

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS TEORI APOS (*ACTION, PROCESS, OBJECT, SCHEMA*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS

TESIS

Oleh

KHOIRUNNISA IMAMA

NPM 2223021021



PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

2024

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS TEORI APOS (*ACTION, PROCESS, OBJECT, SCHEMA*) UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS

Oleh

KHOIRUNNISA IMAMA

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan LKPD berbasis teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*) untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis yang terkategori valid, praktis, dan efektif. Jenis penelitian yang dilakukan adalah *Research and Development* (R&D), dengan menggunakan model pengembangan ADDI-E. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas VIII SMP 32 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2023/2024. Pengumpulan data menggunakan teknik wawancara, angket dan tes kemampuan representasi matematis. Uji-*t* digunakan sebagai teknik analisis data. Berdasarkan penelitian, diperoleh data hasil validasi oleh dua ahli materi dan dua ahli media mendapatkan kriteria valid. Sedangkan hasil tanggapan guru dan peserta didik memperoleh persentase 81,25 % dan 81,56 % dengan kriteria praktis. Hasil uji-*t* didapat nilai $sig = 0,00 < \alpha = 0,05$ yang menunjukkan bahwa LKPD berbasis teori APOS yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis. Kemudian hasil uji proporsi juga menyatakan lebih dari 60% peserta didik memperoleh nilai diatas batas standar yang ditentukan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis teori APOS untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

Kata kunci: LKPD, Teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*), Kemampuan Representasi Matematis.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF LKPD BASED ON APOS THEORY (*ACTION, PROCESS, OBJECT, SCHEMA*) TO IMPROVE MATHEMATICAL REPRESENTATION ABILITY

By

KHOIRUNNISA IMAMA

The aim of this research is to produce student worksheets (LKPD) based on the APOS theory (Action, Process, Object, Schema) to enhance mathematical representation skills that are categorized as valid, practical, and effective. This research is a type of Research and Development (R&D) utilizing the ADDI-E development model. The subjects of this study were the eighth-grade students of SMP 32 Bandar Lampung in the 2023/2024 academic year. Data collection techniques included interviews, questionnaires, and tests of mathematical representation skills. Data analysis was conducted using the t-test. Based on the research, the validation data obtained from two material experts and two media experts indicated valid criteria. Teacher and student responses yielded percentages of 81.25% and 81.56%, respectively, indicating practical criteria. The t-test results showed a value of $sig = 0.00 < \alpha = 0.05$, indicating that the LKPD based on APOS theory is effective in improving mathematical representation skills. Furthermore, the proportion test results also showed that more than 60% of the students scored above the set standard threshold. Therefore, it can be concluded that the LKPD based on APOS theory to enhance mathematical representation skills meets the criteria of being valid, practical, and effective.

Keywords: APOS Theory (Action, Process, Object, Schema), LKPD, Mathematical Representation Ability.

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS
TEORI APOS (ACTION, PROCESS,
OBJECT, SCHEMA) UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN
REPRESENTASI MATEMATIS**

Nama Mahasiswa : **Khoirunnisa Imama**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2223021021

Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Caswita, M.Si.
NIP 19671004 199303 1 004

Prof. Dr. Sugeng Sutiarmo, M.Pd.
NIP 19690914 199403 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi Magister
Pendidikan Matematika

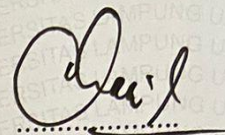
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

Dr. Caswita, M.Si.
NIP 19671004 199303 1 004

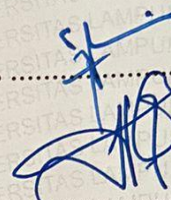
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Caswita, M.Si.**



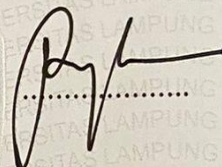
Sekretaris : **Prof. Dr. Sugeng Sutiarto, M.Pd.**



Penguji Anggota : **1. Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**



2. Dr. Rangga Firdaus, M.Kom.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP. 19651230 199111 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640526 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 12 Agustus 2024

PERNYATAAN TESIS MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : KHOIRUNNISA IMAMA
Nomor Pokok Mahasiswa : 2223021021
Program Studi : Magister Pendidikan Matematika
Jurusan : Pendidikan MIPA
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai yang berlaku dalam masyarakat atau yang disebut plagiarisme. Hak intelektual atas karya saya diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung. Atas pernyataan ini apabila di kemudian hari adanya ketidakbenaran, saya bertanggung jawab atas akibat dan sanksi yang diberikan oleh saya.

Bandar Lampung, 12 Agustus 2024
Yang Menyatakan



Khoirunnisa Imama
NPM. 2223021021

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Khoirunnisa Imama, Lahir di Tulang Bawang 20 Maret 2000. Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak H. Imam Sayuti dan Ibu Hj. Sagiye. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN 03 Dwt Jaya Tulang Bawang yang dimulai pada tahun 2006. Pada tahun 2012, penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP IT Bustanul Ulum Terbanggi Besar. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri 1 Metro pada tahun 2015.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Matematika pada tahun 2018. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa pascasarjana Universitas Lampung jurusan pendidikan MIPA program studi Magister Pendidikan Matematika pada tahun 2022.

MOTTO

The Best Investment You Can Make is An Investment in Yourself.

The More You Learn. The More You Earn.

“Warren Buffet “

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Dzat Yang Maha Sempurna. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Uswatun Hasanah Rasulullah Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wassalam.

Kupersembahkan karya ilmiah ini sebagai tanda cinta & kasih sayangku kepada: Kedua orang tuaku tercinta Bapak H. Imam Sayuti dan Ibu Hj. Sagiye, yang telah mendidik, membesarkanku, menyayangiku dan selalu mendoakan untuk kebahagiaan dan keberhasilanku.

Kepada lelaki yang saat ini bersamaku, Alfian Erprabowo otw M.Pd. Terimakasih sudah banyak membantu dan berkontribusi dalam segala proses yang aku jalani. Semangat menyelesaikan tesismu.

Tidak lupa juga ku ucapkan terima kasih kepada kawan seperjuangan angkatan 2022 Magister Pendidikan Matematika.

Dan terima kasih kepada Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan tesis ini dapat diselesaikan. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah atas manusia yang akhlaknya paling mulia, yang telah membawa perubahan luar biasa, menjadi uswatun hasanah, yaitu Rasulullah Muhammad SAW.

Tesis yang berjudul “Pengembangan LKPD Berbasis Teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*) Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus ikhlas kepada:

1. Bapak Dr. Caswita, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, dosen Pembimbing Akademik, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan perhatian, dan memotivasi selama penyusunan tesis ini menjadi lebih baik.
2. Bapak Prof. Dr. Sugeng Sutiarmo, M. Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan sumbangan pemikiran, kritik, dan saran kepada penulis demi terselesaikannya tesis ini.
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Dosen Pembahas I yang telah memberi masukan dan saran-saran kepada penulis serta telah memberikan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Dr. Rangga Firdaus, M.Pd., selaku Dosen Pembahas II yang telah memberi masukan dan saran-saran kepada penulis serta telah memberikan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

5. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung beserta staff dan jajarannya yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
6. Bapak Prof. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung, yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini.
7. Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Matematika di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
8. Bapak dan ibu guru serta siswa di SMPN 32 Bandar Lampung, terimakasih banyak atas bantuan dalam melakukan penelitian.
9. Bapak dan ibu yang bertempat di Pusat HKI, Paten, dan Publikasi Ilmiah UIN Raden Intan Lampung, yang sudah sangat mensupport dalam menyelesaikan tesis ini.
10. Sahabatku Jesica Luthfita Rahmawati dan Arma Nawiyah yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan selalu ada membersamai ku bahkan dari saat jenjang S-1.
11. Teman-teman Magister Pendidikan Matematika Universitas Lampung tahun 2022 terimakasih atas dukungannya selama ini.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Semoga dengan kebaikan, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan pada penulis mendapat balasan pahala dari Allah SWT dan semoga tesis ini bermanfaat.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN TESIS MAHASISWA	v
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
SANWACANA	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Manfaat Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	10
2.1.1 LKPD Dalam Kegiatan Pembelajaran	10
2.1.2 Syarat Penyusunan LKPD	12
2.1.3 Langkah-langkah Aplikatif Membuat LKPD	13
2.2 Teori APOS (<i>Action, Process, Object, Schema</i>).....	14
2.3 Kemampuan Representasi Matematis	17
2.4 Definisi Operasional	21
2.5 Kerangka Pikir	22
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.2 Prosedur Penelitian	25

3.2.1	<i>Analyze - Evaluate</i>	26
3.2.2	<i>Design - Evaluate</i>	27
3.2.3	<i>Development – Evaluate</i>	28
3.2.4	<i>Implementation – Evaluate</i>	28
3.3	Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian.....	29
3.3.1	Subjek Studi Pendahuluan	29
3.3.2	Subjek Validasi LKPD	29
3.3.3	Subjek Uji Coba Skala Besar.....	30
3.4	Data dan Teknik Pengumpulan Data	30
3.4.1	Wawancara	31
3.4.2	Angket.....	31
3.4.3	Tes.....	31
3.5	Instrumen Penelitian	32
3.5.1	Instrumen Wawancara	32
3.5.2	Instrumen Angket	32
3.5.3	Instrumen Tes	35
3.6	Teknik Analisis Data.....	41
3.6.1	Analisis Data Pendahuluan	41
3.6.2	Analisis Data Kevalidan LKPD.....	41
3.6.3	Analisis Data Kepraktisan LKPD	42
3.6.4	Analisis Data Kamampuan Representasi Matematis	43
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Hasil Pembahasan	48
4.2	Hasil Validitas Ahli.....	48
4.2.1	Validitas Ahli Materi	48
4.2.2	Validitas Ahli Media.....	49
4.3	Analisis Tanggapan Guru Matematika Terhadap LKPD.....	49
4.4	Analisis Tanggapan Peserta Didik Terhadap LKPD	50
4.5	Analisis Data Tes Kemampuan Representasi Matematis	50
4.5.1	Analisis Hasil <i>Pretest</i> Kemampuan Representasi Matematis... ..	50
4.5.2	Analisis Hasil <i>Posttest</i> Kemampuan Representasi Matematis ..	51
4.5.3	Analisis <i>N-Gain</i> Tes Kemampuan Representasi Matematis.....	52
4.5.4	Hasil Uji Hipotesis Pertama Tes Kemampuan Representasi Matematis	52

4.5.5 Hasil Uji Hipotesis Kedua Tes Kemampuan Representasi Matematis	53
4.6 Pembahasan.....	53
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Hasil Tes Kemampuan Representasi	4
Tabel 2.1 Karakteristik Tahapan Teori APOS	16
Tabel 2.2 Indikator Kemampuan Representasi Matematis	20
Tabel 3.1 Kisi – Kisi Validasi Materi	33
Tabel 3.2 Kisi – Kisi Instrumen Ahli Media	33
Tabel 3.3 Kisi – Kisi Penilaian Guru	34
Tabel 3.4 Kisi – Kisi Penilaian Peserta Didik.....	34
Tabel 3.5 Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Representasi Matematis.....	35
Tabel 3.6 Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis	37
Tabel 3.7 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis	38
Tabel 3.8 Interpretasi Koefisien Tingkat Kesukaran	39
Tabel 3.9 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis	39
Tabel 3.10 Interpretasi Koefisien Daya Pembeda.....	40
Tabel 3.11 Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis	40
Tabel 3.12 Interpretasi Indeks Kevalidan	42
Tabel 3.13 Interpretasi Indeks Kepraktisan	43
Tabel 3.14 Analisis Hasil Uji Normalitas N-Gain	44
Tabel 3.15 Analisis Hasil Uji Homogenitas N-Gain.....	45
Tabel 4.1 Penilaian Validasi Ahli Materi pada LKPD.....	48
Tabel 4.2 Penilaian Validasi Ahli Media pada LKPD	49
Tabel 4.3 Penilaian Tanggapan Guru terhadap LKPD.....	50
Tabel 4.4 Penilaian Tanggapan Peserta Didik terhadap LKPD	50

Tabel 4.5 Hasil Pretest Kemampuan Representasi Matematis.....	51
Tabel 4.6 Hasil Posttest Kemampuan Representasi Matematis	51
Tabel 4.7 Hasil N-Gain Tes Kemampuan Representasi Matematis.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian Model ADDI-E	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A.1 Alur Tujuan Pembelajaran	68
Lampiran A.2 Capaian Pembelajaran.....	71
Lampiran A.3 Modul Ajar Pembelajaran	77
Lampiran B.1 Kisi-Kisi Instrumen Kemampuan Representasi Matematis.....	88
Lampiran B.2 Soal Tes Kemampuan Representasi Matematis	91
Lampiran B.3 Kunci Jawaban Tes Kemampuan Representasi Matematis.....	92
Lampiran C.1 Hasil Validasi Ahli Materi.....	99
Lampiran C.2 Hasil Validasi Ahli Media	103
Lampiran C.3 Hasil Penilaian Angket Respon Guru Terhadap LKPD	110
Lampiran C.4 Hasil Penilaian Angket Respon Siswa Terhadap LKPD.....	114
Lampiran D.1 Analisis Uji Validitas	118
Lampiran D.2 Analisis Uji Reliabilitas	119
Lampiran D.3 Analisis Uji Tingkat Kesukaran	120
Lampiran D.4 Analisis Uji Daya Pembeda	121
Lampiran D.5 Analisis Uji Normalitas <i>N-Gain</i> Kemampuan Representasi Matematis.....	122
Lampiran D.6 Analisis Uji Homogenitas <i>N-Gain</i> Kemampuan Representasi Matematis	123
Lampiran D.7 Analisis Validasi Ahli Materi	125
Lampiran D.8 Analisis Validasi Ahli Media	128
Lampiran D.9 Analisis Tanggapan Guru Terhadap LKPD.....	131
Lampiran D.10 Analisis Respon Siswa Terhadap LKPD.....	132
Lampiran D.11 Analisis Hasil Tes Kemampuan Representasi Matematis.....	133

Lampiran D.12	Hasil <i>N-gain</i> Kemampuan Representasi Matematis	137
Lampiran D.13	Analisis Uji Hipotesis 1 <i>N-Gain</i> Kemampuan Representasi Matematis.....	138
Lampiran D.14	Analisis Uji Hipotesis 2 <i>N-Gain</i> Kemampuan Representasi Matematis	139
Lampiran E.1	Dokumentasi Kegiatan	140

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan membekali individu dengan keterampilan untuk mengatasi tantangan sehari-hari, membentuk kepribadian dan karakter mereka agar dapat menjadi masyarakat yang bermanfaat. Pendidikan memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan dan potensi seseorang agar dapat bersaing dalam era globalisasi dan teknologi. Pendidikan abad 21 ditandai dengan pesatnya perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) (Mulyani & Haliza, 2021; Rahayu dkk., 2022). Kurikulum yang berubah dan penggunaan media pembelajaran yang lebih inovatif menunjukkan adanya perubahan (Siregar dkk., 2022; Sutopo & Ratu, 2022). Menurut Aransyah (2023), perkembangan teknologi yang terjadi di berbagai bidang, termasuk pendidikan, menuntut para pendidik untuk beradaptasi. Pendidikan abad 21 menitikberatkan pada pengembangan keterampilan seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, representasi, dan kemampuan komunikasi sebagai persiapan untuk menghadapi perubahan yang terjadi. Oleh karena itu, para pendidik perlu beradaptasi dan menggunakan media pembelajaran yang lebih inovatif untuk memfasilitasi pembelajaran.

