

## Pengembangan E-Modul Berbasis *Problem Based Learning Augmented Reality* Bermuatan Soal PISA untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP

Dita Nur Syaharani<sup>1)</sup>, Feri Tiona Pasaribu<sup>1),\*</sup>, Tria Gustiningsi<sup>1)</sup>, Duano Sapta Nusantara<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jambi

\*Coresponding Author: feri.tiona@unja.ac.id

### ABSTRAK

Kemampuan penalaran matematis merupakan kompetensi penting dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Namun, berdasarkan hasil PISA, kemampuan ini masih tergolong rendah di kalangan siswa Indonesia, khususnya dalam menyelesaikan soal-soal kontekstual. Observasi dan wawancara di SMP Negeri 6 Kota Jambi menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan belum mampu mendorong pengembangan penalaran tingkat tinggi karena masih didominasi soal rutin dan minim integrasi teknologi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengetahui kelayakan serta kualitas e-modul berbasis *problem based learning* (PBL)- *augmented reality* (AR) bermuatan soal PISA untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis ada materi kesebangunan. Jenis penelitian ini adalah *research and development* dan Pengembangan dilakukan dengan model ADDIE. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas VII F dan VII H SMP Negeri 6 Kota Jambi. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu angket validasi, angket kepraktisan, dan angket efektifitas. E-modul dinyatakan valid berdasarkan penilaian tim ahli dengan hasil validasi menunjukkan e-modul sangat valid (85,51%), sedangkan kepraktisan menurut guru dan siswa juga tinggi (83,52% dan 87,25%) dengan kategori (sangat praktis). Uji coba terhadap 31 siswa menunjukkan peningkatan signifikan kemampuan penalaran matematis, dengan N-Gain 0,73 (kategori tinggi). Dengan demikian, e-modul ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa. Tujuan dari penelitian ini mengembangkan bahan ajar berupa e-modul berbasis PBL-AR bermuatan soal PISA untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa SMP dengan lebih kreatif dan inovatif yang dapat menambah minat belajar matematika ataupun kemampuan matematika lainnya dengan menggunakan model, metode dan strategi pembelajaran yang lebih baik.

**Kata Kunci:** Augmented Reality; E-Modul; Penalaran Matematis; PISA; Problem Based Learning

Received: 20 Jun 2025; Revised: 18 Jul 2025; Accepted: 20 Jul 2025; Available Online: 21 Jul 2025

This is an open access article under the CC - BY license.



### PENDAHULUAN

Penalaran matematis menjadi satu dari sekian kemampuan kognitif dengan sifat krusial yang wajib dikuasai oleh peserta didik dalam pembelajaran matematika. Kemampuan ini tidak hanya terkait pada aktivitas berhitung, namun juga mencakup berpikir logis, sistematis, dan kritis dalam menyelesaikan masalah (Harahap et al., 2020). Dalam pendidikan, penalaran matematis membantu siswa menyusun argumen logis, menarik kesimpulan berbasis bukti, serta memahami konsep secara mendalam (Purwanto et al., 2023). Kemampuan ini menjadi fondasi penting dalam membentuk pola pikir ilmiah siswa baik untuk tujuan akademik maupun dalam kehidupan sehari-hari (Sayuri et al., 2020).

Salah satu bentuk evaluasi kemampuan penalaran matematis secara global adalah *Programme for International Student Assessment* (PISA), yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development*. PISA menilai sejauh mana siswa usia 15 tahun mampu menerapkan pengetahuan matematika untuk menyelesaikan persoalan dunia nyata secara reflektif dan bernalar (Gustiningsi et al., 2023). Soal PISA berbeda dengan soal konvensional karena menekankan pada konteks kehidupan nyata dan kemampuan berpikir taraf tinggi, misalnya penguraian permasalahan dan penalaran (Nusantara et al., 2024).

Faktanya kemampuan penalaran siswa Indonesia pada PISA terindikasi rendah. Skor rata-rata matematika Indonesia tahun 2018 adalah 379 dan menurun menjadi 366 pada tahun 2022 ([OECD, 2023](#)). Angka ini berada di bawah rerata internasional yang sebesar 472, menunjukkan lemahnya penerapan konsep matematika dalam konteks nyata ([Nusantara et al., 2024](#)). Penelitian Kadarisma et al. ([2019](#)) juga menemukan bahwa rendahnya minat belajar turut memperburuk kemampuan penalaran matematis siswa.

Topik kesebangunan pada geometri menjadi satu dari sekian materi yang sering menimbulkan kesulitan pada penalaran siswa. Penalaran dalam topik ini melibatkan kemampuan menyusun argumen logis, mengidentifikasi syarat kesebangunan, serta menarik kesimpulan dari hubungan antar unsur bangun datar ([Yanti et al., 2019](#)). Berdasarkan observasi yang telah diselenggarakan di SMP Negeri 6 Kota Jambi menunjukkan hanya 39% siswa memenuhi indikator penalaran secara memadai ([Afifah, 2019](#)). Banyak siswa tidak menyusun dugaan dan tidak mampu menjelaskan alasan logis atas jawaban mereka, terutama saat menyusun model atau menyimpulkan relasi antara segitiga yang sebangun ([Husniah & Azka, 2022](#)).

Faktor utama lemahnya penalaran ini adalah bahan ajar yang kurang menstimulasi pemikiran tingkat tinggi. Guru masih banyak menggunakan LKS dan buku paket yang berisi soal-soal rutin, bukan soal kontekstual yang menuntut penalaran mendalam ([Maulidah et al., 2023](#)). Wawancara bersama guru sebagai bukti jika teknologi pembelajaran masih minim digunakan dalam pembelajaran matematika di kelas ([Mursyida et al., 2024](#)). Dengan demikian, dibutuhkan bahan ajar inovatif guna mampu membangkitkan kemampuan berpikir kritis dan logis siswa ([Margaretha et al., 2024](#)).

