

**PENGEMBANGAN LKPD PEMBUKTIAN BERBASIS TEORI APOS  
PADA MATERI FUNGSI TRIGONOMETRI JUMLAH DAN SELISIH  
DUA SUDUT**

**TESIS**

**Oleh**

**Hijir Ardiansyah**

**NIM: 06022682226017**

**Program Studi Magister Pendidikan Matematika**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
PROGRAM MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**PENGEMBANGAN LKPD PEMBUKTIAN BERBASIS TEORI APOS PADA  
MATERI FUNGSI TRIGONOMETRI JUMLAH DAN SELISIH DUA SUDUT**

**TESIS**

Oleh

**Hijir Ardiansyah**

**NIM: 06022682226017**

**Program Studi Magister Pendidikan Matematika**

**Mengesahkan:**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Prof. Dr. Yusuf Hartono**  
NIP. 196411161990031002



**Dr. Darmawijoyo, M. Si**  
NIP. 196304061991031003

**Mengetahui:**

**Koordinator Program Studi**



**Dr. Hartono, M. A**  
NIP. 196710171993011001



**Dr. Hapizah, S.Pd., M. T**  
NIP. 197905302022122022

**PENGEMBANGAN LKPD PEMBUKTIAN BERBASIS TEORI APOS PADA  
MATERI FUNGSI TRIGONOMETRI JUMLAH DAN SELISIH DUA SUDUT**

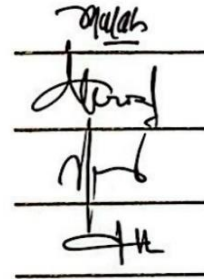
**TESIS**

Oleh  
**Hijir Ardiansyah**  
NIM: 06022682226017


Telah diuji dan lulus pada:  
Hari: Selasa  
Tanggal: 28 Mei 2024

**TIM PENGUJI**

1. Ketua : Nyimas Aisyah, M. Pd., Ph. D
2. Sekretaris : Dr. Meryansumayeka, M. Sc
3. Penguji I : Prof. Dr. Ratu Ilma Indra Putri, M. Si
4. Penguji II : Dr. Ely Susanti, M. Pd



Palembang, Juni 2024  
Mengetahui,  
Koordinator Program Studi



Dr. Hapizah, S/Pd., M. T  
NIP. 197905302022122022

**HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hijir Ardiasyah

NIM : 06022682226017

Program Studi : Magister Pendidikan Matematika

Menyatakan dengan sungguh – sungguh bahwa tesis yang berjudul “Pengembangan LKPD Pembuktian Berbasis Teori Apos Pada Materi Fungsi Trigonometri Jumlah Dan Selisih Dua Sudut” ini adalah benar – benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh – sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Hijir Ardiasyah  
NIM 06022682226017

## PERSEMBAHAN

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, serta memberikan umur dan kesehatan kepada penulis sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan tesis ini dengan lancar. Tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga dapat menyelesaikannya dengan tepat waktu. Penulis berterima kasih dan mempersembahkan tesis ini kepada:

- ❖ Ayahku Dimin dan Ibuku tersayang Nurlelah, terima kasih atas segala doa yang telah diberikan, semangat, motivasi, nasehat, fasilitas, dan selalu menanyakan keluhan serta membagikan cerita yang dapat meringankan beban yang dihadapi serta terima kasih terhadap kasih sayang yang telah dibagikan dan tiada henti diberikan sampai saat ini.
- ❖ Kakaku, Ayukku, serta adiku terima kasih telah menanggapi segala keluhan dan menyemangati cekya dalam menyelesaikan tesis ini. Terima kasih terhadap hal konyol yang diberikan tetapi dapat menghibur.
- ❖ Kekasihku Esti Sawalena, S. Sos terima kasih telah memberiku semangat yang tidak pernah berhenti, selalu mengerti segala kepusingan ku, selalu membantuku jika aku sedang tidak ada ide, dan selalu bersedia menemani dan mendengarkan ceritaku.
- ❖ Sahabatku yang tidak bisa kusebutkan semuanya. Terima kasih telah mewarnai dunia kuliahku dari awal semester hingga menyelesaikan tesis ini.
- ❖ Terima kasih kepada tempat kerjaku, Bimbel Malaka Psikologi Palembang karena sudah memeberi kemudahan dalam meluangkan waktu untuk menyelesaikan tesis ini.
- ❖ Terimakasih kepada sahabat saya anggota dulur's Chandra, Ferdy, Wahyu, Karina, Larasati, Nia, Alifia Jehan, Siska yang sudah jauh disana tapi tetap memberikan semangat kepada saya dan semoga kalian secepatnya melanjutkan ke jenjang starata 2.

