

**IMPLEMENTASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
BERBASIS PROYEK PADA MATERI ALAT OPTIK
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PROBLEM SOLVING PESERTA DIDIK**

(Skripsi)

Oleh
RINA DAMAYANTI
NPM 1813022014



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**IMPLEMENTASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
BERBASIS PROYEK PADA MATERI ALAT OPTIK
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PROBLEM SOLVING PESERTA DIDIK**

Oleh

RINA DAMAYANTI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS PROYEK PADA MATERI ALAT OPTIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN *PROBLEM SOLVING* PESERTA DIDIK

Oleh

RINA DAMAYANTI

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan peningkatan kemampuan *problem solving* melalui implementasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek pada materi alat optik. Adapun sampel dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan peserta didik kelas XI IPA 2 sebagai kelas kontrol di SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi-experiment design* dengan desain penelitian *nonequivalent control group design*. Terdapat dua variabel penelitian, yaitu variabel bebas (LKPD berbasis proyek pada materi alat optik) dan variabel terikat (kemampuan *problem solving* peserta didik). Analisis data kemudian diuji N_{gain} dan uji *Independent Sample T-Test*. Hasil uji N_{gain} menunjukkan peningkatan kemampuan *problem solving* pada kelompok eksperimen tercatat sebesar 0,71 tergolong tinggi, sedangkan kelompok kontrol menunjukkan nilai 0,5 tergolong sedang. Berdasarkan hasil uji *Independent Sample T-Test* menghasilkan nilai *sig. 2-tailed* nilai 0,000 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada kemampuan *problem solving* peserta didik di kelas eksperimen dibandingkan dengan peserta didik di kelas kontrol. Temuan ini secara jelas menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis proyek mengenai materi alat optik telah memberikan dampak positif dan dapat meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik secara signifikan.

Kata kunci: **Alat Optik, Kemampuan *Problem Solving*, LKPD, *Project Based Learning***

ABSTRACT

THE IMPLEMENTATION OF PROJECT-BASED STUDENT WORKSHEETS IN THE TOPIC OF OPTICAL INSTRUMENTS TO IMPROVE STUDENTS' PROBLEM SOLVING ABILITY

By

RINA DAMAYANTI

The purpose of this study is to describe the improvement of problem-solving ability through the implementation of Project-Based Student Worksheets (LKPD) in the topic of optical instruments. The samples in this study were students from class XI IPA 1 as the experimental group and students from class XI IPA 2 as the control group at SMA Life Skills Kesuma Bangsa. The research method used was a quasi-experiment design with a nonequivalent control group design. There are two research variables, namely the independent variable (Project-Based student worksheets in optical instruments material) and the dependent variable (students' problem-solving abilities). The data were then analyzed using the N_{Gain} test and Independent Sample T-Test. The N_{Gain} test results show that the improvement in problem-solving abilities in the experimental group was recorded at 0.71, categorized as high, while the control group showed a score of 0.5, categorized as moderate. Based on the Independent Sample T-Test results, the significance value of 0.000 indicates a significant difference in students' problem-solving abilities in the experimental group compared to the control group. These findings clearly indicate that the implementation of Project-Based LKPD in the topic of optical instruments has had a positive impact and significantly improved students' problem-solving abilities.

Keywords: LKPD, Optical Instruments, Problem-Solving Ability, Project-Based Learning

Judul Skripsi

IMPLEMENTASI LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS
PROYEK PADA MATERI ALAT OPTIK
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
PROBLEM SOLVING PESERTA DIDIK

Nama Mahasiswa

Rina Damayanti

Nomor Pokok Mahasiswa

1813022014

Program Studi

Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

Fakultas

Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.
NIP 19600315 198703 1 003

Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.
NIP 19901216 201903 1 017

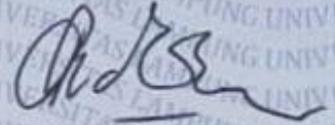
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

MENGESAHKAN

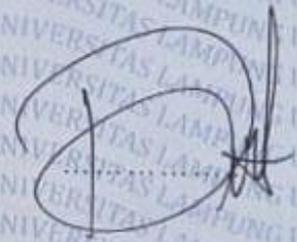
1. Tim Penguji
Ketua

Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.



Sekretaris

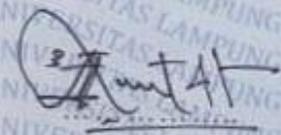
: Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Karini Herlina, M.Si.



2. Plt. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Riswandi, M.Pd.

NIP 19760808 200912 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 24 Januari 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Rina Damayanti
NPM : 1813022014
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : RT/RW: 018/009, Desa Taman Negeri,
Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung
Timur

Menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 17 Januari 2025



Rina Damayanti
NPM 1813022014

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap Rina Damayanti. Penulis dilahirkan di Taman Negeri, Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 19 Agustus 2000, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Sukatno dan Ibu Riasih.

Penulis mengawali pendidikan formal di SDN 2 Taman Negeri pada tahun 2006 dan diselesaikan pada tahun 2012, melanjutkan di SMPN 1 Way Bungur pada tahun 2012 yang diselesaikan pada tahun 2015, kemudian melanjutkan di SMAN 1 Purbolinggo pada tahun 2015 yang diselesaikan pada tahun 2018. Pertengahan tahun 2018 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, penulis pernah menjadi Sekretaris Divisi Dana dan Usaha Almafika FKIP Unila periode 2019-2020 dan Bendahara Umum Almafika FKIP Unila periode 2020-2021.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2021 di desa Taman Negeri, Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur dan melaksanakan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMAN 1 Way Bungur, Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(Q.S. Al Insyirah: 6)

“Maka bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar.”

(Q.S. Ghafir: 55)

“Jangan biarkan rasa takut menghentikanmu. Lakukan yang terbaik, terima ketidaksempurnaan, dan terus maju.”

(Rina Damayanti)

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW. dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai ungkapan rasa cinta yang tulus dan mendalam kepada beliau.

1. Orangtuaku yang ku sayang, Bapak Sukatno dan Ibu Riasih yang telah membesarkanku, mendidikku, memberikan doa dan kasih sayang yang tak terhingga serta memberikan semangat dan dukungan terhadap segala bentuk perjuangan penulis.
2. Saudara kandung penulis, Ahmad Sutiono dan Isti Septiyaningsih, dan saudara ipar penulis, Erni Novi Yanti dan Didi Sulaiman, yang selalu memberikan dukungan, bantuan, doa dan motivasi hingga bisa ke tahap ini. Semoga selalu diberikan kesehatan dan keberkahan.
3. Adik-adik keponakan penulis, Muhammad Dio Prastio, Muhammad Azkha Agustio, Adifa Ashalina Fauza, dan Afisha Naura Azahra yang menghibur dan memotivasi penulis melalui celotehan dan tingkah lakunya sehingga penulis dapat kembali bersemangat.
4. Kakek dan nenek penulis beserta seluruh keluarga senantiasa memberikan dukungan dan doa yang tak henti-hentinya bagi saya.
5. Para pendidik yang telah memberikan banyak ilmu dan kebijaksanaan memegang peranan penting dalam perkembangan penulis, senantiasa berupaya maksimal untuk memberikan pendidikan dan bimbingan yang luar biasa.
6. Semua sahabat yang setia dan tulus menemani penulis dalam suka dan duka.
7. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Implementasi LKPD Berbasis Proyek pada Materi Alat Optik Terhadap Kemampuan *Problem Solving* Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.

Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang sangat berarti yang diterima dari berbagai pihak dalam penyelesaian karya ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Riswandi, M.Pd., selaku Plt. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika.
5. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik serta Pembimbing I, atas kesediaan, keikhlasan dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing II atas kesediaan, keikhlasan dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
7. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Dosen Pembahas atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, saran, kritik, dan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

8. Bapak Erifianto, S.E. selaku Kepala SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa, terima kasih telah mengizinkan dan memercayai penulis untuk melakukan penelitian di SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa.
9. Ibu Witri Puspita Sari, S.Pd., M.Pd. selaku Guru Fisika SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian dan memberikan bimbingan serta motivasi kepada penulis.
10. Seluruh Bapak dan Ibu dewan guru beserta staff tata usaha SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa yang membantu penulis dalam melakukan penelitian.
11. Adik-adik kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 yang telah memberikan kesempatan untuk belajar menjadi seorang pendidik.
12. Sahabat seperjuangan dalam suka duka perkuliahan (Tuka-Tuka), Kinan, Alyana, Menik dan Septi.
13. Sahabat seperjuangan (Kabinet Palem Asri), Ima, Fuad, Kinan dan Shally.
14. Sahabat-sahabat penulis yang setia dari SMA (Yayay), Fita, Fenny, Dwila yang selalu mendukung dalam keadaan apapun.
15. Sahabat penulis, Elke Niansa Dewi yang selalu membersamai penulis, mendengarkan keluh kesah penulis dan memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
16. Teman-teman yang senantiasa membantu penulis, Ficha, Adit, Hema dan Liftia.
17. Teman-teman seperjuanganku di Pendidikan Fisika 2018.

Penulis berharap semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak yang terlibat mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah Subhanahu wa Ta'ala dan semoga karya ini dapat memberikan manfaat. Amin.

Bandarlampung, 17 Januari 2025
Penulis

Rina Damayanti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Teori	7
2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik.....	7
2.1.2 Teori Konstruktivisme Sosial.....	9
2.1.3 Model <i>Project Based Learning</i>	12
2.1.4 Kemampuan <i>Problem Solving</i>	16
2.1.4.1 <i>Problem</i>	16
2.1.4.2 <i>Problem Solving</i>	17
2.1.4.3 Kemampuan <i>Problem Solving</i>	17
2.1.5 Alat Optik.....	19
2.2 Penelitian yang Relevan.....	24
2.3 Kerangka Pemikiran.....	24
2.4 Anggapan Dasar	28
2.5 Hipotesis Penelitian	28
III. METODE PENELITIAN	29
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	29
3.3 Desain Penelitian	29
3.4 Variabel Penelitian.....	32
3.5 Instrumen Penelitian	32
3.6 Analisis Instrumen Penelitian	32
3.6.1 Uji Validitas	33

