tahap kedua adalah *design* (perancangan). Pada tahap ini peneliti memilih format, menyusun sistematika e-modul, merancang konten penyusun e-modul, membuat instrumen penilaian berupa angket validasi dan kepraktisan, serta menentukan indikator dan instrumen tes kemampuan pemecahan masalah. Tahap ketiga adalah *development* (pengembangan) ialah menyusun e-modul dengan menggunakan desain di canva, uji kevalidan (validasi ahli materi dan ahli media), uji kepraktisan (praktisi pendidik dan praktisi peserta didik), dan uji coba instrumen tes kemampuan pemecahan masalah. Tahap keempat adalah *implementation* (implementasi) berupa pengujian terhadap produk yang dikembangkan dan yang telah selesai divalidasi. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan e-modul berbantuan *augmented reality* yang dikembangkan terhadap kemampuan pemecahan masalah pada materi kesebangunan. Tahap

kelima adalah *evaluation* (evaluasi) berupa perolehan data hasil uji efektivitas produk secara menyeluruh. Hasil yang diperoleh dari *pretest* dan *posttest* siswa selanjutnya dibandingkan dengan *N-gain* ternormalisasi, sehingga mendapatkan perbandingan *pretest* dan *posttest* siswa.

Subjek yang terlibat pada penelitian ini ialah ahli materi dan ahli media. Jenis data pada penelitian pengembangan ini menggunakan data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil analisis komentar, kritikan, saran atau masukan dari subjek uji coba pada analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik, uji kevalidan dan uji kepraktisan. Data kuantitatif diperoleh dari 1) hasil analisis skor rata-rata angket uji kevalidan dan uji kepraktisan dengan kriteria penilaian menggunakan skala Likert 2) hasil analisis skor kemampuan pemecahan masalah. Jenis instrumen pada penelitian ini terdiri atas instrumen kuesioner/angket dan tes. Instrumen angket digunakan untuk memperoleh data pada analisis kebutuhan, analisis karakteristik peserta didik, uji kevalidan (ahli isi/materi dan ahli media), uji kepraktisan (praktisi pendidik dan praktisi peserta didik), dan tes kemampuan pemecahan masalah dalam bentuk uraian. Tes kemampuan pemecahan masalah disusun sesuai indikator taksonomi Bloom pada ranah kognitif yang meliputi memahami (C2), menerakan (C3), dan menganalisis (C4) yang digunakan untuk mengetahui hasil sebelum dan sesudah penerapan e-modul Matematika pada uji keefektifan.

Pengujian validitas e-modul dilakukan dengan teknik analisis Gregory dengan tabel Gregory untuk mengukur validitas keseluruhan e-modul yang telah dikembangkan. Adapun matriks tabulasi Gregory untuk validasi instrumen dan kategori koefisien Gregory dapat disajikan pada [Tabel 1](#) dan [Tabel 2](#).

Tabel 1. Matriks Tabulasi Gregory

Validator	Validator 1	
	Skor 1 - 2 (Relevansi Lemah)	Skor 3 - 4 (Relevansi Kuat)
Validator 2 Skor 1 - 2 (Relevansi Lemah)	A	B
Skor 3 - 4 (Relevansi Kuat)	C	D

Tabel 2. Kategori Koefisien Gregory

Interval	Kategori
0,81 - 1,00	Sangat baik
0,61 - 0,80	Baik
0,31 - 0,80	Sedang/cukup
0,21 - 0,30	Kurang baik
0,00 - 0,20	Tidak baik

Produk dinyatakan valid apabila mencapai skor kategori koefisien Gregory sebesar 0,61 (baik). Hasil uji kepraktisan guru dan siswa dianalisis dengan cara mencari rata-rata dan dibandingkan dengan kriteria kepraktisan yang sudah ditetapkan. Adapun kriteria penilaian kepraktisan untuk analisis skor hasil uji kepraktisan pendidik dan peserta didik dapat disajikan pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Kriteria Kepraktisan Pendidik dan Peserta Didik

Interval Skor (%)	Kualifikasi
81 – 100	Sangat Praktis
61 – 80	Praktis
41 – 60	Cukup Praktis
21 – 40	Kurang Praktis
0 – 20	Sangat Tidak Praktis

Produk dinyatakan praktis apabila mencapai skor minimal 61% (praktis). Selanjutnya, keefektifan e-modul Matematika berbantuan *augmented reality* diperoleh dari hasil analisis skor *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah Matematika. Hasil skor tersebut kemudian dideskripsikan dengan menggunakan kualifikasi penilaian acuan patokan (PAP). Adapun kualifikasi PAP yang digunakan pada penelitian ini dapat disajikan pada [Tabel 4](#).