Pembelajaran matematika di abad ke-21 menekankan pergeseran dari pendekatan tradisional ke pendekatan yang lebih praktis dan relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk membuat matematika tidak hanya teoritis, tetapi juga terasa nyata (Irawan, 2023; Mudrikah dkk., 2022; Rahayu dkk., 2022). Pembelajaran matematika yang efektif melatih peserta didik untuk mengenali pola, dan membuat dugaan (Andersen & Rustad, 2022). Dalam konteks pembelajaran, hal ini menegaskan pentingnya matematika dalam kurikulum, dengan pendekatan yang relevan dan kontekstual agar dapat menjangkau kebutuhan peserta didik.

Mempelajari matematika dapat membentuk karakter peserta didik untuk dapat mengetahui suatu permasalahan agar dapat meningkatkan kemampuan dalam berfikir logis dan sistematis (Ramadhani dkk., 2019). Namun, mata pelajaran matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang kurang disukai (Boaler, 2008). Kendala ini sangat disadari oleh guru, tetapi masih banyak guru yang belum secara maksimal mencari upaya agar keadaan ini dapat berkurang atau bahkan berubah menjadi pembelajaran yang disukai dan dapat menarik minat peserta didik. Pembelajaran kurang didorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis, dalam pembelajaran di dalam kelas peserta didik hanya diarahkan pada bagaimana cara menggunakan rumus dan menghafal rumus untuk mengerjakan soal, sangat jarang diajarkan untuk menganalisis pemecahan masalah dan menerapkan matematika dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran matematika mencakup konsep abstrak dan kompleks. Hal ini memerlukan sejumlah kemampuan yang harus dimiliki oleh peserta didik agar dapat memahami materi dengan baik (Syarifah, 2017). Fokus bukan hanya pada rumus atau teknik perhitungan tertentu, tetapi juga pada kemampuan-kemampuan dasar yang mendukung proses pemahaman konsep matematika (Panduwinata & Haji, 2023). Matematika diperlukan dalam setiap kegiatan bahkan dalam kehidupan sehari-hari. Semua ini berhubungan dengan *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) yang merupakan tujuan dari pengetahuan matematika dan dapat dirumuskan menjadi enam bagian, yaitu penalaran (*reasoning*), pemecahan masalah (*problem solving*), komunikasi matematis (*mathematical communication*), koneksi-koneksi matematis (*mathematical connections*), dan dalam hal menggunakan representasi matematis (*mathematical representation*) (NCTM, 2000).

Berdasarkan hasil yang diperoleh Indonesia dalam PISA, terlihat bahwa peserta didik di Indonesia masih menduduki peringkat ke 73 dari 79 negara. Skor PISA (*The Programme for International Student Assessment*) tahun 2022, menurut (OECD, 2023), Indonesia sebagai peserta hanya mendapat skor 366 untuk bidang matematika, lebih rendah dibanding skor internasional yaitu 472. Kemampuan matematika yang masih tergolong rendah adalah kemampuan representasi matematis (Schleicher, 2019). Dalam pembelajaran matematika, kemampuan

representasi matematis merupakan salah satu tujuan umum dari pembelajaran matematika di sekolah, yang akan menumbuhkan proses berfikir untuk mencatat serta mengorganisasikan ide-ide dalam matematika untuk menganalisis sebuah permasalahan (Fadilla & Purwaningrum, 2021), maka dari itu kemampuan representasi harus dikembangkan oleh peserta didik. Apabila kemampuan itu tidak dikembangkan, maka matematika hanya akan sekedar menjadi materi yang dirancang sesuai prosedur dan meniru contoh penyelesaian tanpa mengetahui maknanya (Surya, 2012). Hal itu menjadikan kemampuan representasi matematis dinilai penting dalam menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi.

Kemampuan representasi matematis tidak hanya sekedar melibatkan penggunaan simbol-simbol matematika, tetapi juga mencakup kemampuan untuk memvisualisasikan konsep matematika, menerapkannya dalam konteks yang beragam, dan mengkomunikasikannya dengan efektif (Handayani & Juanda, 2018; Sanjaya dkk., 2018). Kemampuan ini memungkinkan peserta didik untuk lebih dari sekedar mengingat rumus. Peserta didik diajak untuk benar-benar memahami konsep yang ada di balik simbol-simbol tersebut.

Kemampuan representasi matematis membantu peserta didik dalam memahami sistem-sistem simbolik, visual, dan verbal dalam pembelajaran matematika. Dengan menguasai representasi matematis, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis yang tidak hanya dalam mata pelajaran matematika, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari dan dalam berbagai disiplin ilmu lain. Penguasaan ini juga menunjang kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah kompleks, menginterpretasikan data, dan berkomunikasi secara matematis, yang semuanya adalah keterampilan penting di abad ke-21. Peserta didik seringkali menghadapi kesulitan saat menggambarkan ide atau pemikiran matematis mereka dalam bentuk yang dapat dipahami. Tidak jarang, mereka memahami konsep dalam benak mereka, tetapi kesulitan dalam mengungkapkannya dengan cara yang struktural atau logis. Dalam hal ini, kemampuan representasi matematis menjadi jembatan antara pemahaman internal dan ekspresi eksternal dari konsep matematika. Seperti yang ditekankan oleh Syafri (2017), kemampuan ini sangat penting saat siswa diminta untuk menyusun model

matematika dari situasi dunia nyata atau ketika mereka perlu menafsirkan solusi dalam konteks yang diberikan.

Berdasarkan temuan awal di SMPN 32 Bandar Lampung, diperoleh informasi melalui salah satu guru matematika yaitu: (1) Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menginterpretasi dan menerapkan konsep matematika dalam bentuk visual atau simbolis. Hanya beberapa peserta didik yang dapat menginterpretasi masalah matematika ke dalam representasi grafik, tabel, atau diagram. (2) Peserta didik kurang aktif dalam belajar, apabila diberi tugas di kelas tidak mampu mengungkapkan gagasan matematis dengan menggunakan tulisan, lisan serta demonstrasi melalui penggambaran visual. Dari hasil pra-penelitian yang dilakukan juga menunjukkan bahwa tingkat kemampuan representasi siswa di SMPN 32 Bandar Lampung, masih pada tingkat yang kurang memuaskan. Rincian dari data pra-penelitian ini bisa dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1.1 Hasil Tes Kemampuan Representasi

Kelas	KKM	Jumlah peserta didik	Nilai (x)	
			$x < 70$	$x \geq 70$
VIII A	70	32	20	12
VIII B		32	18	14
VIII C		30	19	11
Jumlah		94	57	37

Tabel 1.1 menunjukkan hasil tes kemampuan representasi peserta didik kelas VIII, di mana nilai x merujuk pada nilai yang diperoleh. Peserta didik dengan nilai $x < 70$ belum memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan, sedangkan siswa dengan nilai $x \geq 70$ dianggap telah memenuhi KKM. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi masalah, merumuskan masalah, melaksanakan strategi, dan memverifikasi solusi dari suatu permasalahan matematika. Hal ini terjadi karena pada kegiatan pembelajaran, guru tidak menggunakan suatu media pembelajaran yang mendukung keberhasilan penyelesaian masalah peserta didik. Guru cenderung hanya mengajar lewat buku ajar yang disediakan dari sekolah saja, akibatnya peserta didik menjadi pasif dan menjadi cepat bosan dalam kegiatan belajar mengajar. Hal tersebut kurang mendukung pengembangan kemampuan

representasi matematis siswa yang mengakibatkan kurangnya minat belajar matematika.

Untuk mengatasi keadaan tersebut, guru harus menggunakan media pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan baik. Salah satu fungsi utama media pembelajaran sebagai alat bantu mengajar yang turut mempengaruhi, kondisi dan lingkungan belajar yang ditata dan diciptakan oleh guru (Indriyani, 2019; Rahim dkk., 2022). Media pembelajaran dapat merangsang semua indra untuk menerima dan mengolah informasi yang dapat dipahami dan disimpan dalam memori pikiran (Puspitarini & Hanif, 2019). Peserta didik diharapkan dapat menerima dan menyerap informasi dalam materi yang disajikan dengan baik.

Dalam konteks ini, LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) muncul sebagai salah satu alat dalam pembelajaran yang menyediakan kegiatan pembelajaran lebih terstruktur. Dalam pendidikan abad 21, metode pembelajaran tradisional yang berpusat pada guru mulai ditinggalkan untuk memberi ruang kepada peserta didik dalam proses pembelajaran aktif. Pembelajaran aktif ini mendorong peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses belajar mereka sendiri, bukan hanya sebagai penerima informasi pasif. LKPD dengan desain dan struktur dirancang dengan baik untuk mengajak peserta didik menjelajahi konsep, mencari solusi, dan berdiskusi dengan teman-teman sebaya, sehingga membuat proses pembelajaran menjadi lebih dinamis dan interaktif.

LKPD menawarkan struktur yang memungkinkan peserta didik belajar dengan panduan yang jelas (Azizah & Kisworo, 2020; Marshel, 2020; Melindawati, 2020). Dengan penyajian yang sistematis dan ilustrasi pendukung, konsep-konsep matematika dapat disajikan dengan lebih menarik, membantu siswa memahami materi dengan lebih mudah (Sanchia & Faizah, 2019). Keuntungan lainnya adalah LKPD memfasilitasi proses pembelajaran yang terstruktur dan fokus. Integrasi LKPD dalam kurikulum memudahkan evaluasi kemajuan siswa dan memberikan gambaran yang lebih terkonsep tentang proses belajar setiap individu.

LKPD memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian yang ditempuh. LKPD yang akan digunakan dalam

penelitian ini berbasis teori APOS. Teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*) sendiri merupakan kerangka kerja kognitif yang dikembangkan untuk mendeskripsikan bagaimana peserta didik memahami konsep matematika (Herdian dkk., 2019; Nurrahmah dkk., 2022; Windasari dkk., 2020). Teori APOS memberikan panduan bagi pendidik untuk memahami perkembangan pemahaman matematika (Sholihah & Mubarak, 2016). Dengan memahami tahapan-tahapan ini, pendidik dapat merancang kegiatan belajar yang sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa peserta didik tidak hanya memahami matematika secara permukaan, tetapi juga memiliki pemahaman yang mendalam. Selain itu, teori APOS juga membantu pendidik mengidentifikasi kesulitan-kesulitan yang mungkin dihadapi peserta didik dalam memahami konsep-konsep matematika (Daud dkk., 2020). Dengan demikian, pendidik dapat terlibat dengan tepat untuk membantu peserta didik melewati hambatan-hambatan tersebut.

LKPD yang dikembangkan dengan menggunakan teori APOS menunjukkan inovasi yang penting dalam pendidikan matematika. Menggabungkan elemen pedagogis dengan pendekatan kognitif dari teori APOS menciptakan media yang dapat mendukung pemahaman konseptual peserta didik secara lebih efektif. Teori APOS dengan empat tahapannya (*Action, Process, Object, Schema*) secara selaras mendukung pengembangan pemahaman matematika yang berurutan. Ketika diintegrasikan dalam LKPD, pendidik memiliki kesempatan untuk menghadirkan materi dengan cara yang lebih terstruktur, fokus, dan sesuai dengan kebutuhan individual. LKPD berbasis teori APOS tidak hanya menyajikan materi dengan struktur yang jelas, tetapi juga memastikan bahwa pendekatan pedagogis yang digunakan benar-benar mendukung pemahaman matematika. Ini mewakili kombinasi yang kuat antara pedagogi dan strategi pembelajaran, dan dapat menjadi instrumen yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

Beberapa studi telah dilakukan terkait pengembangan LKPD. Studi oleh Sulastri & Wulantina (2023) menunjukkan bahwa penggunaan LKPD yang dirancang khusus dapat membantu peserta didik memahami konsep matematika dengan lebih baik dan menerapkan pengetahuan mereka dalam berbagai format representasi, seperti visual, simbolis, dan kontekstual. Sugiono (2022), mengeksplorasi desain LKPD yang inovatif atau metode pengajaran yang memfasilitasi pemahaman matematis

yang lebih mendalam. Sehingga, menunjukkan peningkatan dalam pemahaman konsep matematika atau penerapan praktis konsep-konsep oleh peserta didik. Ayuni dkk., (2020), mengembangkan dan menerapkan LKPD yang dirancang untuk menunjukkan efektivitas metode atau materi pembelajaran dalam memperkuat pemahaman matematis dan penelitian oleh Rosa & Napitupulu (2023), berfokus pada evaluasi atau perbaikan dari metode pengajaran matematika melalui LKPD. Hasilnya mencakup temuan tentang bagaimana pengajaran dan materi dapat disesuaikan untuk meningkatkan pemahaman matematika yang lebih efektif.

Sementara penelitian sebelumnya oleh Dubinsky (1991) telah mengeksplorasi teori APOS dalam konteks pembelajaran matematika, aplikasi teori ini dalam pengembangan LKPD masih jarang ditemukan. Penelitian oleh Maharani et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan LKPD dapat meningkatkan pemahaman konsep matematis, namun belum menyoroti aspek representasi matematis secara khusus. Selain itu, studi oleh Suryadi (2016) mengindikasikan pentingnya representasi matematis dalam pembelajaran, tetapi belum mengaitkannya dengan penerapan teori APOS. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkaya literatur tentang efektivitas LKPD, tetapi juga menawarkan inovasi pedagogis dengan mengintegrasikan teori APOS untuk mengembangkan kemampuan representasi matematis, yang belum banyak dijelajahi dalam penelitian terdahulu.

Penelitian ini akan fokus pada pengembangan dan penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dirancang sesuai dengan teori APOS dalam pembelajaran matematika. Tujuan utamanya adalah untuk menilai sejauh mana LKPD berbasis teori APOS dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa, termasuk dalam membuat dan memahami representasi visual, simbolis, dan numerik dari konsep matematika. Berdasarkan pemaparan di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengembangan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1.2.1 Bagaimana hasil pengembangan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) yang valid dan praktis dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis?
- 1.2.2 Bagaimana LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) yang hasilnya efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1.3.1 Menghasilkan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis yang memenuhi kriteria valid dan praktis.
- 1.3.2 Menghasilkan pengembangan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) yang efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu:

1.4.1. Manfaat Teoritis

Tujuan penelitian ini guna menyempurnakan LKPD sebagai tolak ukur pembuatan materi pembelajaran dengan model pembelajaran yang berbeda. Selain itu, bertujuan untuk menginspirasi penciptaan materi pembelajaran yang beragam untuk mendorong pengalaman belajar yang aktif serta menyenangkan bagi para peserta didik.