3.6.2 Uji Reliabilitas	33
3.7 Prosedur Penelitian	34
3.7.1 Tahap Persiapan	34
3.7.2 Tahap Pelaksanaan	34
3.7.3 Tahap Akhir	35
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis.....	35
3.9.1 Analisis Data	35
3.9.1.1 Uji Normalitas	35
3.9.1.2 Uji Homogenitas.....	36
3.9.2 Pengujian Hipotesis	36
3.9.2.1 Uji N_{gain}	36
3.9.2.2 <i>Independent Sample T-Test</i>	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Penelitian	38
4.1.1 Hasil Uji Instrumen Penelitian	38
4.1.1.1 Uji Validitas Soal	38
4.1.1.2 Uji Reliabilitas Soal.....	39
4.1.2 Pelaksanaan Penelitian	40
4.1.3 Data Kuantitatif Hasil Penelitian.....	46
4.1.4 Hasil Uji Prasyarat.....	47
4.1.4.1 Hasil Uji Normalitas.....	47
4.1.4.2 Hasil Uji Homogenitas	48
4.1.5 Hasil Uji N_{gain}	49
4.1.5.1 Rata-rata N_{gain} Tiap Kelas.....	49
4.1.5.2 Rata-rata N_{gain} Tiap Indikator Kemampuan <i>Problem Solving</i>	50
4.1.6 Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	51
4.2 Pembahasan.....	52
V. KESIMPULAN	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model <i>Project Based Learning</i>	14
2. Indikator dan Sub Indikator Kemampuan <i>Problem Solving</i>	19
3. Penelitian yang Relevan.....	24
4. Desain Penelitian pada Kelas Eksperimen.....	30
5. Desain Penelitian pada Kelas Kontrol	31
6. Kriteria Koefisien Validitas Butir Soal.....	33
7. Kriteria Uji Reliabilitas	33
8. Tahap Pelaksanaan Penelitian Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol... 34	
9. Kriteria Interpretasi N_{gain}	37
10. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes Kemampuan <i>Problem Solving</i> Materi Alat Optik pada Tiap Butir Soal	39
11. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes Kemampuan <i>Problem Solving</i> Materi Alat Optik.....	39
12. Data Hasil Tes Kemampuan <i>Problem Solving</i> Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	46
13. Hasil Uji Normalitas Data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	47
14. Hasil Uji Normalitas Data N_{gain}	48
15. Hasil Uji Homogenitas Data <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	48
16. Hasil Uji Homogenitas Data N_{gain}	49

17. Hasil Uji N_{gain}	49
18. Uji Ngain Tiap Indikator.....	50
19. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bintang	22
2. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bumi	23
3. Kerangka Pemikiran.....	27
4. Hasil Rata-rata N_{gain} Kemampuan <i>Problem Solving</i>	53
5. Skor N_{gain} Tiap Indikator Kemampuan <i>Problem Solving</i>	54
6. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Usefull Description</i> saat <i>Pretest</i>	55
7. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Usefull Description</i> saat <i>Posttest</i> . .	56
8. Mengamati Fenomena Hasil Tangkapan Teropong Bintang.	59
9. Menggambarkan Sketsa Pembentukan Bayangan pada Teropong.	60
10. Langkah Penyelesaian Soal Indikator <i>Usefull Description</i> pada Tahap <i>Evaluating and Taking Action</i>	60
11. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Physics Approach</i> dan <i>Specific Application of Physics</i> saat <i>Pretest</i>	61
12. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Physics Approach</i> dan <i>Specific Application of Physics</i> saat <i>Posttest</i>	61
13. Sketsa Desain Teropong	62
14. Langkah Penyelesaian Soal Indikator <i>Physics Approach</i> dan <i>Specific Application of Physics</i> pada <i>Evaluating and Taking Action</i>	63

15. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Mathematical Procedures</i> saat <i>Pretest</i>	64
16. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Mathematical Procedures</i> saat <i>Posttest</i>	64
17. Langkah Penyelesaian Soal Indikator <i>Mathematical Procedures</i> pada Tahap <i>Evaluating and Taking Action</i>	66
18. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Logical Progression</i> saat <i>Pretest</i> . .	67
19. Kemampuan <i>Problem Solving</i> Indikator <i>Logical Progression</i> saat <i>Posttest</i> .	67
20. Menguji Produk Rancangan.....	68
21. Mempresentasikan Produk.....	68
22. Tahap <i>Evaluating and Taking Action</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Kelas Eksperimen.....	81
2. RPP Kelas Eksperimen	91
3. LKPD Kelas Eksperimen	108
4. Silabus Kelas Kontrol	134
5. RPP Kelas Kontrol.....	138
6. LKPD Kelas Kontrol.....	151
7. Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan <i>Problem Solving</i>	163
8. Rubrik Penilaian.....	195
9. Soal Tes Kemampuan <i>Problem Solving</i>	198
10. Jawaban Peserta Didik	200
11. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas.....	219
12. Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan N_{Gain} Kelas Eksperimen.....	220
13. Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan N_{Gain} Kelas Kontrol	223
14. Perbandingan N_{Gain} Setiap Indikator Antara Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	226
15. Hasil Uji Deskriptif SPSS	228
16. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas	230
17. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	232
18. Dokumentasi Penelitian	233
19. Surat Keterangan Penelitian.....	234

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan global yang terus berkembang saat ini tengah memasuki fase perkembangan abad ke-21, yang ditandai dengan kemajuan pesat dalam sains dan teknologi. Perkembangan ini mengharuskan setiap individu untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang sejalan dengan kebutuhan dan harapan masyarakat saat ini. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi abad 21 dalam dunia pendidikan menuntut peserta didik untuk dapat menguasai berbagai keterampilan agar dapat bersaing secara global. Kompetensi ini mencakup kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), berpikir kreatif (*creative thinking*), berkomunikasi (*communication*), dan berkolaborasi (*collaboration*) yang dikenal dengan keterampilan 4C (Zakaria, 2021).

Problem solving adalah proses menghilangkan masalah yang ada dengan koneksi atau konsep yang diperoleh selama pemecahan masalah (Sambada, 2012). Kemampuan *problem solving* mempunyai arti penting dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan ini perlu dilatihkan kepada peserta didik melalui proses pembelajaran di sekolah. Peserta didik yang memiliki kemampuan *problem solving* akan belajar berbagai solusi untuk menyelesaikan masalah, mengembangkan kemampuan komunikasi gagasan, dan terbiasa menalar secara logis (Adhalia & Susianna, 2021). Kesiapan peserta didik yang terbiasa dengan masalah dalam pembelajaran akan mampu mempersiapkan mentalnya untuk menghadapi masalah nyata (Cahyani & Setyawati, 2016).

Kemampuan *problem solving* peserta didik masih tergolong rendah, termasuk dalam pembelajaran sains. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chaerunisa & Pitorini (2022) terhadap 47 peserta didik kelas X di salah satu SMA yang ada di Lampung, diperoleh hasil kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada pelajaran biologi dikategorikan rendah dalam hal kontribusinya terhadap penilaian keseluruhan kemampuan pemecahan masalah peserta didik, dengan persentase sebesar 36,38%. Persentase untuk indikator *define the problem* tercatat sebesar 51,06%, yang dianggap sedang; *explore the problem* sebesar 59,04 % (sedang); *plan the solution* sebesar 23,40 % (rendah); *implement the plan* sebesar 17,02 % (sangat rendah); dan *evaluate* sebesar 32,98 % (rendah). Salah satu hal yang menyebabkan peserta didik tidak dapat menyelesaikan masalah dengan baik adalah belum adanya pemahaman konsep yang baik oleh peserta didik terkait permasalahan yang dihadapi.

Penelitian-penelitian lain terkait pembelajaran fisika juga menunjukkan bahwa kemampuan *problem solving* peserta didik masih rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Ringo dkk. (2019) terhadap 70 peserta didik kelas XII di SMAN 4 Malang menunjukkan bahwa secara keseluruhan, kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi fluida statis masih tergolong rendah. Sebesar 31% peserta didik tergolong dalam kategori *expert* masih rendah dan 69% siswa tergolong dalam kategori *novice* cukup tinggi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Pratama dkk. (2017), menunjukkan bahwa keterampilan *problem solving* siswa Kelas XI IPA 3 SMAN 3 Pamekasan tergolong dalam kategori sangat rendah dengan persentase sebesar 15,9%. Penelitian yang dilakukan oleh Susiana dkk. (2017) juga sampai pada kesimpulan yang sama, yaitu bahwa kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki siswa masih sangat kurang.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hijriani & Hatibe (2021) juga menunjukkan bahwa peserta didik SMA masih mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah. Sebanyak 61,11% peserta didik kesulitan dalam

pemahaman soal, 72,22% peserta didik kesulitan dalam perencanaan penyelesaian, 80,55% peserta didik kesulitan dalam pelaksanaan rencana, dan 41,66% peserta didik kesulitan dalam peninjauan kembali, hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan peserta didik terhadap materi pembelajaran. Kelemahan peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan fisika antara lain tidak dapat menentukan informasi yang dibutuhkan, kesalahan dalam menentukan konsep fisika, kesalahan dalam menentukan persamaan fisika, kesalahan menghitung, dan tidak dibiasakan membuat kesimpulan berdasarkan hasil (Pratama dkk., 2017).

Pembelajaran fisika yang cenderung masih bersifat transfer pengetahuan sehingga kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah masih rendah. Lebih jauh, kurangnya pemahaman konsep atau masalah di kalangan peserta didik, serta tantangan mereka dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan materi, dapat dikaitkan dengan kurangnya keterlibatan mereka dalam pemikiran terbuka selama proses pembelajaran. Akibatnya, peserta didik memiliki pengetahuan yang berkaitan dengan pemecahan masalah hanya dalam konteks tertentu, bukan dalam berbagai situasi (Sari dkk., 2020).

Guru memiliki peran yang sangat penting untuk mengembangkan kemampuan *problem solving* peserta didik, salah satunya adalah dengan menerapkan penggunaan model pembelajaran yang inovatif dan sangat penting untuk menerapkan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mereka secara efektif, sehingga peserta didik dapat aktif selama proses pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan diharapkan dapat diterapkan untuk membantu melatih kemampuan *problem solving* peserta didik adalah model *Project Based Learning* (PjBL).

Model PjBL merupakan kerangka kerja pendidikan yang mengatur proses pembelajaran di sekitar proyek-proyek tertentu. Proyek-proyek ini merupakan tugas yang dirancang oleh pendidik, yang didasarkan pada pertanyaan atau masalah yang menantang, yang melibatkan peserta didik dalam aktivitas yang memerlukan perancangan, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, atau pelaksanaan investigasi. Pendekatan ini memungkinkan peserta didik untuk menjalankan otonomi selama periode tertentu, sehingga mereka dapat mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman mereka dalam konteks kehidupan nyata (Yunianta dkk., 2012). Melalui model ini, kemampuan menyelesaikan masalah peserta didik akan berkembang dengan mengerjakan sebuah karya (Sari & Angreni, 2018).

Pembelajaran yang monoton dapat mempengaruhi peserta didik yang tidak terbiasa belajar melalui proyek atau eksperimen, oleh karena itu perlu adanya media pembelajaran. Terdapat banyak jenis media pembelajaran yang dapat menunjang proses belajar peserta didik, salah satunya media cetak.

Banyaknya media cetak yang dapat memperlancar penyampaian materi pendidikan adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Kegiatan-kegiatan yang terkandung dalam LKPD dapat memaksimalkan pemahaman untuk mengembangkan kemampuan dasar peserta didik sesuai dengan indikator hasil belajar yang harus dipenuhi (Diani dkk., 2019). LKPD berbasis proyek dikembangkan sesuai dengan langkah pembelajaran *project based learning*. Melalui model pembelajaran ini, dapat mendorong peserta didik untuk memecahkan masalah yang melibatkan kerja kelompok.