Tabel 4. Kriteria Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

Interval Skor	Kualifikasi
80 – 100	Sangat Baik
66 – 79	Baik
56 – 65	Cukup
40 – 55	Kurang
0 – 39	Sangat Kurang

Ketetapan minimal yang ditentukan agar produk dapat dinyatakan efektif meningkatkan hasil belajar dilihat dari kualifikasi skor hasil belajarnya yaitu dengan mencapai skor minimal 66. Selanjutnya data efektivitas e-modul dianalisis secara deskriptif dengan menyajikan nilai *N-gain score* ternormalisasi. Jumlah nilai hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan pemecahan masalah Matematika dilakukan dengan *gain-score (N-gain)* ternormalisasi. Hasil dari nilai *N-gain* ternormalisasi ini digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah setelah menggunakan e-modul Matematika yang dikembangkan. Besar *N-gain* rata-rata ini diinterpretasikan untuk menyatakan *N-gain*. Adapun kriteria interpretasi *N-gain* dapat disajikan pada [Tabel 5](#).

Tabel 5. Kriteria Interpretasi *N-gain*

<i>N-gain</i> Rata-Rata	Kriteria Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

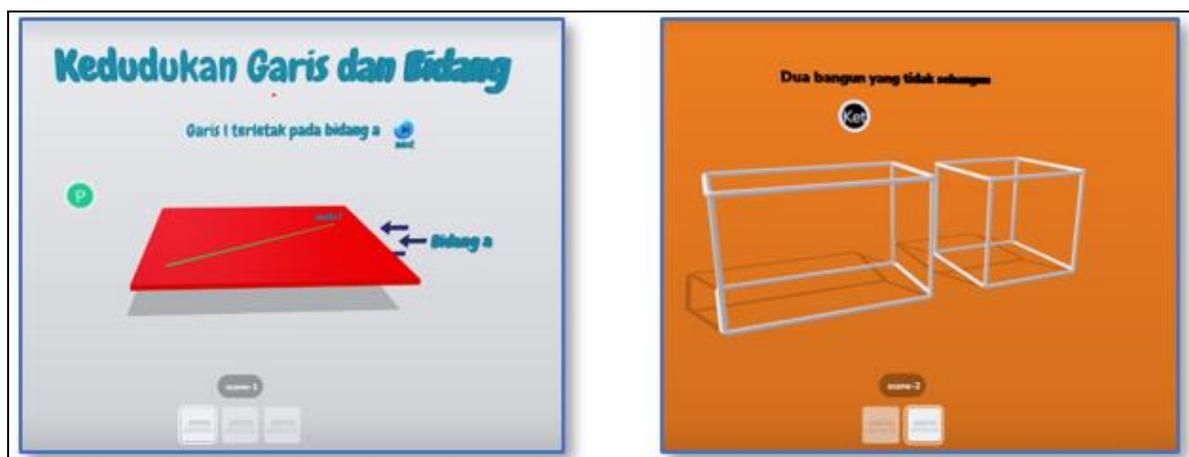
E-modul dinyatakan efektif apabila aspek rerata *N-gain* ternormalisasi memenuhi kriteria minimal sebesar 0,3 dengan kualifikasi sedang. Berdasarkan hasil analisis deskriptif keefektifan tersebut, dapat disimpulkan bahwa e-modul dinyatakan efektif terhadap kemampuan pemecahan masalah apabila memenuhi standar minimal ketuntasan rerata *N-gain* ternormalisasi sebesar 0,3 dengan kualifikasi sedang dan kualifikasi PAP rerata tes kemampuan pemecahan masalah minimal 66 dengan kualifikasi baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa e-modul Matematika berbantuan augmented reality. E-modul disusun dengan bantuan platform desain canva yang diintegrasikan dengan beberapa platform yang lain seperti Assemblr Edu, Quizizz, Wordwall dan Google Form. Website Assemblr Edu digunakan untuk merancang konten *augmented reality* sederhana untuk memvisualkan beberapa materi agar lebih mudah untuk dipahami serta menarik untuk peserta didik gunakan dalam proses pembelajaran. Konten *augmented reality* yang dikembangkan dibuat di *website* Assemblr Studio dengan menggunakan aset-aset yang sudah disediakan di *website* tersebut.