1.4.2. Manfaat Praktis

Dilihat dari segi praktis, penelitian ini memberikan manfaat antara lain:

- a. Bagi guru, berguna untuk memanfaatkan temuan penelitian ini sebagai sumber pengajaran, menggunakan materi pendidikan yang selaras dengan suatu kurikulum di sekolah.
- b. Bagi sekolah, tujuan penelitian ini guna meningkatkan standar pengajaran matematika dengan cara menawarkan informasi yang mendalam.
- c. Bagi peneliti lain, penelitian bertujuan untuk memberikan informasi berharga dan meningkatkan pemahaman dalam pembuatan model pembelajaran dan media pembelajaran. Hasil ini dapat menjadi panduan untuk menciptakan bahan ajar yang berhasil mengkomunikasikan pokok bahasan pelajaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD adalah lembar kerja siswa yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pembelajaran pada materi tertentu dan berisi materi yang disusun secara sistematis untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Syafitri, 2020). Lembar kegiatan berupa petunjuk, dan langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Tugas tersebut haruslah jelas kompetensi dasar yang akan dicapai. Sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran, LKPD berfungsi sebagai panduan belajar bagi peserta didik, mempermudah interaksi antara peserta didik dan pendidik, serta meningkatkan aktifitas dan minat belajar peserta didik (Fitriasari & Yuliani, 2021). Penggunaan LKPD juga dapat mengoptimalkan pemahaman konsep, sehingga menjadikannya sebagai salah satu alternatif yang efektif dalam kegiatan pembelajaran.

Menurut Trianto (2013) LKPD merupakan materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga peserta didik diharapkan dapat mempelajari materi ajar tersebut secara mandiri. Sedangkan Nafilah et al., (2020) menjelaskan bahwa LKPD berisi serangkaian aktivitas pokok yang harus dikerjakan oleh peserta didik untuk meningkatkan pemahaman mereka, dengan tujuan membentuk kemampuan dasar sesuai dengan indikator pencapaian yang ditargetkan.

Dalam konstruksi LKPD, penilaian terhadap kualitas aspek-aspek LKPD harus dipertimbangkan secara menyeluruh guna memastikan bahwa LKPD tersebut valid, praktis, dan efektif.

2.1.1 LKPD Dalam Kegiatan Pembelajaran

LKPD memainkan peran penting dalam pembelajaran. Penggunaan LKPD akan membuat peserta didik menjadi lebih aktif mengikuti pembelajaran, karena peserta

didik tidak hanya menjadi objek tetapi juga menjadi subjek, sehingga konsep yang dipelajari ditemukan sendiri oleh peserta didik. LKPD hadir dengan berbagai tujuan, fungsi, dan manfaat yang menunjang efektivitas pembelajaran. Berikut dari paparan masing-masing:

1. Tujuan LKPD

Terkait dengan penyusunan sebuah LKPD tentunya memiliki tujuan dalam penyusunannya. Menurut Prastowo (2015), LKPD memiliki beberapa tujuan, diantaranya:

- a. Memudahkan peserta didik dalam memahami materi
LKPD membantu siswa memahami materi yang diajarkan dalam pembelajaran.
- b. Memberikan tugas yang menunjang pemahaman
LKPD menyediakan tugas-tugas yang dirancang untuk memperkuat pemahaman siswa terhadap materi.
- c. Peningkatan penguasaan materi
LKPD dirancang untuk meningkatkan penguasaan materi oleh peserta didik melalui tugas-tugas berdasarkan topik dan tingkat kesulitan tertentu.
- d. Kemudahan bagi pendidik
LKPD memudahkan pendidik dalam memberikan tugas, mengurangi hambatan komunikasi, dan meningkatkan efisiensi pembelajaran.

2. Fungsi LKPD

Menurut Prastowo (2015) LKPD memiliki beberapa fungsi, diantaranya:

- a. Sebagai bahan ajar yang meminimalkan peran pendidik
LKPD membuat siswa lebih aktif dalam pembelajaran dan mengurangi ketergantungan pada pendidik.
- b. Memberikan kesempatan belajar aktif
Melalui LKPD, siswa dapat terlibat dalam berbagai aktivitas seperti diskusi, eksperimen, atau penyelesaian masalah.
- c. Sebagai alat bantu belajar
LKPD mempermudah siswa dalam memahami materi yang diberikan

- d. Meningkatkan keterlibatan siswa
Aktivitas dalam LKPD dirancang untuk membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran, bukan hanya sebagai penerima informasi pasif.

3. Manfaat LKPD

Menurut Purnama & Suparman (2020), LKPD memiliki beberapa manfaat, diantaranya:

- a. Meningkatkan interaksi peserta didik dan materi
LKPD memfasilitasi interaksi yang lebih tinggi antara siswa dan materi, sehingga meningkatkan pemahaman terhadap konsep yang dipelajari.
- b. Memudahkan pendidik dalam mempersiapkan materi
LKPD memudahkan pendidik dalam persiapan dan penyajian materi, memungkinkan mereka lebih fokus pada pendekatan pedagogis.
- c. Mendukung pembelajaran mandiri
LKPD memungkinkan siswa untuk memahami atau bahkan menemukan konsep melalui aktivitas belajar mandiri.
- d. Mendukung pembelajaran aktif
LKPD mendorong siswa untuk terlibat langsung dalam proses belajar melalui aktivitas seperti eksperimen, diskusi, dan refleksi.

2.1.2 Syarat Penyusunan LKPD

Dalam pengembangan media pembelajaran seperti LKPD, ada beberapa syarat penyusunan LKPD yaitu syarat didaktik, syarat konstruktif, dan syarat teknik (Killen, 2013).

1. Syarat Didaktik

LKPD harus dirancang dengan mempertimbangkan keberagaman karakteristik peserta didik, terutama dalam hal pemahaman materi. Hal ini menunjukkan bahwa konten harus disusun sedemikian rupa sehingga dapat menjangkau semua jenis peserta didik, dari yang memiliki kemampuan pemahaman cepat hingga yang memerlukan pendekatan lebih mendalam. Setiap individu memiliki cara belajar yang unik, dan media ini harus dapat memberikan fleksibilitas dan adaptasi terhadap kebutuhan masing-masing peserta didik.

2. Syarat Konstruksi

Bahasa yang digunakan dalam LKPD harus sesuai dengan kemampuan peserta didik sesuai tingkat pendidikannya. Selain itu, penyusunan kata dan frasa harus jelas, logis, dan mudah dipahami. Hal ini penting agar komunikasi antara media dan peserta didik dapat berlangsung dengan lancar. Dengan struktur kalimat yang tepat, peserta didik akan lebih mudah menyerap informasi dan mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

3. Syarat Teknis

Desain dan tampilan dari LKPD memainkan peran penting dalam menarik perhatian dan memotivasi peserta didik. Pemilihan jenis huruf, kombinasi warna, gambar, dan elemen visual lainnya harus sejalan dengan konten pembelajaran dan harus menstimulasi keingintahuan serta partisipasi aktif peserta didik. Selain itu, desain teknis harus memastikan bahwa media ini mudah digunakan dan interaktif, sehingga peserta didik merasa terlibat selama proses belajar.

2.1.3 Langkah-langkah Aplikatif Membuat LKPD

Dalam proses pengembangan LKPD, Prastowo (2019) mengemukakan bahwa terdapat empat langkah agar LKPD dapat digunakan secara maksimal oleh peserta didik

1. Menentukan Tujuan Pembelajaran

Langkah awal dalam proses ini adalah menentukan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai melalui LKPD. Tujuan ini nantinya akan menjadi dasar dalam perencanaan dan penyusunan konten serta tugas yang akan disajikan. Ini seolah-olah menjadi kompas yang memastikan semua elemen dalam LKPD berjalan sejalan dengan tujuan yang diinginkan.

2. Pengumpulan Materi

Pada tahap ini, fokusnya adalah mengidentifikasi dan mengumpulkan materi pembelajaran yang relevan dengan tujuan yang telah ditetapkan. Selain itu, sangat penting untuk memilih tugas-tugas yang sesuai dan akan memfasilitasi pencapaian

tujuan pembelajaran. Semua materi dan tugas harus selaras dengan apa yang ingin dicapai peserta didik dalam pembelajaran.

3. Penyusunan Elemen atau Komponen LKPD

Setelah materi dan tugas dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah menggabungkan atau mengintegrasikannya dalam desain LKPD. Tahap ini melibatkan pemilihan elemen desain, seperti animasi, gambar, dan interaktivitas lainnya, yang akan membuat materi menjadi lebih menarik dan mudah dipahami.

4. Pemeriksaan dan Optimalisasi

Sebelum LKPD diluncurkan dan diberikan kepada peserta didik, sangat penting untuk melakukan tinjauan menyeluruh. Ada empat aspek utama yang harus diperiksa untuk memastikan LKPD sudah siap digunakan:

- a. Kesesuaian antara desain LKPD dengan tujuan pembelajaran yang berasal dari kompetensi dasar.
- b. Apakah materi yang disajikan sejalan dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan.
- c. Keberpaduan antara berbagai elemen atau komponen dengan tujuan pembelajaran.
- d. Keterbacaan dan kejelasan informasi yang disajikan, agar peserta didik dapat memahami dengan mudah.

2.2 Teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*)

Teori APOS yang dikembangkan oleh Dubinsky & McDonald (2001) merupakan hasil elaborasi dari abstraksi reflektif yang diperkenalkan oleh Piaget dalam menjelaskan perkembangan berpikir logis pada anak-anak. Sebagaimana yang diungkapkan oleh Mulyono (2015), teori APOS merupakan landasan konstruktivistik dalam konteks mekanisme abstraksi reflektif dan evolusi berpikir logis matematik pada anak. Tujuan utamanya adalah untuk memperluas pemahaman tersebut ke dalam ranah matematika yang lebih komprehensif (Arnawa dkk., 2021). Teori ini muncul berdasarkan asumsi bahwa pemahaman matematik terbentuk ketika seseorang aktif berpartisipasi dalam situasi problem matematika, di manas mereka secara mental membangun aksi, proses, dan objek, serta

menyusun ketiganya dalam suatu kerangka untuk memahami dan menyelesaikan masalah yang dihadapi. Teori APOS muncul dari hipotesis tentang sifat pengetahuan matematika dan bagaimana pengetahuan matematika dapat diperoleh sebagai berikut.

Mathematical knowledge consists in an individual's tendency to deal with perceived mathematical problem situations by constructing mental actions, processes, and objects and organizing them in schemas to make sense of the situations and solve the problem (Dubinsky & McDonald, 2001).

Pengetahuan matematika pada setiap individu berkaitan dengan situasi permasalahan matematika. Kemampuan seseorang dalam matematika muncul dari interaksi sosial dan dari struktur mental yang dibangun individu tersebut untuk memahami konsep-konsep matematika. Struktur mental ini terdiri dari aksi, proses, objek, dan skema. Berikut penjelasan dari setiap komponen tersebut:

2.2.1 Aksi (*action*)

Menurut Dubinsky & McDonald (2001), aksi adalah transformasi dari materi yang dipelajari siswa sebagai bagian eksternal dan sebagai kebutuhan, secara eksplisit dari memori, instruksi tahap demi tahap tentang bagaimana melakukan operasi. Hal tersebut dialami seseorang pada saat menghadapi suatu permasalahan serta menghubungkannya dengan pengetahuan yang telah dimiiki sebelumnya. Kinerja pada tahap aksi berupa aktivitas prosedural.

2.2.2 Proses (*process*)

Ketika suatu aksi diulang-ulang dan siswa mengerti akan proses pengulangan tersebut, mereka dapat membuat konstruksi mental yang disebut proses, dimana siswa melakukan tindakan yang sama, tetapi tidak lagi membutuhkan rangsangan eksternal. Perubahan transformasi dari eksternal ke dalam internal (pikiran) siswa disebut interiorisasi (*interiorization*). Interiorisasi merupakan perubahan dari suatu kegiatan prosedural untuk mampu melakukan kembali kegiatan itu dalam mengimajinasikan beberapa pengertian yang berpengaruh terhadap kondisi yang dihasilkan. Pada konstruksi mental tingkat proses, individu tersebut tidak terlalu banyak memerlukan stimuli dari luar karena dia merasa bahwa suatu konsep tertentu sudah berada dalam ingatannya (Dubinsky & McDonald, 2001).

2.2.3 Objek (*object*)

Objek terbentuk dari proses ketika siswa menyadari proses-proses transformasi sebagai satu kesatuan dan sadar bahwa transformasi dapat dilakukan dalam satu kesatuan tersebut. Proses-proses baru dapat juga dikonstruksi (dibentuk) dengan cara mengkoordinasi proses-proses yang sudah ada dan jika menjadi suatu proses sendiri untuk ditransformasikan oleh suatu aksi (Dubinsky & McDonald, 2001).

2.2.4 Skema (*scheme*)

Skema adalah kumpulan dari aksi, proses, objek dan skema lain yang dihubungkan oleh beberapa prinsip umum untuk membentuk sebuah kerangka dalam pikiran siswa yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan konsep. Siswa dikatakan dapat mencapai tahap skema jika siswa dapat merancang dan menyelesaikan model matematika yang telah terbentuk dengan menggunakan tahap aksi, proses, objek, dan skema dari suatu permasalahan, serta mampu merefleksikan cara-cara yang telah digunakan (Dubinsky & McDonald, 2001).

Keempat komponen dari teori APOS berstruktur dalam urutan tertentu. Ini berarti bahwa peserta didik harus menguasai satu tahap sebelum beralih ke tahap berikutnya, dikarenakan setiap elemen saling terkait dengan elemen sebelumnya. Berdasarkan karakteristik yang telah dijabarkan oleh Mulyono (2015) akan diambil beberapa karakteristik yang mewakili masing-masing tahapan dari teori APOS, Adapun karakteristik yang akan dipakai pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Karakteristik Tahapan Teori APOS

Tahapan Teori APOS	Karakteristik
<i>Action</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan langkah cepat dalam transformasi. 2. Aktivasinya bersifat prosedural.
<i>Process</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses dirasakan terkontrol oleh setiap individu. 2. Mewakili pemahaman konseptual.
<i>Object</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mewakili tahap aksi dan proses. 2. Dapat mengidentifikasi karakteristik konsep.
<i>Schema</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengaitkan berbagai elemen seperti aksi, proses, dan objek. 2. Memahami relasi antara berbagai elemen dan karakteristiknya.