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan LKPD berbasis proyek diharapkan mampu menciptakan kegiatan belajar mengajar lebih efektif dan maksimal sehingga mampu meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Implementasi Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Proyek pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan *Problem Solving* Peserta Didik”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan berbagai permasalahan yang dijabarkan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik melalui implementasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek pada materi alat optik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan guna mendeskripsikan peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik melalui implementasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek pada materi alat optik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menghasilkan beberapa manfaat, antara lain:

- 1.1.1 Sumber daya ini dapat dimanfaatkan oleh para pendidik sebagai alternatif kegiatan Peralatan Pembelajaran dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek di dalam kelas untuk meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik.
- 1.1.2 Dapat digunakan peserta didik untuk melatih kemampuan *problem solving* melalui LKPD berbasis proyek
- 1.1.3 Dapat dimanfaatkan oleh peneliti untuk mengidentifikasi kekurangan dalam penerapan LKPD berbasis proyek dalam proses pembelajaran, sehingga memudahkan perbaikan pada upaya pendidikan di masa mendatang.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang dikaji dalam penelitian ini mencakup hal-hal berikut:

- 1.5.1 LKPD berbasis proyek pada materi alat optik, yang telah dikembangkan oleh Dwindia dkk. (2024), dari Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung. LKPD berbasis proyek berisi aktivitas yang meliputi berargumentasi atau memberikan ide untuk dapat memecahkan masalah, merumuskan masalah, membagi tugas dan mempersiapkan rancangan proyek, membuat proyek, mendokumentasikan dan mempresentasikan hasil temuan proyek, serta mendiskusikan *feedback* yang diberikan.
- 1.5.2 Model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) yang mengintegrasikan fase-fase pembelajaran yang diuraikan oleh Colley (2008), yaitu: (1) *orientation*, (2) *identifying and defining a project*, (3) *planning a project*, (4) *implementing a project*, (5) *documenting and reporting project findings*, dan (6) *evaluating and taking action*.
- 1.5.3 Penelitian ini berorientasi pada kemampuan *problem solving* peserta didik menurut Docktor *et al.* (2016), yaitu *usefull description*, *physics approach*, *specific application of physics*, *mathematical procedures*, dan *logical progression*.
- 1.5.4 Materi yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah materi Fisika Kelas XI (semester genap), yang secara khusus membahas mengenai Alat Optik pada materi teropong.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Lembar Kerja Peserta Didik

Lembar kerja peserta didik atau yang biasa dikenal dengan singkatan LKPD merupakan media pendidikan berupa bahan ajar yang memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan belajar peserta didik. LKPD merupakan bahan ajar yang dicetak dalam bentuk lembaran kertas yang memuat materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang dilakukan peserta didik serta mengacu pada keterampilan dasar yang ingin dicapai (Prastowo, 2013: 204). LKPD juga memuat soal latihan yang mencakup pilihan objektif, melengkapi jawaban singkat, uraian, serta bentuk latihan lain yang berkaitan dengan materi pada buku teks yang digunakan (Kosasih, 2020: 33).

LKPD dapat mendukung peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran karena memuat aktivitas yang melibatkan peserta didik (Rahmatin dkk., 2022). Melalui kegiatan-kegiatan yang terkandung dalam LKPD dapat memaksimalkan pemahaman untuk mengembangkan kemampuan dasar peserta didik sesuai dengan indikator hasil belajar yang harus dipenuhi (Alfianika & Marni, 2019). Sehingga dalam hal ini, penyusunan LKPD harus selaras dengan kompetensi dasar agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efektif.

LKPD yang dimanfaatkan harus disusun sedemikian rupa sehingga memudahkan pemahaman peserta didik dan merangsang minat peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga dapat berpengaruh terhadap prestasi akademik peserta didik. Fungsi LKPD menurut Prastowo (2013: 205) adalah sebagai berikut.

- a. Sebagai sumber daya pembelajaran yang mengurangi ketergantungan pada guru sekaligus meningkatkan keterlibatan peserta didik,
- b. Sebagai materi pendidikan yang memudahkan pemahaman materi pelajaran yang disajikan,
- c. Sebagai konten pembelajaran yang ringkas dan kaya akan latihan praktik,
- d. Sehingga memungkinkan peserta didik menerapkan apa yang telah mereka pelajari dengan lebih efektif.

Penggunaan LKPD memiliki tujuan yang disebutkan oleh (Prastowo, 2013: 205) yang meliputi:

- a. Bahan ajar yang memfasilitasi interaksi peserta didik dengan konten yang diberikan memiliki beberapa fungsi penting.
- b. Bahan ajar tersebut menguraikan tugas dan langkah-langkah yang bertujuan untuk meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi.
- c. Mendorong kemandirian dalam proses pembelajaran, dan
- d. Menyederhanakan peran pendidik dalam mendukung prestasi peserta didik.

Berlandaskan pemaparan yang telah dijelaskan sebelumnya dapat dikatakan bahwa LKPD adalah bahan ajar yang memuat materi, ringkasan, petunjuk pelaksanaan pembelajaran, latihan soal yang dapat mendukung keterlibatan peserta didik secara aktif sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan dapat memaksimalkan pengetahuan serta kemampuan peserta didik.

2.1.2 Teori Konstruktivisme Sosial

Teori konstruktivisme sosial menyatakan bahwa wawasan dikonstruksi dalam lingkup komunitas praktik melalui interaksi edukatif dalam kelompok terbatas (Newman, 2005). Teori pembelajaran ini menggarisbawahi pentingnya pembelajaran kolaboratif, yang terjadi melalui interaksi dengan sesama pelajar, yang difasilitasi oleh instruktur berpengalaman (Akpan *et al.*, 2020). Teori ini menyatakan bahwa pembelajar terlibat secara kolaboratif dalam kelompok untuk bertukar ide, melakukan sesi curah pendapat, menganalisis hubungan sebab-akibat, memecahkan masalah, atau berinovasi dengan menciptakan kontribusi baru yang meningkatkan pengetahuan yang ada. (Akpan *et al.*, 2020).

Pendekatan konstruktivis, yang berakar dari karya-karya Jean Piaget dan Lev Vygotsky, menekankan pentingnya pembelajaran berbasis pengalaman, di mana Piaget mengungkapkan bahwa individu membentuk pemahaman melalui pengalaman dan interaksi, sementara Vygotsky menyoroti peran interaksi sosial dan *scaffolding* dalam mendukung perkembangan kognitif dan pembelajaran keterampilan baru (Sharma & Shukla, 2023). Kedua teori ini memberikan dasar yang kuat bagi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, di mana mereka tidak hanya menerima informasi, tetapi juga secara aktif terlibat dalam proses konstruksi pengetahuan mereka sendiri. Peran guru bukan hanya sebagai pengajar, tetapi juga sebagai fasilitator yang membantu peserta didik mengatasi tantangan belajar melalui dukungan yang sesuai dengan tingkat kemampuan mereka.

Konstruktivisme psikologis menurut Piaget (1952) didasarkan pada perkembangan kognitif anak, di mana mereka mengembangkan pengetahuan melalui proses adaptasi biologis dengan lingkungan sekitar. Adaptasi ini terdiri dari dua proses yang saling melengkapi

satu sama lain, yaitu asimilasi dan akomodasi (Marinda, 2020). Asimilasi adalah proses di mana seorang individu menyerap konsep baru ke dalam pengetahuan yang sudah dimilikinya. Ketika konsep baru bergabung dengan struktur mental yang ada, tercipta makna yang baru. Sebagai hasilnya, kumpulan pengetahuan menjadi lebih kuat untuk menerima konsep tersebut. Sementara itu, akomodasi merupakan proses perubahan dalam sistem kognitif untuk menyesuaikan diri dengan konsep baru yang bertentangan dengan struktur mental yang ada (Chand, 2023).

Teori konstruktivisme Vygotsky lebih menekankan pada peran interaksi sosial dalam membangun kognitif anak. Menurut Vygotsky, pembelajaran tidak hanya mengajarkan keterampilan atau pengetahuan baru, tetapi juga memicu proses perkembangan internal pada anak, dimana proses-proses ini berkembang ketika anak berinteraksi dengan orang lain dan bekerja sama dengan teman-temannya, sehingga setelah dipelajari dan diterima secara internal, proses ini menjadi bagian dari kemampuan anak untuk berkembang secara mandiri (Vygotsky, 1978: 90).

Vygotsky (1978: 86) mengelompokkan perkembangan kemampuan individu menjadi dua tingkatan, yaitu tingkatan perkembangan aktual dan tingkatan perkembangan potensial. Tingkat perkembangan aktual ditentukan dengan pemecahan masalah secara mandiri, sedangkan tingkat perkembangan potensial ditentukan melalui pemecahan masalah dengan bimbingan orang dewasa atau dalam kolaborasi dengan teman sebaya yang lebih mampu. Jarak atau perbedaan antara tingkat perkembangan aktual dan tingkat perkembangan potensial disebut sebagai *Zone of Proximal Development* (ZPD).

Peserta didik berada dalam ZPD ketika mereka tidak dapat memecahkan masalah secara mandiri, tetapi dapat menyelesaikannya setelah mendapatkan bantuan dari orang dewasa atau teman sebaya, dimana bantuan atau dukungan tersebut bertujuan agar peserta didik dapat mengerjakan tugas atau soal yang lebih kompleks daripada tingkat perkembangan kognitifnya saat ini (Tamrin dkk., 2011). ZPD menekankan pentingnya peran pendampingan dalam pembelajaran, yang memungkinkan peserta didik untuk bergerak menuju pencapaian yang lebih tinggi dan kemandirian dalam proses belajar. Proses perkembangan kognitif peserta didik dibentuk melalui peran interaksi sosial. Proses belajar anak melibatkan penggabungan keterampilan yang ada untuk mengerjakan tugas yang lebih sulit, yang berhasil dengan dukungan dari orang dewasa atau teman yang lebih berpengalaman, yang dikenal dengan istilah *scaffolding* (Kurniasih, 2012). Orang dewasa yang dimaksud dalam hal ini adalah guru.

Scaffolding merujuk pada memberikan bantuan yang intensif kepada individu pada tahap awal pembelajaran, kemudian secara bertahap mengurangi dukungan tersebut, memberikan kesempatan kepada anak untuk mengambil tanggung jawab lebih besar ketika mereka mulai dapat mengerjakan tugas secara mandiri (Tamrin dkk., 2011). Bantuan dalam pembelajaran dapat berupa petunjuk, contoh, arahan, peringatan, dorongan, dan juga membantu mengubah masalah menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami guna membantu peserta didik menyelesaikan masalah secara mandiri (Muhibbin & Hidayatullah, 2020; Tamrin dkk., 2011).

Secara dasar, *scaffolding* bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran melalui interaksi sosial yang melibatkan pemahaman dan kebutuhan belajar, sementara secara teori, *scaffolding* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dalam proses pembelajaran (Adinda dkk., 2024). Vygotsky berpendapat bahwa proses pembelajaran akan lebih efisien

dan efektif jika anak belajar secara kooperatif dengan anak-anak lain dalam lingkungan yang mendukung, dengan bimbingan dari seseorang yang lebih berkompeten, seperti guru atau orang dewasa (Tamrin dkk., 2011). *Scaffolding* dapat dikembangkan sebagai proses, strategi, dan metode dalam pembelajaran yang diterapkan oleh pendidik, baik secara langsung maupun melalui alat yang digunakan untuk membantu peserta didik memahami fisika (Saman dkk., 2017).