## PRAKATA

Tesis dengan Judul “Desain Lkpd Pembuktian Berbasis Teori Apos Pada Materi Fungsi Trigonometri Jumlah Dan Selisih Dua Sudut” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam mewujudkan tesis ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Yusuf Hartono dan Dr. Darmawijaya, M. Si sebagai pembimbing atas segala bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hartono, M.A., selaku Dekan FKIP Unsri, Drs. Kodri Madang, M.Si., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, dan Dr. Hapizah, S.Pd., M.T., Koordinator Program Studi Magister Pendidikan Matematika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan tesis ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada validator yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian penelitian dan seluruh dosen FKIP Pendidikan Matematika Universitas Sriwijaya, penulis juga berterima kasih kepada Bapak Edi Iskandar, M. Pd yang telah memberikan izin penelitian, penulis juga berterima kasih kepada seluruh tim penelitian, serta banyak pihak lainnya yang telah membantu dalam penulisan tesis ini. Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran bidang studi Pendidikan Matematika dan pengembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni.

Palembang, Juni 2024  
Penulis,



Hijir Ardiansyah  
NIM 06022682226017

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Hijir Ardiansyah**, lahir di Pandan Arang, 22 Mei 1999, Kecamatan Kikim Selatan Kabupaten Lahat. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara, dari pasangan bapak Dimin dan ibu Nurlela. Penulis menempuh dunia pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 05 Kikim Selatan dan selesai pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 03 Kikim Selatan dan selesai pada tahun 2013, setelah itu melanjutkan pendidikan di sekolah menengah atas di SMA N 2 Lahat dan selesai pada tahun 2016. Penulis terdaftar di Universitas PGRI Palembang Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Jurusan Pendidikan MIPA dan Program Studi Pendidikan Matematika pada tahun 2017. Dalam penyusunan skripsi penulis memulai pada bulan Januari 2021 dan Alhamdulillah bisa terselesaikan dengan baik dan lancar. Dan melanjutkan Magister Pendidikan Matematika Universitas Sriwijaya pada tahun 2022. Email aktif: [hijir.ardiansyah@gmail.com](mailto:hijir.ardiansyah@gmail.com)

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah Robbil Alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan Rahmat begitu besar kepada kita semua, terutama nikmat iman dan Kesehatan. Berkat kasih sayang-Nya jugalah akhirnya penulisan tesis ini judul “Desain Lkpd Pembuktian Berbasis Teori Apos Pada Materi Fungsi Trigonometri Jumlah Dan Selisih Dua Sudut” dapat diselesaikan dengan baik untuk mendapatkan gelar Magister Pendidikan (M. Pd).

Sholawat serta salam marilah kita hanturkan kepada junjungan kita yakni Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan hingga zaman terang benderang, sehingga penulis dapat menutupi segala kekurangan dan kesulitan yang dialami. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Hartono, M.A. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
3. Bapak Dr. Ketang Wijaya, S.Pd., M.Pd. selaku ketua jurusan Matematika dan Ilmu Pendidikan Alam.
4. Ibu Dr. Hapizah, S.Pd., M.T. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Matematika.
5. Bapak Prof. Dr. Yusuf Hartono dan Dr. Darmawijaya, M. Si selaku Dosen Pembimbing yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dengan setulus hati dalam penyusunan tesis ini.
6. Dosen dan pihak lain yang telah meluangkan waktu untuk berpartisipasi dalam penyusunan tesis ini.
- 7.