Pada tahap Aksi, kita fokus pada melakukan langkah yang bersifat prosedural. Ini merupakan tahap awal pembelajaran di mana fokus utama adalah pada pelaksanaan langkah-langkah tanpa pemahaman mendalam mengenai prinsip-prinsip yang mendasari. Kemudian, tahap Proses melibatkan pemahaman tentang langkah-langkah tersebut. Dalam tahap ini, penekanannya bergeser dari sekadar melakukan tindakan menjadi pemahaman tentang bagaimana dan mengapa tindakan tersebut dilakukan. Proses ini melibatkan pemahaman konsep, di mana individu sudah memahami prosedur yang dapat direfleksikan dan dimanipulasi secara mental. Saat beralih ke tahap Objek, pemahaman kita menjadi lebih konseptual, di mana kita dapat mengenali dan memahami karakteristik utama dari konsep yang dipelajari, sehingga dapat menyelesaikan masalah dengan menerapkan konsep yang telah ditemukan. Pada tahap akhir yaitu Skema menggabungkan semua elemen sebelumnya (aksi, proses, dan objek) menjadi sebuah pemahaman menyeluruh yang memungkinkan kita melihat hubungan dan relasi antar elemen serta karakteristiknya.

2.3 Kemampuan Representasi Matematis

Kemampuan matematika merupakan salah satu aspek penting yang harus dikuasai oleh setiap peserta didik dalam proses pembelajaran. Kemampuan ini tidak hanya mencakup perhitungan atau pemahaman konsep, tetapi juga keterampilan dalam menyajikan dan menginterpretasikan informasi matematika. Salah satu kemampuan matematika yang perlu dipahami peserta didik adalah kemampuan representasi. Pratiwi (2013) mengungkapkan bahwa kemampuan representasi matematis adalah kemampuan seseorang untuk menyajikan gagasan matematika yang meliputi penerjemahan masalah atau ide-ide matematis ke dalam interpretasi berupa gambar, persamaan matematis, maupun kata-kata. Mudzzakir (2016) menyatakan bahwa representasi adalah bentuk interpretasi pemikiran dan pengembangan mental siswa terhadap suatu masalah, yang digunakan sebagai alat bantu untuk menemukan solusi dari masalah tersebut. Secara tidak langsung berdasarkan ungkapan di atas mengindikasikan bahwa proses pembelajaran menekankan pada kemampuan representasi akan melatih siswa dalam komunikasi matematis dan pemecahan masalah.

Panaoura (2011) mengemukakan bahwa kemampuan representasi matematis adalah kemampuan untuk memahami konsep-konsep geometri dan menggunakan representasi untuk menyelesaikan tugas dan untuk menjelaskan kepada orang lain. Sejalan dengan itu Suparlan (2013) mengungkapkan bahwa:

“Kemampuan representasi matematis membantu siswa dalam membangun konsep, memahami konsep dan menyatakan ide-ide matematis, serta memudahkan untuk mengembangkan kemampuan yang dimilikinya. Salah satu pencapaian dalam proses pembelajaran matematika dengan cara guru memfasilitasi mereka melalui pemberian kesempatan yang lebih luas untuk merepresentasikan gagasan-gagasan matematis”.

Dalam disiplin matematika, penggunaan representasi menjadi alat penting untuk menyatakan dan memahami teorema, rumus, fungsi, dan berbagai struktur matematika lainnya (Khoerunnisa & Maryati, 2022). Representasi matematis menjadi manifestasi dari penerjemahan masalah atau ide ke dalam bentuk yang baru dalam konteks matematika.

Kemampuan ini mengacu pada kemampuan seseorang dalam menggambarkan, mempresentasikan, atau mewakili suatu masalah matematika atau konsep matematika dengan menggunakan berbagai jenis representasi, seperti gambar, tabel, grafik, dan formula matematika. Menurut Hwang et al., (2007) kemampuan representasi matematis terdiri dari beberapa aspek, antara lain.

1. Representasi Grafis : Kemampuan menginterpretasi dan membuat representasi grafis seperti diagram, bagan, grafik, dan tabel sesuai dengan data matematika yang diberikan.
2. Representasi Verbal : Kemampuan untuk mengungkapkan matematika melalui kata-kata dengan jelas, baik dalam lisan maupun tulisan.
3. Representasi Numerik : Kemampuan menggunakan simbol matematika dan mengoperasikan bilangan dan operasi matematika di dalamnya.
4. Representasi Piktoral: Kemampuan membentuk gambar atau bentuk visual untuk mendapatkan pemahaman tentang suatu masalah matematika.
5. Representasi Simbolik: Kemampuan memahami dan menggunakan simbol matematika seperti notasi matematika, pernyataan logis, dan fungsi matematika.

Kemampuan representasi matematis dibutuhkan dalam berbagai aspek, seperti dalam penyelesaian masalah matematika, analisis data, penelitian, dan teknik. Kemampuan representasi matematis yang baik akan memudahkan seseorang dalam memahami konsep matematika dan menyelesaikan berbagai masalah matematika dengan lebih efisien.

Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan kemampuan representasi matematis. Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan berbagai kesempatan untuk berlatih menggunakan berbagai jenis representasi, seperti visual, simbolik, dan verbal. Guru dapat mengintegrasikan berbagai aktivitas siswa untuk menggambarkan konsep matematis melalui diagram, grafik, atau gambar, serta menggunakan simbol-simbol matematis yang tepat dalam menjelaskan pemikiran mereka. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami materi tetapi juga mampu mengkomunikasikan pemikiran matematis.

Mainali (2021) menyatakan bahwa terdapat empat gagasan yang digunakan dalam memahami konsep representasi: (1) representasi dapat dipandang sebagai abstraksi internal dari ide-ide matematis atau skema kognitif yang dibangun oleh peserta didik melalui pengalaman, (2) representasi dipandang sebagai reproduksi mental dari keadaan mental yang sebelumnya, (3) representasi dipandang sebagai sajian secara struktur melalui gambar, simbol, ataupun lambang, (4) sebagai pengetahuan tentang sesuatu yang mewakili sesuatu yang lain.

Kemampuan representasi matematis merupakan salah satu tujuan umum dari pembelajaran matematika di sekolah. *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) menyatakan bahwa kemampuan representasi secara matematis merupakan aspek yang sangat penting dari prinsip pembelajaran matematika (NCTM, 2000). Pentingnya representasi matematika terbukti dalam standar penyajian yang ditetapkan oleh NCTM. Standar yang ditetapkan untuk kemampuan representasi sebagai berikut:

1. Membuat dan menggunakan representasi untuk mengatur, mencatat, dan mengkomunikasikan ide-ide matematika.

2. Memilih, menerapkan, dan menterjemahkan antar representasi matematika untuk memecahkan masalah.
3. Menggunakan representasi untuk memodelkan dan menginterpretasikan fenomena fisik, sosial, dan matematika.

Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa representasi matematis pada dasarnya, adalah ekspresi dari ide dan gagasan matematis yang disajikan oleh peserta didik. Representasi ini berfungsi sebagai bentuk pengganti dari suatu masalah yang sedang dihadapi, dan merupakan hasil dari interpretasi pikiran siswa terhadap masalah tersebut. Dengan kata lain, representasi matematis memungkinkan siswa untuk menyampaikan pemikiran dan pemahaman mereka mengenai suatu konsep atau masalah matematis dalam bentuk yang lebih konkret dan mudah dipahami. Dengan demikian, penting bagi pendidik untuk memahami bagaimana representasi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain, serta bagaimana cara mengembangkan kemampuan representasi peserta didik agar dapat memudahkan proses pemahaman dan pemecahan masalah matematis. Pengembangan kemampuan representasi ini dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami konsep matematika dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah mereka. Adapun indikator kemampuan representasi matematis menurut Sumarmo (2010) disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Indikator Kemampuan Representasi Matematis

No	Bentuk Representasi	Indikator
1	Representasi Visual	1. Menggunakan diagram, tabel atau grafik untuk menyelesaikan masalah
		2. Membuat gambar bangun ruang sisi datar
		3. Membuat gambar untuk memperjelas masalah dan memfasilitasi penyelesaiannya
2	Representasi Simbolik/Ekspresi Matematis	4. Membuat persamaan atau model matematika dari representasi lain yang diberikan
		5. Membuat konjektur dari suatu pola bilangan
		6. Menyelesaikan masalah dengan melibatkan ekspresi matematis
3	Representasi Verbal	7. Menuliskan langkah-langkah penyelesaian masalah menggunakan kata-kata
		8. Menyusun cerita sesuai dengan representasi yang disajikan
		9. Menjawab soal menggunakan kata-kata atau teks tertulis

Indikator kemampuan representasi matematis yang disajikan, bersifat operasional. Tabel 2.2 memfokuskan pada tindakan atau kegiatan spesifik yang dapat diamati dan diukur, yang merupakan karakteristik utama dari pendekatan operasional. Representasi visual, simbolik/ekspresi matematis, dan verbal. Indikator-indikator ini mengarah pada pengukuran kemampuan peserta didik untuk menerapkan representasi matematika dalam cara yang praktis dan terukur.

2.4 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman dalam memahami istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, beberapa istilah perlu dijelaskan sebagai berikut:

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah sebuah lembar kerja yang berisi tugas-tugas, instruksi, dan latihan yang diberikan kepada siswa untuk memperdalam pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran, memantau perkembangan belajar, mengembangkan keterampilan, serta mendorong partisipasi aktif siswa dalam proses belajar mengajar.
2. Teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*) adalah kerangka teori dalam pendidikan matematika yang menggambarkan bagaimana seseorang memahami konsep matematis melalui tahapan-tahapan perkembangan kognitif. Teori ini mencakup empat komponen utama. Tahap pertama, *Action* (tindakan) adalah tahap awal di mana seseorang melakukan sesuatu terhadap objek matematika, seperti menghitung atau menggambar bentuk, tanpa benar-benar memahami konsepnya secara mendalam. Tahap kedua, *Process* (proses) adalah tahap di mana siswa mulai memahami langkah-langkah yang terlibat dalam tindakan tersebut dan bisa memikirkannya dalam pikiran, sehingga dapat mengambil kesimpulan dalam konsep yang sudah terbentuk. Tahap ketiga, *Object* (objek), adalah tahap di mana proses yang telah dipahami sepenuhnya dilihat sebagai satu kesatuan, seperti memahami konsep menghitung itu sendiri dan bisa menggunakannya dalam situasi berbeda. Tahap keempat yaitu *Schema* (skema), adalah ketika kita menghubungkan berbagai konsep dan proses yang sudah dipahami ke dalam struktur yang koheren, yang membantu kita menghubungkan berbagai konsep matematika dan menerapkannya dalam berbagai situasi. Teori APOS membantu guru

merancang pelajaran matematika sehingga sesuai dengan cara siswa memahami konsep matematika secara bertahap, membuat belajar matematika lebih mudah dan bermakna.

3. Kemampuan representasi matematis adalah kemampuan seseorang untuk memahami, menginterpretasikan, dan mengungkapkan konsep-konsep matematika melalui berbagai bentuk representasi yang berbeda. Kemampuan ini mencakup kemampuan menggunakan representasi visual seperti grafik dan diagram, representasi simbolik seperti notasi matematis, serta representasi verbal melalui penjelasan lisan atau tulisan. Kemampuan ini juga melibatkan keterampilan dalam mengonversi satu bentuk representasi ke bentuk lainnya, serta kemampuan untuk menggunakan representasi yang tepat dalam menyelesaikan masalah matematis.

2.5 Kerangka Pikir

Proses pembelajaran dapat berjalan dengan baik, apabila proses tersebut direncanakan dengan matang. Pembelajaran yang efektif memerlukan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi yang baik. Salah satu kemampuan yang penting dalam proses pembelajaran adalah kemampuan representasi matematis. Kemampuan representasi matematis merupakan kemampuan menyajikan ulang notasi, simbol, tabel, gambar, grafik, diagram, persamaan atau ekspresi matematis lainnya ke dalam bentuk lainnya. Melalui representasi matematis, peserta didik mampu menjalankan proses berfikir untuk menyelesaikan suatu persoalan matematika yang dituangkan dengan ide atau gagasan sesuai pemikiran peserta didik. Oleh karena itu, kemampuan representasi matematis sangat baik untuk dikembangkan oleh peserta didik di dalam pembelajaran matematika.

Salah satu alat yang dapat membantu siswa dalam mengimplementasikan ide-ide matematika yaitu LKPD. LKPD dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran matematika. Dalam LKPD, penyajian materi dibuat dalam format yang menarik, seperti ilustrasi visual atau contoh konkret yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Hal ini menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif dan dinamis, yang pada gilirannya memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap konsep

bangun ruang sisi datar. Saat peserta didik memahami konsep dengan baik, kemampuan mereka dalam memecahkan masalah matematis juga meningkat. Latihan-latihan yang disediakan dalam LKPD mendorong peserta didik untuk dapat menerapkan pemahaman mereka tentang bangun ruang sisi datar dalam konteks yang berbeda. Peserta didik tidak hanya memvalidasi pemahaman mereka, tetapi secara tidak langsung juga mengembangkan kemampuan berpikir analitis dan kritis.

Teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*) sendiri dalam penelitian ini merupakan fondasi dari pendekatan LKPD. Teori ini menjelaskan bagaimana pemahaman konsep matematika dibentuk melalui serangkaian aksi, proses, dan objek yang terorganisasi dalam suatu skema. Dengan teori ini, peserta didik diharapkan dapat memahami konsep matematika sebagai hasil dari konstruksi dan rekonstruksi objek matematika, serta mendapatkan pemahaman melalui fakta-fakta yang mereka temukan selama proses belajar.

Pada tahap *Action*, LKPD memulai dengan aktivitas yang mengharuskan siswa untuk mengambil tindakan langsung, seperti menggambar bangun ruang sisi datar atau mengidentifikasi unsur-unsur dalam sebuah gambar. Indikator untuk tahap ini bisa berupa kemampuan siswa dalam mengonstruksi representasi visual dari objek matematika yang diberikan. Tahap *Process*, LKPD mengarahkan siswa untuk merefleksikan tindakan yang telah mereka lakukan, peserta didik menata ulang konsep-konsep atau objek-objek tersebut dalam bentuk yang lebih sistematis. Indikator di tahap ini mencakup kemampuan siswa untuk mentransformasikan representasi visual ke dalam bentuk matematis (simbolik), seperti rumus atau persamaan.

Selanjutnya, pada tahap *Object*, siswa diharapkan dapat melihat representasi yang telah mereka kembangkan sebagai objek yang dapat dimanipulasi. Indikator untuk tahap ini adalah kemampuan siswa untuk menggunakan representasi tersebut untuk memahami dan menerapkan konsep matematika. Terakhir, tahap *Schema* akan mendorong siswa untuk mengintegrasikan pengetahuan yang telah mereka bentuk dalam tahapan sebelumnya, memungkinkan mereka untuk mengatasi masalah yang lebih kompleks. Indikator di tahap ini akan berkaitan dengan kemampuan siswa dalam menggabungkan berbagai representasi dan menerapkannya dalam

pemecahan masalah matematika yang kompleks, menunjukkan pemahaman dalam berpikir matematika.

