

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS INKUIRI TERBIMBING DENGAN PENDEKATAN *OPEN ENDED* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS

Melisyia¹, Edwin Musdi^{2*}

^{1,2} Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*Corresponding author: edwinmusdi@fmipa.unp.id

Received 01 June 2025; Revised 13 September 2025; Accepted 25 June 2026

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan penalaran matematis peserta didik kelas X SMK yang ditunjukkan melalui hasil tes awal kemampuan penalaran matematis. Penelitian ini bertujuan menghasilkan modul ajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model Plomp yang meliputi tahap *preliminary research*, *development/prototyping*, dan *assessment*. Subjek penelitian terdiri atas peserta didik kelas X SMK, sedangkan uji praktikalitas melibatkan 1 orang pendidik matematika dan 15 orang peserta didik. Instrumen penelitian berupa lembar validasi, angket praktikalitas, dan tes kemampuan penalaran matematis. Validitas modul ajar dilakukan terhadap empat aspek, yaitu aspek isi, konstruk, bahasa, dan penyajian dengan skor rata-rata berturut-turut sebesar 3,3; 3,4; 3,6; dan 3,4 sehingga skor rata-rata validitas 3,4 dengan kriteria sangat valid. Praktikalitas dilakukan dengan peserta didik dan pendidik yaitu tahap *one-to-one evaluation* 3 peserta didik, *small group evaluation* 6 peserta didik dan *field test* 1 pendidik matematika dan 15 peserta didik. Skor rata-rata yang diperoleh pada praktikalitas sebesar 83,4% dengan kriteria praktis. Efektivitas dilakukan dengan cara melihat hasil tes kemampuan penalaran matematis peserta didik yang memenuhi kriteria, hasil efektivitas memperoleh 89% dengan kriteria efektif. Dengan demikian, modul ajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* dinyatakan valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan dalam pembelajaran matematika di kelas X SMK..

Kata kunci: Modul Ajar, Inkuiri Terbimbing, *Open-Ended*, Kemampuan Penalaran Matematis.

Abstract

This study was motivated by the low mathematical reasoning ability of 10th-grade vocational high school (SMK) students, as indicated by the results of a preliminary test. This study aims to develop a teaching module using a guided Inquiry model based on an open-ended approach that is valid, practical, and effective in improving students' mathematical reasoning ability. This research is a Research and Development study employing the Plomp model, which consists of three phases: preliminary research, development/prototyping, and assessment. The subjects of the study were 10th-grade vocational high school students, while the practical evaluation involved one mathematics teacher and 15 students. The research instruments included validation sheets, practicality questionnaires, and a mathematical reasoning ability test. The validity of the teaching module was evaluated across four aspects: content, construct, language, and presentation, with average scores of 3.3, 3.4, 3.6, and 3.4, respectively. This resulted in an overall average validity score of 3.4, categorizing it as "very valid." Practicality was evaluated with students and the teacher through one-to-one evaluation 3 students, small group evaluation 6 students, and a field test 1 mathematics teacher and 15 students. The average practicality score obtained was 83.4%, meeting the "practical" criteria. Effectiveness was assessed based on the results of the students' mathematical reasoning test who met the criteria, achieving an effectiveness rate of 89%, which falls into the "effective" category. Therefore, the teaching module using a guided Inquiry model based on an open-ended approach is declared valid, practical, and effective, making it suitable for use in mathematics learning for 10th-grade vocational high school students.

Keywords: Guided Inquiry, Mathematical Reasoning Ability, Open-Ended Approach, Teaching Module.



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.v15i2.12906>

PENDAHULUAN

Terdapat kemampuan dasar yang perlu dicapai dalam pembelajaran matematika yang termasuk dalam standar proses pembelajaran, yaitu (1) komunikasi matematis, (2) penalaran matematis, (3) pemecahan masalah, (4) koneksi matematis, dan (5) representasi matematis NCTM (2000a). Kemampuan bernalar matematis merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran matematika karena menunjukkan kapasitas peserta didik dalam menginternalisasi konsep, mengidentifikasi keterkaitan antar unsur, serta menyusun pernyataan, merumuskan argumen yang logis, menarik kesimpulan, dan memverifikasi argumen sebagai bentuk penalaran yang efektif Astriani & Dhana (2024), Rahmawati & Astuti (2022), Waluyo & Bima (2023), Nasir et al (2023), Hudiria et al (2022), Hidayatullah et al (2019).

Peserta didik yang memiliki penalaran matematis yang baik cenderung lebih terampil dalam mengkomunikasikan gagasan, menguasai materi baru secara akseleratif, serta menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dalam memecahkan persoalan matematika (Trisnawati et al (2024); Tukaryanto et al (2018)). Meskipun kemampuan penalaran matematis berperan penting dalam pembelajaran matematika, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan tersebut masih tergolong rendah. Penelitian Fitriani & Maarif (2023), Putri et al (2025) dan Prajono et al (2021) mengungkapkan bahwa kemampuan penalaran matematis peserta didik masih berada pada kategori rendah, terutama pada aspek menyusun pembuktian dan menggunakan metode penalaran yang tepat. Temuan tersebut sejalan dengan hasil PISA 2022 yang menunjukkan bahwa skor rata-rata matematika peserta didik Indonesia masih rendah, yaitu sebesar

379, sehingga menempatkan Indonesia pada peringkat ke-65 dari 81 negara peserta. OECD (2023).

Kondisi tersebut juga ditemukan pada peserta didik kelas X di tiga SMK Kota Padang. Berdasarkan hasil tes awal kemampuan penalaran matematis, rata-rata hanya sekitar 51% peserta didik yang mampu memenuhi indikator kemampuan penalaran matematis. Hasil wawancara dengan pendidik juga menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengemukakan alasan secara logis, mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian, serta masih bergantung pada penjelasan pendidik. Selain itu, perangkat pembelajaran yang digunakan belum mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan penalaran matematis yaitu modul ajar. Modul ajar merupakan salah satu perangkat pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka yang berfungsi sebagai pedoman pendidik dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran. Modul ajar memuat tujuan pembelajaran, rangkaian kegiatan, media, dan asesmen yang dirancang berdasarkan alur tujuan pembelajaran Ayuningsih et al (2022).