Salah satu inovasi bahan ajar yang prospektif yaitu e-modul atau modul elektronik. E-modul didefinisikan sebagai media pengajaran digital yang tersusun secara partisipatif dan memfasilitasi belajar secara otonom maupun dibimbing ([Dalimunthe, 2022](#)). E-modul memungkinkan integrasi media seperti animasi, grafik, dan video untuk memperkuat pemahaman siswa secara visual ([Dewi & Lestari, 2020](#)). Pengembangan e-modul dapat dioptimalkan jika dirancang dengan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) yang menitikberatkan pada penyelesaian permasalahan konstekstual selaku inti proses pembelajaran ([Lelapary, 2022](#)). Selain pemanfaatan media atau bahan ajar, model atau pendekatan juga penting dalam proses pembelajaran ([Pasaribu & Ramalisa, 2020](#)).

Model pembelajaran PBL berfokus pada peserta didik untuk membangun pengetahuan melalui pemecahan masalah nyata, sehingga efektif dalam mengembangkan kompetensi penalaran matematis ([Afifah et al., 2020](#)). Penerapan PBL terbukti memotivasi siswa lebih aktif, kritis, dan kreatif dalam menyusun strategi pemecahan masalah matematika ([Husniah & Azka, 2022](#)). Dalam konteks ini, integrasi PBL dalam e-modul sangat mendukung pembelajaran matematika yang bermakna dan kontekstual ([Putra, 2020](#)).

Integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) pada proses pembelajaran juga menyajikan pengalaman positif dalam memahami konsep abstrak secara lebih efektif. AR merupakan teknologi yang dapat memproyeksikan objek maya dua dimensi ataupun tiga dimensi ke dalam dunia nyata dengan bentuk tiga dimensi ([Pasaribu & Ramalisa, 2022](#)). AR memungkinkan visualisasi objek virtual secara *real time* dalam ruang nyata, menjembatani konsep matematika dengan pengalaman konkret siswa ([Dinayusadewi & Agustika, 2020](#)). Teknologi ini terbukti efektif meningkatkan kemampuan pemahaman spasial siswa dalam topik-topik geometri seperti panjang, sudut, dan bentuk ([Khairunnisa & Faradillah, 2023](#)). Penelitian Putra ([2020](#)) juga menunjukkan bahwa penerapan integrasi AR dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi aktif siswa.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas e-modul, model PBL, maupun AR secara terpisah. Penelitian Gustiningsi et al. ([2023](#)) menekankan pentingnya soal kontekstual seperti PISA dalam mengembangkan kemampuan penalaran. Sementara itu, Margaretha et al. ([2024](#)) mengembangkan e-LKPD berbasis STEM, dan Mursyida et al. ([2024](#)) menekankan visualisasi dengan *GeoGebra*. Namun, penggabungan e-modul berbasis PBL dengan teknologi AR yang memuat soal kontekstual model PISA pada materi kesebangunan masih sangat jarang dikembangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul matematika berbasis *problem based learning* yang didukung oleh teknologi *augmented reality* pada materi kesebangunan, dengan muatansoal-soal kontekstual model PISA. E-modul ini diharapkan mampu menjadi bahan ajar inovatif yang valid, praktis, dan efektif dalam mengembangkan kompetensi penalaran matematis siswa SMP. Dengan pendekatan berbasis masalah, dukungan teknologi, serta konteks soal yang relevan, penelitian ini diharapkan menjawab tantangan rendahnya hasil PISA

Indonesia secara konkret. Penelitian ini ditujukan sebagai pengembang bahan pengajaran berbentuk e-modul dengan basis PBL-AR bermuatan soal PISA guna mengembangkan kompetensi penalaran matematis siswa SMP melalui kreativitas dan inovatif yang mampu menaikkan minat belajar ataupun kemampuan terkait matematika melalui penggunaan model, metode dan strategi pembelajaran yang lebih baik.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) melalui penggunaan model pengembangan ADDIE meliputi atas tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, *Evaluation* (*Winarni 2018*). Subjek pada penelitian ini pada tahap *small group* (kelompok kecil) adalah siswa kelas VII F sebanyak 6 orang yang terpilih berdasar pada rekomendasi guru dan pengelompokan siswa berdasarkan kemampuan akademik siswa. Selanjutnya pada tahap *field test* (uji coba lapangan) siswa kelas VII H berjumlah 31 siswa.

Prosedur penelitian ini menggunakan tahap ADDIE dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengembangan Addie

Gambar 1 menjelaskan prosedur pengembangan penelitian menggunakan model ADDIE yang dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut.

Pada tahap analisis (*analysis*), dilaksanakan penganalisaan terhadap kesenjangan kinerja yang terjadi di SMP N 6 Kota Jambi. Selanjutnya, dilakukan penetapan tujuan instruksional, penganalisaan karakteristik peserta didik, kurikulum, dan ketersediaan sumber daya, serta melakukan penyusunan rencana kerja sebagai dasar pengembangan produk. Tahap desain (*design*) dimulai dengan penyusunan dan perancangan produk, dilanjutkan dengan menyusun *storyboard*, kemudian mendesain produk pengembangan. Kemudia, pada tahap pengembangan (*development*) dilaksanakan validasi instrumen penelitian dan kualitas e-modul, meliputi atas pengujian validitas materi dan desain e-modul oleh tim ahli. Selanjutnya uji praktikalitas dilaksanakan oleh seorang guru matematika kelas VII SMP N 6 Kota Jambi dan 6 siswa dengan kriteria 2 memiliki kemampuan tinggi, 2 memiliki kemampuan sedang, dan 2 memiliki kemampuan rendah berdasarkan perolehan hasil belajar matematika. Tahap pengimplementasian (*implementation*), hasil pengembangan dan validitas e-modul melalui penilaian tim ahli, guru dan siswa, selanjutnya diimplementasikan pada kegiatan pembelajaran yaitu pada tahap uji coba lapangan (*field test*) kepada 31 siswa kelas VII H SMP N 6 Kota Jambi. Tahap evaluasi (*evaluation*) dilaksanakan sebagai media perefleksian atas seluruh tahapan yang telah diselenggarakan, mulai dari tahap penganalisaan hingga implementasi.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, angket, dan tes kemampuan penalaran matematis. Wawancara dilakukan pada tahap analisis, untuk memperoleh kebutuhan dari penelitian ini. Angket validasi berupa angket kevalidan dan angket kepraktisan diberikan pada tahap pengembangan bertujuan untuk memvalidasi dan menilai kepraktisan e-modul sebelum digunakan pada kegiatan pembelajaran dalam kelompok besar. Angket keefektifan dan tes kemampuan penalaran matematis dilaksanakan pada tahap implementasi, setelah siswa menggunakan e-modul. Hal ini ditujukan untuk memahami besaran efektivitas dari penggunaan e-modul berdasarkan penilaian siswa dan hasil tes kemampuan penalaran matematis mereka.