Dengan demikian, LKPD berbasis teori APOS akan membantu siswa tidak hanya dalam menguasai representasi matematis tetapi juga dalam membangun fondasi yang kuat untuk pemikiran matematika tingkat tinggi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

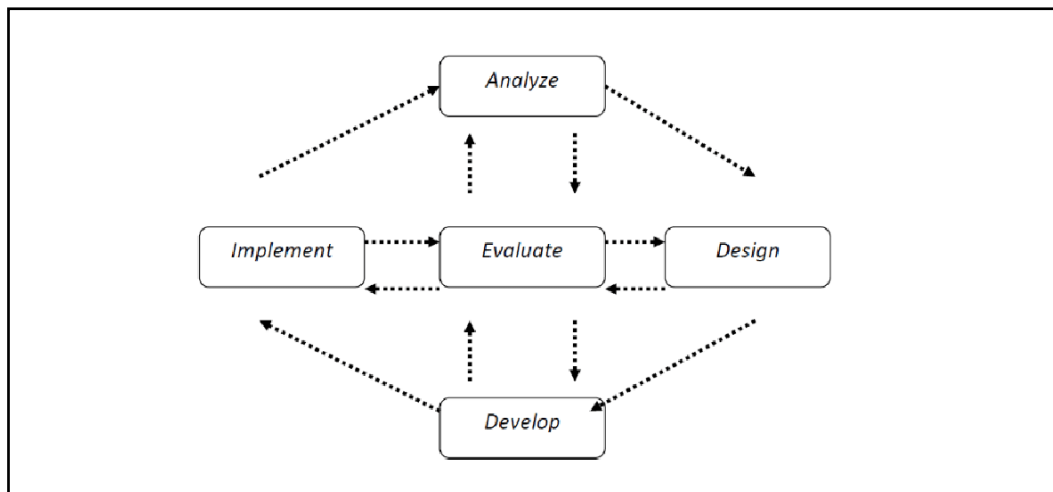
Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D), yang memiliki fokus pada penciptaan produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk melalui uji coba. Menurut Nurafrani & Mulyawati (2023) penelitian pengembangan adalah suatu penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau menyempurnakan suatu produk. Dalam konteks penelitian ini, produk yang dikembangkan adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis teori APOS (*Action, Process, Object, Schema*) dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis.

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDI-E (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Mempertimbangkan bahwa LKPD yang dikembangkan adalah perangkat pembelajaran yang berfokus pada aspek-aspek pedagogis teori APOS, maka model ADDI-E tepat digunakan. Model ADDI-E merupakan model pengembangan yang bersifat umum dan sesuai digunakan untuk penelitian pengembangan karena bersifat fleksibel dan adaptif. Sejalan dengan pendapat tersebut, Rayanto (2020) mengungkapkan bahwa model ADDI-E adalah model pengembangan yang menekankan suatu analisis bagaimana setiap komponen yang dimiliki saling berinteraksi satu sama lain dan berkoordinasi sesuai dengan fase yang ada.

Dalam penelitian ini, produk yang dihasilkan adalah LKPD yang digunakan untuk mengajarkan materi bangun ruang sisi datar dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis. Evaluasi dilakukan pada setiap tahap pengembangan, dengan fokus pada komponen yang diujikan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa revisi yang dilakukan terarah dan sesuai dengan

komponen yang dievaluasi pada setiap tahap. Desain pengembangan mengikuti model ADDI-E seperti yang dijelaskan oleh Branch (dalam Sugihartini dan Yudiana, 2018) yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian Model ADDI-E

3.2.1 *Analyze - Evaluate*

Pada tahap ini, peneliti mengkaji keperluan dalam mengembangkan LKPD. Analisis dilakukan berdasarkan situasi dan kondisi peserta didik yang sesuai dengan kompetensi dan didasarkan pada kebutuhan, kurikulum, dan karakteristik peserta didik.

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan peserta didik agar proses pembelajaran berjalan dengan optimal. Dari wawancara dengan guru matematika, diketahui bahwa peserta didik masih sering kesulitan dalam memahami konsep dalam suatu materi. Mereka membutuhkan bahan ajar yang mendukung pemahaman konsep tersebut. Selain itu, guru juga menyatakan bahwa peserta didik memiliki kebiasaan sulit dalam mengerjakan soal ketika soal yang diberikan berbeda dengan contoh soal yang telah diberikan.

Analisis kurikulum dilakukan untuk memperoleh informasi terkait kompetensi terhadap materi bangun ruang sisi datar dalam kurikulum merdeka yang akan dicapai oleh siswa. Hasil analisis menunjukkan bahwa LKPD berbasis teori APOS dapat diintegrasikan dalam struktur kurikulum yang ada, sehingga materi bangun ruang sisi datar disusun secara sistematis dalam LKPD.

Sedangkan, analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengetahui gaya belajar dan kepribadian peserta didik supaya bahan ajar yang dikembangkan menarik bagi mereka. Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki beragam gaya belajar, seperti visual, auditori, dan kinestetik. Mengetahui gaya belajar ini, agar penerapan LKPD dapat disesuaikan dalam menyampaikan materi. Selain itu, analisis juga menunjukkan bahwa kondisi emosional siswa mempengaruhi keterlibatan mereka dalam pembelajaran. Peserta didik memiliki kondisi emosional yang stabil. Seluruh tahap analisis dilakukan untuk mendapatkan LKPD yang sesuai dengan tujuan penelitian.

3.2.2 *Design - Evaluate*

Pada tahap desain atau perancangan, peneliti melakukan pembuatan rancangan produk berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa langkah yang dilakukan pada tahapan perancangan meliputi menyiapkan sumber belajar yang relevan dengan materi, menyusun peta kebutuhan LKPD berbasis teori APOS, merancang desain LKPD berbasis teori APOS, serta desain untuk alat penilaian. LKPD berbasis teori APOS yang dikembangkan memiliki petunjuk belajar, materi ajar, dan tugas-tugas evaluasi pembelajaran. Selain itu, tampilan visual yang mendukung proses belajar juga ditambahkan.

Dengan menyusun peta kebutuhan LKPD, peneliti memastikan konsistensi dan kelengkapan materi yang ada di dalam LKPD berbasis teori APOS. Hal ini membantu pendidik dan peserta didik dalam mempelajari materi secara berurutan sehingga materi yang dipelajari lebih mudah dipahami. Dalam desain LKPD berbasis teori APOS, peneliti juga merancang metode pengorganisasian materi, baik secara visual maupun konten, untuk memastikan bahwa peserta didik dapat memahami dengan baik dan menguasai materi pembelajaran. Selain itu, desain untuk alat penilaian juga dirancang untuk memastikan bahwa peserta didik dapat menilai kemampuan mereka dalam memahami materi yang telah dipelajari.

Setelah seluruh desain selesai, tahap evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa rancangan yang telah dibuat sesuai dengan hasil analisis serta materi ajar yang relevan. Pada tahap evaluasi, peneliti melakukan serangkaian aktivitas untuk memastikan bahwa desain LKPD berbasis teori APOS yang telah dirancang sesuai

dengan tujuan yang telah ditetapkan. Evaluasi ini mencakup peninjauan konsistensi dan keterkaitan materi dengan peta kebutuhan yang telah disusun, memastikan keterbacaan dan pemahaman materi oleh peserta didik, serta menilai desain visual dan pengorganisasian konten dalam mendukung proses belajar. Selain itu, peneliti mengevaluasi alat penilaian untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat mengukur kemampuan representasi matematis peserta didik. Dengan melakukan evaluasi pada tahap ini, peneliti dapat memastikan bahwa LKPD berbasis teori APOS yang dibuat sesuai dengan kebutuhan pendidik dan peserta didik.

3.2.3 *Development – Evaluate*

Pada tahap ini peneliti membuat, mengembangkan, dan mengevaluasi validitas dari LKPD. Proses evaluasi dan validasi ini meliputi tahap validasi media dan validasi materi, yang dilakukan oleh ahli pada bidang masing - masing. Validasi media dilakukan untuk menilai aspek presentasi dan tampilan LKPD. Validasi materi dilakukan untuk menilai isi atau konten LKPD, seperti materi pelajaran, ilustrasi, dan soal yang tersedia.

Manfaat dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa LKPD yang dirancang memiliki kualitas dan kelayakan yang baik untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Melalui proses evaluasi dan validasi oleh ahli, peneliti memperoleh umpan balik yang berguna untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk LKPD. Penilaian oleh para ahli yang berpengalaman memberikan masukan dalam memperbaiki aspek isi dan tampilan LKPD lebih efektif dalam memfasilitasi pembelajaran. Dengan melewati tahap evaluasi dan validasi, LKPD berguna sebagai alat bantu dalam memfasilitasi pembelajaran yang praktis dan efektif.

3.2.4 *Implementation – Evaluate*

Pada tahap ini, peneliti telah menguji produk LKPD berbasis teori APOS yang telah direvisi dan dinyatakan memenuhi standar yang telah ditetapkan selama tahap pengembangan. Langkah implementasi merujuk pada penerapan produk. Pada tahap implementasi, telah terlihat bahwa dengan adanya LKPD berbasis teori APOS dalam pembelajaran yang dikembangkan dapat meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik.

Implementasi dilakukan pada uji coba skala kecil dan uji coba skala besar. Uji coba skala kecil dilakukan untuk menguji kepraktisan. Setelah uji coba skala kecil, dilanjutkan dengan evaluasi. Setelah itu, lanjut pada uji coba skala besar untuk menguji keefektifan dengan cara melakukan tes terhadap peserta didik, setelah itu dilakukan lagi evaluasi. Uji coba skala besar inilah, yang menunjukkan apakah hasil dari pengembangan LKPD berbasis teori APOS efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis. Keduanya menggunakan *pretest-posttest control group design*.

Manfaat dari tahap implementasi ini, untuk memastikan efektivitas produk LKPD dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik. Hasil dari tahap implementasi ini dapat menjadi dasar untuk melakukan penelitian lebih lanjut pada kelompok yang lebih besar. Melalui tahap implementasi, peneliti juga dapat memperoleh umpan balik dari guru-guru dan peserta didik mengenai kegunaan produk LKPD dalam pembelajaran.

3.3 Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini dilakukan di SMP Negeri 32 Bandar Lampung pada Tahun Ajaran 2023/2024. Subjek penelitian ini terdiri dari beberapa komponen berikut:

3.3.1 Subjek Studi Pendahuluan

Pada tahap studi pendahuluan, dilakukan analisis mengenai LKPD yang dikembangkan. Analisis ini dilakukan pada kelas VIII di SMP 32 Bandar Lampung dan guru matematika. Analisis dilakukan berdasarkan situasi dan kondisi peserta didik dengan kompetensi yang didasarkan pada kebutuhan, kurikulum, dan karakteristik peserta didik.

3.3.2 Subjek Validasi LKPD

Subjek validasi LKPD dalam penelitian ini terdiri dari ahli materi dan ahli media. Fredi Ganda Putra, M.Pd. (dosen program studi matematika UIN Raden Intan Lampung) sebagai ahli materi dan ahli media. Santi Widyawati, M.Pd. (dosen pendidikan matematika Universitas Nadhatul Ulama (UNU) Lampung sebagai ahli

materi dan Antomi Saregar, M.Pd, M.Si. (dosen program studi pendidikan fisika UIN Raden Intan Lampung) sebagai ahli media.

3.3.1 Subjek Uji Coba Skala Kecil

Pemilihan peserta didik untuk uji coba skala kecil dilakukan pada kelas VIII C sebagai kelas uji coba produk. Peserta didik dipilih berdasarkan kemampuan pemahaman yang berbeda untuk memperoleh nilai kepraktisan dari produk yang digunakan. Teknik yang digunakan adalah *purposive sampling* berdasarkan kemampuan. Peneliti melakukan uji coba lapangan awal dengan membatasi pengujian LKPD berbasis teori APOS kepada 6 peserta didik dari setiap kategori kemampuan matematika tinggi, sedang, dan rendah. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk memverifikasi kesesuaian LKPD yang telah dikembangkan.

3.3.3 Subjek Uji Coba Skala Besar

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengujian terhadap LKPD yang telah dinyatakan valid dan praktis. Pengujian ini melibatkan 64 peserta didik dari kelas VIII A dan VIII B. Kelas VIII A berperan sebagai kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis teori APOS, sedangkan kelas VIII B berperan sebagai kelas kontrol yang tidak menggunakan LKPD. Kedua kelas menerapkan model pembelajaran *problem-based learning* yang telah diterapkan oleh guru di sekolah.

Sebelum pembelajaran dimulai, kedua kelas diberikan *pretest* untuk mengukur kemampuan awal mereka. Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis teori APOS. Setelah pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan *posttest* untuk melihat perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tujuan dari tindakan ini adalah untuk menilai keefektifan LKPD berbasis teori APOS dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik.

3.4 Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini diperoleh untuk menganalisis studi pendahuluan dan memperoleh LKPD berbasis teori APOS yang valid, praktis, dan

efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis peserta didik. Teknik untuk keperluan langkah pertama yaitu analisis, lalu dilakukan teknik yang kedua untuk mengukur kevalidan dan kepraktisan, selanjutnya teknik ketiga dilakukan untuk mengukur data atas skor kemampuan representasi matematis peserta didik. Teknik-teknik yang disebutkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

3.4.1 Wawancara

Pengumpulan data dengan wawancara digunakan untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran di sekolah dan topik yang akan dipelajari melalui produk LKPD berbasis teori APOS. Wawancara yang diberikan kepada subjek penelitian berisi pertanyaan-pertanyaan yang telah dibuat berdasarkan tujuan menganalisis kebutuhan peserta didik, kurikulum yang ada di sekolah, serta karakteristik peserta didik.

3.4.2 Angket

Pada penelitian ini terdapat 3 macam angket yang digunakan, yaitu angket untuk validator ahli, angket respon peserta didik, dan angket respon guru. Angket digunakan untuk melihat kevalidan LKPD, respon guru dan respon peserta didik. Masukan dari responden dijadikan bahan pertimbangan oleh peneliti untuk menyempurnakan LKPD yang dikembangkan agar sesuai untuk digunakan dalam kegiatan belajar di kelas.

3.4.3 Tes

Tes dilakukan untuk mengukur kemampuan representasi matematis peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan LKPD yang telah dikembangkan. Tes berupa soal uraian (*essay*) sebanyak 5 soal pada materi bangun ruang sisi datar. Sebelum digunakan, soal tes terlebih dahulu diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembedanya. Penskoran dilakukan berdasarkan kriteria penskoran yang telah ditentukan. Setelah memenuhi syarat valid, reliabel, tingkat kesukaran sedang, dan daya beda yang baik, ujian dilaksanakan kepada peserta didik untuk mengumpulkan data terkait kemampuan representasi matematis mereka.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis instrumen, yaitu instrumen non tes dan instrumen tes.