Dalam penyusunan modul ajar, diperlukan acuan berupa model pembelajaran yang sesuai. Salah satu model yang dinilai mampu mengembangkan kemampuan penalaran peserta didik adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing, sehingga layak dijadikan dasar dalam pengembangan modul ajar.

Salah satu model pembelajaran yang dinilai mampu mengembangkan kemampuan penalaran matematis adalah model inkuiri terbimbing. Model ini membimbing peserta didik menemukan konsep melalui proses penyelidikan sehingga mereka aktif mengamati, mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan menarik kesimpulan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

(Rizqi et al 2024). Melalui proses tersebut, peserta didik dilatih berpikir kritis, mengemukakan pendapat, serta menyelesaikan permasalahan secara mandiri.

Meskipun demikian, penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing masih sering menggunakan permasalahan yang mengarahkan peserta didik pada satu strategi atau satu jawaban penyelesaian. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian, yaitu pendekatan *open-ended*. Pendekatan ini menyajikan masalah terbuka yang memungkinkan munculnya lebih dari satu jawaban maupun berbagai strategi penyelesaian Soeyono, (2014), Agustianingsih et al., (2021).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing maupun pendekatan *open ended* memberikan dampak positif terhadap kemampuan penalaran matematis peserta didik. Penelitian Purwati et al. (2020) menunjukkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing yang berorientasi pada pemecahan masalah terbuka berpengaruh positif terhadap hasil belajar matematika peserta didik. Selanjutnya, Anggoro et al. (2021) melaporkan bahwa penerapan metode *open ended* lebih efektif dibandingkan metode ceramah dalam meningkatkan kemampuan berpikir matematis analitis peserta didik. Selain itu, Mulyawan et al. (2023) menemukan bahwa pendekatan *open ended* mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing dan pendekatan *open ended* memiliki potensi untuk diintegrasikan dalam pengem-

banan modul ajar guna mendukung peningkatan kemampuan penalaran matematis peserta didik. Dengan demikian, kolaborasi keduanya diharapkan mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, bermakna, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis.

Beberapa penelitian telah mengembangkan modul ajar berbasis inkuiri terbimbing maupun menerapkan pendekatan *open ended* dalam pembelajaran matematika. Namun, penelitian yang mengintegrasikan model pembelajaran inkuiri terbimbing dan pendekatan *open ended* ke dalam modul ajar untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik SMK masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan modul ajar yang mengintegrasikan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan pendekatan *open ended* sebagai satu kesatuan perangkat pembelajaran. Integrasi tersebut diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih sistematis serta mendorong peserta didik mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian masalah sehingga kemampuan penalaran matematis dapat berkembang secara optimal. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar berbasis model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan pendekatan *open ended* yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan (R&D) untuk mengembangkan modul ajar berbasis inkuiri terbimbing dengan pendekatan *open ended* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

peserta didik. Penelitian ini dilaksanakan di SMKN 4 Padang pada kelas X, mulai 04 November hingga 25 Desember 2024. Prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Plomp, yang terdiri dari tiga fase: *preliminary research phase*, *development or prototyping phase*, *assesment phase*.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan untuk analisis kebutuhan kurikulum, peserta didik dan konsep pada *preliminary research phase*, yaitu daftar cek list, angket, pedoman wawancara pendidik matematika. Instrumen pengumpulan data untuk validitas, praktikalitas dan efektivitas dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen Penumpulan Data Validitas, Praktikalitas, dan Efektivitas

Aspek	Instrumen	Responden	Indikator
Validitas	Lembar Validasi Ahli	Validator ahli	Isi, konstruk, bahasa, penyajian
Praktikalitas	Angket Praktikalitas	Pendidik dan Peserta Didik	mudah digunakan dan dipahami, efisien, dan menarik
Efektivitas	Tes Kemampuan Penalaran Matematis	Peserta didik	Indikator penalaran matematis

Berikut prosedur pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari tiga fase:

1. Preliminary Research Phase (Fase Investigasi Awal)

Preliminary research phase dilaksanakan untuk memperoleh informasi mengenai modul ajar yang harus dikem-bangkan. Pada fase ini, analisis dilakukan melalui wawancara dan angket terhadap pendidik dan peserta didik di SMK. Tujuan fase ini adalah untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat yang diperlukan dalam pengembangan modul ajar.

2. Development or Prototyping Phase (Fase Pengembangan Prototipe)

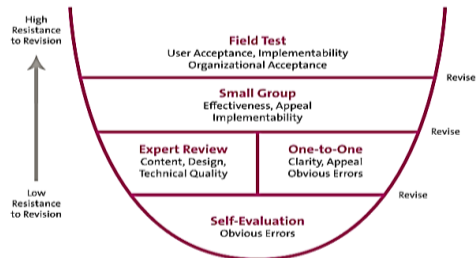
Fase pengembangan dilakukan melalui tiga langkah, yaitu fase *desain prototipe*, *evaluasi formatif*, dan *revisi prototipe*.

a. Desain prototipe

Pada fase ini, modul ajar dirancang berdasarkan Kurikulum Merdeka Belajar. Selanjutnya, LKPD dirancang sebagai penunjang modul ajar.

b. Evaluasi formatif

Evaluasi formatif digunakan untuk menilai kualitas hasil pengembangan modul ajar yang dirancang. Adapun evaluasi formatif yang digunakan sesuai dengan pendapat (Plomp & Nieveen, 2013), seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Evaluasi Formatif Pengembangan Tessmer (Plomp & Nieveen, 2013).

Evaluasi formatif (Plomp & Nieveen, 2013), terdiri dari beberapa tahapan:

1) Self evaluation

Prototipe yang telah dirancang dievaluasi dengan bantuan teman sejawat (Tessmer, 1996), untuk memperbaiki kesalahan yang tampak

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

jas, seperti kesalahan pengetikan, tanda baca, ketepatan penggunaan istilah, dan kesesuaian produk. Evaluasi ini dilakukan menggunakan lembar *self-evaluation*. Hasil revisi dinamakan *prtotype 1*.