Penulis mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga usaha yang kita lakukan bernilai ibadah dimata Allah SWT. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, Juni 2024  
Penulis,



Hijir ardiansyah  
NIM 06022682226017



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGUJI .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 .....Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.1 Bahan Ajar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Pengertian Bahan Ajar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Karakteristik Bahan Ajar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3 Manfaat Bahan Ajar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.4 Fungsi dan Peran Bahan Ajar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Pembuktian dalam Matematika .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Teori APOS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 LKPD Pembuktian dengan Teori APOS ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 Fungsi Trigonometri Jumlah dan Selisih Dua Sudut.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.9	Kajian Terdahulu yang Relevan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10	State Of Art .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11	Kerangka Berpikir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>		
3.1	Jenis Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Subjek dan Objek Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Metode Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Teknik Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>		
4.1	Hasil Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Hasil Tahap <i>Analysis</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Hasil Tahap Perancangan ( <i>Design</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3	Tahap Pengembangan ( <i>Development</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.4	Hasil Tahap Implementasi ( <i>Implementation</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.5	Hasil Tahap Evaluasi ( <i>Evaluation</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Pembahasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>		
5.1.	Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.	Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>		

**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
2.1. Tabel Penelitian Tedahulu.....	26
3.1 Angket Validasi LKPD .....	37
3.2 Angket Kepraktisan LKPD .....	38
3.3 Pedoman Skor Angket .....	39
3.4 Kriteria Kevalidan LKPD .....	40
3.5 Pedoman Angket Kepraktisan.....	40
3.6 Kategori Nilai Kepraktisan .....	41
3.7 Interval Ketuntasan Belajar.....	41
4.1. KD dan IPK Pembelajaran .....	45
4.2. <i>Storyboard</i> LKPD .....	46
4.3. Desain Awal LKPD.....	47
4.4. Nama Validator .....	49
4.5. Komentar dan Saran Validator.....	50
4.6. Tabel Revisi .....	51
4.7. Sakor Hasil Kevalidan LKPD .....	53
4.8. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil .....	56
4.9. Hasil Tes Belajar .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Alur Penyusunan LKPD.....	17
2.2. Model Berpikir Siswa Tentang Pembuktian .....	18
2.3. Struktur Mental dan Mekanisme APOS.....	20
2.4. Kerangka Berpikir.....	32
4.1. <i>Prototype</i> Halaman Awal .....	46
4.2. <i>Prototype</i> Halaman <i>Action</i> .....	46
4.3. <i>Prototype</i> Halaman <i>Proces</i> , <i>object</i> , dan <i>Scame</i> .....	46
4.4. Desain Awal Halaman Awal.....	47
4.5. Desain Awal Halaman <i>Action</i> .....	47
4.6. Desain Awal Halaman <i>Proces</i> .....	48
4.7. Desain Awal Halaman <i>Object</i> .....	48
4.8. Desain Awal Halaman <i>Scame</i> .....	49
4.9. Peneliti Membimbing Peserta Didik .....	58
4.10. Peserta Didik Mengerjakan LKPD .....	59
4.11. Peserta Didik Maju Kedepan Kelas .....	60
4.12. Jawaban Soal Tes Peserta Didik .....	62
4.13. Jawaban Soal Tes Peserta Didik .....	62
4.14. Jawaban Peserta didik pada Tahap <i>Action</i> .....	63
4.15. Jawaban Peserta Didik pada Tahap <i>Proces</i> .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

1. SK Pembimbing .....	72
2. Surat Izin Penelitian dari Universitas.....	74
3. Surat Izin Penelitian dari Dinas Pendidikan.....	75
4. Produk LKPD Pembuktian .....	76
5. Soal Tes.....	87
6. Angket Kevalidan .....	88
7. Angket Kepraktisan .....	92
8. Hasil Lembar Validasi .....	94
9. RPP.....	103
10. Rekapitulasi Hasil Validasi dan Small Group.....	105
11. Sertifikat Seminar Hasil .....	106
12. LOA Artikel di Jurnal Kreano .....	107
13. Artikel Publis di Jurnal Kreano.....	108
14. Bukti Turnitin.....	121
15. Dokumentasi Penelitian .....	122