Hasil konten atau projek AR pada Assemblr Edu dapat dipublish dengan berbagai cara diantaranya dengan *QR Code*, *share link*, *embed* pada halaman *web* dan *embed* di Canva. Hasil dari konten ini bisa dilihat dengan tiga cara yaitu dengan melihat dalam bentuk 3D, muncul pada *AR marker*, dan ditempatkan langsung di sekitar kita agar dapat terlihat langsung seperti asli. Untuk memudahkan melihat konten AR pada modul, penulis memilih untuk mengembed langsung konten AR tersebut di dalam Canva. Dengan demikian, peserta didik bisa langsung berinteraksi dengan konten *augmented reality* saat membaca e-modul yang diberikan. Tampilan konten AR pada *website* Assemblr Studio dapat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Konten Augmented Reality pada Website Assemblr Studio

E-modul yang dirancang dilengkapi juga dengan video yang berisi ilustrasi materi dan contoh-contoh permasalahan Matematika, asesmen di awal pembelajaran, dan asesmen di akhir pembelajaran. Asesmen tersebut dibuat pada platform pembelajaran Quizizz, sehingga lebih interaktif dan bisa dikerjakan kapan saja oleh peserta didik. Selain Quizizz, perancangan asesmen juga memanfaatkan aplikasi Google Form.

E-modul yang dikembangkan juga dilengkapi dengan *game* interaktif yang dapat dimainkan oleh peserta didik, sehingga mereka menjadi lebih termotivasi untuk membuka dan membaca e-modul Matematika tersebut. *Game* sederhana yang dibuat berisi pertanyaan-pertanyaan yang jawabannya ada pada e-modul. Oleh karena itu, siswa harus mempelajari materi pada e-modul sebelum mengerjakan *game*. *Game* sederhana ini dikembangkan dan dibuat pada aplikasi Wordwall. Selain dibagikan dalam bentuk tautan Canva, produk ini juga dibuat dalam bentuk flipbook agar lebih menarik siswa untuk menggunakannya. Hasil pengembangan e-modul dalam bentuk tautan Flipbook dapat disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Tampilan Umum E-Modul Menggunakan *Template Canva* pada Flipbook



Gambar 3. Tampilan E-Modul pada Flipbook yang Disisipkan Video yang dapat di Klik Langsung dan dapat Ditonton secara Fullscreen.

Uji kevalidan dilakukan oleh 2 orang ahli materi dan 2 orang ahli media. Validator ahli materi berasal dari kalangan dosen dari Jurusan Pendidikan Matematika sebagai validator I dan validator II. Sementara itu, validator ahli media merupakan dosen dari Jurusan Pendidikan Teknologi Pendidikan. Validasi materi dilakukan untuk mengetahui kebenaran dan ketepatan dari materi yang terdapat pada e-modul, sehingga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Materi yang disajikan pada e-modul disusun secara sistematis dan terstruktur mengikuti pembelajaran Matematika kelas VII semester genap.

Materi pada e-modul ini juga diintegrasikan dengan konten *augmented reality*. Pengintegrasian konten *augmented reality* bertujuan untuk memudahkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang disampaikan. Validasi media dilakukan untuk mengetahui kelayakan desain tampilan serta kemudahan dalam penggunaan e-modul yang telah dikembangkan. Penilaian yang dilakukan terkait dengan tampilan e-modul secara keseluruhan serta fungsi dari tombol-tombol yang ada pada e-modul.