2) Expert review

Pendapat ahli diminta untuk menilai modul ajar menggunakan lembar validasi. Tiga dosen matematika, satu dosen bahasa, dan satu dosen teknologi pendidikan memberikan penilaian dan saran. *Expert review* tidak berhenti setelah validator memberikan penilaian pertama. Tahap ini selesai apabila seluruh masukan validator telah diakomodasi melalui revisi, kemudian hasil validasi menunjukkan bahwa produk telah memenuhi kriteria valid sesuai indikator yang digunakan. Hasil revisi dinamakan *prototype 2*.

3) One to one evaluation

Evaluasi ini dilaksanakan pada tiga peserta didik kelas X SMK dengan kemampuan belajar yang berbeda (tinggi, sedang, dan rendah). Instrumen yang digunakan adalah pedoman wawancara peserta didik. Tahap *one to one evaluation* dianggap selesai setelah seluruh masukan peserta didik terkait keter-bacaan, kejelasan, dan kemudahan penggunaan telah digunakan untuk merevisi modul. Hasil revisi dinamakan *prototype 3*.

4) Small group evaluation

Evaluasi ini dilakukan dengan mempraktekkan modul ajar pada enam peserta didik kelas X SMK yang berbeda dari peserta didikpada evaluasi *one to one*. Instrumen yang digunakan adalah lembar observasi keterlaksanaan modul ajar, pedoman wawancara peserta didik, dan angket praktikalitas respon peserta didik. Tahap *small group* dianggap selesai setelah hasil praktikalitas (kelompok kecil) menunjukkan

modul praktis dan revisi akhir telah dilakukan. Hasil revisi dinamakan *prototype 4*, dan penelitian kemudian dilanjutkan dengan penilaian pada tahap *field test*.

3. Assesment Phase (Fase Penilaian)

Tahap penilaian bertujuan untuk menjadi uji praktikalitas utama (bersama pendidik dan peserta didik) sekaligus tahap pengujian efektivitas. Penilaian dilakukan saat uji lapangan (*field test*) pada kelas atau kelompok besar dengan jumlah peserta didik 15.

Teknik analisis data yang digunakan mencakup teknik analisis data validitas, praktikalitas, dan efektivitas. Teknik analisis data yang digunakan untuk mengukur validitas produk yang dinilai oleh validator adalah rumus (1).

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ij}}{mn} \dots \dots (1)$$

R adalah rata-rata hasil penilaian dari para ahli/praktisi, V_{ij} adalah skor hasil penilaian para ahli/praktisi ke- j terhadap kriteria i , n adalah banyaknya para ahli atau praktisi yang menilai, dan m adalah banyaknya kriteria. Penilaian yang diperoleh berpedoman pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Validitas Video Pembelajaran VR

Rata-rata	Kriteria
$R \leq 0,80$	Tidak Valid
$0,80 < R \leq 1,60$	Kurang Valid
$1,60 < R \leq 2,40$	Cukup Valid
$2,40 < R \leq 3,20$	Valid
$R > 3,20$	Sangat Valid

Teknik analisis data praktikalitas hasil wawancara dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu mereduksi data, menyajikan data, dan menarik kesimpulan. Sementara itu, teknik analisis hasil angket respon pendidik dan peserta didik yang menggunakan skala Likert dilakukan dengan rumus (2).

$$P = \frac{R}{SM} \times 100\% \dots \dots (2)$$

P adalah nilai kepraktisan, R adalah skor yang diperoleh, dan SM adalah skor maksimum (Purwanto, 2009). Penilaian yang diperoleh berpedoman pada Tabel 3. Selanjutnya, teknik analisis data efektivitas dilakukan dengan menilai hasil tes penalaran berdasarkan indikator kemampuan penalaran matematis pada Tabel 4.

Tabel 3. Kriteria Praktikalitas Video Pembelajaran VR

Nilai Kepraktisan (%)	Kriteria
$85 < P \leq 100$	Sangat Praktis
$70 < P \leq 85$	Praktis
$55 < P \leq 70$	Cukup Praktis
$40 < P \leq 55$	Kurang Praktis
$25 \leq P \leq 40$	Tidak Praktis

Tabel 4. Indikator Kemampuan Penalaran Matematis

No	Tahap
1.	Mengenali dan meyakini bahwa memberikan alasan yang masuk akal (bernalar) dan bentuk pembuktian adalah aspek yang mendasar didalam belajar matematika.
2.	Membuat dan memeriksa kembali perkiraan matematika yang telah diduga sebelumnya.
3.	Mengembangkan dan mengevaluasi pernyataan matematika dan pembuktiannya.
4.	Memilih dan menggunakan berbagai macam bentuk penalaran dan metode pembuktian.

Sumber:(NCTM, 2000b).

Efektivitas modul ajar dianalisis menggunakan dua teknik, yaitu persentase ketuntasan belajar dan normalized gain (N-Gain). Persentase ketuntasan digunakan untuk mengetahui ketercapaian ketuntasan belajar peserta didik, sedangkan analisis N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan penalaran matematis berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest*.

Persentase ketuntasan peserta didik dihitung menggunakan rumus (3)

$$N = \frac{S}{I} \times 100 \dots \dots (3)$$

N adalah nilai peserta didik, S adalah jumlah skor peserta didik, dan I adalah nilai ideal (Sugiyono, 2021). Kemudian, dilakukan penilaian jumlah peserta didik tuntas dengan rumus (4)

$$E = \frac{P}{N} \times 100\% \dots \dots (4)$$

E adalah persentase tuntas, P adalah jumlah peserta didik yang tuntas, dan N adalah jumlah keseluruhan peserta didik (Sugiyono, 2021). Penilaian yang diperoleh berpedoman pada Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria efektivitas video pembelajaran VR

Nilai (%)	Kriteria
$80 < E \leq 100$	Sangat Efektif
$60 < E \leq 80$	Efektif
$40 < E \leq 60$	Cukup Efektif
$20 < E \leq 40$	Kurang Efektif
$E \leq 20$	Tidak Eektif

Selain itu, peningkatan kemampuan penalaran matematis dianalisis menggunakan N-gain dengan perhitungan menggunakan rumus 5 (Hake, 1999) dalam Hanifah & Hidayah, (2024).

$$N - Gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Max} - \text{Skor Pretest}} \dots (5)$$

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

Penilaian yang diperoleh kemudian diinterpretasi sesuai kriteria pada Tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Skor N-Gain

Rentang Nilai	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,7 > g > 0,3$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Preliminary Research Phase* (Fase Investigasi Awal)

Hasil penelitian pada tahap *preliminary research* digunakan sebagai pedoman dalam merancang modul ajar. Informasi dari analisis kebutuhan melalui wawancara dengan pendidik menunjukkan bahwa: 1) kemampuan penalaran matematis peserta didik masih kurang mumpuni; 2) kegiatan pembelajaran yang biasa diterapkan belum mendukung dan sesuai karakteristik peserta didik dalam mengembangkan kemampuan penalaran matematis. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mengembangkan kemampuan penalaran matematis.