## ABSTRAK

Materi Trigonometri dianggap sulit oleh siswa karena banyak rumus dan konsep yang harus dihafalkan, sehingga siswa kesulitan dalam menganalisis dan menguraikan permasalahan yang diberikan. Salah satu cara agar siswa dapat memahami rumus yaitu dengan pembelajaran pembuktian. Dalam pembelajaran pembuktian berkaitan dengan teori APOS untuk mengkonstruksi kemampuan siswa dalam memahami rumus tersebut. Pada penelitian ini, akan dibuat suatu media pembelajaran berbentuk LKPD pembuktian berbasis teori APOS. Adapun subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI di SMA Negeri 2 Kikim Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan LKPD pembuktian berbasis teori APOS yang valid, praktis, serta memiliki dampak terhadap pembelajaran. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan tipe pengembangan produk (*development study*). Proses pengembangan akan dilakukan dengan menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Teknik pengumpulan data yang digunakan peneliti yaitu wawancara, angket, dan soal tes. Pengembangan dimulai dari mendesain awal LKPD pembuktian berbasis APOS, kemudian divalidasi oleh tiga orang validator. Hasil dari validasi yang dilakukan kepada tiga orang ahli mendapatkan skor sebesar 91,85%, sehingga LKPD dikategorikan sangat valid dan layak digunakan. Selanjutnya dilakukan uji coba kelompok kecil hasilnya mendapatkan skor kepraktisan sebesar 80%. Dengan demikian LKPD dikategorikan praktis. Selanjutnya dilakukan field tes, untuk mengetahui dampak LKPD dalam pembelajaran. Hasilnya menunjukkan bahwa LKPD memiliki dampak dengan kategori efektif dengan skor 76,19%.

**Kata Kunci:** Pembelajaran Pembuktian; APOS; LKPD; Jumlah dan Selisih Dua Sudut

## ABSTRACT

Trigonometry material is considered difficult by students because there are many formulas and concepts that must be memorized, so students have difficulty in analyzing and describing the problems given. One way for students to understand the formula is by learning proof. In proof learning related to APOS theory to construct students' ability to understand the formula. In this study, a learning media will be made in the form of Worksheet based on APOS theory. The subjects in this study were 11th grade students at SMA Negeri 2 South Kikim. The purpose of this research is to produce a valid, practical, and impactful worksheet theory-based proof worksheet for learning. This type of research is a product development type research (development study). The development process will be carried out using the ADDIE method (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The data collection techniques used by researchers are interviews, questionnaires, and test questions. The development starts from the initial design of the APOS-based proof worksheet, then validated by three validators. The results of the validation carried out to three experts received a score of 91.85%, so that the worksheet was categorized as very valid and feasible to use. Furthermore, small group trials were carried out, the results obtained a practicality score of 80%, thus the worksheet was categorized as practical. Furthermore, a field test was conducted, to determine the impact of worksheet in learning. The results show that the worksheet has an impact with an effective category with a score of 76.19%.

**Keywords:** *Proof Learning; APOS; Sum and Difference of Two Angles; Worksheet*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Materi Fungsi Trigonometri adalah salah satu materi yang wajib dipelajari oleh peserta didik pada Sekolah Menengah Atas (SMA). Materi jumlah dan selisih dua sudut merupakan materi wajib pada pokok bahasan fungsi trigonometri yang memiliki banyak rumus (Novita, Isnainah, & Joni, 2022). Armiati & Budi (2021) mengatakan dilapangan materi trigonometri menjadi salah satu materi yang terbilang sulit bagi peserta didik karena materinya bersifat abstrak. Trigonometri merupakan materi wajib yang sifatnya bukan hafalan sehingga jikalau tidak memahami rumus dikhawatirkan adanya kesulitan belajar untuk selanjutnya, karena alurnya selalu berkambang sesuai dengan rumus yang digunakan (Novianti & Riajanto, 2021). Hal ini sejalan dengan penelitian Nurmeidina and Djamilah (2019) trigonometri dianggap sulit oleh siswa karena banyak rumus dan konsep yang harus dihafalkan, sehingga siswa kesulitan dalam menganalisis dan menguraikan permasalahan yang diberikan.