Pengumpulan data dilakukan untuk mengukur kevalidan, kepraktisan, serta keefektivitasan e-modul berbasis PBL-AR bermuatan soal PISA. Validitas data didapatkan dari penilaian para ahli materi dan desain. Data kepraktisan e-modul didapatkan melalui angket praktikalitas dari guru dan siswa.

Untuk menentukan hasil dari angket validitas dan angket praktikalitas digunakan skala *likert* dengan ketentuan penilaian yang termuat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Skala *likert* (Sugiyono, 2013)

Kriteria Penilaian	Skala Penilaian
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Tabel 1 digunakan untuk ketentuan kriteria angket validitas dan praktikalitas e-modul melalui penggunaan skala *likert*.

Data hasil penilaian validator pada angket validitas dan angket praktikalitas dapat diketahui dalam bentuk persentase kevalidan dan kepraktisan.

Tingkat ketercapaian atau kriteria yang digunakan dalam persentase kevalidan e-modul dikelompokkan pada tabel kriteria yang termuat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Kriteria Validitas E-Modul (Sugiyono, 2013)

Tingkat Kevalidan	Kriteria Validitas
$85,01\% \leq V_s \leq 100,00\%$	Valid
$70,01\% \leq V_s \leq 85,00\%$	Cukup valid
$50,01\% \leq V_s \leq 70,00\%$	Kurang valid
$01,00\% \leq V_s \leq 50,00\%$	Tidak valid

Tabel 2 merupakan tabel kriteria persentase untuk hasil angket validasi e-modul. Tingkat ketercapaian atau kriteria yang digunakan dalam persentase kepraktisan e-modul dikelompokkan dalam kriteria pada tabel 3.

**Tabel 3.** Kriteria Kepraktisan E-Modul (Sugiyono, 2013)

Tingkat Kepraktisan	Kriteria Praktis
$80\% \leq V_p \leq 100\%$	Sangat praktis
$60\% \leq V_p \leq 80\%$	Cukup praktis
$40\% \leq V_p \leq 60\%$	Kurang praktis
$20\% \leq V_p \leq 40\%$	Tidak praktis
$0\% \leq V_p \leq 20\%$	Sangat tidak praktis

Tabel 3 merupakan tabel kriteria persentase kepraktisan untuk hasil dari angket praktikalitas e-modul yang diisi oleh guru dan siswa. Kemudian tingkat ketercapaian atau kategori yang digunakan dalam persentase efektifitas e-modul dikelompokkan pada sejumlah kriteria yang termuat dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Kriteria Keefektifan E-Modul (Sugiyono, 2013)

Tingkat Kepraktisan	Kriteria Praktis
$81\% \leq V_e \leq 100\%$	Sangat efektif
$61\% \leq V_e \leq 81\%$	Cukup efektif
$41\% \leq V_e \leq 61\%$	Kurang efektif
$21\% \leq V_e \leq 41\%$	Tidak efektif
$0\% \leq V_e \leq 21\%$	Sangat tidak efektif

Tabel 4 merupakan kriteria persentase keefektifan e-modul dengan mengacu pada hasil angket efektivitas yang diisi oleh siswa setelah menggunakan e-modul selama pembelajaran. Sebagai upaya memahami besaran kenaikan kemampuan penalaran matematis siswa, diselenggarakan tes kemampuan di awal (*pretest*) dan di akhir

(posttest) pembelajaran. Hasil kedua tes tersebut kemudian dianalisis menggunakan rumus *N-Gain* guna mengetahui tingkat kenaikan pada kemampuan penalaran matematis siswa.

Pengelompokan tingkat ketercapaian atau kategori kemampuan penalaran matematis diinterpretasikan melalui *N-Gain* seperti yang termuat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kategori Tingkatan Kemampuan Penalaran Matematis berdasarkan *N-Gain*

Batasan	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 < g < 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah
$21\% \leq V_e \leq 41\%$	Tidak efektif
$0\% \leq V_e \leq 21\%$	Sangat tidak efektif

Tabel 5 menyajikan kriteria peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa pasca mengikuti kegiatan pembelajaran dengan mengimplementasikan e-modul berbasis PBL-AR yang memuat soal-soal model PISA.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa e-modul dengan basis PBL-AR yang memuat soal-soal model PISA dengan tujuan sebagai peningkat kemampuan penalaran matematis siswa SMP. Pengembangan E-modul dilaksanakan melalui penggunaan model ADDIE, meliputi atas lima tahapan yakni *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *evaluation* (Winarni 2018).

### Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada tahap awal penganalisaan dilakukan untuk memperoleh validasi kesenjangan kinerja, melakukan penganalisaan atas karakteristik siswa dan kurikulum, serta melakukan pengidentifikasi atas kebutuhan sumber daya. Tahapan ini menuntut peneliti untuk melakukan wawancara bersama salah satu guru matematika kelas VII SMP N 6 Kota Jambi. Melalui kegiatan tersebut diperoleh informasi ketersediaan buku belajar siswa yang menggunakan buku cetak dan buku lks sehingga kurang memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran karena hanya memuat soal rutinan, di mana ini menjadikan siswa kurang lazim pada persoalan non rutin. Siswa memahami materi dengan mudah apabila bahan ajar dikemas dengan menarik. Kurikulum yang dipergunakan oleh sekolah tersebut merupakan Kurikulum Merdeka.

Pada tahap ini dilakukan tes kemampuan penalaran matematis siswa kelas VII H SMP N 6 Kota Jambi. Tes tersebut meliputi atas tiga soal berbentuk uraian, di mana penyusunannya mengacu pada indikator kemampuan penalaran matematis sesuai dengan kerangka soal PISA. Dari hasil tes, menunjukkan masih rendahnya taraf kemampuan penalaran matematis siswa.