Hasil analisis kurikulum yang dilakukan melalui wawancara dengan pendidik menunjukkan bahwa kurikulum yang digunakan di kelas X SMKN 4 Padang adalah Kurikulum Merdeka Belajar. Berbeda dengan Kurikulum 2013 yang memiliki struktur yang lebih kompleks dengan banyak mata pelajaran. Pada Kurikulum Merdeka Belajar, Kurikulum Merdeka memiliki struktur yang lebih sederhana dan terintegrasi, dengan fokus pada kompetensi dasar dan kompetensi khusus. Kurikulum Merdeka dapat diterapkan secara fleksibel sesuai dengan kondisi dan kebutuhan satuan pendidikan, sedangkan Kurikulum 2013 memiliki standar yang lebih ketat dan beragam.

Kurikulum Merdeka Belajar juga mencakup Capaian Pembelajaran (CP), yang memuat materi yang akan diajarkan kepada peserta didik kelas X atau fase E. Dari enam-elemen CP fase E, dipilih elemen bilangan dengan materi Barisan dan Deret untuk dianalisis. Berdasarkan wawancara dengan pendidik, materi Barisan dan Deret diajarkan selama 4 JP dalam satu pertemuan setiap minggu. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap Tujuan Pembelajaran (TP) dan dimodifikasi sesuai dengan CP, karena TP yang biasa diterapkan belum sesuai dengan CP yang diharapkan, yaitu untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematis.

Hasil analisis konsep terhadap materi Barisan dan Deret dengan mengamati sumber belajar berupa buku paket Erlangga dan Kemendikbud menunjukkan bahwa susunan konsep-konsep materi tersebut sama, namun buku Kemendikbud membahas materi lebih padat dan mendalam. Oleh karena itu, untuk memenuhi capaian pembelajaran secara optimal dan meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik dilakukan perubahan pada Tujuan Pembelajaran (TP) yang biasa diterapkan pendidik hal ini dilakukan, karena TP yang digunakan tidak mendukung perkembangan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

Dari hasil analisis angket yang dibagikan kepada peserta didik kelas X SMKN 4 Padang, ditemukan bahwa peserta didik menginginkan LKPD yang dapat membimbing peserta didik dalam bernalar secara mandiri dan terbimbing. Peserta didik juga menginginkan LKPD yang berisikan penjelasan yang singkat, padat, jelas, mudah dipahami, soal-soal yang diberikan jelas dan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, disertai petunjuk kerja yang jelas disertai kegiatan belajar.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

2. Development or Prototyping Phase (Fase Pengembangan Prototipe)

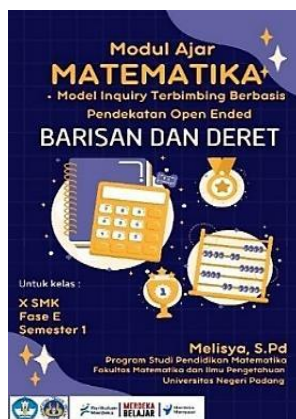
Berdasarkan hasil analisis di atas, dirancang modul ajar dan LKPD menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik di kelas X SMK. Modul Ajar dirancang sebagai pedoman bagi pendidik dalam melaksanakan proses pembelajaran di kelas. Perancangan modul ajar dilakukan dengan melihat keterkaitan antara materi yang akan dipelajari dengan materi sebelumnya dengan memuat komponen-komponen berbasis pendekatan *open ended*. Berikut uraian karakteristik perangkat pembelajaran berupa modul ajar dan LKPD yang telah dirancang.

a. Desain prototipe

1) Karakteristik Modul Ajar

a) Cover Modul Ajar

Cover modul ajar memuat logo Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, logo UNP, logo kurikulum merdeka, model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*, judul materi yang akan dipelajari, fase E, identitas penulis, dan satuan pendidikan. Hasil rancangan cover modul ajar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Cover Modul Ajar.

b) Informasi Umum

Modul ajar memiliki 3 komponen, yaitu informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Berikut uraian rancangan modul ajar bagian informasi umum.

(1) Identitas Penulis Modul

Identitas penulis modul terdiri dari nama penyusun, institusi, dan tahun disusunnya modul ajar, kelas, mata pelajaran, alokasi waktu, dan topik pembahasan.

(2) Kompetensi Awal

Adapun kompetensi awal merupakan ukuran seberapa dalam modul ajar dengan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*. Peserta didik memiliki pemahaman mengenai penjumlahan, perkalian, pola bilangan.

(3) Profil Pelajar Pancasila

Pada modul ajar dengan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*, profil pelajar pancasila yang dipilih yaitu gotong-royong dan mandiri.

(4) Sarana dan Prasarana

Sarana dan prasarana pada modul ajar dengan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*, yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), papan tulis, dan spidol.

(5) Target Peserta Didik

Adapun target peserta didik pada modul ajar dengan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* adalah peserta didik reguler atau tipikal umum.

(6) Model/pendekatan/metode pembelajaran

Adapun modul ajar yang dirancang menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

c) *Komponen Inti*

Komponen inti terdiri dari sub komponen:

(1) Fase CP

Adapun fase pendidikan pada modul ajar inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* adalah fase E. Fase E pada Kurikulum Merdeka adalah fase yang diperuntukkan bagi kelas 10, baik tingkat SMA, SMK atau sederajat.