Berdasarkan pemaparan di atas dapat disimpulkan bahwa teori belajar konstruktivisme sosial menekankan pada aktivitas peserta didik dengan belajar dalam kelompok kecil di bawah bimbingan guru. Teori ini sejalan dengan LKPD yang akan diimplementasikan peneliti, dimana LKPD tersebut menekankan aktivitas peserta didik melalui kelompok kecil yang terdiri dari 6-7 orang dalam satu kelompok, sehingga peserta didik akan mengkonstruksi pengetahuannya melalui diskusi bersama kelompoknya dengan arahan dari guru.

2.1.3 Model *Project Based Learning*

Model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan kerangka kerja pendidikan yang menekankan pendekatan pengajaran yang berpusat pada peserta didik, memberikan kebebasan dalam menyelesaikan proyek secara individual dan kolaboratif untuk menciptakan produk, serta menekankan partisipasi aktif dan kemandirian dalam proses pembelajaran (Ratnawati dkk, 2023). Model PjBL mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan melalui proyek yang melibatkan kerja kelompok, mendorong kreativitas, dan mengembangkan kemampuan berpikir serta bertindak secara kreatif untuk menyelesaikan isu-isu masyarakat atau lingkungan (Putri & Zulyusri, 2022).

PjBL adalah model pembelajaran konstruktivis yang melibatkan peserta didik dalam proyek nyata, memungkinkan mereka untuk belajar secara mandiri, bekerjasama dalam tim, dan mengintegrasikan masalah praktis yang menghasilkan pengetahuan yang permanen (Rais, 2010). Peserta didik berpartisipasi aktif dalam pembelajaran melalui model PjBL dengan mengkonstruksi pengetahuan mereka dan mencari solusi masalah dunia nyata, dimana setiap anggota kelompok memiliki tanggung jawab masing-masing dalam menyelesaikan tugas proyek sehingga tidak ada yang dianggap menumpang kepada anggota kelompok lainnya (Sucipto, 2017).

PjBL tidak menekankan pada menghafal teori atau rumus, melainkan peserta didik diharapkan untuk lebih analitis dan kritis dalam menganalisis informasi guna menyelesaikan masalah melalui proyek (Dewi, 2023). Proyek yang dipertimbangkan adalah tugas yang diberikan oleh pendidik, yang berpusat pada masalah atau pertanyaan yang kompleks. Inisiatif ini peserta didik terlibat dalam berbagai proses seperti inovasi, analisis masalah, serta pengambilan keputusan, atau aktivitas investigasi. Ini memberi mereka tingkat otonomi selama durasi tertentu, di mana mereka didorong untuk mengumpulkan dan mensintesis pengetahuan baru yang diinformasikan oleh pengalaman mereka dalam konteks kehidupan nyata (Yunianta dkk., 2012).

Langkah model PjBL yang digunakan pada penelitian ini mengadopsi Colley (2008) dengan enam siklus pembelajaran berbasis proyek, yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Sintaks Model *Project Based Learning*

Fase	Deskripsi	Kegiatan Peserta Didik
(1)	(2)	(3)
<i>Orientation</i>	Pemberian orientasi secara umum terhadap pembelajaran kepada peserta didik	1. Peserta didik mengamati objek visual yang disajikan pada LKPD secara berkelompok dan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru
<i>Identifying and defining a project</i>	Peserta didik bekerja dalam kelompok untuk memilih topik yang berhubungan dengan materi sains dan kehidupan mereka, lalu menuliskan kemungkinan pertanyaan yang dapat diselidiki.	1. Peserta didik berdiskusi untuk mengetahui bahwa proyek yang akan dibuat adalah pembuatan teropong sederhana 2. Peserta didik menuliskan rumusan masalah dengan menggambarkan dan mendeskripsikan bayangan yang terbentuk dari penggunaan teropong sesuai dengan hasil pencarian sementara di internet 3. Peserta didik juga mendiskusikan rancangan sketsa desain teropong yang sementara dilengkapi dengan ukuran dari teropong yang dibuat
<i>Planning a project</i>	Proses berpikir, berdiskusi, dan mendokumentasikan bagaimana pertanyaan tersebut akan diselidiki yang merupakan produk akhir dari proses perencanaan.	1. Peserta didik melakukan pembagian tugas pembuatan teropong Peserta didik mendiskusikan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan teropong
<i>Implementing a project</i>	Peserta didik menggunakan alat, bahan, dan teknologi untuk mengumpulkan dan mencatat data, kemudian menganalisis data yang diperoleh dan menyiapkan laporan.	1. Peserta didik membuat teropong berdasarkan desain serta alat dan bahan yang akan digunakan. Peserta didik menuliskan langkah pembuatan teropong
<i>Documenting and reporting project findings</i>	Peserta didik mendokumentasikan dan melaporkan temuan proyek dengan melakukan presentasi verbal dan melakukan tanya jawab antar kelompok dan guru.	1. Peserta didik menguji teropong hasil rancangan kelompoknya 2. Peserta didik mendiskusikan bayangan akhir yang terbentuk pada teropong Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi dan pembuatan teropong

(1)	(2)	(3)
<i>Evaluating and taking action</i>	Peserta didik mengevaluasi dan mengambil tindakan atas proyek yang dibuat	Peserta didik bersama kelompok berdiskusi terkait feedback yang diberikan oleh rekan-rekan lainnya dan guru terkait kesesuaian proyek terhadap konsep dan hipotesis yang dituliskan dengan menjawab pertanyaan yang disajikan

Karakteristik model PjBL menurut (Wulandari, 2021), antara lain sebagai berikut.

- a) Tugas ini dilaksanakan secara mandiri, meliputi semua tahapan mulai dari perencanaan dan persiapan hingga penyajian produk akhir.
- b) Pembelajar bertanggung jawab penuh atas pembuatan proyek.
- c) Proyek-proyek ini melibatkan teman sebaya, pendidik, orang tua, dan masyarakat luas.
- d) Proses ini mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif.
- e) Lebih jauh lagi, lingkungan kelas mendorong budaya toleransi terhadap kesalahan dan mendorong evolusi ide.

Model Pembelajaran PjBL memiliki beberapa kelebihan, di antaranya yaitu terintegrasi dengan kurikulum, memungkinkan peserta didik untuk terlibat dalam kegiatan dunia nyata, dan mengembangkan keterampilan melalui kolaborasi dalam menyelesaikan masalah. Teknologi juga digunakan untuk mendukung penemuan dan komunikasi. Selain itu, model ini mendorong kerja sama antar peserta didik dalam merancang proyek lintas geografis (Muljani & Purnomo, 2022).

Selain kelebihan tersebut, kekurangan PjBL menurut Muljani & Purnomo (2022), yaitu membutuhkan waktu dan biaya yang banyak, serta memerlukan guru yang terampil dan fasilitas yang memadai.

Model ini kurang cocok untuk peserta didik yang cepat menyerah atau tidak memiliki keterampilan yang cukup, dan juga sulit untuk melibatkan seluruh peserta didik dalam kelompok.

Berdasarkan pemaparan di atas, LKPD yang diimplementasikan peneliti untuk melatih kemampuan *problem solving* peserta didik memuat enam tahap model pembelajaran PjBL menurut Colley (2008), yang meliputi (1) *orientation*, (2) *identifying and defining a project*, (3) *planning a project*, (4) *implementing a project*, (5) *documenting and reporting project findings*, (6) *evaluating and taking action*.

2.1.4 Kemampuan *Problem Solving*

2.1.4.1 *Problem*

Pengertian *problem* (masalah) menurut Krulik & Rudnick (1989: 3) adalah kondisi yang dihadapi individu atau kelompok yang memerlukan penyelesaian, namun tidak memiliki jalan yang jelas untuk solusi. Masalah memerlukan pemikiran dan penggabungan pengetahuan yang telah dipelajari sebelumnya untuk menyelesaikannya dengan kunci utama dari masalah adalah ketidakjelasan dalam menemukan solusi secara langsung (Krulik & Rudnick, 1989: 3). Salah satu jenis masalah yang biasa digunakan dalam proses pembelajaran adalah masalah yang terstruktur dengan baik (*well-structured problems*). *Well-structured problems* merupakan masalah yang memiliki solusi tunggal, jalur penyelesaian yang optimal, dan tujuan yang terorganisir, dimana untuk menyelesaikan masalah yang terstruktur dengan baik, umumnya diperlukan representasi masalah, pencarian solusi, dan penerapan solusi tersebut (Chen & Li, 2015).

Well-structured problems menyajikan semua elemen dari masalah tersebut, disajikan dengan cara yang mudah dipahami dengan solusi yang dapat diperkirakan berdasarkan informasi yang ada, penyelesaian masalah yang melibatkan aturan dan prinsip yang terbatas yang diatur dengan cara yang dapat diprediksi, konsep dan aturan yang digunakan terstruktur dengan baik dalam suatu bidang pengetahuan yang dapat diprediksi, solusi memiliki jawaban yang benar dan pasti serta dapat dipahami dengan mudah, serta terdapat proses solusi yang telah ditentukan dan dianjurkan untuk diikuti (Jonassen, 1997).

2.1.4.2 *Problem Solving*

Problem solving (pemecahan masalah) adalah suatu proses (Carson, 2007). *Problem solving* merupakan proses di mana individu menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang telah dipelajari untuk menghadapi situasi baru dan menemukan solusi yang sesuai (Krulik & Rudnick, 1989: 5). Hal ini menunjukkan dalam pemecahan masalah, individu mencari cara-cara yang tepat untuk mengatasi hambatan yang ada dengan menggunakan informasi yang relevan, serta menerapkan strategi-strategi yang dapat membawa pada penyelesaian yang diinginkan. Sehingga dapat diketahui bahwa pemecahan masalah adalah langkah penting dalam menghadapi tantangan baru dan menemukan solusi yang efektif.

2.1.4.3 *Kemampuan Problem Solving*

Kemampuan memecahkan masalah secara efektif dianggap sebagai salah satu keterampilan terpenting yang penting untuk pembelajaran di abad ke-21. Kemampuan ini menjadi kemampuan yang penting dalam pendidikan, karena tujuan

akhir pembelajaran adalah mengembangkan pengetahuan dan keterampilan untuk memecahkan masalah yang akan dihadapi di lingkungan pendidikan atau di masyarakat (Latifah & Luritawaty, 2020). Kemampuan *problem solving* diakui sebagai kemampuan kognitif tingkat lanjut yang memfasilitasi perolehan pengetahuan dan keterampilan peserta didik (Venisari dkk., 2015).