Hasil uji validitas dari kedua ahli materi dan ahli media dianalisis dengan analisis *gregory*. Lembar validasi materi terdiri atas 25 butir pernyataan mengenai aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan. Hasil relevansi validitas dua validator untuk validitas materi menggunakan analisis *gregory* diperoleh 25 penilaian kedua validator yang berada pada kategori D, sehingga E-modul yang terdiri atas dua bab ini memiliki nilai koefisien validitas *gregory* rata-rata dengan kriteria sangat baik (1,00). Hasil relevansi validitas dua validator untuk validitas media menggunakan analisis *gregory* diperoleh 27 penilaian kedua validator yang berada pada kategori D. Dengan demikian, e-modul

Matematika berbantuan *augmented reality* dari segi media memperoleh nilai 1,00 dengan kualifikasi sangat valid/baik.

Uji kepraktisan dilakukan kepada guru Matematika sejumlah 5 orang Hasil uji kepraktisan dianalisis dengan skor rata-rata sesuai kriteria kepraktisan yang telah ditentukan. Hasil penilaian E-modul memiliki nilai kepraktisan dari pendidik rata-rata dengan kriteria sangat praktis (90,94%). Adapun hasil uji kepraktisan guru dapat disajikan pada [Tabel 6](#).

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan Guru

Responden	Nilai Kepraktisan (%)	Kriteria
Guru 1	92,19	Sangat Praktis
Guru 2	89,09	Sangat Praktis
Guru 3	93,75	Sangat Praktis
Guru 4	90,63	Sangat Praktis
Guru 5	89,06	Sangat Praktis
Analisa Keseluruhan	90,94%	Sangat Praktis

Uji kepraktisan dilakukan kepada 15 orang siswa kemampuan tinggi, sedang, dan kurang. Berdasarkan angket yang diberikan, diperoleh hasil bahwa e-modul memiliki nilai kepraktisan rata-rata dengan kriteria sangat praktis (86,00%). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-modul yang telah dikembangkan dinyatakan praktis. Hasil uji kepraktisan peserta didik dapat disajikan pada [Tabel 7](#).

Tabel 7. Hasil Uji Kepraktisan Peserta Didik

Responden	Nilai Kepraktisan (%)	Kriteria
Siswa 1	92,50	Sangat Praktis
Siswa 2	87,50	Sangat Praktis
Siswa 3	87,50	Sangat Praktis
Siswa 4	92,50	Sangat Praktis
Siswa 5	85,00	Sangat Praktis
Siswa 6	75,00	Praktis
Siswa 7	92,50	Sangat Praktis
Siswa 8	82,50	Sangat Praktis
Siswa 9	90,00	Sangat Praktis
Siswa 10	80,00	Sangat Praktis
Siswa 11	90,00	Sangat Praktis
Siswa 12	75,00	Praktis
Siswa 13	87,50	Sangat Praktis
Siswa 14	87,50	Sangat Praktis
Siswa 15	85,00	Sangat Praktis
Analisa Keseluruhan	86,00	Sangat Praktis

Data uji keefektivitasan dikumpulkan melalui pemberian tes kemampuan pemecahan masalah dengan 5 butir soal uraian kepada peserta didik pada awal pertemuan untuk data *pretest* dan akhir pertemuan untuk data *posttest*. Profil hasil tes kemampuan pemecahan masalah siswa dianalisis dari hasil analisis rata-rata dan *N-gain score* ternormalisasi. Profil kemampuan pemecahan masalah matematika pada kelas VII J dapat disajikan pada [Tabel 8](#)

Tabel 8. Kemampuan Pemecahan Masalah dengan *N-gain*

Peserta didik	Nilai <i>Pretest</i>	Kualifikasi	Nilai <i>Posttest</i>	Kualifikasi	<g>	Kualifikasi
Mean	46,42	Kurang	77,5	Baik	0,31	Sedang

Berdasarkan data di atas, maka dapat diketahui nilai rata-rata kemampuan pemecahan Matematika pada *pretest* memperoleh nilai sebesar 46,42 dengan kategori kurang, sedangkan nilai rata-rata kemampuan pemecahan masalah Matematika pada *posttest* memperoleh nilai sebesar 77,5 dengan kategori baik. Sesuai nilai yang diperoleh pada masing-masing *pretest* dan *posttest*, analisis dengan *N-gain score* ternormalisasi diperoleh peningkatan sebesar 0,31 dengan kategori sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-modul pembelajaran Matematika mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan efektif.