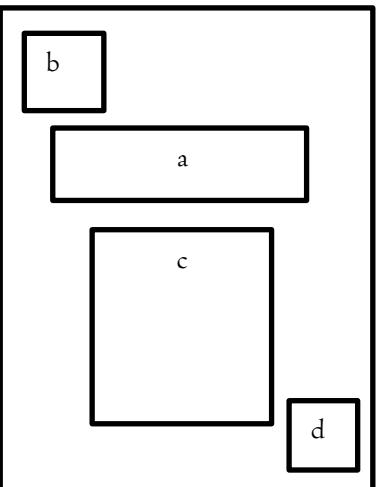
Pasca proses penganalisaan, diperoleh hasil bahwa ketersediaan sumber daya isi di SMP N 6 Kota Jambi meliputi atas buku guru dan buku siswa matematika kelas VII SMP/MTs. Sumber daya teknologi berupa *smartphone* siswa. Sumber daya manusia berupa peneliti, guru matematika kelas VII, dan siswa kelas VII. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, pengembangan e-modul berbasis PBL-AR yang memuat berbagai persoalan model PISA diperlukan siswa sebagai pendukung aktivitas pembelajaran guna meningkatkan kemampuan penalaran matematis mereka.

### Tahap Desain (*Design*)

Rancangan awal yang dihasilkan untuk membuat e-modul adalah berupa *storyboard* yang berisikan penjelasan secara detail dari setiap halaman e-modul. Kemudian E-modul berbasis PBL-AR bermuatan soal PISA berguna sebagai pengembang kemampuan penalaran matematis siswa SMP pasca perancangan dengan memuat materi kesebangunan memuat 3 subbab, yaitu: hubungan antar sudut, arti kesebangunan, dan kesebangunan pada segitiga. Setiap pertemuan memuat bagian pendahuluan, aktivitas penyelesaian masalah berbasis sintaks PBL, hingga soal latihan sebagai bentuk penguatan materi. Pada e-modul terdapat konten dari tiap subbab materi kesebangunan. Langkah-langkah penyelesaian pada soal dibuat mengikuti sintak PBL: orientasi siswa kepada masalah, mengorganisasikan siswa pada masalah, membimbing penyelidikan individu atau kelompok,

meningkatkan dan menginterpretasikan hasil karya, serta melakukan penganalisisan dan pengevaluasian aktivitas penguraian permasalahan. Contoh tampilan pada storyboard beserta rancangan awal e-modul terdapat pada tabel 6.

Tabel 6. Storyboard dan Tampilan Rancangan E-Modul

Kerangka Tampilan E-Modul	Rancangan dan Deskripsi
	 <p><b>Cover</b> Halaman sampul depan terdapat</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Logo Universitas Jambi, logo merdeka mengajar, tut wuri handayani</li><li>b. Judul :E-modul Kesebangunan berbasis <i>problem based learning – augmented reality</i> untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa</li><li>c. Tulisan “VII SMP/MTs sederajat”</li></ul>

Tabel 6 merupakan tampilan dari storyboard dan rancangan awal e-modul pada bagian cover. Dapat dilihat tampilan lengkap dari storyboard dan rancangan awal e-modul diakses melalui link berikut: <https://bit.ly/StoryboardE-ModulPBLAR>

#### Tahap Pengembangan (*Development*)

Hasil kevalidan e-modul dilakukan oleh 2 tim ahli yaitu validator 1 Ibu FTP dan validator 2 Ibu TG, lalu kepraktisannya diuji oleh guru matematika dan enam siswa melalui angket.

#### Uji Validitas

Hasil validasi materi e-modul termuat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Validasi Materi oleh Ahli Materi

Validator	Aspek	Skor	Percentase
Ahli Materi	Kelayakan Isi	111	85,38%
	Kebahasaan	35	87,5%
	Kelayakan Komponen	59	84,28%
	Sintaks PBL	43	80%
Total		248	85,51%
Kriteria			Valid

Pada tabel 7 menunjukkan hasil penilaian validasi materi e-modul oleh tim ahli dengan persentase sebesar 85,51%. Persentase tersebut termasuk dalam kategori “valid”, yang artinya materi dalam e-modul layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan beberapa revisi sesuai masukan dari tim ahli. Selain penilaian, terdapat beberapa komentar dan saran untuk e-modul dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Komentar dan Saran Perbaikan oleh Ahli Materi

No	Validator	Komentar dan Saran
1	Validator 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Susunan uraian materi wajib diselaraskan pada sintaks model <i>problem based learning</i> dan indikator penalaran matematis</li></ul>

No	Validator	Komentar dan Saran
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesuaikan kembali TP dengan silabus yang digunakan</li> <li>KKO pada TP dan proses harus HOTS</li> <li>Kegiatan pembelajaran sesuaikan dengan pertemuan</li> <li>RPP disiapkan dan sesuaikan dengan langkah yang ada pada e-modul</li> <li>Gambar pada permasalahan diubah menjadi kontekstual lebih nyata</li> </ul>
2	Validator 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pada masalah 1 perbaiki gambar pada jalan</li> <li>Perbaiki letak indikator sesuaikan dengan langkah kegiatan PBL pada penyelesaian masalah 1, 2 dan 3</li> <li>Sesuaikan langkah PBL pada penyelesaian masalah 1, 2 dan 3</li> <li>Tambah keterangan bangunan sebagai petunjuk arah perjalanan pada gambar masalah 1</li> <li>Perbaiki dan lengkapi secara detail permasalahan pada masalah 1</li> <li>Perbaiki kalimat pada langkah kegiatan masalah 2</li> <li>Buat keterangan indikator pada samping penyelesaian contoh soal 1, 2, dan 3</li> <li>Perbaiki gambar 3D pada augmented reality latihan soal 2</li> <li>Perbaiki dan ganti permasalahan baru pada masalah 3</li> </ul>

Tabel 8 merupakan komentar dan saran perbaikan yang dipaparkan oleh tim ahli pada validasi materi e-modul. Hal itu digunakan sebagai dasar untuk perbaikan e-modul. Selanjutnya, penilaian validasi desain e-modul termuat pada tabel 9.