3.5.1 Instrumen Wawancara

Instrumen wawancara ini berbentuk sebuah lembar pertanyaan yang ditujukan kepada peserta didik dengan tujuan untuk mengetahui pembelajaran matematis yang sudah diperoleh pada pembelajaran sebelumnya. Dari instrumen wawancara tersebut, peneliti mengumpulkan informasi terkait permasalahan pembelajaran antara guru dan peserta didik dalam pembelajaran matematika. Beberapa informasi yang telah dikumpulkan antara lain masalah yang dihadapi oleh peserta didik dalam memahami materi pelajaran matematika, kendala yang dihadapi guru dalam melaksanakan pembelajaran, karakteristik peserta didik pada saat pembelajaran, serta kendala yang dihadapi dalam mengimplementasikan persoalan dalam pembelajaran matematika.

Dengan mengumpulkan informasi terkait pembelajaran antara guru dan peserta didik, peneliti dapat memperoleh masukan yang berharga untuk pengembangan produk LKPD berbasis teori APOS. Data dari instrumen wawancara dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan konkret dalam pembelajaran matematika yang dapat diatasi dengan menggunakan LKPD berbasis teori APOS.

3.5.2 Instrumen Angket

Instrumen Angket yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan skala *Likert*. Instrumen ini berupa lembar penilaian yang digunakan untuk mendapatkan data mengenai pendapat para ahli (validator) terhadap kevalidan LKPD yang disusun. Instrumen ini menjadi pedoman dalam merevisi dan menyempurnakan LKPD dan instrumen yang di susun.

3.5.2.1 Instrumen Validitas LKPD

Instrumen penilaian kevalidan LKPD berupa angket yang di isi oleh ahli, yaitu ahli materi dan ahli media. Angket ini menggunakan skala *Likert* dengan empat pilihan

jawaban yang di sesuaikan dengan tahap penelitian dan tujuan pemberian angket. Jenis angket dan fungsinya dijelaskan sebagai berikut:

1) Angket Validasi Materi

Instrumen ini digunakan untuk menguji substansi LKPD yang di kembangkan. Instrumen ini meliputi aspek kesesuaian indikator dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang mencakup komponen isi/materi, serta aspek penyajiannya. Kisi – kisi yang digunakan, disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kisi – Kisi Validasi Materi

No	Kriteria	Indikator	Butir Pertanyaan
1	Aspek Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan KD	1,2,3
		Integrasi teori APOS dalam materi	4,5,6,7,8
		Mendorong keingintahuan	9
2	Aspek Kelayakan Penyajian	Teknik penyajian	10,11
		Kelengkapan penyajian	12,13,14
		Penyajian pembelajaran	15,16
		Koherensi dan keruntutan alur	17
Jumlah			17

2) Angket Validasi Media

Instrumen ini digunakan untuk menguji konstruksi LKPD yang kembangkan. Instrumen ini meliputi aspek kelayakan kegrafikan LKPD yang meliputi ukuran, desain sampul dan desain isi LKPD serta aspek kelayakan bahasanya. Kisi – kisi yang digunakan, disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kisi – Kisi Intrumen Ahli Media

No.	Kriteria	Indikator	Butir Pertanyaan
1.	Aspek kelayakan kegrafikan	Desain isi LKPD	1,2,3,4,5,6,7,8
2.	Aspek Kelayakan Bahasa	Lugas	9,10,11
		Komunikatif	12,13
		Kesesuaian kaidah bahasa	14,15
Jumlah			15

3.5.2.2 Instrumen Kepraktisan LKPD

Instrumen penilaian kepraktisan LKPD terdiri dari angket respon yang di isi oleh guru dan peserta didik. Angket ini memakai skala *Likert* dengan empat pilihan

jawaban yang di sesuaikan dengan tahap penelitian dan tujuan pemberian angket. Jenis angket dan fungsinya yaitu:

1) Angket Tanggapan Guru

Instrumen ini digunakan untuk mendapatkan data dari pengguna LKPD yang di uji cobakan. Lembar angket respon guru ini berisi pendapat guru terhadap LKPD berbasis teori APOS. Kisi – kisi angket tanggapan guru disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi – Kisi Penilaian Guru

No.	Komponen	Indikator	Butir Pertanyaan
1.	Syarat Didaktis	Menemukan konsep	1,2
		Model pembelajaran	3,4,5
		Keluasaan konsep	6,7
		Kedalaman materi	8,9,10,11
		Kegiatan peserta didik	12,13
2.	Syarat Teknis	Penampilan fisik	14,15,16
3.	Syarat Konstruksi	Kebebasan	17,18,19
4.	Syarat Lain	Petunjuk penilaian	20
Jumlah			20

2) Angket Tanggapan Peserta Didik

Instrumen ini diberikan kepada peserta didik yang menjadi subjek uji coba LKPD berbasis teori APOS untuk mengetahui bagaimana keterbacaan, ketertarikan peserta didik, dan tanggapannya terhadap LKPD. Kisi – kisi penilaian peserta didik disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kisi – Kisi Penilaian Peserta Didik

No.	Aspek	Indikator	Butir Pertanyaan
1.	Tampilan LKPD	Kemenarikan LKPD	1,2,3,4
		Kejelasan huruf	5
		Penyajian materi	6
2.	Penyajian Materi	Kemudahan memahami materi	7
		Ketepatan sistematika penyajian materi	8
		Keterkaitan antar materi	9
		Kejelasan dan kelengkapan materi	10,11
		Kesesuaian materi	12
3.	Manfaat LKPD	Ketertarikan menggunakan LKPD	13
		Peningkatan motivasi belajar	14
		Manfaat LKPD	15
Jumlah			15

3.5.3 Instrumen Tes

Instrumen dalam penelitian ini berupa tes kemampuan representasi matematis. Instrumen tes ini diberikan kepada setiap individu dengan tujuan untuk mengukur kemampuan mereka dalam representasi matematis. Terdapat dua tes, yaitu *pretest* dan *posttest*, yang digunakan untuk mengamati perubahan atau peningkatan dalam kemampuan representasi matematis peserta didik setelah mereka menggunakan LKPD yang telah dikembangkan. *Pretest* diberikan kepada peserta didik sebelum mereka mengikuti pembelajaran dengan menggunakan LKPD. Tujuannya adalah untuk mengukur tingkat kemampuan awal peserta didik dalam materi bangun ruang sisi datar sebelum penggunaan LKPD. *Posttest* diberikan setelah peserta didik mengikuti pembelajaran dengan menggunakan LKPD. Tujuannya adalah untuk mengukur perubahan atau peningkatan dalam kemampuan representasi matematis peserta didik setelah mereka menggunakan LKPD dalam pembelajaran. Hal ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat pengaruh yang signifikan pada kemampuan peserta didik setelah menerapkan LKPD yang telah dikembangkan.

Tes kemampuan representasi matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes uraian. Dengan menggunakan tes ini, data mengenai representasi peserta didik dapat diperoleh melalui jawaban peserta didik terhadap setiap pertanyaan. Kriteria penilaian pertanyaan didasarkan pada berbagai aspek yang relevan untuk menilai kemampuan representasi matematis peserta didik, sehingga dapat menentukan apakah mereka berhasil dalam indikator yang ditetapkan. Panduan penilaian atau penskoran tes kemampuan representasi matematis dapat ditemukan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Representasi Matematis

No.	Indikator Representasi Matematis	Respon Peserta Didik	Skor
		Tidak memberikan jawaban	0
		Melukiskan diagram atau gambar tetapi salah	1
1	Representasi Visual	Melukiskan dengan benar tetapi tidak lengkap	2
		Melukiskan gambar atau diagram dengan benar tetapi ada sedikit jawaban salah	3

No.	Indikator Representasi Matematis	Respon Peserta Didik	Skor
2	Representasi Simbolik/ Ekspresi Matematis	Melukiskan gambar atau diagram secara lengkap dan benar.	4
		Tidak memberikan jawaban	0
		Menuliskan model matematika tetapi salah.	1
		Menuliskan model matematika dengan benar, namun salah dalam memberikan solusi.	2
		Menuliskan model dengan benar, mendapatkan solusi dengan benar, namun salah dalam penulisan simbol.	3
		Menuliskan model dengan benar dan mendapatkan solusi secara lengkap dan benar.	4
3	Representasi Verbal	Tidak memberikan jawaban	0
		Memberikan penjelasan matematis tetapi salah	1
		Memberikan penjelasan matematis dengan benar namun belum lengkap	2
		Memberikan penjelasan matematis dengan benar, namun tidak tersusun secara logis dan salah dalam penggunaan bahasa	3
		Memberikan penjelasan matematis secara jelas dan tersusun secara logis.	4

Instrumen tes sebelum digunakan dalam penelitian, terlebih dahulu digunakan dalam uji prasyarat yaitu:

1) Uji Validitas

Validitas adalah ukuran yang mengindikasikan sejauh mana suatu instrumen atau alat pengukuran dapat dengan benar mengukur apa yang dimaksudkan dan dapat mengungkap data yang relevan dari variabel yang sedang diteliti. Dalam konteks pengukuran, instrumen dikatakan valid jika dapat menghasilkan data yang akurat dan relevan sesuai dengan tujuan pengukuran.

Uji validitas membantu memastikan bahwa instrumen tersebut dapat diandalkan untuk menghitung hasil validitas konstruk yang sesuai dengan tujuan penelitian.

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

X : Skor butir soal tertentu untuk setiap responden

Y : Skor total untuk setiap responden

n : Banyaknya peserta tes

Interpretasi koefisien validasi didasarkan pada pendapat Janna & Herianto (2021), yang menyatakan bahwa hasil uji dikatakan valid jika hasil dari penilaian menunjukkan bahwa $r_{hitung} > r_{tabel}$. Tabel 3.6 menampilkan hasil perhitungan uji validitas.

Tabel 3.6 Hasil Uji Validitas Intrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis

No Soal	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1a	0,531		Valid
1b	0,782		Valid
2	0,696	0,374	Valid
3	0,830		Valid
4	0,775		Valid
5	0,880		Valid

Berdasarkan Tabel 3.4, karena $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan signifikansi 5%, semua item pertanyaan dinyatakan valid. Lampiran D.1 pada halaman 118 menunjukkan hasil perhitungan secara lengkap.

2) Uji Reliabilitas

Reliabilitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana instrumen dapat dipercaya dalam penelitian. Arikunto (1998) menyatakan suatu tes dikatakan mempunyai taraf kepercayaan yang tinggi jika tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap atau mempunyai hasil yang konsisten dalam mengukur apa yang mesti diukur dan seandainya hasilnya berubah-ubah, perubahan yang terjadi dapat dikatakan tidak berarti. Untuk menghitung koefisien reliabilitas tes (r_{11}), digunakan rumus *Cronbach Alpha*, yaitu :

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right)$$

Keterangan:

r_{11}	= Indeks reliabilitas instrumen
n	= Banyaknya butir soal
σ_i^2	= Varians populasi skor butir soal ke-i
σ_t^2	= Varians populasi total skor

Menurut pendapat Janna & Herianto (2021), hasil tes dianggap reliabel apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen pengukuran tersebut memberikan hasil yang stabil dan konsisten. Tabel 3.7 menampilkan hasil uji reliabilitas instrumen tes kemampuan representasi matematis.

Tabel 3.7 Hasil Uji Reliabilitas Intrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis

No Soal	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1a	0,788	0,374	Reliabel
1b	0,782		Reliabel
2	0,779		Reliabel
3	0,721		Reliabel
4	0,747		Reliabel
5	0,713		Reliabel

Berdasarkan Tabel 3.7, karena $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan tingkat signifikansi 5%, semua item pertanyaan dianggap dapat dipercaya, dapat disimpulkan. Lampiran D.2 pada halaman 119 menunjukkan hasil perhitungan secara lengkap.

3) Uji Tingkat Kesukaran

Uji tingkat kesukaran dilakukan untuk mengevaluasi soal-soal dalam sebuah tes dengan tujuan untuk mengidentifikasi soal-soal yang dapat digolongkan sebagai mudah, sedang, atau sulit. Penilaian tingkat kesukaran soal didasarkan pada bagaimana peserta didik mampu menjawab pertanyaan dalam tes tersebut. Idealnya, koefisien kesulitan soal harus terdistribusi sebagian besar dalam kategori sedang, dengan sebagian kecil dalam kategori mudah dan sulit, sehingga menciptakan proporsi yang seimbang. Uji tingkat kesukaran digunakan pada peserta didik

kelompok tinggi, sedang, dan rendah. Perhitungan koefisien tingkat kesukaran (TK) dapat dilakukan menggunakan rumus berikut (Arikunto, 1998):

$$TK = \frac{JT}{IT}$$

Keterangan:

JT : Jumlah skor jawaban peserta didik kelompok atas pada butir soal i

IT : Skor maksimum yang diperoleh peserta didik pada butir soal i

Untuk menentukan klasifikasi tingkat kesukaran koefisien soal, merujuk kepada klasifikasi nilai pada setiap soal. Klasifikasi tingkat kesulitan koefisien disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Interpretasi Koefisien Tingkat Kesukaran

Koefisien Kesukaran	Interpretasi
$0,00 \leq TK \leq 0,30$	Sukar
$0,31 \leq TK \leq 0,70$	Sedang
$0,71 \leq TK \leq 1,00$	Mudah

Setelah dilakukan uji tingkat kesukaran, diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis

No Soal	Tingkat Kesukaran (TK)	Interpretasi
1a	0,61	Sedang
1b	0,50	Sedang
2	0,54	Sedang
3	0,48	Sedang
4	0,51	Sedang
5	0,39	Sedang

Berdasarkan Tabel 3.9, menunjukkan bahwa semua item pertanyaan dalam menyelesaikan suatu permasalahan, tingkat kesukarannya berada pada kategori sedang. Lampiran D.3 pada halaman 120 menunjukkan hasil perhitungan secara lengkap.