Pembahasan

Pengembangan e-modul matematika berbantuan *augmented reality* (AR) melalui model pembelajaran *problem based learning* (PBL) merupakan inovasi pendidikan yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada peserta didik. E-modul Matematika berbantuan *augmented reality* (AR) memiliki beberapa karakteristik yang membuatnya efektif dalam proses pembelajaran. Desain E-modul Matematika yang dikembangkan memiliki beberapa keunggulan.

Keunggulan pertama ialah terdapat integrasi antara e-modul dengan konten *augmented reality*, sehingga materi menjadi lebih menarik bagi peserta didik karena dapat langsung diinteraksikan dalam e-modul tersebut. Dengan adanya e-modul yang dilengkapi dengan AR, maka proses pembelajaran akan lebih menarik dan siswa menjadi lebih antusias dari sebelumnya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa, penggunaan AR pada pembelajaran dapat membuat siswa lebih antusias (Jannah & Oktaviani, 2022; Mustaqim, 2017). Penggunaan AR dalam e-modul memperkaya pengalaman belajar dengan visualisasi yang lebih jelas dan konkret, membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dengan lebih baik.

Keunggulan kedua, e-modul dilengkapi dengan contoh soal latihan guna mengukur tingkat pemahaman siswa. E-modul juga dilengkapi dengan asesmen pada awal pembelajaran berupa asesmen diagnostik, evaluasi, quiz yang dibuat pada aplikasi *Quizizz* yang dikerjakan mandiri oleh peserta didik, serta penambahan *game* edukasi yang dibuat di *Wordwall*. Keunggulan ketiga, modul dilengkapi video-video menarik berupa ilustrasi permasalahan, sehingga mampu meningkatkan motivasi belajar. E-modul Matematika dapat membantu siswa dalam memahami materi, meningkatkan minat belajar, dan membuat pelajaran di kelas lebih menyenangkan, sehingga siswa tidak bosan hanya menggunakan buku guru atau buku siswa saja (Maniq et al., 2022; Buchori & Prasetyowati, 2021).

Keunggulan keempat, e-modul ini mendukung pembelajaran mandiri, yakni siswa dapat belajar kapan saja dan dimana saja dengan akses yang mudah melalui perangkat digital. Hal tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa, sumber belajar elektronik dapat mempermudah peserta didik dalam mempelajari suatu materi karena mudah dibawa, serta dapat digunakan sebagai sumber belajar dalam meningkatkan kompetensi atau pemahaman peserta didik dalam meningkatkan kompetensi atau pemahaman secara kognitif (Sarip et al., 2022; Arimadona & Silvina, 2019). E-modul yang dikembangkan juga dapat memfasilitasi pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*) yang mendorong keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Secara keseluruhan, karakteristik e-modul Matematika berbantuan AR ini bertujuan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif, interaktif, dan menarik bagi peserta didik. E-modul Matematika berbantuan AR terbukti efektif dalam meningkatkan

kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Dalam prosesnya, siswa dihadapkan pada masalah-masalah nyata yang harus mereka selesaikan, sehingga mereka belajar untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, dan mencari solusi yang tepat. Selain itu, e-modul dengan bantuan AR juga memungkinkan personalisasi pembelajaran, yakni siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing, sehingga belajar Matematika menjadi lebih menarik dan menyenangkan.

Kombinasi PBL dan AR serta inovasi fitur video, audio, kuis interaktif, game dan konten AR pada penelitian ini terbukti efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Penelitian ini berimplikasi pada peningkatan kualitas siswa melalui kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki. Keterbatasan penelitian ini ialah penggunaan *pre-experimental one group pre test post test design* yang mungkin membatasi generalisasi hasil penelitian. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan desain penelitian yang lebih efektif untuk digunakan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-modul Matematika dengan inovasi augmented reality memiliki validitas yang tinggi baik dari segi materi dan media. E-modul Matematika berbantuan augmented reality juga praktis digunakan dalam proses pembelajaran Matematika. Selain itu, e-modul ini juga terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah Matematika siswa.