(2) Elemen

Capaian perelemen pembelajaran matematika fase E yaitu bilangan, aljabar, pengukuran, geometri, analisis data dan peluang, dan kalkulus. Elemen capaian pada modul ajar inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* adalah elemen bilangan.

(3) Capaian Pembelajaran

Adapun capaian pembelajaran, sesuai CP fase E Kurikulum Merdeka.

(4) Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran modul ajar yang dirancang menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*, yaitu sesuai CP fase E Kurikulum Merdeka.

(5) Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

ATP modul ajar yang dirancang dengan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* sesuai CP dan TP fase E Kurikulum Merdeka.

(6) Asesmen

Asesmen pada modul ajar inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended*, yaitu asesmen formatif akhir tes tertulis.

(7) Pemahaman Bermakna

Pemahaman bermakna pada modul ajar inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* yaitu manfaat yang akan diperoleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran dan nantinya dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

(8) Pertanyaan Pemantik

Pertanyaan pemantik pada modul ajar inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* akan memandu peserta didik untuk memperoleh pemahaman bermakna sesuai dengan tujuan pembelajaran.

(9) Kegiatan Pembelajaran

Pada modul ajar yang dirancang menggunakan model inkuiri terbimbing terdapat 5 fase pembelajaran yakni merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, kesimpulan menarik. Kemudian terintegrasi pendekatan *open ended* didalamnya.

(a) Kegiatan Pendahuluan

Pada pendahuluan diawali dengan peserta didik membalas salam pendidik dan ketua kelas memimpin berdoa. Kemudian pendidik mengecek kebersihan, kerapian serta kesiapan belajar peserta didik. Selanjutnya pendidik mengecek kehadiran peserta didik, peserta didik siap untuk mengikuti proses pembelajaran serta termotivasi untuk mencapai kompetensi dan karakter sesuai dengan profil pelajar Pancasila. Selanjutnya dilanjutkan pemberian apersepsi dan motivasi serta menjelaskan prosedur pembelajaran berbasis pendekatan *open ended*.

(b) Kegiatan Inti

Inti diawali dengan peserta didik diberikan masalah yang ada pada LKPD. Selanjutnya peserta didik diminta untuk mengamati masalah yang ada di LKPD dan berdiskusi bersama teman kelompoknya. Melalui masalah yang telah diberikan, peserta didik dimotivasi untuk menyelesaikan masalah yang diberikan sesuai dengan tahap *open ended*.

(c) Kegiatan Penutup

Pada kegiatan penutup dilakukan mengukur pemahaman peserta didik

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

dengan mengerjakan latihan dan mengumpulkan ke pendidik. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk merefleksikan pembelajaran dan diminta secara bersama-sama menarik kesimpulan materi yang telah dipelajari. Kemudian, ditutup dengan pendidik memberikan informasi tentang materi yang akan dipelajari selanjutnya. Peserta diminta untuk mempelajari sebelumnya.

(10) Refleksi Peserta Didik dan Pendidik.

Refleksi peserta didik dan pendidik pada modul ajar *inkuiri* terbimbing berbasis pendekatan *open ended* untuk mengekspresikan kesan, kritik, harapan, dan pesan terhadap proses pembelajaran.

d) Lampiran.

Lampiran terdiri dari beberapa subkomponen, yaitu:

(1) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah bahan ajar yang berisi tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik.

(2) Pengayaan dan Remedial

Kegiatan pengayaan dan remedial bertujuan untuk membantu peserta didik mencapai ketuntasan belajar.

(3) Bahan Bacaan Pendidik dan Peserta Didik

Adapun bahan bacaan pendidik dan peserta didik pada modul ajar *inkuiri* terbimbing berbasis pendekatan *open-ended* yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), buku mata pelajaran.

(4) Glosarium

Glosarium dalam modul ajar *inkuiri* terbimbing berbasis pendekatan *open ended* digunakan untuk menjelaskan kata atau istilah yang memerlukan penjelasan lebih mendalam.

(5) Daftar Pustaka

Daftar pustaka yang terdapat pada modul ajar *inkuiri* terbimbing berbasis pendekatan *open-ended* merupakan sumber-sumber referensi yang digunakan dalam pengembangan modul ajar.

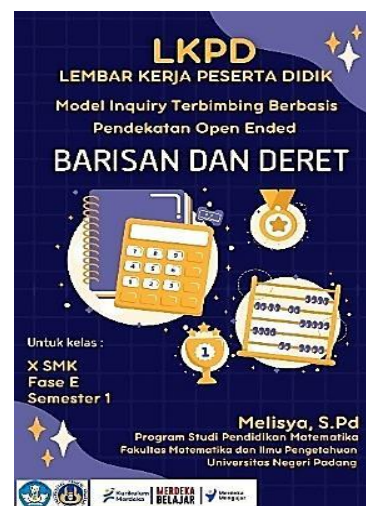
(6) Asesmen

Asesmen yang digunakan dalam pembelajaran yaitu asesmen formatif.

2) Karakteristik LKPD

a) Cover LKPD

Pada cover terdapat judul, mata pelajaran, semester, dan tempat. Berikut rancangan *cover* LKPD dengan model *inkuiri* terbimbing berbasis pendekatan *open ended* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Cover LKPD

b) Petunjuk Belajar

LKPD memuat petunjuk penggunaan LKPD agar peserta didik tidak bingung dalam belajar. Selanjutnya, LKPD juga memuat informasi materi apa saja yang ada pada sebuah LKPD yang tersusun pada daftar isi. LKPD yang dikembangkan memuat materi Barisan dan Deret. Terdapat 7 sub materi yang akan dipelajari oleh peserta didik.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

c) Capaian Pembelajaran

Pada LKPD yang dikembangkan kompetensi yang akan dicapai, yaitu Capaian Pembelajaran (CP) yang terdapat pada setiap halaman pertama LKPD dengan sub materi yang berbeda.

d) Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran terdapat pada halaman pertama setiap LKPD dengan sub materi yang berbeda.

e) Tugas dan Langkah Kerja

Pada LKPD memuat tugas dan langkah-langkah kerjanya. Adapun tugas yang ada pada LKPD memuat 1 soal/masalah yang dikerjakan bersama-

sama di dalam kelompok dengan 2 cara dalam menyelesaikannya dan 1 soal/masalah yang dikerjakan secara individu juga dengan 2 cara dalam menyelesaikannya.

b. Evaluasi formatif

Pada tahap *expert review*, modul ajar dan LKPD menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open-ended* divalidasi oleh 3 ahli matematika, 1 ahli bahasa Indonesia, dan 1 ahli teknologi pendidikan. Adapun hasil penilaian dari para validator dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Validasi Modul Ajar dan LKPD oleh Ahli.