Kemampuan *problem solving* dapat diartikan sebagai kemampuan individu untuk menyelesaikan masalah dengan memanfaatkan pengalaman yang telah dimilikinya dan berpikir secara inovatif serta terbuka (Kumar, 2020). Kemampuan *problem solving* juga dapat diartikan sebagai kemampuan individu untuk memecahkan suatu masalah dengan mengumpulkan fakta, menganalisis informasi, menyusun alternatif solusi, dan memilih solusi yang paling efektif (Makrufi dkk., 2016). Kemampuan *problem solving* memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya sehingga peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan dan keterampilan yang telah dimilikinya untuk memecahkan masalah yang bersifat tidak rutin (Handayani, 2017).

Kemampuan *problem solving* peserta didik dapat diukur dengan menggunakan suatu indikator. Adapun indikator dan sub indikator kemampuan *problem solving* yang dikembangkan oleh Docktor *et al.* (2016), ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Indikator dan Sub Indikator Kemampuan *Problem Solving*

Indikator	Sub Indikator
(1)	(2)
<i>Usefull Description</i>	Menggambar sketsa atau gambar dari permasalahan yang diberikan Membuat daftar besaran yang diketahui Menentukan besaran yang ditanyakan
<i>Physics Approach</i>	Memilih konsep dan prinsip fisika yang sesuai untuk digunakan dalam memecahkan masalah
<i>Specific Application of Physics</i>	Menentukan persamaan spesifik yang akan digunakan
<i>Mathematical Procedur</i>	Mengikuti aturan dan prosedur matematis yang tepat
<i>Logical Progression</i>	Mengarah pada perkembangan solusi yang logis, koheren, fokus pada tujuan, dan konsisten

Docktor *et al.* (2016)

Berdasarkan uraian tersebut, maka indikator kemampuan *problem solving* yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator menurut Docktor *et al.* (2016), yaitu *usefull description, physics approach, specific application of physics, mathematical procedures*, dan *logical progression* dengan rubrik penilaian mengadaptasi rubrik penilaian Docktor *et al.* (2016) yang dapat dilihat pada lampiran 8.

2.1.5 Alat Optik

Alat optik adalah alat bantu yang bekerja berdasarkan prinsip pemantulan cahaya pada cermin dan prinsip pembiasan cahaya pada lensa (Suparwati, 2023). Optik dianggap sebagai salah satu mata pelajaran yang sulit bagi peserta didik. Tidak hanya abstrak, tetapi materi ini juga memerlukan pemahaman konsep mendalam dan kemampuan aplikasi yang tinggi (Koi dkk., 2024). Hal ini menyebabkan banyak peserta didik kesulitan memahami konsep alat optik.

Kesulitan yang dialami peserta didik dalam memahami materi alat optik meliputi kesulitan memahami aplikasi praktis perangkat optik dalam kehidupan sehari-hari, menggambarkan lintasan cahaya selama proses pemantulan dan pembiasan secara akurat, serta menyelesaikan soal matematis (Ainiyah dkk., 2020). Peserta didik menguasai materi alat optik dan persamaan-persamaannya tanpa melalui proses pencarian konsep fisika secara mandiri (Fauziah & Dewi, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Kaewkhong *et al.* (2010) menunjukkan bahwa banyak peserta didik mengalami miskonsepsi terkait pemantulan dan pembiasan. Mereka kebingungan tentang bagaimana cahaya dibiaskan di antara antarmuka serta peran pembiasan dan pemantulan dalam pembentukan gambar. Penelitian ini juga menemukan bahwa hampir tidak ada peserta didik yang mampu menerapkan konsep dasar secara benar saat mencoba menentukan posisi bayangan suatu objek. Menentukan posisi gambar memerlukan penalaran tingkat tinggi dan pemahaman konsep-konsep terkait. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa peserta didik sekolah menengah atas kurang memahami prinsip dasar optik meskipun sudah diberi instruksi, dan miskonsepsi mereka menghambat kemampuan untuk menentukan posisi gambar virtual dengan tepat.

Menggambarkan diagram sinar pada pembelajaran optik menjadi salah satu kesulitan yang dialami peserta didik. Penelitian yang dilakukan oleh Tadeo & Yoo (2022) menunjukkan bahwa meskipun peserta didik memahami fungsi alat optik dan mempelajari hukum pemantulan, pembiasan, serta aturan diagram sinar di kelas, mereka kesulitan menerapkan pengetahuan tersebut dalam ujian. Secara khusus, mereka bingung membedakan cermin, lensa, dan jenis-jenisnya, serta tidak dapat menggunakan hukum pemantulan dan pembiasan dengan tepat

dalam ilustrasi mereka. Akibatnya, peserta didik gagal mengevaluasi bagaimana sinar cahaya akan dipantulkan atau dibiaskan dan hanya menggambar apa yang mereka hafal dari modul.

Kesulitan pembelajaran pada materi optika geometri khususnya pada lensa cembung terjadi berkaitan dengan pembentukan bayangan suatu objek oleh lensa cembung (Nasser *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Nasser *et al.*, 2021), diketahui bahwa peserta didik kesulitan untuk menggambarkan pembentukan bayangan oleh objek yang terletak di tak terhingga di depan dua lensa cembung. Sebagian besar peserta didik menggunakan satu sinar tertentu untuk membentuk gambar, yang mengarah pada kesimpulan bahwa mereka tidak dapat mempertimbangkan kasus penggunaan sinar tertentu dan sinar non-tertentu. Di sisi lain, mereka dapat menemukan gambar ini dengan menggunakan hubungan konjugasi.

Pembelajaran mengenai alat optik sebaiknya tidak hanya mengandalkan hafalan teori, tetapi juga didukung dengan praktik nyata melalui proyek. Melalui proyek-proyek relevan, peserta didik aktif mengeksplorasi konsep fisika, menguasai materi dengan lebih baik, serta mengembangkan keterampilan memecahkan masalah secara sistematis dan kritis (Simanjuntak dkk., 2024).

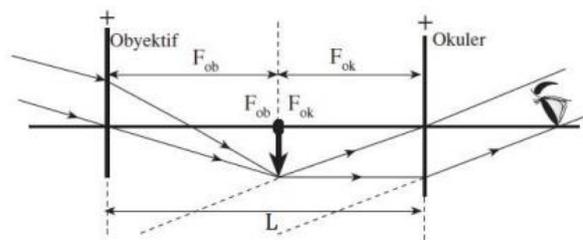
Pembelajaran mengenai alat optik dapat diajarkan dengan memahami salah satu jenis alat optik. Penelitian ini berfokus membahas mengenai materi alat optik melalui pemahaman terkait dengan materi teropong. Teropong merupakan alat optik untuk melihat objek yang jauh. Penggunaan teropong membuat objek yang jauh terlihat lebih dekat. Terdapat beberapa jenis teropong, diantaranya adalah teropong bintang dan teropong bumi (Raharja dkk., 2013).

a. Teropong Bintang

Teropong bintang digunakan untuk mengamati benda-benda langit. Teropong bintang menggunakan dua lensa utama. Lensa yang diarahkan ke objek yang diamati disebut lensa objektif, sedangkan lensa yang diarahkan ke mata pengamat disebut lensa okuler. Perlu dicatat bahwa panjang fokus lensa objektif lebih besar daripada panjang fokus lensa okuler.

Sinar-sinar dari benda-benda di langit dianggap berasal dari tak berhingga dan merupakan berkas sejajar. Sinar menciptakan bayangan terbalik pada titik fokus lensa, yang sesuai dengan titik fokus lensa okuler. Bayangan yang terbentuk oleh lensa okuler terbentuk di tak berhingga supaya dapat diamati oleh mata tak berakomodasi.

Bayangan yang dihasilkan oleh teropong bintang dapat diamati pada ilustrasi berikut.



Sumber: fisikazone.com

Gambar 1. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bintang

Panjang teropong bintang (d) adalah jarak antara lensa objektif dan lensa okulernya atau jumlah antara panjang fokus lensa objektif dan panjang fokus lensa okuler.

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

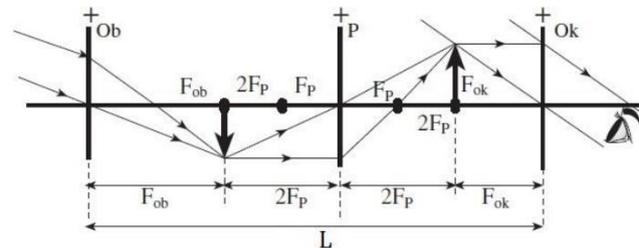
Perbesaran bayangan pada lensa pada teropong bintang adalah perbandingan antara panjang fokus lensa objektif dan panjang fokus lensa okulernya.

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

b. Teropong Bumi

Teropong bumi memiliki prinsip yang sama dengan teropong, dimana terdapat lensa objektif dan lensa okuler. Namun, pada teropong bumi, terdapat tambahan satu lensa lagi di antara keduanya yang berfungsi sebagai pembalik. Lensa pembalik ditambahkan agar bayangan akhir yang teramati tidak terbalik seperti pada teropong bintang.

Pembentukan bayangan di permukaan Bumi, seperti yang diamati melalui teropong, diilustrasikan dalam gambar berikut.



Sumber: fisikazone.com

Gambar 2. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bumi

Lensa pembalik pada teropong bumi berupa lensa cekung dengan panjang fokus $f_{p'}$ yang ditempatkan pada jarak $2f_p$ dari titik fokus lensa objektif. Dengan demikian, panjang total teropong bumi adalah

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

2.2 Penelitian yang Relevan

Penelitian ini mencakup penelitian terkait yang diuraikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 3. Penelitian yang Relevan

Nama Penulis (1)	Nama Artikel (2)	Judul Artikel (3)	Hasil penelitian (4)
(Cahyasari <i>et al.</i> , 2020)	<i>e-Jurnal: Pendidikan Sains</i>	<i>Using Project-Based Learning Worksheet with Waste Water Treatment Theme to Practice Student' Problem-Solving Skills</i>	LKPD berbasis Project Based Learning pada materi pengolahan air limbah efektif dalam meningkatkan <i>problem solving skills</i> peserta didik dengan kategori tinggi.
(Solong dkk., 2022)	<i>Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia</i>	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PJBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMPN 5 Kota Bima Tahun Pelajaran 2022/2023	Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek (PJBL) berpengaruh signifikan terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa di SMPN 5 Kota Bima tahun ajaran 2022/2023.
(Amalia <i>et al.</i> , 2022)	<i>Journal of Science Education and Practice</i>	<i>Project-Based Learning on Biotechnology Materials to Enhance High School Students' Creativity and Problem-Solving Skills</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>project-based learning</i> dapat meningkatkan pemecahan masalah dan kreativitas peserta didik SMA.

2.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan pengaruh implementasi LKPD berbasis proyek pada materi alat optik terhadap peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik. Kemampuan *problem solving* merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk menghadapi tantangan abad 21. Kemampuan ini penting dimiliki oleh peserta didik, karena melalui kemampuan *problem solving*, peserta didik dapat menyelesaikan masalah pada pembelajaran dan kemudian diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Kenyataannya, kemampuan *problem solving* peserta didik masih tergolong rendah. Pembelajaran fisika cenderung masih bersifat transfer pengetahuan, dimana guru memegang kendali penuh selama proses pembelajaran sehingga tidak ada keterlibatan peserta didik secara aktif dalam kelas yang menjadi pemicu rendahnya kemampuan *problem solving* peserta didik. Terbatasnya kapasitas kemampuan ini dapat diatasi dengan menciptakan pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif, salah satunya dengan menggunakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik adalah model pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Model ini merupakan model pembelajaran yang mengatur pembelajaran melalui proyek-proyek.