5. DAFTAR RUJUKAN

- Amrina, Y., & Lena, M. S. (2021). Pengaruh Pendekatan Inkuiri Terbimbing Terhadap Penguasaan Konsep Siswa Sd. *Jurnal Handayani*, 12(1), 15. <https://doi.org/10.24114/jh.v12i1.26218>.
- Arimadona, S., & Silvina, R. (2019). Pengembangan modul pembelajaran zat adiktif dan psikotropika berbasis scientific approach dengan crossword puzzle. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1), 63. <https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.661>.
- Astuti, D., Susilo, G., & Sari, T. H. N. I. (2018). Pengaruh konsentrasi belajar dan kemandirian belajar terhadap hasil belajar matematika siswa kelas XI SMA Negeri 2 Balikpapan Tahun Ajaran 2017/2018. *De Fermat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 42–53. <https://doi.org/10.36277/deferamat.v1i2.25>.
- Ayubi, I. I. Al, Erwanudin, & Martin Bernard. (2018). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Smp. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(3), 445. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i3.p445-452>.
- Buchori, A., & Prasetyowati, D. (2021). Pengembangan E-Modul Matematika Interaktif Berbasis Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang. *Widya Balina*, 6(2), 325–338. <https://doi.org/10.53958/wb.v6i2.195>.
- Ceha, R., Prasetyaningsih, E., Bachtiar, I., & S., A. N. (2016). Peningkatan kemampuan guru dalam pemanfaatan teknologi informasi pada kegiatan pembelajara. *ETHOS: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 131–138. <https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1693>.
- Hartoyo, A., Melati, R., & Martono, M. (2023). Dampak Perubahan Kurikulum Merdeka Dan Kesiapan Tenaga Pendidik Terhadap Penyesuaian Pembelajaran Di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Dasar Perkhasa: Jurnal Penelitian Pendidikan Dasar*, 9(2), 412–428. <https://doi.org/10.31932/jpdp.v9i2.2773>.
- Hasan, S., Sappaile, B. I., Widagdo, D., Rahayu, P. W., Sarumaha, Y. A., & Sutanto, A.

- (2023). Optimalisasi Pemanfaatan Teknologi Komputer Dalam Pendidikan Untuk Meningkatkan Kualitas Belajar Siswa Di Masyarakat. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 2530–2534. Retrieved from <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/cdj/article/view/14667>.
- Jannah, R., & Oktaviani, R. N. (2022). Pengaruh penggunaan media augmented reality terhadap kemampuan literasi numerasi digital pada pembelajaran matematika materi penyajian data kelas V MI At-Taufiq. *Jurnal Ibriez: Jurnal Kependidikan Dasar Islam Berbasis Sains*, 7(2), 128–138. <https://doi.org/10.21154/ibriez.v7i2.283>.
- Juniartina, P. P. (2017). Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu Dengan Model Group Investigasi Berorientasi Pendidikan Karakter. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 11(2), 154–165. <https://doi.org/10.23887/wms.v11i2.12589>.
- Kamelia, L. (2015). Perkembangan teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran interaktif pada mata kuliah kimia dasar. *Jurnal Istek*, 9(1). Retrieved from <https://journal.uinsgd.ac.id/index.php/istek/article/view/184>.
- Khusna, H., & Ulfah, S. (2021). Kemampuan pemodelan matematis dalam menyelesaikan soal matematika kontekstual. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 153–164. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i1.649>.
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315. <https://doi.org/10.23887/jipp.v3i3.21840>.
- Maniq, L. N. K., I Nyoman Karma, A., & Rosyidah, wal N. K. (2022). Pengembangan E-Modul Matematika Pada Materi Pecahan. *Journal of Classroom Action Research*, 4(1), 83–88. <https://doi.org/10.29303/jcar.v4i1.1405>.
- Mustaqim, I. (2017). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1). <https://doi.org/10.21831/jee.v1i1.13267>.
- Narendrati, N. (2017). Komparasi pembelajaran statistika melalui pendekatan CTL dan problem posing ditinjau dari prestasi belajar dan minat belajar matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(1), 67–77. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v4i1.12723>.
- Pare, A., & Sihotang, H. (2023). Pendidikan Holistik untuk Mengembangkan Keterampilan Abad 21 dalam Menghadapi Tantangan Era Digital. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3). <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.11268>.
- Priyanthi, K. A., Agustini, K., & Santyadiputra, G. S. (2017). Pengembangan E-Modul Berbantuan Simulasi Berorientasi Pemecahan Masalah Pada Mata Pelajaran Komunikasi Data (Studi Kasus : Siswa Kelas XI TKJ SMK Negeri 3 Singaraja). *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, 6(1). <https://doi.org/10.23887/karmapati.v6i1.9267>.
- Purbaningrum, K. A. (2017). Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa smp dalam pemecahan masalah matematika ditinjau dari gaya belajar. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 10(2). <https://doi.org/10.30870/jppm.v10i2.2029>.
- Rachmawati, R., Wijayanti, R., & Putri Anugraini, A. (2020). Pengembangan eksplorasi MAR (Matematika Augmented Reality) dengan penguatan karakter pada materi bangun ruang sekolah dasar. *Delta-Pi: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 9(2). <https://doi.org/10.33387/dpi.v9i2.2315>.
- Rani, P. R. P. N., Asbari, M., & Vincensius Dandi AnantaAlim, I. (2023). Kurikulum Merdeka: Transformasi Pembelajaran yang Relevan, Sederhana, dan Fleksibel. *Journal of Information Systems and Management (JISMA)*, 2(6), 78–84. <https://doi.org/10.4444/jisma.v2i6.736>.
- Ratnawati, R., & Nanang, N. (2014). Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik antara yang Menggunakan Pembelajaran Kontekstual dengan Problem Based