No	Aspek yang Dinilai	Rata-rata Validitas	Kriteria
1.	Penyajian dan Kelayakan isi/materi.	3,5	Sangat Valid
2.	Kegrafikaan.	3,4	Sangat Valid
3.	Kebahasaan.	3,6	Sangat Valid
Total Rata-rata		3,5	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 7, hasil validasi modul ajar dan LKPD memperoleh rata-rata 3,5 dengan kategori sangat valid. Setelah proses validasi selesai, dilaksanakan tahap *one to one evaluation* dengan memilih 3 peserta didik dari kategori kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Tahap ini dilakukan selama 7 pertemuan untuk mengidentifikasi kekurangan produk yang perlu direvisi. Terdapat perbaikan pada bagian langkah penyelesaian soal. Karena dinilai, menghambat peserta didik mengerjakan soal dengan efisien. Kemudian, ada tahap ini, ditemukan bahwa peserta didik dengan kemampuan tinggi lebih reflektif dari pada 2 peserta didik

dengan kemampuan sedang dan rendah dalam menyelesaikan soal. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh (Rambe et al., 2024), yang menyatakan bahwa peserta didik dengan kemampuan tinggi cenderung lebih reflektif dalam menyelesaikan masalah matematika.

Selanjutnya, berdasarkan hasil angket respon pendidik dan peserta didik pada tahap *small group evaluation*, diperoleh rata-rata keterlaksanaan modul ajar 96% dan praktikalitas LKPD 84,38% dengan kriteria sangat praktis dan praktis, seperti yang tercantum dalam Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Keterlaksanaan Modul Ajar Tahap *Small Group Evaluation*.

No	Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
1.	Kegiatan Pendahuluan	100	Sangat Praktis
2.	Kegiatan Inti	100	Sangat Praktis
3.	Kegiatan Penutup	87,50	Sangat Praktis
Rata-rata		96	Sangat Praktis

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

Tabel 9. Praktikalitas LKPD Tahap *Small Group Evaluation*.

No	Aspek yang Dinilai	Nilai (%)	Kriteria
1	Keterbacaan dan kejelasan materi	83,33	Praktis
2	Keterpakaian dan kemudahan penggunaan	83,33	Praktis
3	Daya tarik	83,33	Praktis
4	Kesesuaian alokasi waktu	87,5	Praktis
Rata-rata		84,38	Praktis

Pada tahap *field test*, diperoleh rata-rata lembar observasi keterlaksanaan modul ajar 80,61 dengan kategori praktis pada tahap *field test*. Kemudian, rata-rata praktikalitas modul ajar dan

LKPD, yaitu 81,49% dan 78,57% dengan kriteria praktis, sesuai dengan yang tercantum pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Praktikalitas Modul Ajar dan LKPD Tahap *Field Test* - Respon Pendidik.

No	Aspek yang Dinilai	Nilai Kepraktisan (%)		Kriteria
		Modul Ajar	LKPD	
1.	Keterbacaan dan Kejelasan Materi	75	75	Praktis
2.	Keterpakaian dan Kemudahan Penggunaan	83,33	87,5	Praktis
3.	Daya Tarik	75	75	Praktis
4.	Kesesuaian Alokasi Waktu	75	75	Praktis
Rata-rata		77,08	78,13	Praktis

Tabel 11. Praktikalitas LKPD Tahap *Field Test* - Respon Peserta didik.

No	Aspek yang Dinilai	Nilai (%)	Kriteria
1	Keterbacaan dan kejelasan materi.	80	Praktis
2	Keterpakaian dan kemudahan penggunaan.	82,29	Praktis
3	Daya tarik.	80,86	Praktis
4	Kesesuaian alokasi waktu	82,81	Praktis
Rata-rata		81,49	Praktis

Dari hasil evaluasi formatif di atas dapat diketahui bahwa modul ajar dan LKPD menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* yang telah dirancang mudah digunakan dan memiliki waktu yang efisien untuk dipelajari, menarik, mudah dipahami, dan membantu pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran matematika khususnya pada materi Barisan dan Deret.

3. *Assesment Phase* (Fase Penilaian)

Hasil efektivitas modul ajar diperoleh dari nilai peserta didik pada tes kemampuan penalaran matematis

yang terdiri dari 4 soal uraian. Berdasarkan tes kemampuan penalaran matematis, 29 peserta didik yang mengikuti tes mencapai $KKTP \geq 70$, dengan persentase 89%, yang masuk dalam kategori sangat efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik kelas X SMK. Peningkatan tersebut terlihat dari hasil tes kemampuan penalaran matematis setelah peserta didik menggunakan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

modul ajar yang dikembangkan, terlihat peningkatan untuk setiap indikator

penalaran matematis pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Persentase Nilai Setiap Indikator Kemampuan Penalaran Matematis.

No	Tes	Persentase untuk Setiap Indikator			
		Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Indikator 4
1	<i>Pretest</i>	56%	55%	53%	52%
2	<i>Post Test</i>	76%	72%	75%	74%
Peningkatan		20%	17%	22%	22%

Tabel 13. Hasil Uji N-Gain.

No	Uraian	Nilai
1	Rata-rata <i>Pretest</i>	34,30
2	Rata-rata <i>Post Test</i>	70,00
Rata-rata N-Gain		0,53

Berdasarkan Tabel 12 terlihat bahwa seluruh indikator kemampuan penalaran matematis mengalami peningkatan setelah pembelajaran menggunakan modul ajar yang dikembangkan. Peningkatan terbesar terjadi pada indikator ketiga dan keempat, sedangkan peningkatan terendah terdapat pada indikator kedua. Berdasarkan Tabel 13, hasil analisis N-Gain menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* peserta didik sebesar 34,30, sedangkan rata-rata *post-test* sebesar 70,00. Selisih kedua nilai tersebut menghasilkan rata-rata N-Gain sebesar 0,53 yang termasuk dalam kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan skor kemampuan penalaran matematis peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul ajar yang dikembangkan.