Nurmilah, R. (2019) mengatakan bahwa siswa yang mengalami kesulitan karena siswa kurang menguasai materi prasyarat dan siswa kurang memahami konsep trigonometri untuk sudut rangkap. Hal ini juga didukung oleh penelitian (Armiati & Budi, 2021) yang menyatakan bahwa banyak siswa yang kesulitani dalam menentukan dan memahami konsep trigonometri (sinus, cosinus, tangen). Kemudian berdasarkan survei peneliti banyak siswa yang mengeluh kesulitan dalam memahami dan mengerjakan soal-soal trigonometri khususnya dalam menyelesaikan masalah trigonometri dengan menggunakan rumus jumlah dan selisih dua sudut, sehingga mengakibatkan siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal-soal trigonometri, dan hal itu membuat siswa mendapatkan hasil belajar yang masih rendah (Halim, 2022).

Dari permasalahan diatas dapat disimpulkan bahwa peserta didik kesulitan mempelajari materi fungsi trigonometri adalah karena kurangnya kemampuan untuk memahami konsep dari trigonometri terutama pada sudut rangkap (sinus, cosinus



dan tangen). Maka, untuk membantu siswa memahami rumus tersebut diperlukan model pembelajaran salah satunya adalah pembelajaran dengan pembuktian (Herizal, 2020). Hal ini juga sejalan dengan Safitri, Darmawijoyo & Hartono (2020) mengatakan bahwa pembelajaran berbasis bukti merupakan salah satu cara pembelajaran yang efektif dalam matematika, maka pembelajaran yang berkaitan dengan pembuktian harus dikembangkan. Salah satu peran dari bukti yaitu bukti sebagai jiwa dalam matematika (Mañosa, 2022), sehingga dalam pembelajaran matematika dapat digunakan bukti sebagai salah satu sarana (Laamena, Nusantara, Irawan, & Muksar, 2018). Kapasitas untuk memahami dan menghubungkan bukti satu sama lain melalui penalaran diperlukan dalam menganalisis bukti (Ahmadpour, Reid, & Fadaee, 2019). Pembuktian adalah seperangkat argumen penalaran khusus yang dapat menetapkan atau mengklaim suatu kebenaran (Hanna & Reid, 2019). Ketika sebuah topik matematika didukung oleh bukti matematika, siswa akan memahami topik tersebut dengan lebih baik dengan kata lain konsep matematika siswa akan lebih baik dengan adanya bukti matematis (Herizal, 2020).

Penggunaan bukti merupakan sebagai alat untuk meningkatkan pembelajaran matematika yang meliputi pengaruh terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, penalaran, dan pemahaman konsep matematika (Herizal, 2020). Pembelajaran berbasis bukti merupakan salah satu metode pembelajaran pada materi matematika dengan cara melalui pembuktian dengan tujuan agar dapat memperkuat konsep matematika siswa (Shinariko, Hartono, & Darmawijoyo, 2022). Di China, ada juga penelitian pengembangan tentang bahan ajar tentang pembuktian (Fan, Mailizar, Alfaleq, Wang, & Mail, 2018). Hal ini juga pada Zhang (2019) untuk penelitian serupa tentang pengembangan buku teks. Selanjutnya Rocha (2019) dalam penelitiannya memberikan saran untuk melakukan penelitian pembelajaran dengan pembuktian yang banyak diabaikan oleh guru matematika yaitu mengajarkan *simple proof*.