- Learning di Mts Al-mu'amalah Garut. *Mosharafa*, 3(3), 43–54. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v3i1.309>.
- Saragih, M. J. (2019). Perlunya Belajar Mata Kuliah Aljabar Abstrak Bagi Mahasiswa Calon Guru Matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2). <https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i2.104>.
- Sari, S. P., Lubis, P. H. M., & Sugiarti, S. (2021). Pengembangan lkpd berbasis discovery learning berbantuan software tracker pada materi gerak melingkar untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(2), 137–146. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.2.137-146>.
- Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas dan keterbacaan media ajar e-booklet untuk siswa SMA/MA materi keanekaragaman hayati. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(1), 43–59. <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol1.Iss1.30>.
- Sativa, Y. A., & Purwanto, J. (2022). Pengaruh konsentrasi belajar dan kejenuhan belajar terhadap prestasi belajar matematika. *JURNAL MathEdu (Mathematic Education Journal)*, 5(2), 11–14. <https://doi.org/10.37081/mathedu.v5i2.4065>.
- Shoimah, R. N., Syafi'aturrosyidah, M., & Hadya, S. (2021). Penggunaan Media Pembelajaran Konkrit Untuk Meningkatkan Aktifitas Belajar dan Pemahaman Konsep Pecahan Mata Pelajaran Matematika Siswa Kelas III MI Ma'arif Nu Sukodadi-Lamongan. *MIDA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 4(2), 1–18. Retrieved from <http://www.e-jurnal.unisda.ac.id/index.php/mida/article/download/4055/2417>.
- Tarihoran, E. (2019). Guru dalam Pengajaran abad 21. *SAPA-Jurnal Kateketik Dan Pastoral*, 4(1), 46–58. <https://doi.org/https://e-journal.stp-ipi.ac.id/index.php/sapa/article/view/68>.
- Tohir, A., Handayani, F., Sulistiana, R., Wiliyanti, V., Arifianto, T., Indonesia, P., & Husnita, L. (2024). Analisis Penerapan Augmented Reality Dalam Proses Pemahaman Pembelajaran. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 7(3), 8096–8102. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i3.30132>.
- Yovan, R. A. R., & Kholiq, A. (2022). Pengembangan Media Augmented Reality Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Abstrak Siswa SMA pada Materi Medan Magnet. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(1). <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.1.80-87>.
- Yuhani, A., Zanthi, L. S., & Hendriana, H. (2018). Pengaruh pembelajaran berbasis masalah terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 1(3), 445–452. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i3.p445-452>.