**Tabel 9.** Hasil Validasi Desain oleh Ahli Desain

Validator	Aspek	Skor	Persentase
Ahli Desain	Tampilan Penulisan	40	80%
	Tampilan Fisik	42	84%
	Karakteristik E-Modul	78	86%
Total		160	84,21%
Kriteria		Valid	

Pada tabel 9 merupakan hasil penilaian validasi desain e-modul oleh tim ahli dan persentase yang didapat yaitu 84,21% yang termasuk dalam kategori “valid” yang artinya desain pada e-modul tersebut layak dipergunakan pada kegiatan pembelajaran dengan sejumlah revisi yang telah diberikan. Selain penilaian, terdapat beberapa komentar dan saran untuk e-modul termuat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Komentar dan Saran Perbaikan oleh Ahli Desain

No.	Validator	Komentar dan Saran
1.	Validator 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesuaikan gambar dengan ilustrasi cerita</li> <li>Tulisan dan template dirapikan</li> <li>Ukuran penulisan disesuaikan dengan kebutuhan</li> <li>Judul disesuaikan dengan judul penelitian, identitas dicantumkan</li> </ul>
2.	Validator 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tambahkan penjelasan PBL-AR, lalu tahapan PBL pada pendahuluan dan dibuat dengan rapi</li> <li>Tambahkan cara penggunaan augmented reality dan cara scan augmented reality secara teknis dengan detail pada petunjuk penggunaan e-modul</li> <li>Tambahkan glosarium</li> <li>Perbaiki kesesuaian pada bagian peta konsep</li> <li>Pada CP&amp;TP perbaiki kalimat di capain pembelajaran menjadi pada akhir fase D dan kata sudut</li> <li>Buat cover judul materi untuk setiap kegiatan belajar</li> <li>Tambahkan indikator tujuan pembelajaran di bawah tujuan pembelajaran</li> <li>Tambah kata mampu pada cover tujuan pembelajaran dan sesuaikan tujuan pembelajarannya dengan kegiatan belajar I</li> <li>Lengkapi daftar pustaka dengan sumber yang ada pada e-modul</li> </ul>

Tabel 10 memuat komentar dan saran perbaikan dari tim ahli terhadap validasi desain e-modul. Masukan tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan perbaikan e-modul.

#### Uji Praktikalitas

Pada tahap *one-to-one*, pengujian praktikalitas menggunakan angket dilaksanakan pada seorang guru matematika kelas VII SMP Negeri 6 Kota Jambi, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Praktikalitas Oleh Guru

Validator	Indikator Penilaian	Skor	Percentase
Guru	Kemudahan Penggunaan	111	85,38%
	Efisiensi Waktu	35	87,5%
	Fungsi Modul	59	84,28%
Total		71	83,52%
Kriteria	Sangat Praktis		

Tabel 11 merupakan merupakan hasil penilaian kepraktisan e-modul yang menghasilkan persentase 83,52% yang termasuk dalam kategori “praktis” yang artinya e-modul dapat diuji cobakan pada tahap selanjutnya yaitu small group. Adapun hasil penilaian praktikalitas oleh 6 siswa kelas VII F SMP N 6 Kota termuat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Hasil Praktikalitas Oleh Siswa

Validator	Indikator Penilaian	Skor	Percentase
Siswa	Kemudahan Penggunaan	287	86,96%
	Efisiensi Waktu	103	85,83%
	Fungsi Modul	55	91,66%
Total		445	87,25%
Kriteria	Sangat Praktis		

Tabel 11 merupakan merupakan hasil penilaian kepraktisan e-modul yang menghasilkan persentase 87,25% yang termasuk dalam kategori “praktis” oleh siswa yang artinya e-modul layak untuk tahap uji coba lapangan (*field test*).

#### Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap pengimplementasian diselenggarakan uji coba lapangan (*field test*) dengan memanfaatkan e-modul berbasis PBL-AR bermuatan soal PISA guna mengembangkan kemampuan penalaran matematis siswa selama kegiatan pembelajaran. Penerapan dilakukan kepada 31 siswa kelas VII H SMP Negeri 6 Kota Jambi dengan melakukan proses pembelajaran selama 3 pertemuan dan 1 pertemuan melakukan *post-test* kemampuan penalaran matematis siswa. Kegiatan selama pembelajaran akan mengikuti model pembelajaran *problem based learning* (PBL). Adapun materi yang digunakan pada e-modul mengenai kesebangunan dengan 3 subbab yaitu hubungan antar sudut, arti kesebangunan, dan kesebangunan pada segitiga.

Pada hubungan antar sudut disajikan masalah kontekstual bangunan tugu keris siginjai yang terdapat sebuah persimpangan dan menganalisis sudut dan hubungan antar sudut yang terbentuk dari persimpangan jalan tersebut. Pada arti kesebangunan disajikan masalah kontekstual sebuah bangunan rumah adat Kajang Lako dan mengamati serta memahami permasalahan bentuk dan ukuran pada pintu dan juga jendela rumah adat Kajang Lako dengan menggunakan syarat kesebangunan. Selanjutnya kesebangunan pada segitiga disajikan masalah kontekstual sebuah bangunan masjid Raya Tsamaratul Insan atau yang biasa disebut Masjid Islamic Center Kota Jambi dan memahami sebuah konsep materi kesebangunan pada segitiga dengan menganalisis syarat kesebangunan pada segitiga yang tersaji dalam desain atap Masjid Islamic Center. Soal yang disajikan E-modul pada tiap bab yaitu soal PISA kemampuan tinggi dilengkapi teknologi *augmented reality* dengan menggunakan aplikasi assmblr edu. Dalam e-modul ini, contoh soal dan latihan disajikan dengan penyelesaian yang disesuaikan dengan indikator penalaran matematis, seperti pengajuan dugaan, pemnipulasi matematika, penyusunan bukti, pembubuhan alasan atas sebuah solusi, penarikan kesimpulan, pemeriksaan keabsahan pendapat, dan penemuan pola atau sifat gejala matematis guna melakukan generalisasi.

Pada pertemuan akhir, peneliti melaksanakan uji coba kelompok besar melalui penyebaran angket keefektifan terhadap penggunaan e-modul serta melakukan *post-test* kemampuan penalaran matematis siswa berupa 3 soal uraian. Kegiatan ini ditujukan sebagai media untuk memahami apakah e-modul berbasis PBL-AR bermuatan soal PISA telah berlaku efektfif dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa SMP.