4) Uji Daya Pembeda

Uji daya pembeda adalah proses evaluasi terhadap soal-soal tes untuk menilai sejauh mana kemampuan tes tersebut dalam memisahkan peserta didik yang memiliki tingkat prestasi rendah dan yang memiliki tingkat prestasi tinggi. Sesuai dengan Arifin (2012), untuk menghitung koefisien daya pembeda, dapat digunakan rumus berikut:

$$DP = \frac{J_A - J_B}{I_A}$$

Keterangan:

J_A : Jumlah skor peserta didik kelompok atas
 J_B : Jumlah skor peserta didik kelompok bawah
 I_A : Banyaknya skor kelompok (atas/bawah)

Interpretasi koefisien daya pembeda menurut Sudijono (2008), disajikan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Interpretasi Koefisien Daya Pembeda

Interpretasi Daya Pembeda	Interpretasi
Baik Sekali	$0,71 \leq DP \leq 1,00$
Baik	$0,41 \leq DP \leq 0,70$
Cukup	$0,21 \leq DP \leq 0,40$
Kurang Baik	$-1,00 \leq DP \leq 0,20$

Setelah dilakukan uji daya pembeda, diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Hasil Uji Daya Pembeda Intrumen Tes Kemampuan Representasi Matematis

No Soal	Daya Pembeda (DP)	Keterangan
1a	0,32	Cukup
1b	0,36	Cukup
2	0,45	Baik
3	0,38	Cukup
4	0,38	Cukup
5	0,43	Baik

Berdasarkan Tabel 3.11, dapat diketahui bahwa daya pembeda dari instrumen tes yang digunakan termasuk dalam kategori cukup. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tersebut memiliki kemampuan yang memadai dalam membedakan antara siswa yang memiliki pemahaman yang baik dengan siswa yang kurang memahami materi yang diuji. Untuk informasi yang lebih rinci mengenai perhitungan daya pembeda ini, hasil lengkapnya disajikan dalam Lampiran D.4 halaman 121.

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan, yaitu:

3.6.1 Analisis Data Pendahuluan

Data yang diperoleh mencakup hasil wawancara, pemeriksaan terhadap Kurikulum pembelajaran, Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan juga penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan. Informasi ini akan berperan sebagai panduan dalam proses pengembangan perangkat pembelajaran serta produk yang sedang dikembangkan dalam konteks penelitian ini, yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Selain itu, data berbentuk saran dan komentar yang diberikan oleh para ahli serta respon dari guru akan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil dari analisis ini akan menjadi panduan untuk melakukan perbaikan pada produk yang sedang dalam proses pengembangan.

3.6.2 Analisis Data Kevalidan LKPD

Evaluasi tahap berikutnya untuk LKPD yang telah dirancang dalam fase desain dan pengembangan adalah pengujian validitas yang melibatkan penilaian dari masing-masing ahli dalam bidang materi dan ahli dalam bidang media. Penilaian yang diberikan oleh para validator dicatat dalam bentuk data kuantitatif menggunakan skala *Likert* yang terdiri dari empat pilihan. Rumus menghitung skor penilaian (P) dari validator yaitu:

$$P = \frac{X - N}{M - N}$$

Keterangan:

X : Jumlah skor penilaian validator

N : Minimum jumlah skor

M : Maksimum jumlah skor

Setelah menghitung total jawaban dari para validator, langkah selanjutnya adalah menghitung indeks kevalidan dari hasil penilaian yang mereka berikan. Klasifikasi tingkat kevalidan diperoleh melalui interpretasi indeks kevalidan. Interpretasi validasi menurut Widoyoko (2017) disajikan Tabel 3.12 berikut:

Tabel 3.12 Interpretasi Indeks Kevalidan

Rentang Skor	Kategori
0,81 - 1,00	Sangat Valid
0,61 - 0,80	Valid
0,41 - 0,60	Cukup Valid
0,21 - 0,40	Kurang Valid
0,00 - 0,20	Tidak Valid

Berdasarkan Tabel 3.12, instrumen kevalidan LKPD dapat dikatakan valid jika memiliki interpretasi indeks kevalidan melebihi rentang skor 0,61.

Untuk mengetahui kesamaan hasil evaluasi validator dilakukan uji korelasi *Bivariat* dengan menggunakan software SPSS. Hipotesisnya yaitu:

H_0 : Para validator memberikan penilaian yang seragam atau sama.

H_1 : Para validator memberikan penilaian yang tidak seragam atau berbeda.

Menurut Arum dkk. (2022), kriteria keputusan, jika pada perhitungan hasil nilai dari $sig < \alpha$ ($\alpha = 0,05$) dan nilai statistik $R_{hitung} > R_{tabel}$ maka H_0 diterima, pada kondisi lain tolak H_0 .

3.6.3 Analisis Data Kepraktisan LKPD

Setelah memastikan keberhasilan bahan ajar yang valid, tahap selanjutnya adalah melakukan uji kepraktisan produk. Penilaian dilakukan oleh satu guru dan 6 peserta didik untuk menguji kepraktisan LKPD berbasis teori APOS. Rumus menghitung skor penilaian (P) dari guru dan peserta didik yaitu:

$$P = \frac{X - N}{M - N}$$

Keterangan:

X : Jumlah skor penilaian validator

N : Minimum jumlah skor

M : Maksimum jumlah skor

Setelah menghitung total jawaban, langkah selanjutnya adalah menghitung indeks kepraktisan dari hasil penilaian yang mereka berikan. Kriteria praktis dalam menginterpretasikan hasil analisis berdasarkan pedoman Arikunto (2005) disajikan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Interpretasi Indeks Kepraktisan

Rentang Skor	Kategori
0,81 - 1,00	Sangat Praktis
0,61 - 0,80	Praktis
0,41 - 0,60	Cukup Praktis
0,21 - 0,40	Kurang Praktis
0,00 - 0,20	Tidak Praktis

Berdasarkan Tabel 3.13, instrumen kepraktisan LKPD dapat dikatakan praktis jika memiliki interpretasi indeks kepraktisan melebihi rentang skor 0,61.

Untuk mengetahui kesamaan hasil evaluasi validator dilakukan uji korelasi *Bivariat* dengan menggunakan software SPSS. Hipotesisnya yaitu:

H_0 : Para validator memberikan penilaian yang seragam atau sama.

H_1 : Para validator memberikan penilaian yang tidak seragam atau berbeda.

Menurut Arum dkk. (2022), kriteria keputusan, jika pada perhitungan hasil nilai dari $sig < \alpha$ ($\alpha = 0,05$) dan nilai statistik $R_{hitung} > R_{tabel}$ maka terima H_0 , pada kondisi lain tolak H_0 .

3.6.4 Analisis Data Kemampuan Representasi Matematis

Setelah mendapatkan hasil analisis data yang valid dan praktis, langkah selanjutnya adalah menganalisis skor kemampuan representasi matematis peserta didik. Analisis data mengenai kemampuan representasi matematis digunakan untuk menilai efektivitas LKPD. Tes ini dianalisis menggunakan metode *n-gain*, uji normalitas, uji homogenitas, serta *Uji-t* untuk membandingkan dua rata-rata yang berbeda. Hasil tes mengenai kemampuan representasi matematis digunakan untuk

mengevaluasi efektivitas LKPD yang telah dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis.

1. *N-Gain*

Uji *N-Gain* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan kemampuan representasi matematis peserta didik. Berdasarkan nilai tersebut kemudian dihitung untuk menghitung *N-Gain* menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Hake dalam (Guntara, 2021) sebagai berikut:

$$N - gain = \frac{X_{post} - X_{pre}}{X_{maks} - X_{pre}}$$

Keterangan:

X_{maks} = Skor maksimum

X_{post} = Skor *posttest*

X_{pre} = Skor *pretest*

2. Uji Normalitas *N-Gain*

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak normal (Arikunto, 1998). Uji statistik yang digunakan dalam uji normalitas adalah uji *Shapiro-Wilk* dengan bantuan program SPSS. Uji normalitas dengan taraf *sig.* > 0,05. Hipotesis untuk uji normalitas ini adalah:

H_0 : Sampel data *N-gain* berasal dari populasi data *N-gain* yang berdistribusi normal.

H_1 : Sampel data *N-gain* berasal dari populasi data *N-gain* yang tidak berdistribusi normal

Analisis data *N-Gain* kemampuan representasi matematis peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol disajikan dalam Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Analisis Hasil Uji Normalitas *N-Gain*

Kelas	<i>Sig.</i>	α	Keputusan Uji	Keterangan
Eksperimen	0,939	0,05	Terima H_0	Berdistribusi Normal
Kontrol	0,775	0,05	Terima H_0	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 3.14, diperoleh nilai *sig.* > α . Artinya, skor *N-Gain* kemampuan representasi matematis peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol. Masing –

masing berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.5 halaman 122.

3. Uji Homogenitas *N-Gain*

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah kedua populasi data *N-gain* kemampuan representasi matematis memiliki varians yang sama atau tidak (Sugiyono, 2015). Hipotesis uji homogenitas data *N-gain* kemampuan representasi matematis siswa yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (\text{variansi kedua populasi data sama})$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \quad (\text{variansi kedua populasi data tidak sama})$$

Rumus untuk uji homogenitas berdasarkan Sudjana (2005) yaitu:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan:

S_1^2 : Variansi sampel terbesar

S_2^2 : Variansi sampel terkecil

Kriteria pengujian yang digunakan H_0 diterima, jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ dimana $F_{tabel} = F_{\frac{1}{2}\alpha(n_1-1, n_2-1)}$ didapat dari tabel distribusi F dengan taraf signifikansi 0,05.

Pengujian homogenitas masing-masing data dilakukan dengan uji kesamaan dua varians dengan hipotesis sebagai berikut.

Tabel 3.15 Analisis Hasil Uji Homogenitas *N-Gain*

Kelas	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan Uji	Keterangan
Eksperimen	1,122	2,048	Terima H_0	Homogen
Kontrol				

Diperoleh data *N-Gain* kemampuan representasi matematis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki varians yang homogen. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D.6 halaman 123.

4. Uji Hipotesis *N-Gain*

a. Uji Hipotesis Pertama *N-Gain*

Skor *N-Gain* dalam penilaian kemampuan representasi matematis pada kelompok eksperimen dan kontrol menunjukkan distribusi normal dan variansi yang sama. Untuk menilai kesetaraan dua rata-rata dalam hipotesis awal ini, digunakan *uji-t*. Adapun hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (Rata-rata data *N-gain* kemampuan representasi matematis peserta didik yang menggunakan LKPD berbasis teori APOS sama dengan peserta didik yang tidak menggunakan LKPD berbasis teori APOS)

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ (Rata-rata data *N-gain* kemampuan representasi matematis peserta didik yang menggunakan LKPD berbasis teori APOS lebih besar dari peserta didik yang tidak menggunakan LKPD berbasis teori APOS.)

Pengujian yang dilakukan untuk Uji *Independent sample t-test* menggunakan software SPSS. Langkah-langkah perhitungannya yaitu; *Analyze* → *Compare Means* → *Independent sample t test* → masukan data skor representasi matematis ke *Test Variable* ke *Grouping Variable* → pilih *Define Group* → masukan angka 1 (*N-gain* eksperimen) pada *Group 1* dan angka 2 (*N-gain* kontrol) pada *Group 2* → pilih OK. Penarikan keputusan uji: ketika nilai *p-value* kurang dari taraf signifikansi 0,05 maka H_0 ditolak begitupun sebaliknya.

b. Uji Hipotesis Kedua (Uji Proporsi)

Uji hipotesis kedua atau uji proporsi adalah uji yang digunakan untuk mengetahui apakah persentase peserta didik yang memiliki kemampuan representasi matematis pada kelas yang menggunakan LKPD lebih dari 60% dari jumlah peserta didik kelas tersebut. Peserta didik memiliki kemampuan representasi matematis terkategori baik adalah peserta didik yang memiliki nilai *posttest* mencapai KKM yang ditetapkan oleh sekolah yaitu sebesar 70.

Adapun rumusan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut.

$H_0: \pi_1 = 60\%$ (Persentase peserta didik yang memiliki kemampuan representasi matematis terkategori baik sama dengan 60%)

$H_1: \pi_1 > 60\%$ (Persentase peserta didik yang memiliki kemampuan representasi matematis terkategori baik lebih dari 60%)

Statistik z yang digunakan untuk uji ini proporsi satu pihak berdistribusi normal adalah sebagai berikut.

$$z_{hitung} = \frac{\frac{x}{n} - \pi_0}{\sqrt{\frac{\pi_0(1 - \pi_0)}{n}}}$$

Keterangan:

x : banyaknya peserta didik yang tuntas belajar pada kelas eksperimen.

n : banyaknya peserta didik pada kelas eksperimen.

π_0 : proporsi peserta didik yang tuntas belajar.

Dalam pengujian ini digunakan taraf signifikan $\alpha = 0,05$, dengan kriteria ujinya yaitu terima H_0 jika $z_{hitung} < z_{0.5-\alpha}$ dan pada kondisi lain tolak H_0 .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

5.2.1 Pengembangan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis, layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran matematika pada materi bangun ruang sisi datar karena telah memenuhi kriteria valid melalui penilaian oleh validasi ahli dan memenuhi kriteria praktis melalui penilaian peserta didik dan tanggapan guru dengan persentasi 81%.

5.2.2 Pengembangan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis. Hal ini diperoleh dari hasil uji *Independent Sample t-test* dengan perolehan $sig = 0,00 < \alpha = 0,05$. Kemudian hasil uji proporsi yang juga menyatakan lebih dari 60% peserta didik kelas eksperimen memperoleh nilai diatas batas stantar yang ditentukan

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, ada beberapa saran yang dapat diambil untuk pemanfaatan hasil dan arah penelitian lebih lanjut:

5.2.1 Saran Pemanfaatan Hasil

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan kepada guru-guru matematika dapat menggunakan LKPD berbasis teori APOS (*action, process, object, schema*) sebagai alternatif dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar. Penggunaan LKPD ini telah terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi

matematis siswa, sehingga dapat menjadi alat bantu yang bermanfaat dalam proses pembelajaran. Selain itu, temuan ini dapat digunakan oleh penerbit dan pengembang bahan ajar sebagai dasar untuk mengembangkan modul pembelajaran matematika lainnya yang berbasis teori APOS, sehingga dapat diterapkan pada berbagai topik matematika lainnya. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan peningkatan kualitas pembelajaran matematika dapat tercapai secara optimal.