Teori APOS (Action, Process, Object, Schema) merupakan teori yang berfokus pada sikap mental siswa selama pembelajaran dalam mengkonstruksi konsep matematika (Safitri, Darmawijoyo, & Hartono, 2020). Berikut penelitian tentang APOS, yaitu (Safitri, Darmawijoyo, & Hartono, 2020) melakukan

penelitian pengembangan aktivitas siswa dengan menggunakan teori APOS untuk mengerti konsep penjumlahan Riemann. Syamsuri & Marethi (2018) menjelaskan tentang bagaimana proses kognitif peserta didik dalam aktivitas pembuktian dengan menggunakan teori APOS. Syamsuri et al. (2017) menjelaskan mengapa siswa gagal membuat pembuktian dengan teori APOS pada tahap analisis. Wijayanti et al. (2019) membahas struktur mental siswa dalam pembelajaran pembuktian dengan APOS. Chamberlain dan Vidakovic (2021) menggunakan APOS untuk menilai kemampuan dan pemahaman siswa tentang pembuktian. Putri, Mukhaiyar, dan Ananda (2022) membahas bagaimana teori APOS dapat membantu siswa memahami konsep matematis dengan lebih baik.

Siswa juga sering kali mengalami kesulitan memahami suatu materi matematika yang dijelaskan, dikarenakan pembelajaran yang hanya berpusat pada guru sehingga siswa cenderung pasif ketika pembelajaran (Jufri, 2021). Hal ini sejalan dengan (Effendi, Herpratiwi, & Sutiarto, 2021) mengatakan Peserta Didik dipandang sebagai objek bukan sebagai subjek pembelajaran sehingga peserta didik kurang aktif dalam mengeksplorasi pengetahuan. Oleh karena itu, diperlukan suatu media yang dapat membuat siswa menjadi aktif dalam pembelajaran. Salah satu media pembelajaran yang dapat membuat siswa menjadi aktif dalam pembelajaran adalah dengan LKPD (Salamah, Khabibah, dan Saraswati. 2020). Hal ini sejalan dengan Ummaeroh, Gumania & Hasibuan (2019) mengatakan LKPD adalah salah satu panduan untuk belajar secara mandiri bagi peserta didik dan dapat berperan aktif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik.

Penelitian tentang pembuktian matematika dengan teori APOS ini sudah pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu diantaranya Safitri, Darmowijoyo, & Hartono (2020) dalam penelitiannya yang berfokus pada pengembangan aktivitas pembelajaran APOS, yang mengatakan bahwa aktivitas pembelajaran yang mempunyai efek pada kemampuan pemahaman matematika. Dalam penelitiannya juga menyarankan untuk pengembangan lebih lanjut tentang penggunaan aktivitas yang telah dikembangkan. Penelitian yang dilakukan oleh (Shinariko, Hartono, & Darmowijoyo, 2022) yang berfokus pada pembelajaran bukti yang berpengaruh kepada kemampuan matematis dengan metode penelitian deskriptif kualitatif.

Dalam penelitiannya didapat bahwa kemampuan representasi matematis siswa masih rendah dan menyarankan pembelajaran berbasis bukti pada siswa agar terbiasa mengenal pembuktian dengan benar. Selanjutnya (Anggraeni, Somakim, & Hapizah, 2022) dalam penelitiannya yang berfokus pada pengembangan LKPD berbasis pembuktian yang menghasilkan LKPD berbasis Pembuktian yang valid, praktis dan memiliki efek potensial terhadap persepsi siswa. **Dari beberapa penelitian tersebut belum menemukan** penelitian yang menghasilkan LKPD pembuktian berbasis teori APOS pada materi fungsi trigonometri Jumlah dan selisih dua sudut.

Berangkat dari permasalahan diatas, akan dibuat suatu media pembelajaran yaitu LKPD berbasis bukti dengan menggunakan pendekatan teori APOS. Diharapkan hasil penelitian ini nanti dapat mengatasi kesulitan belajar siswa pada matematika khususnya materi fungsi trigonometri jumlah dan selisih dua sudut. Dari paparan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul penelitian **“Pengembangan LKPD Pembuktian Berbasis Teori APOS Pada Materi Fungsi Trigonometri Jumlah dan Selisih Dua Sudut”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka peneliti merumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana karakteristik LKPD Pembuktian berbasis Teori APOS yang valid dan praktis?
2. Bagaimana hasil belajar siswa setelah menggunakan LKPD Pembuktian Berbasis Teori APOS pada materi fungsi trigonometri jumlah dan selisih dua sudut?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik LKPD Pembuktian berbasis Teori APOS yang valid dan praktis?
2. Bagaimana hasil belajar siswa setelah menggunakan LKPD Pembuktian Berbasis Teori APOS pada materi fungsi trigonometri jumlah dan selisih dua sudut?