Gambar 2 menunjukkan implementasi pada penggunaan e-modul berbasis PBL-AR bermuatan soal PISA dalam kegiatan pembelajaran materi kesebangunan. Kegiatan belajar pada e-modul diikuti oleh siswa selama proses pembelajaran. Beberapa kegiatan yang terdapat dalam e-modul dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. Halaman pada E-Modul yang menunjukkan penerapan PBL-AR

Gambar 3 merupakan kegiatan belajar disajikan masalah kontekstual yang terdapat pada e-modul PBL-AR untuk siswa diskusi bersama kelompok selama kegiatan pembelajaran. Pada setiap akhir materi dalam kegiatan pembelajaran tersebut juga dilengkapi soal latihan. Berikut disajikan bentuk latihan soal pada e-modul yang digunakan dalam uji coba lapangan dan contoh jawaban salah satu siswa.

Gambar 4. Soal dan jawaban siswa pada latihan soal e-modul

Gambar 4 menunjukkan bentuk latihan soal 1 pada materi hubungan antar sudut dan juga terdapat gambar salah satu jawaban siswa pada latihan 1 soal yang terdapat pada e-modul. Siswa diberikan angket efektifitas e-modul setelah menggunakan e-modul selama kegiatan pembelajaran. Hasil penilaian pada angket efektifitas e-modul oleh siswa kelas VII H SMP N 6 Kota Jambi dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Keefektifan Oleh Siswa

Validator	Indikator Penilaian	Skor	Persentase
Siswa	Isi	983	87,76%
	Kebahasaan	145	90,62%
	Fungsi E-Modul	2004	89,46%
Total		3132	88,97%
Kriteria			Sangat Efektif

Tabel 13 merupakan hasil angket efektifitas setelah menggunakan e-modul selama kegiatan pembelajaran yang menghasilkan persentase 88,97% dengan kategori “sangat efektif” yang berarti e-modul efektif bagi siswa dalam memahami materi kesebangunan. Tes akhir (*posttest*) penalaran matematis yang memuat 3 soal uraian dengan materi kesebangunan diberikan kepada siswa setelah mereka mengisi angket efektivitas e-modul, dengan tujuan mengukur kemampuan penalaran matematis setelah penggunaan e-modul. Pada hasil perhitungan *N-Gain* kemampuan penalaran matematis siswa dapat dilihat pada tabel 14.

**Tabel 14.** Hasil *N-Gain* Siswa

Instrumen	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain
Tes Kemampuan Penalaran Matematis	42,80	84,70	0,8333333
N-Gain (%)			83,33%
Kriteria			Tinggi

Tabel 14 merupakan hasil perhitungan *N-Gain* siswa yaitu dengan rata-rata 0,833333 dengan persentase 83,33% dengan kategori “tinggi” yang artinya penalaran matematis siswa meningkat setelah mengalami proses pembelajaran menggunakan E-Modul Berbasis PBL-AR Bermuatan Soal PISA Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP. Berdasarkan hasil angket dan tes kemampuan penalaran matematis, dapat disimpulkan bahwa e-modul mampu memberikan hasil yang selaras dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan.

#### Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa e-modul yang dirancang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan pada setiap tahapan. Pada tahap analisis, peneliti mengidentifikasi karakteristik dan kebutuhan siswa serta melakukan penyesuaian berdasarkan temuan lapangan. Tahap desain dilakukan dengan menyusun rancangan awal e-modul dan memperoleh masukan dari dosen pembimbing. Selanjutnya, pada tahap pengembangan, e-modul disusun dan divalidasi oleh para ahli, kemudian diperbaiki berdasarkan masukan terkait desain dan isi materi.

Berdasarkan hasil penelitian, e-modul matematika berbasis *problem based learning* (PBL) yang dilengkapi dengan teknologi *augmented reality* (AR) dan soal-soal kontekstual berbasis PISA, serta dikembangkan melalui model ADDIE, dinyatakan memenuhi kriteria kualitas produk pembelajaran, yakni valid, praktis, dan efektif. Model pengembangan ADDIE terdiri dari lima tahapan sistematis, yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation* (Winarni 2018). Pada tahap analisis ditemukan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa masih tergolong rendah dan bahan ajar yang digunakan belum mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Berdasarkan temuan tersebut, dikembangkan e-modul dengan pendekatan PBL dan integrasi AR untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran dan mendukung penalaran matematis sesuai tuntutan kurikulum merdeka.

Validitas e-modul diuji melalui validasi oleh ahli materi dan desain. Hasil validasi materi menunjukkan persentase 85,51%, sementara validasi desain memperoleh nilai sebesar 84,21%, keduanya termasuk kategori “sangat valid”. Aspek validasi mencakup kesesuaian isi dengan kurikulum, keterpaduan dengan sintaks PBL, kebahasaan, serta keterpaduan soal kontekstual berbasis PISA yang memuat pemecahan masalah dan penalaran tingkat tinggi (Gustiningsi et al., 2023). Dari sisi desain, e-modul dinilai menarik, komunikatif, dan mudah diakses. Elemen AR yang disematkan melalui aplikasi *Trellis 3D* dan *Assemblr Edu* memperkaya pengalaman belajar siswa melalui visualisasi objek konkret dalam bentuk tiga dimensi. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Nusantara et al. (2024) yang menyatakan bahwa desain soal berbasis PISA dapat lebih efektif jika dikembangkan melalui teknologi digital yang interaktif dan kontekstual.

Kepraktisan e-modul dinilai melalui uji coba individual oleh guru serta uji kelompok kecil yang dilakukan kepada siswa. Penilaian guru terhadap e-modul menunjukkan persentase sebesar 83,52%, sedangkan hasil angket siswa memperoleh skor sebesar 87,25%. Keduanya termasuk dalam kategori “sangat praktis”. E-modul dianggap mudah digunakan, efisien dalam hal waktu, serta memiliki fungsi yang mendukung proses pembelajaran baik secara mandiri maupun klasikal. Fitur interaktif dan petunjuk penggunaan yang sistematis memudahkan siswa dalam mengikuti alur pembelajaran serta mendukung proses pemecahan masalah secara mandiri. Penilaian ini sejalan dengan pendapat Nieveen (2013) bahwa kepraktisan produk ditunjukkan melalui kemudahan

penggunaannya oleh pengguna sasaran serta kesesuaian dengan kondisi lapangan. Penelitian oleh Meilindawati et al (2023) juga menunjukkan bahwa integrasi AR dalam e-modul dapat meningkatkan keterlibatan dan efektivitas pembelajaran matematika.