5.2.2 Saran Penelitian Lanjutan

- a. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengembangkan dan menguji LKPD berbasis teori APOS pada materi matematika lainnya selain bangun ruang sisi datar. Hal ini untuk mengetahui sejauh mana teori APOS dapat diterapkan secara luas dalam pembelajaran matematika.
- b. Disarankan untuk melakukan penelitian pada skala yang lebih besar dengan melibatkan lebih banyak sekolah dan kelas. Hal ini untuk mendapatkan data yang lebih generalisasi dan memastikan validitas temuan penelitian pada populasi yang lebih luas.
- c. Penelitian jangka panjang atau longitudinal dapat dilakukan untuk melihat efek penggunaan LKPD berbasis teori APOS terhadap kemampuan representasi matematis siswa dalam jangka waktu yang lebih panjang.
- d. Penelitian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi efektivitas LKPD berbasis teori APOS, seperti peran motivasi siswa, lingkungan belajar, atau kemampuan matematis lainnya.
- e. Penelitian dapat dilakukan untuk membandingkan efektivitas LKPD berbasis teori APOS dengan metode pembelajaran lainnya. Hal ini untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode serta memberikan rekomendasi yang lebih komprehensif untuk praktik pembelajaran di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, A. D. (2022). Development of Student Worksheets (LKPD) Based on the Guided Discovery Learning Model to Improve Students' Reasoning Ability on Class X SPLTV Material. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 1(7), 1415–1426.
- Andersen, R., & Rustad, M. (2022). Using Minecraft as an educational tool for supporting collaboration as a 21st century skill. *Computers and Education Open*, 3, 100094.
- Aransyah, A. (2023). *Pengembangan Modul Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning Berbantu Media QR-CODE Untuk Meningkatkan Hasil Belajar PKN*. Universitas Lampung.
- Arestu, O. O., Karyadi, B., & Ansori, I. (2018). Peningkatan kemampuan memecahkan masalah melalui Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) berbasis masalah. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 2(2), 58–66.
- Arifin, Z. (2012). Model penelitian dan pengembangan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (1998). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Rineka Cipta.
- Arum, A. E., Khumaedi, M., & Susilaningsih, E. (2022). Pengembangan Instrumen Penilaian Domain Afektif (Sikap) Kepercayaan Diri pada Siswa. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 5467–5474.
- Arnawa, I., Ginting, B., & Nita, S. (2021). Does the Use of APOS Theory Promote Students' Achievement in Elementary Linear Algebra?. *International Journal of Instruction*, 14(3), 175–186.
- Ayuni, Q., Noer, S. H., & Rosidin, U. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*.
- Azizah, D., & Kisworo, B. (2020). The Development of Qur'ani Students Worksheet (LKPD) on the Atom Structure Materials in MAN 1 Cirebon City and MAN 1 Plered Cirebon Regency for the Student's Science-Religious Character Building. *International Conference on Progressive Education (ICOPE 2019)*, 171–175.

- Baye, M. G., Ayele, M. A., & Wondimuneh, T. E. (2021). Implementing GeoGebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian Universities. *Heliyon*, 7(5). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(21\)01115-4](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(21)01115-4)
- Boaler, J. (2008). *What's Math Got to Do with It?: How Parents and Teachers Can Help Children Learn to Love Their Least Favorite Subject*. Penguin.
- Daud, A. S., Adnan, N. S. M., Abd Aziz, M. K. N., & Embong, Z. (2020). Students' perception towards mathematics using APOS theory: A case study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(3), 32020.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study* (pp. 275–282). Springer.
- Fadilla, F., & Purwaningrum, J. P. (2021). Menumbuhkan Kemampuan Representasi Matematis dan Metakognitif Siswa Kelas XIII SMP Menggunakan Model CORE (Connecting, Organizing, Reflecting, dan Extending). *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 12(1), 155–168.
- Fitriasari, D. N. M., & Yuliani, Y. (2021). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik-Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Discovery untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi pada Materi Fotosintesis Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(3), 510–522.
- Guntara, Y. (2021). Normalized gain ukuran keefektifan treatment. *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 1–3.
- Handayani, H., & Juanda, R. Y. (2018). Profil kemampuan representasi matematis siswa sekolah dasar di kecamatan Sumedang Utara. *Primary: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 7(2), 211–217.
- Hartono, H., Firdaus, M., & Sipriyanti, S. (2019). Kemampuan Representasi Matematis Dalam Materi Fungsi Dengan Pendekatan Open Ended Pada Siswa Kelas VIII MTs Sirajul Ulum PONTIANAK. *Eksponen*, 9(1), 8–20.
- Herawaty, D., Widada, W., Handayani, S., Febrianti, R., & Anggoro, A. F. (2020). Students' obstacles in understanding the properties of the closed sets in terms of the APOS theory. *Journal of Physics: Conference Series*, 1470(1), 012068.
- Herdian, F., Widada, W., & Herawaty, D. (2019). Level berpikir siswa dalam memahami konsep dan prinsip bangun ruang dengan pendekatan pembelajaran etnomatematika berdasarkan teori APOS. *Jurnal Pendidikan Matematika Rafflesia*, 4(2), 111–119.
- Hidayat, A. A. (2021). *Menyusun instrumen penelitian & uji validitas-reliabilitas*. Health Books Publishing.
- Indriyani, L. (2019). Pemanfaatan media pembelajaran dalam proses belajar untuk meningkatkan kemampuan berpikir kognitif siswa. *Prosiding Seminar*

Nasional Pendidikan FKIP, 2(1), 17–26.

- Irawan, C. M. (2023). Kurikulum Merdeka dan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sebagai Solusi Menjawab Tantangan Sosial dan Keterampilan Abad-21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Non Formal*, 1, 1–12.
- Janna, N. M., & Herianto, H. (2021). *Konsep uji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan SPSS*.
- Khoerunnisa, R., & Maryati, I. (2022). Kemampuan representasi matematis siswa smp terhadap materi segiempat. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 165–176.
- Killen, R. (2013). *Effective Teaching Strategies: Lessons from Research and Practice (6th ed.)*. Cengage Learning.
- Maharaj, A. (2010). An APOS analysis of students' understanding of the concept of a limit of a function. *Pythagoras*, 2010(71), 41–52.
- Mainali, B. (2021). Representation in Teaching and Learning Mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(1), 1–21.
- Marshel, J. (2020). Analysis of Students Worksheet (LKPD) integrated science with the theme of the motion in life using integrated connected type 21st century learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1), 12046.
- Melindawati, S. (2020). Development of Integrated Thematic Student Worksheets (LKPD) Using the Discovery Learning Model in Class IV Elementary Schools. *International Journal of Educational Research and Social Sciences (IJERSC)*, 1(1), 7–15.
- Miftah, R., & Orlando, A. R. (2016). Penggunaan graphic organizer dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 2(2), 72–89.
- Mudrikah, S., Ahyar, D. B., Lisdayanti, S., Parera, M. M. A. E., Ndorang, T. A., Wardani, K. D. K. A., Siahaan, M. N., Hanifah, D. P., Amalia, R., & Siagian, R. C. (2022). *Inovasi Pembelajaran di Abad 21*. Pradina Pustaka.
- Mujianto, S. F. (2017). *Metode Penelitian dan Statistik*. Kementerian Kesehatan RI.
- Mulyani, F., & Haliza, N. (2021). Analisis perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 3(1), 101–109.
- Mulyono. (2015). Teori Apos dan Implementasinya Dalam Pembelajaran. *JMEE*, 1(1), 37–45.
- Nafilah, N., Yulianti, Y., & Riswandi, R. (2020). The Development of the Thematic Student Worksheets (LKPD) Based On Cooperative Learning to Improve Collaborative Skills of Students. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 12(1), 17–27.

- Nasri, R., & Jamaan, E. Z. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik SMP. *JEMS: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 10(1), 140–148.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- Novalia, & Syazali, M. (2014). *Olah Data Penelitian Guruan*. Anugerah Utama Raharja.
- Nurafriani, R. R., & Mulyawati, Y. (2023). Pengembangan E-LKPD berbasis liveworksheet pada tema 1 subtema 1 pembelajaran 3. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(1), 404–414.
- Nurrahmah, A., Kartono, K., Zaenuri, Z., & Isnarto, I. (2022). Tinjauan Pustaka Sistematis: Abstraksi Matematis Mahasiswa Pada Pembelajaran Matematika Berdasarkan Teori APOS. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 5(1), 120–129.
- OECD., K. (2018). *OECD science, technology and innovation outlook 2018*. OECD publishing Paris.
- Panduwinata, B., & Haji, S. (2023). Pengaruh Kecerdasan Emosional Terhadap Pemahaman Konsep Matematika Peserta Didik. *Didactical Mathematics*, 5(1), 38–45.
- Pansa, H. E. (2017). Pengembangan LKPD Dengan Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(1), 229–238.
- Pramesti, B. T., & Mampouw, H. L. (2020). Analisis pemahaman konsep peluang siswa SMP ditinjau dari teori apos. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1054-1063.
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, W., Priskila, R., & Putra, P. B. A. A. (2019). Penerapan skala Likert dan skala dikotomi pada kuesioner online. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 128–137.
- Prastowo, A. (2015). *Pengembangan Bahan Ajar Tematik*. Kencana.
- Prastowo, A. (2019). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. DIVA press.
- Purba, E. R., Siregar, N., & Lubis, R. D. (2023). Implementation of LKPD-Assisted Problem-Based Learning Models as an Effort to Improve Students' Mathematical Reasoning Ability at Percut Sei Tuan State Junior High School. *PARADIKMA: JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*, 16(1), 40–45.
- Purnama, A., & Suparman, S. (2020). Studi pendahuluan: LKPD berbasis PBL untuk meningkatkan kemampuan literasi matematis peserta didik. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 6(1), 131–140.
- Puspitarini, Y. D., & Hanif, M. (2019). Using Learning Media to Increase Learning Motivation in Elementary School. *Anatolian Journal of Education*, 4(2), 53.

- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi pembelajaran abad 21 dan penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104.
- Rahim, F. R., Sari, S. Y., Sundari, P. D., Aulia, F., & Fauza, N. (2022). Interactive design of physics learning media: The role of teachers and students in a teaching innovation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2309(1), 12075.
- Ramadhani, R., Syamsul, H., & Rofiqul, U. (2019). Problem-based learning, its usability and critical view as educational learning tools. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 6(3), 193–208.
- Rayanto, Y. H. (2020). *Penelitian Pengembangan Model Addie Dan R2d2: Teori & Praktek*. Lembaga Academic & Research Institute.
- Rosa, S. S., & Napitupulu, E. E. (2023). Metasintesis pengembangan lembar kerja peserta didik untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(4), 790–796.
- Salkind, G. M. (2007). Mathematical representation. *EDCI 857 Preparation and Professional Development of Mathematics Teachers. ProQuest Education Journals*.
- Sanchia, A. I., & Faizah, U. (2019). Pengembangan LKPD Berbasis Search, Solve, Create and Share (SSCS) untuk Melatih Keterampilan Proses Sains pada Materi Arthropoda Kelas X SMA. *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.26740/jrba.v1n1.p9-17>
- Sanjaya, I. I., Maharani, H. R., & Basir, M. A. (2018). Kemampuan Representasi Matematis Siswa pada Materi Lingkaran Berdasar Gaya Belajar Honey Mumfrod. *Kontinu: Jurnal Penelitian Didaktik Matematika*, 2(1), 72–87.
- Schleicher, A. (2019). PISA 2018: Insights and interpretations. *Oecd Publishing*.
- Sholihah, U., & Mubarak, D. A. (2016). Analisis pemahaman integral taktentu berdasarkan teori apos (action, process, object, scheme) pada mahasiswa tadriss matematika (TMT) IAIN Tulungagung. *Cendekia: Jurnal Kependidikan Dan Kemasyarakatan*, 14(1), 123–136.
- Siswono, T. Y. (2019). *Paradigma Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset
- Siregar, Y. S., Darwis, M., Baroroh, R., & Andriyani, W. (2022). Peningkatan Minat Belajar Peserta Didik dengan Menggunakan Media Pembelajaran yang Menarik pada Masa Pandemi Covid 19 di SD Swasta HKBP 1 Padang Sidempuan. *Jurnal Ilmiah Kampus Mengajar*, 69–75.
- Sudijono, A. (2008). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Sudjana. (2005). *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugihartini, N., & Yudiana, K. (2018). ADDIE sebagai model pengembangan media instruksional edukatif (MIE) mata kuliah kurikulum dan pengajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2).

- Sugiono, I. (2022). *Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis multiple representation untuk meningkatkan kemampuan representasi ilmiah*. IAIN Ponorogo.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (28th ed.). Alfabeta.
- Sulastri, W., & Wulantina, E. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) Untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Siswa. *MATHEMA: JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*, 5(2), 207–221.
- Surya, E. (2012). Visual thinking dalam memaksimalkan pembelajaran matematika siswa dapat membangun karakter bangsa. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 5(1), 41–50.
- Sutopo, N. A., & Ratu, N. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran GeoGebra Classroom Sebagai Penguatan Pemahaman Konsep Materi Translasi Siswa SMP Kelas IX. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 10–23.
- Suwartono. (2015). Dasar-Dasar Metodologi Penelitian. In *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian* (1st ed.). CV. Andi Offset.
- Syafitri, R. A. (2020). The importance of the student worksheets of electronic (E-LKPD) contextual teaching and learning (CTL) in learning to write description text during pandemic COVID-19. *The 3rd International Conference on Language, Literature, and Education (ICLLE 2020)*, 284–287.
- Syafri, F. S. (2017). Kemampuan representasi matematis dan kemampuan pembuktian matematika. *JURNAL E-DuMath*, 3(1).
- Syarifah, L. L. (2017). Analisis kemampuan pemahaman matematis pada mata kuliah pembelajaran matematika SMA II. *JPPM (Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika)*, 10(2).
- Syamsuri, S., & Marethi, I. (2018). APOS analysis on cognitive process in mathematical proving activities. *International Journal on Teaching and Learning Mathematics*, 1(1), 1–12.
- Syamsuri, S., Purwanto, P., Subanji, S., & Irawati, S. (2017). Using APOS theory framework: Why did students unable to construct a formal proof. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 1(2), 135–146.
- Syamsuri, S., & Santosa, C. A. (2021). Thinking Structure of Students' understanding of Probability Concept in Term of Apos Theory. *MaPan: Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, 9(1), 119–135.
- Trianto, M. (2013). Mendesain model pembelajaran inovatif-progresif: Konsep, landasan dan implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). *Jakarta: Kencana*, 376.
- Urhan, S., & Dost, Ş. (2018). The Analysis of Pre-service Math Teachers' Level of Understanding the Derivative Concept within the Context of APOS Theory. *SHS Web of Conferences*, 48, 01064.

- Wahyuni, S., Rusdi, M., & Huda, N. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Core (Connecting, Organizing, Reflecting and Extending) untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Pada Materi Persamaan Trigonometri. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1498–1511.
- Widoyoko. (2017). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Windasari, I. Y., Prasetyowati, D., & Shodiqin, A. (2020). Analisis pemahaman konsep berdasarkan teori apos pada materi barisan geometri di kelas XI SMA Negeri 1 Godong. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(5), 417–427.
- Yamin, Y., Napitupulu, E. E., & Harahap, F. (2022). Development of mathematical LKPD based on scientific approach to improve students' mathematical problem solving at SD Negeri 1 Rimo. *Sensei International Journal of Education and Linguistic*, 2(1), 165–187.
- Yokri, V., & Saltifa, P. (2020). LKPD Matematika Berbasis Inquiry untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMK Kelas X. *Jurnal Equation: Teori Dan Penelitian Pendidikan Matematika*, 3(1), 76–88.
- Zahira, H., & Yuanita, P. (2020). The Effect of Using LKPD Based of Problem Based Learning Model on Improving the Ability of Students' Mathematical Communication. *Journal of Research on Mathematics Instruction (JRMI)*, 1(2), 18–24.