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan didapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **a. Bagi Sekolah**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan hasil dari penelitian ini yaitu LKPD pembuktian berbasis teori APOS dapat digunakan oleh pihak sekolah sebagai media pembelajaran di sekolah sehingga dapat mewujudkan tujuan pendidikan sesuai dengan tujuan sekolah yang telah ditentukan.

#### **b. Bagi Guru**

Melalui penelitian ini, diharapkan guru dapat memberikan masukan dan pertimbangan dalam menggunakan LKPD Pembuktian Berbasis Teori APOS dalam proses pembelajaran matematika, sehingga dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

#### **c. Bagi Peneliti Lain**

Diharapkan para peneliti lain dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai referensi dan inspirasi untuk melakukan penelitian mereka sendiri dan mengembangkan ide-ide mereka untuk meningkatkan proses pembelajaran di berbagai bidang, khususnya matematika.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aldoobie N. (2015). ADDIE Model. *American International Journal of Contemporary Research*, 5(5): 68-72.
- Ahmadpour, F., Reid, D., & Fadaee, M. (2019). Students' ways of understanding a proof. *Mathematical Thinking and Learning. Internet*, 21(1), 85-104.
- Anggraeini, M., Somakim, & Hapizah. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis Pembuktian Pada Materi Logaritma Di Kelas X SMA. *Lentera Sriwijaya: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(1), 42-48.
- Arikunto, S. (2016). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (2nd Ed)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Ariskasari, D., & Pratiwi, D. D. (2019). Pengembangan Modul Matematika Berbasis Problem Solving Pada Materi Vektor. *Desimal: Jurnal Matematika*, 2(3).
- Armiaati, A., & Budi, A. (2021). Identifikasi Efektifitas Pembelajaran Trigonometri Kelas X Masa Pandemi Covid 19 Melalui Whatsapp Group. *Jurnal Gantang*, 6(1), 11-17.
- Chamberlain, J., & Vidakovic, D. (2021). Cognitive trajectory of proof by contradiction for transition-to-proof students. *Journal of Mathematical Behavior*, 1-15.
- Danial, M., & Sanusi, W. (2020). Penyusunan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) berbasis investigasi bagi guru Sekolah Dasar Negeri Parangtambung II Kota Makassar. *In Prosiding Seminar Nasional Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 615-619.
- Effendi, R., Herpratiwi, & Sutiarto, S. (2021). Pengembangan LKPD Matematika Berbasis Problem Based Learning di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 920-929.
- Emilya, D., Darmawijoyo, D., & Puri, R. I. (n.d.). Pengembangan Soal-Soal Open-Ended Materi Lingkaran untuk Meningkatkan Penalaran Matematika Siswa Kelas VIII Sekolah Menengah Pertama Negeri 10 Palembang. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*, 2(1).
- Fan, L., Mailizar, M., Alfaleq, M., Wang, Y. A., & Mail. (2018). Comparative Study on the Presentation of Geometric Proof in Secondary Mathematics Textbooks in China, Indonesia, and Saudi Arabia. *Internet*, 53-65.