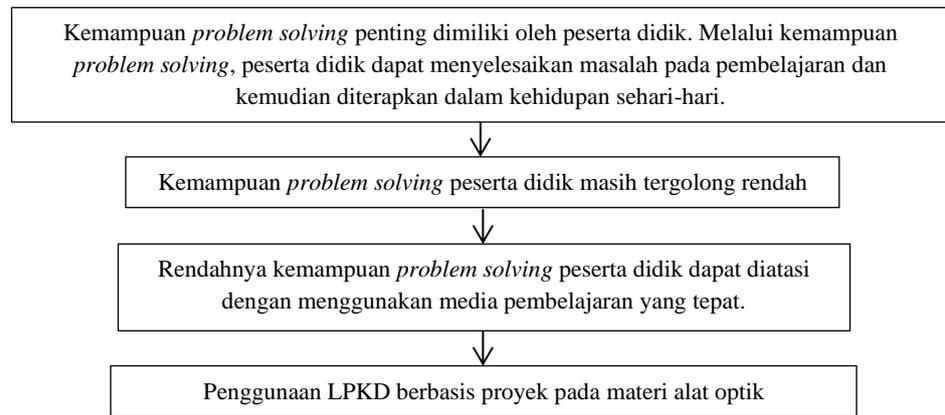
Penggunaan media pembelajaran yang tepat juga memiliki peran yang penting dalam keberlangsungan proses belajar mengajar. Media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan adalah media cetak, khususnya berupa lembar kerja peserta didik (LKPD) yang berisikan kegiatan-kegiatan secara rinci dan jelas sehingga dapat memaksimalkan pemahaman peserta didik. Penggunaan LKPD berbasis proyek diharapkan dapat meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik.

Terdapat dua bentuk variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini ialah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan *problem solving* peserta didik. Penelitian menggunakan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen menerima perlakuan menggunakan LKPD berbasis proyek, sedangkan kelompok kontrol diberikan perlakuan menggunakan LKPD konvensional.

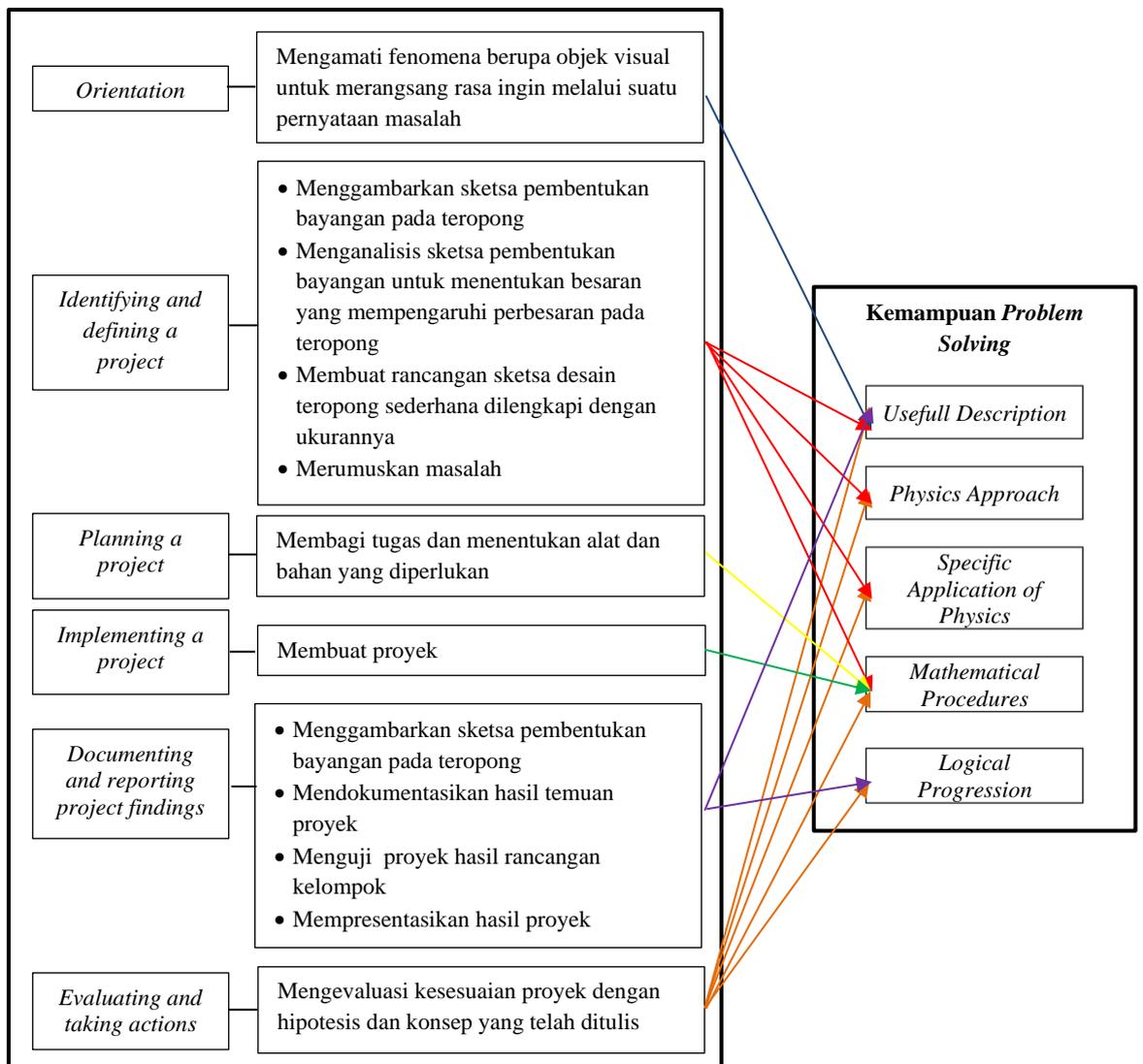
Diberikan *pretest* dan *posttest* di awal dan akhir pembelajaran untuk melihat peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik sebelum dan setelah pembelajaran. Proses pembelajaran di kelas eksperimen dilakukan dengan

menggunakan LKPD berbasis proyek dengan tahapan mengikuti langkah pembelajaran PjBL, yang meliputi *orientation, identifying and defining a project, planning a project, implementing a project, documenting and reporting project findings*, dan *evaluating and taking action*. Selanjutnya, pengaruh tersebut akan dilihat dari peningkatan hasil belajar peserta didik setelah diberikan perlakuan dan perbandingan hasil yang diperoleh antara kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Berdasarkan pemaparan di atas, disusunlah suatu kerangka pemikiran mengenai implementasi LKPD berbasis proyek terhadap peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Sintaks Model PjBL



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar penelitian ini didasarkan pada kajian teori serta kerangka pikir, yang tercantum di bawah ini.

- 2.4.1 Kompetensi awal peserta didik dalam kelompok kontrol dan eksperimen setara.
- 2.4.2 Faktor-faktor eksternal yang tidak relevan dengan penelitian diabaikan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teori dan kerangka pemikiran yang telah disebutkan di atas, penelitian ini mengajukan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik melalui implementasi LKPD berbasis proyek pada materi alat optik
- H_1 : Terdapat peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik melalui implementasi LKPD berbasis proyek pada materi alat optik

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa menjadi lokasi pelaksanaan penelitian ini pada semester genap tahun ajaran 2023/2024.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Peserta didik kelas XI SMA *Life Skills* Kesuma Bangsa Tahun Ajaran 2023/2024 menjadi populasi dalam penelitian ini. Pemilihan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik sampling jenuh atau *total sampling*. Teknik ini merupakan teknik pengambilan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel (Sugiyono, 2017: 85). Sesuai dengan teknik ini, kelas XI IPA 1 ditetapkan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan kelas XI IPA 2 berperan sebagai kelompok kontrol untuk tujuan penelitian ini.

3.3 Desain Penelitian

Metodologi penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah *quasi-experiment design* dengan desain *the nonequivalent control group design*. Pendekatan ini, perlakuan khusus diberikan kepada sekelompok partisipan (kelompok eksperimen), sedangkan kelompok terpisah berfungsi menjadi kelompok kontrol. Representasi umum dari desain penelitian ini disajikan dalam desain di bawah ini.

Tabel 4. Desain Penelitian pada Kelas Eksperimen

O ₁	X ₁	Indikator Kemampuan <i>Problem Solving</i>	O ₂
(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Pretest.</i> Kemampuan <i>problem solving</i> peserta didik masih rendah	<i>Orientation</i> Peserta didik mengamati objek visual yang terdapat pada LKPD yang menjelaskan fenomena teropong, kemudian menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada pada LKPD	<i>Usefull description</i>	<i>Posttest.</i> Terjadi peningkatan kemampuan <i>problem solving</i> peserta didik
	<i>Identifying and defining a project</i> Peserta didik berdiskusi untuk mengetahui bahwa proyek yang dibuat adalah pembuatan teropong sederhana, menuliskan rumusan masalah dengan menggambarkan dan mendeskripsikan bayangan yang terbentuk dari penggunaan teropong, serta mendiskusikan rancangan dan desain teropong yang akan dibuat	<i>Usefull description</i> <i>Physics approach</i> <i>Specific application of physics</i> <i>Mathematical procedures</i>	
	<i>Planning a project</i> Peserta didik melakukan pembagian tugas dan mendiskusikan alat bahan yang akan digunakan dalam pembuatan teropong	<i>Mathematical procedures</i>	
	<i>Implementing a project</i> Peserta didik membuat teropong dan menuliskan langkah pembuatan teropong yang dibuat	<i>Mathematical procedures</i>	
	<i>Documenting and reporting project findings</i> Peserta didik menguji teropong hasil rancangannya serta mempresentasikan hasil diskusi dan pembuatan teropong	<i>Usefull description</i> <i>Logical Progression</i>	
	<i>Evaluating and taking action</i> Peserta didik mengevaluasi kesesuaian proyek dengan hipotesis dan konsep yang dituliskan dengan menjawab pertanyaan yang ada pada LKPD	<i>Usefull description</i> <i>Physics approach</i> <i>Specific application of physics</i> <i>Mathematical procedures</i> <i>Logical progression</i>	

Tabel 5. Desain Penelitian pada Kelas Kontrol

O₁	X₁	Indikator Kemampuan <i>Problem Solving</i>	O₂
(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Pretest.</i> Kemampuan <i>problem solving</i> peserta didik masih rendah	Menyampaikan tujuan pembelajaran Menyajikan materi mengenai jenis-jenis teropong dan persamaan-persamaannya secara bertahap dengan metode ceramah Memberikan contoh soal	- <i>Usefull description</i> <i>Physics approach</i> <i>Specific application of physics</i> <i>Usefull description</i> <i>Physics approach</i> <i>Specific application of physics</i> <i>Mathematical procedures</i> <i>Logical progression</i>	<i>Posttest.</i> Terjadi peningkatan kemampuan <i>problem solving</i> peserta didik
	Membuat proyek teropong bumi mengikuti langkah-langkah yang sudah disediakan guru	<i>Mathematical procedures</i>	
	Memberikan latihan soal dan membahas soal secara bersama-sama	<i>Usefull description</i> <i>Physics approach</i> <i>Specific application of physics</i> <i>Mathematical procedures</i> <i>Logical progression</i>	
	Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merefleksikan pembelajaran yang telah dilakukan	<i>Logical progression</i>	

Keterangan:

O₁ : *Pretest* kelas eksperimen

O₂ : *Posttest* kelas eksperimen

O₃ : *Pretest* kelas kontrol

O₄ : *Posttest* kelas kontrol

X₁ : Pembelajaran menggunakan LKPD berbasis proyek

X₂ : Pembelajaran menggunakan LKPD konvensional

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua bentuk, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah LKPD berbasis proyek yang berfokus pada materi alat optik, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan *problem solving* peserta didik.