Efektivitas e-modul diukur melalui angket efektivitas dan tes kemampuan penalaran matematis. Hasil angket menunjukkan persentase efektivitas sebesar 88,97%, termasuk dalam kategori "sangat efektif". Hasil tes pretest dan posttest menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari 42,80 menjadi 84,70, dengan nilai N-Gain sebesar 0,73 yang berada dalam kategori peningkatan "tinggi". Dari 31 siswa, sebanyak 21 siswa mengalami peningkatan dalam kategori tinggi dan 9 siswa dalam kategori sedang. Peningkatan ini mencerminkan bahwa e-modul mampu mendukung indikator penalaran matematis seperti mengajukan dugaan, menyusun bukti, dan menemukan pola matematika (Yanti et al., 2019). Hal ini diperkuat oleh temuan Albar et al. (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan dasar matematika termasuk penalaran, serta memperkuat keterkaitan antara konsep matematika dan dunia nyata.

Sebagai bahan ajar kontekstual untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa SMP, e-modul matematika berbasis PBL-AR yang dikembangkan, secara keseluruhan telah dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Rachmawati et al., 2019) yang menyatakan bahwa penggunaan e-modul interaktif dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematis siswa, serta penelitian Tamur & Pantaleon (2023) yang menyimpulkan bahwa integrasi teknologi dalam modul pembelajaran berdampak positif terhadap hasil belajar matematika siswa.

Penelitian terkait pengembangan bahan ajar berbasis teknologi telah banyak dilakukan dalam rangka menjawab tantangan pendidikan abad ke-21, khususnya dalam meningkatkan keterlibatan dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Nusantara et al. (2024) menyatakan bahwa penggunaan teknologi interaktif, seperti *augmented reality* (AR), dapat memperkuat pemahaman konsep matematika abstrak melalui visualisasi konkret dalam konteks nyata. Soal matematika berbasis PISA menjadi lebih bermakna ketika dikaitkan dengan konteks kehidupan sehari-hari yang divisualisasikan secara digital, sebagaimana ditunjukkan dalam hasil penelitian mereka. Temuan ini mendukung integrasi teknologi AR dalam e-modul sebagai alat bantu belajar yang tidak hanya menarik, tetapi juga efektif dalam membangun koneksi antara dunia nyata dan konsep matematika.

Selanjutnya, penelitian oleh Meilindawati et al. (2023) menekankan bahwasannya penggunaan media pembelajaran yang interaktif dan kontekstual sangat penting dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika. Mereka mengembangkan e-modul berbasis pendekatan saintifik yang dilengkapi elemen visual dan fitur multimedia. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam minat belajar dan hasil belajar siswa. Studi tersebut menegaskan bahwa media yang dirancang secara sistematis, dengan memperhatikan karakteristik peserta didik dan kebutuhan kurikulum, dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Hal ini sejalan dengan arah pengembangan e-modul berbasis PBL-AR yang tidak hanya menekankan konten, tetapi juga pengalaman belajar siswa melalui pendekatan kontekstual dan kolaboratif.

Sementara itu, Albar et al. (2022) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah *Problem Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan penalaran matematis siswa secara signifikan. Model PBL memberikan ruang kepada siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar melalui eksplorasi masalah nyata, diskusi kelompok, dan penyusunan solusi yang logis. Dalam konteks ini, penalaran matematis berkembang secara alami sebagai hasil dari proses berpikir yang mendalam dan reflektif. Pengembangan e-modul yang mengintegrasikan model PBL didukung oleh hasil temuan mereka, karena pendekatan ini terbukti efektif dalam melatih kemampuan siswa untuk memahami konsep secara mendalam dan mengimplimasikannya dalam berbagai situasi.

Terakhir, Rachmawati et al. (2019) dalam studinya menyoroti potensi e-modul interaktif sebagai alternatif bahan ajar yang dapat mengakomodasi gaya belajar siswa yang beragam. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan e-modul dengan pendekatan berbasis konteks lokal dan integrasi teknologi digital meningkatkan kemandirian belajar serta kemampuan berpikir logis siswa. Mereka menyimpulkan bahwa modul pembelajaran digital yang dirancang dengan pendekatan pedagogis yang tepat, termasuk model PBL dan integrasi AR, dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di tingkat SMP. Penelitian ini menjadi pijakan penting dalam membangun landasan teoritis bagi pengembangan e-modul matematika dalam studi ini.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan dan implementasi, dapat disimpulkan bahwa e-modul matematika berbasis *problem based learning* (PBL) yang dilengkapi dengan teknologi *augmented reality* (AR) dan memuat soal-soal PISA pada materi kesebangunan dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa SMP. E-modul ini dikembangkan melalui tahapan ADDIE dan telah melewati proses validasi oleh ahli materi dan desain dengan hasil sangat valid. Uji praktikalitas oleh guru dan siswa menunjukkan bahwa e-modul ini mudah digunakan, tampilannya menarik, serta mendukung proses pembelajaran yang efisien dan interaktif. Peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa terlihat signifikan dengan rata-rata nilai *N-Gain* sebesar 0,73 yang tergolong dalam kategori tinggi. Selain itu, hasil angket efektivitas menunjukkan bahwa e-modul ini sangat efektif dalam menunjang proses pembelajaran. Sejalan dengan temuan tersebut, disarankan agar guru matematika di tingkat SMP mulai memanfaatkan e-modul berbasis PBL-AR sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran kesebangunan dan materi kontekstual lainnya. Pemanfaatan teknologi seperti *augmented reality* mampu meningkatkan ketertarikan siswa dalam belajar dan mempermudah siswa memahami konsep bersifat abstrak secara lebih nyata. Peneliti juga menyarankan agar pengembangan e-modul serupa terus dilanjutkan untuk topik-topik lain dalam matematika, serta dilakukan uji coba pada jenjang dan konteks yang lebih luas guna mengukur dampaknya secara lebih menyeluruh. Selain itu, dukungan fasilitas digital di sekolah perlu diperkuat agar penerapan media pembelajaran inovatif ini dapat berjalan optimal.