- Halim, N. F. (2022). Analisis Hasil Belajar Trigonometri Pada Penerapan Pembelajaran Jigsaw Berbantuan Geogebra Di Sman 1 Kraksaan. (*Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang*).
- Hanna, G., & Reid, D. (2019). Mathematics Education in the Digital Era Proof Technology in Mathematics Research and Teaching.
- Herizal, H. (2020). Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Pembuktian Matematis Siswa. *Vygotsky: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 2(1), 33-42.
- Hidayati, K., & Uny, J. (2012). Validasi Instrumen Non Tes dalam Penelitian Pendidikan Matematika. *Prosiding Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*.
- Hikmah, S. N., & Maskar, S. (2020). Pemanfaatan Aplikasi Microsoft PowerPoint pada Siswa SMP Kelas VIII dalam Pembelajaran Koordinat Kartesius. *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik*, 1(1).
- Jufri, M. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Pada Materi Trigonometri. *Sigma*, 7(1), 49-62.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan bahan ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Laamena, M., Nusantara, T., Irawan, E. B., & Muksar, M. (2018). How do the Undergraduate Students Use an Example in Mathematical Proof Construction: A Study based on. *International Electronic Journal Of Mathematics Education*, 13(3), 185-198.
- Mañosa, V. (2022). THE INVISIBLE HEARTBEAT The beauty and soul of mathematics. *Internet*.
- Muslimah, M. (2020). Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 1472-1479.
- Mustaqim, I., & Kurniawan, N. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1).
- Novianti, V., & Riajanto, M. (2021). Analisis Kesulitan Siswa SMK Dalam Menyelesaikan Soal Materi Trigonometri. *JPMI: Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 4(1), 161-168.
- Novita, N., Isnainah, I., & Joni, D. (2022). Analisis Kesulitan Siswa Kelas XI-MIPA Pada Materi Trigonometri Di SMA N 1 Kecamatan Gunung Omeh. *Koloni: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(4), 381-392.

- Nuryatni, S. (2019). Peningkatan Hasil Belajar Matematika Materi Kesebangunan Melalui Model Pembelajaran STAD Berbantuan Media PowerPoint. *Edukara: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(4).
- Prastowo, A. (2014). *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktik*. Jakarta: Kencana.
- Puji, K. M., Gulo, F., & Ibrahim, A. R. (2014). Pengembangan Multimedia Interaktif untuk Pembelajaran Bentuk Molekul di SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*, 1(1).
- Purnamasari, A., & Rochmawati. (2015). Pengembangan Alat Evaluasi Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Komunikasi dengan Wondershare Quiz Creator Materi Sistem Penilaian Persediaan. *Jurnal Pendidikan*, 03(01).
- Putri, R., Mukhaiyar, M., & Ananda, A. (2022). Penerapan Model Pembelajaran M-APOS untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika Al Qaladadi*, 6(2), 167-177.
- Rahmadi, F. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah Berorientasi Pada Kemampuan Penalaran dan Komunikasi Matematika. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Rahmawati, L. H. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Scientific Approach Pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Semester Genap Kelas X OTKP di SMKNegeri 1 Jombang. *JPAP: Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 504-515.
- Riduwan, & Sunarto. (2015). *Pengantar Statistika Untuk Penelitian, Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Rocha, H. (2019). Mathematical proof: From mathematics to school mathematics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 377(2140).
- Safitri, M., Darmawijoyo, D., & Hartono, Y. (2020). Development of student activities sheet based on apos theory to understand the concept of Riemann sum. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 110-123.
- Shinariko, L. J., Hartono, Y., & Darmawijoyo, D. (2022). Developing Proof-Based Learning Using Apos Theory Approach In Exponential For Enhancing Students' reasoning Ability. , 11(4): 2903-2914. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 2903-2914.

- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta.
- Syahrudin, & Mandailina, V. (2017). Pengembangan Modul Pemrograman Komputer Berbasis Matlab. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 1(1).
- 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.
- Tegeh, M., Jampel, N., & Pudjawan, K. (2014). *Model Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ummaeroh, R., Gusmania, Y., & Hasibuan, N. H. (2019). Pengaruh Penggunaan Lks Berbasis Inkuiri Terhadap Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas XI IPA SMA. *PYTHAGORAS: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*.
- Wedekaningsih, A., Koeswati, H. D., & Giarti, S. (2019). Penerapan Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Basicedu*, 3(1).
- Zhang, D. (2019). Reasoning and proof in eighth-grade mathematics textbooks in China. *International Journal of Educational Research*, 8(1), 77-90.