3.5 Instrumen Penelitian

Data instrumen pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen tes. Instrumen tes pada penelitian ini yaitu instrumen tes kemampuan *problem solving* berupa soal uraian yang digunakan saat *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui kemampuan *problem solving* peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran.

3.6 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen pada tes kemampuan *problem solving* peserta didik digunakan dalam penelitian, instrumen tersebut harus terlebih dahulu melakukan pengujian validitas dan reliabilitasnya. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 23.0.

3.6.1 Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menilai validitas instrumen penelitian yang digunakan. Uji validitas yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji korelasi *product moment*, yaitu melalui nilai koefisien relasi skor butir pertanyaan dengan skor total butir pertanyaan. Penggunaan perangkat lunak SPSS edisi 23.0 telah diterapkan dalam penelitian ini guna melakukan pengujian validitas. Adapun tolak ukur yang dipergunakan dalam pengujian korelasi adalah sebagai berikut: jika korelasi antara masing-masing item dan skor total melebihi 0,3, instrumen dianggap valid. Sebaliknya, jika korelasi turun di bawah 0,3, instrumen dianggap tidak valid. Jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan $\alpha = 0,05$ maka koefisien korelasi dianggap signifikan.

Uji validitas didasarkan pada kriteria koefisien validitas item, seperti yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Koefisien Validitas Butir Soal

Koefisien Korelasi	Kriteria
0,80-1,00	Sangat Tinggi
0,60-0,79	Tinggi
0,40-0,59	Cukup
0,20-0,39	Rendah
0,00-0,19	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013: 89)

3.6.2 Uji Reliabilitas

Reliabilitas instrumen dicari dengan menggunakan perhitungan *alpha cronbach* menggunakan SPSS 23.0. Kriteria uji reliabilitas diuraikan oleh Rosidin (2017: 203) pada tabel di bawah ini:

Tabel 7. Kriteria Uji Reliabilitas

Koefisien (1)	Kualifikasi (2)
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup

(1)	(2)
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$ $\leq 0,20$	Rendah Sangat Rendah

(Rosidin, 2017: 203)

3.7 Prosedur Penelitian

Prosedur yang diimplementasikan dalam penelitian ini mencakup.

3.7.1 Tahap Persiapan

3.7.1.1 Menyusun instrumen penelitian yang terdiri dari silabus, RPP dan instrumen penelitian berupa instrumen tes kemampuan *problem solving*.

3.7.1.2 Melakukan izin melaksanakan penelitian kepada kepala SMA *Lifeskills* Kesuma Bangsa, Lampung

3.7.1.3 Mencapai kesepakatan dengan guru mata pelajaran fisika SMA mengenai kelas mana yang akan dijadikan sampel penelitian.

3.7.1.4 Menentukan waktu pelaksanaan penelitian bersama dengan guru mitra

3.7.2 Tahap Pelaksanaan

Tabel berikut menunjukkan tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian.

Tabel 8. Tahap Pelaksanaan Penelitian pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen (1)	Kelas Kontrol (2)
a. Peneliti menilai kemampuan awal <i>problem solving</i> peserta didik melalui <i>pretest</i> .	a. Peneliti menilai kemampuan awal <i>problem solving</i> peserta didik melalui <i>pretest</i> .
b. Peneliti menerapkan perlakuan yang menggunakan LKPD berbasis proyek.	b. Peneliti menerapkan perlakuan menggunakan LKPD konvensional.
c. Setelah perlakuan, peneliti melakukan <i>posttest</i> untuk mengevaluasi kemajuan peserta didik.	c. Setelah perlakuan, peneliti melakukan <i>posttest</i> kepada peserta didik.

3.7.3 Tahap Akhir

- a. Menganalisis data yang diperoleh
- b. Menarik kesimpulan

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Metode yang diterapkan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini berkaitan dengan evaluasi kemampuan *problem solving* peserta didik, yang dilaksanakan melalui penilaian tertulis yang terdiri dari pertanyaan uraian. Proses pengumpulan data melibatkan pemberian tes awal sebelum perlakuan, yang ditujukan untuk menilai kemampuan *problem solving* peserta didik di kelompok eksperimen dan kontrol. Selain itu, tes akhir dilakukan setelah pembelajaran, yang dimaksudkan untuk mengukur perbedaan kemampuan *problem solving* antara kelompok eksperimen dan kontrol setelah diberikan perlakuan.

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis Data

Informasi yang dikumpulkan dalam penelitian ini berkaitan dengan kemampuan *problem solving* yang ditunjukkan selama proses pembelajaran. Data kemudian dianalisis dengan bantuan SPSS 23.0 untuk melakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

3.9.1.1 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk memastikan apakah sampel penelitian mengikuti distribusi normal. Uji normalitas dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov Z (KS-Z) yang dapat dihitung berdasarkan pada besaran nilai signifikan.

1) Rumusan hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data berdistribusi tidak normal

2) Kriteria Uji

Jika nilai Sig. atau signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima

Jika nilai Sig. atau signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak

3.9.1.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas diterapkan untuk memverifikasi apakah variasi sampel penelitian serupa atau tidak. Uji *Levene* digunakan untuk melakukan uji homogenitas.

1) Rumusan hipotesis

H_0 : Variansi antara kedua kelompok data dianggap serupa (homogen)

H_1 : Variansi antara kedua kelompok data tidak dianggap serupa (tidak homogen)

2) Kriteria Uji

Jika nilai Signifikansi (Sig.) $> 0,05$ maka H_0 diterima

Jika nilai Signifikansi (Sig.) $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak

3.9.2 Pengujian Hipotesis**3.9.2.1 Uji N_{gain}**

N_{gain} adalah selisih antara kemampuan awal dan kemampuan akhir peserta didik, sehingga memudahkan penilaian peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik sebelum dan sesudah penerapan perlakuan. Analisis N_{gain} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{max}} - S_{\text{pre}}}$$

Keterangan:

- g : N_{gain}
 S_{post} : Skor *posttest*
 S_{pre} : Skor *pretest*
 S_{max} : Skor maksimum

Kriteria interpretasi N_{gain} disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 9. Kriteria Interpretasi N_{gain}

N_{gain}	Kriteria Interpretasi
$N_{gain} > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N_{gain} \leq 0,7$	Sedang
$N_{gain} < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.9.2.2 *Independent Sample T-Test*

Uji statistik diterapkan pada data tersebut dengan memanfaatkan metode *Independent Sample T-Test*. Metode *Independent Sample T-Test* yang dilakukan pada penelitian ini dijalankan menggunakan perangkat lunak SPSS 23.0 pada taraf signifikansi 5%. Analisis statistik ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak saling berhubungan.

1) Rumusan hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik dengan menggunakan LKPD berbasis proyek dan LKPD konvensional

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik dengan menggunakan LKPD berbasis proyek dan LKPD konvensional

2) Kriteria Uji

Jika nilai Sig. (2-tailed) $< \alpha$ (0,05), maka H_0 ditolak

Jika nilai Sig. (2-tailed) $\geq \alpha$ (0,05), maka H_0 diterima

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari temuan yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis proyek pada pembelajaran teropong dapat meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik. Hasil uji N_{gain} pada kelas eksperimen yang menunjukkan nilai 0,71 dengan kategori tinggi dan pada kelas kontrol yang mencapai 0,5 dengan kategori sedang, dapat diamati dari data tersebut. Hasil *Uji Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan peningkatan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan uji yang dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dimana kelas eksperimen dengan mengimplementasikan LKPD berbasis proyek pada materi teropong lebih baik dalam meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik berbeda dengan kelas kontrol yang menerapkan LKPD konvensional.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar dalam penerapan penggunaan LKPD berbasis proyek, alokasi waktu pelaksanaan pembelajaran diperhatikan secara lebih cermat. Hal ini dikarenakan pembelajaran berbasis proyek melibatkan peserta didik dalam merencanakan dan menyelesaikan proyek yang memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, diharapkan agar pendidik dapat mengoptimalkan alokasi waktu dan menerapkan teknik pembelajaran yang lebih efisien, sehingga proses pembelajaran dapat berjalan dengan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhalia, D., & Susianna, N. (2021). Keterampilan Pemecahan Masalah, Berpikir Kreatif, Dan Penalaran Pada Pembelajaran Matematika Menggunakan Media Visual [Problem Solving, Creative Thinking, and Reasoning Skills in Learning Mathematics Using Visual Learning Media]. *Polyglot: Jurnal Ilmiah*, 17(1), 101–120. <https://dx.doi.org/10.19166/pji.v17i1.2636>
- Adinda, Mulia, S., Irfan, & Gusmaneli. (2024). Penerapan Strategi Pembelajaran Scaffolding dalam Membentuk Kemandirian Peserta Didik. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 2(2), 34–41. <https://doi.org/10.61132/bima.v2i2.763>
- Ainiyah, Q., Yuliati, L., & Parno, P. (2020). Analisis Penguasaan Konsep dan Kesulitan Belajar Materi Alat-alat Optik Pada Siswa Kelas XI MAN Tuban. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(1), 24-29. <http://dx.doi.org/10.17977/um058v5i1p24-29>
- Akpan, V. I., Igwe, U. A., Mpamah, I. B. I., & Okoro, C. O. (2020). Social Constructivism: Implications On Teaching and Learning. *British Journal of Education*, 8(8), 49–56. ISSN 2054-6351.
- Alfianika, N., & Marni, S. (2019). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Komik Pada Materi Menulis Poster dan Slogan. *Jurnal Kependidikan*, 3(1), 43–52. <http://dx.doi.org/10.21831/jk.v3i1.13163>
- Alina, N., Zainuddin, & Miriam, S. (2020). Penerapan Metode Problem Solving Heller untuk Meningkatkan Keterampilan Prosedural Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Banjarmasin*, 39-46. ISBN: 978-623-7533-51-1.
- Amalia, G. R., Kurniasih, S., & Jaenudin, D. (2022). Project-Based Learning on Biotechnology Materials to Enhance High School Students' Creativity and Problem-Solving Skills. *Journal of Science Education and Practice*, 6(1), 51–64. <https://doi.org/10.33751/jsep.v6i1.5704>
- Amanati, A. Y., Purwaningsih, E., Dwikoranto, & Munasir. (2023). Upaya Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik dengan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Pada Mata Pelajaran Usaha dan Energi Alternatif Kelas X di SMAN 1 Magetan Tahun Pelajaran 2022/2023. *Jurnal*

Pendidikan, Sosial, dan Keagamaan, 21(1), 322-338.
<http://doi.org/10.53515/qodiri>

Anazifa, R. D., & Djukri. (2017). Project-Based Learning and Problem-Based Learning: Are They Effective to Improve Student's Thinking Skills?. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 346-355.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.11100>

Anggulian, M. M., & Suneki, S. (2024). Penggunaan Metode Presentasi untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Pendidikan Pancasila Kelas XI TME 3. *Journal on Education*, 6(3), 17446-17450. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i3.5674>

Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta. 274 hlm.