## Daftar Pustaka

- Afifah, B. A. (2019). Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa. *eprints.ummi.ac.id*. <http://eprints.ummi.ac.id/1039/>
- Afifah, B. A., Imswatama, A., & ... (2020). Penerapan model *problem based learning* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa. *De Fermat: Jurnal* .... <https://jurnal.pmat.uniba-bpn.ac.id/index.php/DEFERMAT/article/view/46>
- Albar, R., Susilawati, S., & Fatmawati, D. P. (2022). Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Phytagoras untuk Meningkatkan Literasi Matematika Siswa. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Tahun 2022*, 3(1).
- Branch, R. M. (2009). Instructional design: The ADDIE approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Dalimunthe, R. R. (2022). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Matematika Berbasis Kontekstual dan Nilai Keislaman Pada Materi Transformasi Geometri Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas IX SMP. *Braz Dent J.*, 33(1).
- Dewi, M. S. A., & Lestari, N. A. P. (2020). E-Modul Interaktif Berbasis Proyek Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3).
- Dinayusadewi, N. P., & Agustika, G. N. S. (2020). Development Of Augmented Reality Application As A Mathematics Learning Media In Elementary School Geometry Materials. *Journal of Education Technology*, 4(2), 204. <https://doi.org/10.23887/jet.v4i2.25372>
- Gustiningsi, T., Putri, R. I. I., Zulkardi, & Hapizah. (2023). Developing a PISA-Like Mathematical Problem: Using Traditional Food Context. *International Journal of Education & Curriculum Application*, 6(3).
- Harahap, N., Siregar, E. Y., & Harahap, S. D. (2020). Efektivitas penggunaan model pembelajaran problem based learning (pbl) ditinjau dari kemampuan penalaran matematis siswa. *JURNAL MathEdu* .... <https://www.journal.ipts.ac.id/index.php/MathEdu/article/view/1157>
- Husniah, A., & Azka, R. (2022). Modul Matematika dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Memfasilitasi Kemampuan Penalaran Matematis Siswa. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 327–338. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i2.1329>
- Kadarisma, G., Rosyana, T., & Nurjaman, A. (2019). Pengaruh Minat Belajar Terhadap Kemampuan Penalaran Matematik Siswa SMP. *Jurnal Absis*, 2(1), 121–128.

- Khairunnisa, R., & Faradillah, A. (2023). The Effect of Augmented Reality-Assisted Problem-Based Learning on Mathematical Reasoning Ability. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jpp.v13.i2.202352>
- Lelapary, H. L. (2022). The Influence of The Problem-Based Learning (PBL) Model on The Level of Reasoning Ability. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(2). <https://doi.org/10.46843/jiecr.v3i2.111>
- Leony Margaretha, Feri Tiona Pasaribu, & Yelli Ramalisa. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM Berbantuan Video Animasi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(1). <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1475>
- Lulu Maulidah, Dadang Kurnia, & Fitri Anjaswuri. (2023). Pengembangan E-Modul Menggunakan Flipbook Pada Tema 9 Subtema 1 Benda Tunggal Dan Campuran. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(2). <https://doi.org/10.36989/didaktik.v9i2.1317>
- Meilindawati, R., Zainuri, Z., & Hidayah, I. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality (Ar) Dalam Pembelajaran Matematika. *JURNAL E-DuMath*, 9(1). <https://doi.org/10.52657/je.v9i1.1941>
- Mursyida, L., Dewi, I. P., Samala, A. D., & ... (2024). E-Modules for Computer Network Practicum Based on Problem-Based Learning and Peer Tutoring: A Practical Solution to Develop 21st-Century Skills. *Journal of Education* .... <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JET/article/view/63568>
- Nusantara, D. S., Zulkardi, & Indra Putri, R. I. (2024). How to Design PISA-like Digital Mathematics Problems: A Preliminary Study. *AIP Conference Proceedings*, 3046(1). <https://doi.org/10.1063/5.0194756>
- OECD. (2023). OECD : Revenue Statistics in Asia and the Pacific 2023. *Organisation for Economic Co-Operation and Development*.
- Pasaribu, F. T., & Ramalisa, Y. (2020). Desain Media Pembelajaran Geometri SMP Menggunakan 3D Pageflip Professional Berbasis RME Terintegrasi STEM. *Logaritma : Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, 8(01). <https://doi.org/10.24952/logaritma.v8i01.2374>
- Pasaribu, F. T., & Ramalisa, Y. (2022). Quizizz's Augmented Reality (AR) Based Mathematics Digital Pocketbook Design Using GOLD (Guided, Organizing, Leaflet, Discovery) Learning Model. *Logaritma : Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, 10(01). <https://doi.org/10.24952/logaritma.v10i01.4567>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research Educational Design Research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*.
- Purwanto, Z. A., Yusmin, E., & Yani T, A. (2023). Kemampuan Penalaran Matematis Peserta Didik Berdasarkan Dimensi Bernalar Kritis. *Academy of Education Journal*, 14(2), 316–325. <https://doi.org/10.47200/aoej.v14i2.1650>
- Putra, P. B. A. A. (2020). Implementasi Augmented Reality Pada Media Promosi Penjualan Rumah. *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 14(2), 142–149. <https://doi.org/10.47111/jti.v14i2.1163>
- Rachmawati, N., Prayitno, A. T., & Nurhayati, N. (2019). Perbandingan Kemampuan Penalaran Matematis Antara Siswa Yang Memperoleh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Pair .... In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* ....
- Sayuri, M., Yuhanan, Y., & Syamsuri, S. (2020). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP Ditinjau dari Gaya Belajar. *Wilangan: Jurnal Inovasi Dan* .... <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/wilangan/article/view/10072>
- Sugiyono (2011:188). (2015). Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung: Alfabeta. Sugiyono (2011:188), 151.

Tamur, M., & Pantaleon, K. V. (2023). Pengembangan E-Modul Matematika Interaktif Terintegrasi Kahoot! untuk Mendukung Literasi Matematis Siswa SMP. *Suska Journal of Mathematics Education*, 9(2).  
<https://doi.org/10.24014/sjme.v9i2.24932>

Yanti, K. G. D., Pujawan, I. G. N., & Mahayukti, G. A. (2019). Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Melalui Penerapan Pendekatan Metaphorical Thinking. *Jurnal IKA*, 16(2).  
<https://doi.org/10.23887/ika.v16i2.19828>