Selama pelaksanaan uji coba modul ajar, peserta didik mengikuti pembelajaran sesuai sintaks model pembelajaran inkuiri terbimbing yang dipadukan dengan pendekatan *open ended*. Pada tahap orientasi, peserta didik diberikan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan materi pembelajaran sehingga mereka terdorong untuk mengidentifikasi infor-

masi yang diketahui dan merumuskan dugaan awal. Selanjutnya, melalui kegiatan penyelidikan menggunakan LKPD, peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk menemukan berbagai alternatif penyelesaian terhadap permasalahan yang diberikan. Pada tahap presentasi dan diskusi kelas, peserta didik menyampaikan hasil temuannya serta memberikan alasan terhadap strategi yang digunakan, sementara kelompok lain memberikan tanggapan atau alternatif penyelesaian yang berbeda. Pendidik berperan sebagai fasilitator dengan memberikan bimbingan ketika peserta didik mengalami kesulitan tanpa langsung memberikan jawaban. Pelaksanaan pembelajaran tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk aktif mengemukakan pendapat, membandingkan berbagai strategi penyelesaian, serta menyusun kesimpulan berdasarkan hasil diskusi.

Penelitian ini memiliki kelebihan karena mengintegrasikan model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan pendekatan *open ended* ke dalam modul ajar dan LKPD. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menerapkan model pembelajaran inkuiri terbimbing atau pendekatan *open ended* secara terpisah, penelitian ini mengintegrasikan keduanya ke dalam modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka. Integrasi tersebut menghasilkan perangkat pembelajaran yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif berdasarkan hasil pengembangan yang telah dilakukan.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena pengujian efektivitas dilakukan pada satu kelompok peserta didik tanpa melibatkan kelas kontrol, sehingga efektivitas produk belum dapat dibandingkan dengan pembelajaran menggunakan perangkat lain. Selain itu, analisis peningkatan kemampuan penalaran matematis hanya menggunakan N-Gain dan belum dilengkapi dengan analisis *effect size*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah subjek yang lebih besar, menggunakan desain eksperimen, serta menambahkan analisis *effect size* untuk memperoleh bukti efektivitas yang lebih komprehensif. Selain itu, efektivitas modul hanya diuji pada materi yang dikembangkan sehingga diperlukan penelitian lanjutan pada materi matematika lainnya.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Rizqi et al. (2024) yang menyatakan bahwa model inkuiri terbimbing mampu meningkatkan keaktifan peserta didik melalui kegiatan penyelidikan. Selain itu Mayang et al., (2025) bahwa model inkuiri terbimbing mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik dengan perolehan nilai N-gain sebesar 0,7 kategori sedang.

Sementara itu, hasil penelitian Sulianto et al. (2019) menunjukkan bahwa pendekatan *open ended* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengemukakan ide, menyampaikan argumentasi, serta menggunakan berbagai strategi dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Karakteristik tersebut mendorong peserta didik untuk berpikir lebih fleksibel dan mengembangkan kemampuan penalaran matematis. Dengan demikian, pendekatan *open ended* berpotensi mendukung pembelajaran yang lebih berpusat pada peserta didik.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, model pembelajaran inkuiri terbimbing dan pendekatan *open ended* memiliki karakteristik yang saling melengkapi. Model pembelajaran inkuiri terbimbing membantu peserta didik membangun konsep melalui tahapan penyelidikan yang sistematis, sedangkan pendekatan *open ended* memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian dan mengemukakan alasan terhadap jawaban yang diperoleh. Oleh karena itu, kedua komponen tersebut diintegrasikan dalam modul ajar yang dikembangkan pada penelitian ini untuk mendukung berkembangnya kemampuan penalaran matematis peserta didik.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi pendidik matematika bahwa modul ajar berbasis model inkuiri terbimbing dengan pendekatan *open ended* dapat dijadikan alternatif perangkat pembelajaran pada implementasi Kurikulum Merdeka. Modul ini tidak hanya membantu pendidik melaksanakan pembelajaran secara sistematis, tetapi juga menciptakan lingkungan belajar yang mendorong peserta didik aktif menyelidiki, berdiskusi, mengemukakan alasan, dan mengevaluasi berbagai strategi penyelesaian. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan perangkat pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open ended* telah terbukti valid, praktis, dan efektif. Berdasarkan analisis uji efektivitas, dapat disimpulkan bahwa modul ajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open*

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

ended memberikan dampak positif terhadap kemampuan pemecahan masalah penalaran matematis peserta didik. Kemudian, dengan pendekatan *open ended* peserta didik dapat mengerjakan dengan berbagai cara dalam menjawab LKPD.

Berdasarkan hasil penelitian, modul ajar menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis pendekatan *open-ended* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif perangkat pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis peserta didik kelas X SMK. Dalam penerapannya, pendidik perlu mengelola alokasi waktu pembelajaran secara efektif agar seluruh tahapan inkuiri terbimbing dan aktivitas *open ended* dapat terlaksana secara optimal.

Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini masih terbatas pada materi dan subjek penelitian di kelas X SMK sehingga diperlukan penelitian lanjutan pada materi, jenjang pendidikan, atau karakteristik peserta didik yang berbeda untuk mengetahui konsistensi efektivitas modul ajar yang dikembangkan. Selain itu, penelitian berikutnya dapat mengembangkan modul ajar dengan mengintegrasikan media pembelajaran digital atau teknologi interaktif guna meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustianingsih, A., Lusiana, L., & Kesumawati, N. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Materi Kubus Berdasarkan Pendekatan Open Ended Berbantuan Geogebra. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1787–1796. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.4014>
- Anggoro, B. S., Puspita, N., Pratiwi, D. D., Agustina, S., Komala, R., Widyastuti, R., & Widyawati, S. (2021). Mathematical-Analytical Thinking skills: The Impacts and Interactions of Open-ended Learning Method & Self-Awareness (Its Application on Bilingual Test Instruments). *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 89–107. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.8516>.
- Astriani, N., & Dhana, M. B. Al. (2024). Kemampuan Penalaran Matematis Peserta didik Melalui. *Jurnal Theorems (The Original Research of Mathematics)*, 8(2), 263–271. <https://doi.org/10.31949/th.v8i2.7404>.
- Ayuningsih, F., Utama, & Suyatmini. (2022). Pengembangan Modul Ajar Matematika Materi Kuantor *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 3285–3299. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.6021>.
- Fitriani, N., & Maarif, S. (2023). Pengembangan Modul Merdeka Belajar Matematika Berformat Flipbook Untuk Meningkatkan Penalaran Kritis dan Kemandirian Peserta Didik SMP. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 1286–1296. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6820>.
- Hanifah, N., & Hidayah, R. (2024). Pengembangan e-Modul Berorientasi Problem Based Learning (PBL) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 9(2), 175–192. <https://doi.org/10.36709/jpkim.v9i2.99>.
- Hidayatullah, M. S., Sulianto, J., & Azizah, M. (2019). Analisis Kemampuan Penalaran Ditinjau dari Kemampuan Pemecahan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

- Masalah Matematis Muhammad. *TSCJ (Thinking Skills and Creativity Journal)*, 2(2), 93–102. <https://doi.org/10.23887/tscj.v2i2.21198>.
- Hudiria, I., Haji, S., & Zamzaili, Z. (2022). Mathematical Disposition dan Self-concept terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Mahapeserta didik pada Masa Pandemi COVID-19. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 435–446. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i3.1273>.
- Mayang, P. S., Aziz, A., & Suprpto, R. (2025). Tinjauan Sistematis: Pengembangan E-Modul Matematika Berbasis Guided Inquiry untuk Meningkatkan Komunikasi Matematis Peserta didik. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, 5(1), 194–209. <https://doi.org/10.58917/ijme.v5i1.589>.
- Mulyawan, M. I., Setiani, Y., & Hadi FS, C. A. (2023). Efektivitas Pendekatan Open-Ended pada Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir HOTS Matematis Peserta didik SMP. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 421–431. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1911>.
- Nasir, R., Siahaan, U. M. J., & Prafianti, R. A. (2023). Analysis of Mathematical Instruction Barriers in Terms of Developing Students' Mathematical Reasoning. *Vygotsky*, 5(1), 65–67. <https://doi.org/10.30736/voj.v5i1.723>.
- NCTM. (2000a). National Council of Teachers of Mathematics. Executive Summary Principles and Standards for School Mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 29(5), 59.
- NCTM. (2000b). *Principles and Standards for School Mathematics*.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I)*. OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research. Enschede. In *Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO)*.
- Prajono, R., Rahmat, R., Maryanti, E., & Salim, S. (2021). Kemampuan Penalaran Matematis Peserta didik ditinjau dari Gender. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 5(2), 208–218. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v5i2.3641>.
- Purwanto, N. (2009). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Purwati, G., Made, A., Sudana, D. N., & Arini, N. W. (2020). Mathematics Learning With Guided Inquiry Model Open- Oriented Problem Solving Improves Student Learning Outcomes. *International Journal of Elementary Education*, 4(4), 454–463. <https://doi.org/10.23887/ijee.v4i4.27198>.
- Putri, R. R., Rani, M. M., Prastika, R., & Dila, R. R. (2025). Jurnal Pendidikan Matematika Jurnal Pendidikan Matematika. *POLINOMIAL Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 128–138. <https://doi.org/10.56916/jp.v4i1.1462>.
- Rahmawati, K. D., & Astuti, D. (2022). Kemampuan Penalaran Matematis Peserta didik SMA pada Materi Pertidaksamaan Dua Variabel. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(2), 187–200. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i2.1763>.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i2.12906>

- Rambe, W. A., Musdi, E., Suherman, S., & Asmar, A. (2024). Pengembangan Video Interaktif Menggunakan Model Contextual Teaching and Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(2), 394–405.
<https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i2.8538>.
- Rizqi, N. R., Yusnika, Y., Sari, T., Aurellia, C., & Tanjung, F. M. P. (2024). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Kemampuan Problem Solving Peserta didik pada Pembelajaran Matematika. *OMEGA: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika*, 3(3), 123–130.
<https://doi.org/10.47662/jkpm.v3i3.817>.
- Soeyono, Y. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Matematika dengan Pendekatan Open-ended untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Peserta didik SMA. *PYTHAGORAS Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 205–218.
<https://doi.org/10.21831/pg.v9i2.9081>.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (Cetakan ke). Alfabeta.
- Sulianto, J., Sunardi, Anitah, S., & Gunarhadi. (2019). Analisis Implementasi Pembelajaran di Sekolah Dasar pada Pengembangan Model Advance Organizer berbasis Pendekatan Open Ended untuk Meningkatkan Penalaran Peserta didik. *International Journal of Elementary Education*, 3(4), 396–403.
<https://doi.org/10.23887/ijee.v3i4.21312>.
- Tessmer, M. (1996). Planning and Conducting Formative Evaluations. In *Planning and Conducting Formative Evaluations*. Pearson.
<https://doi.org/10.4324/9780203061978>.
- Trisnawati, N. F., Setyo, A. A., Sundari, S., & Warlatu, A. (2024). Improving Mathematical Reasoning Skills Through an Open-Ended Approach Assisted by Google Classroom and Google Meet. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 489–502.
<https://doi.org/10.31980/mosharafa.v13i2.1648>.
- Tukaryanto, Hendikawati, P., & Nugroho, S. (2018). Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematik dan Percaya Diri Peserta didik Kelas X Melalui Model Discovery Learning. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 656–662.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>.
- Waluyo, M., & Bima, W. P. (2023). Pengembangan Lkpd Inquiry Based Learning Untuk Mendukung Kemampuan Penalaran Dan Pembuktian Matematis. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 127–140.
<https://doi.org/10.26594/jmpm.v8i2.3536>.