Cahyani, H., & Setyawati, R. W. (2016). Pentingnya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah melalui PBL untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Menghadapi MEA. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang 2016*, 151–160. ISSN 12613-9189.

Cahyasari, A. K., Budiyanto, M., & Susiyawati, E. (2020). Using Project-Based Learning Worksheet With Waste Water Treatment Theme to Practice Student' Problem-Solving Skills. *e-Jurnal: Pendidikan Sains*, 8(2), 110–114. e-ISSN: 2252-7710.

Carson, J. (2007). A Problem with Problem Solving: Teaching Thinking Without Teaching Knowledge. *The Mathematics Educator*, 17(2), 7–14. ISSN-1062-9017.

Chaerunisa, Z. F., & Pitorini, D. E. (2022). Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA Mata Pelajaran Biologi. *Bio-Pedagogi : Jurnal Pembelajaran Biologi*, 11(1), 8–14. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v11i1.51644>

Chand, S. P. (2023). Constructivism in Education: Exploring the Contributions of Piaget, Vygotsky, and Bruner. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(7), 274–278. <https://doi.org/10.21275/sr23630021800>

Chen, J. & Li, X. (2015). Research on Solving Ill-Structured Problems for e-Learning: Cognitive Perspectives. *International Journal of Information and Education Technology*, 5 (12), 920-923.
<https://doi.org/10.7763/IJiet.2015.V5.638>

Colley, K. (2008). Project-Based Science Instruction. *The Science Teacher*, 75(8), 23-28. ISSN: 0036-8555.

- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan Kekurangan Project-Based Learning untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 213-226. <http://dx.doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226>
- Diani, D. R., Nurhayati, & Suhendi, D. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menulis Cerpen Berbasis Aplikasi Android. *Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 7(2), 1-13. <https://doi.org/10.20961/basastra.v7i2.37800>
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., Mason, A., Ryan, Q. X., & Yang, J. (2016). Assessing Student Written Problem Solutions : A Problem-Solving Rubric with Application to Introductory Physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.010130>
- Dwinda, S. G., Rosidin, U., & Herlina, K. (2024). Effectiveness of Assesment for Learning Instrument in Project-based Physics Learning to Measure Collaboration and Problem Solving Skills. *Asian Journal of Science Education*, 6(1), 11-25. <https://doi.org/10.24815/ajse.v6i1.35480>
- Fauziah, P. F. & Dewi, W. S. (2023). Analisis Kebutuhan Pembuatan Media Interaktif Berbantuan Lectora Inspire Pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Siswa SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 23817-23826. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10397>
- Fitriani. (2020). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP. *Jurnal Tadris Matematika (JTMT)*, 01(01), 14–19. <https://doi.org/10.47435/jtm.v1i1.393>
- Handayani, H. (2017). Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Aktivitas Siswa Melalui Pembelajaran Kooperatif Learning Tipe Jigsaw di Kelas II Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(1), 39–45. <https://doi.org/10.29313/ga.v1i1.2687>
- Hijriani & Hatibe, H. A. (2021). Analisis Kesulitan Belajar dalam Memecahkan Masalah Fisika Pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 9(1), 45-49. <https://doi.org/10.22487/jpft.v9i1.788>
- Ika, E., Putra, A. K., & Insani, N. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Aplikasi Edmodo Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Mata Pelajaran Geografi Kelas XI. *Journal of Innovation and Teacher Professionalism*, 2(3), 329-338. <https://doi.org/10.17977/um084v2i32024p329-338>
- Jaenudin, D., Kurniasih, S., & Amalia, G. R. (2019). Improving Students Ability in Problem Solving and Creativity Through Project-Based Learning.

Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 438(1), 259–262. <http://dx.doi.org/10.2991/assehr.k.200513.058>

Jonassen, D. H. (1997). Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65–94.

<https://doi.org/10.1007/BF02299613>

Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai High-School Students' Misconceptions about and Models of Light Refraction Through a Planar Surface. *Physics Education*, 45(1), 97–107.

<https://doi.org/10.1088/0031-9120/45/1/012>

Khoiriyah, R. M. H., Sudarti, Nuraini, L., & Rozak, A. (2023). Pengaruh Model Project Based Learning dalam Pembelajaran Teori Kinetik Gas Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa di SMAN 5 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.19184/jpf.v12i1.36283>

Koi, W., Mukin, M. U. J., Ki'I, O. A., Naen, A. B. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbantuan Kartu Domino Fisika Pada Materi Cahaya dan Alat Optik. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(2), 102-111.

<https://doi.org/10.30822/magneton.v2i2.3493>

Kosasih, E. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara. 286 hlm.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1989). *Problem Solving: a Handbook for Senior High School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon. 274 hlm.

Kumar, M. (2020). A Study of Problem Solving Ability and Creativity among the Higher Secondary Students. *Shanlax International Journal of Education*, 8(2), 30–34. <https://doi.org/10.34293/education.v8i2.2091>

Kurniasih, A. W. (2012). Scaffolding sebagai Alternatif Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 3(2), 113–124. <https://doi.org/10.15294/kreano.v3i2.2871>

Latifah, S. S., & Luritawaty, I. P. (2020). Think Pair Share sebagai Model Pembelajaran Kooperatif untuk Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 35–46. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v9i1.641>

Lukitawati, S. D., Istyowati, A., & Pratiwi, H. Y. (2023). Memaksimalkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X Pada Materi Vektor dengan Menerapkan Model Discovery Learning Terintegrasi Pembelajaran Diferensiasi Gaya Belajar. *Jurnal MIPA dan Pembelajarannya*, 3(1), 19-34. <https://doi.org/10.17977/um067v3i12023p19-34>

- Makrufi, A., Hidayat, A., & Muhardjito. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Pokok Bahasan Fluida Dinamis. *Jurnal Pendidikan : Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(7), 878–881. <http://dx.doi.org/10.17977/jptpp.v3i7.11291>
- Makrufi, A., Hidayat, A., Muhardjito, & Sriwati, E. (2016). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Fluida Dinamis. *Seminar Nasional Pendidikan 2016*, 332-340. ISSN 2721-1959.
- Marinda, L. (2020). Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget dan Problematikanya pada Anak Usia Sekolah Dasar. *An-Nisa' : Jurnal Kajian Perempuan Dan Keislaman*, 13(1), 116–152. <https://doi.org/10.35719/annisa.v13i1.26>
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible “Hidden Variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Muhaimin, A. & Amir, Z. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran Missouri Mathematics Project Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Ditinjau dari Kemampuan Verbal. *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 1148-1158. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3185>
- Muhibbin, & Hidayatullah, M. A. (2020). Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme Vygotsky Pada Mata Pelajaran Pai Di SMA Sains Qur`An Yogyakarta. *Belajea; Jurnal Pendidikan Islam*, 5(1), 113–130. <https://doi.org/10.29240/belajea.v5i1.1423>
- Muljani, S. & Purnomo, A. (2022). Rancangan Pembelajaran Berkarakteristik dan Inovatif Abad 21 pada Materi Gelombang dengan Model Pembelajaran Discovery Learning di SMKN 1 Dukuhuri. *Cakrawala: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 214-221. <https://doi.org/10.24905/cakrawala.vi0.178>
- Nasser, N., Khouzai, E. M. El, & Zahidi, A. (2021). Geometrical Optic Learning Difficulties for Moroccan Students During Secondary/University Transition. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(1), 24–34. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20639>
- Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An Introduction and Overview of the Key Features of the Approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12–20. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.1.12>
- Ningsih, S. L. R., Agustinsa, R., & Rahimah, D. (2024). The Influence of Project Based Learning Model to Students ' Problem-Solving Abilities on The Material of Cubes and Blocks. *Jurnal Tadris Matematika (JTMT)*, 5(1), 19–27. <https://doi.org/10.47435/jtmt.v5i1.2184>

- Piaget, J. (1952). *The Orgins of Intelligence in Children*. International Universities Press. 419 hlm.
- Prastowo, A. (2013). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Kreatif*. Yogyakarta: Diva Press. 419 hlm.
- Pratama, N. D. S., Suyudi, A., Sakdiyah, H., & Bahar, F. (2017). Analisis Kesulitan Siswa dalam Memecahan Masalah Fisika Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 2(2), 82–88.
<http://dx.doi.org/10.17977/um058v2i2p%25p>
- Putri, W., Leuwoll, F. S., & Lasaiba, M. A. (2024) Peningkatan Pemahaman Mitigasi Bencana Peserta Didik Melalui PBL. *Jurnal Geografi dan Pendidikan Geografi*, 3(2), 85-98.
<https://doi.org/10.30598/geoforumvol3iss2pp85-98>
- Putri, Y. A. & Zulyusri. (2022). Meta-Analisis Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Pembelajaran Biologi. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 4(2), 1-11.
<https://doi.org/10.21580/bioeduca.v4i2.11891>
- Raharja, B., Sally, V. K., Gupta, R. N. B. (2013). *Panduan Belajar Fisika 1B SMA Kelas X*. Jakarta: Yudhistira. 149 hlm.
- Rahmatin, J. A., Juliana, D., Selvia, Hikmawati, & Rokhmat, J. (2022). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan Konteks Kearifan Lokal Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan, IPA, Geologi, dan Geofisika*, 3(2), 16-22. <https://doi.org/10.29303/goescienceedu.v3i2.191>
- Rais, M. (2010). Model Project Based-Learning Sebagai Upaya Meningkatkan Prestasi Akademik Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 43(3), 246-252. <https://doi.org/10.23887/jppundiksha.v43i3.129>
- Ratnawati, T., Syamsidah, & Qurani, B. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Dasar Kuliner di Jurusan PKK FT UNM. *Seminar Nasional Hasil Penelitian 2023*, 165-175. ISBN: 978-623-387-152-5.
- Ringo, E. S., Kusairi, S., & Latifah, E. (2019). Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(2), 178–187.
<https://doi.org/10.17977/JPTPP.V4I2.11951>
- Rosidin, U. (2017). *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Yogyakarta: Media Akademi. 316 hlm.
- Saharani, S. N., Khusaini, & Sultur. (2024). Efektivitas Model Pembelajaran Flipped Classroom Pada Materi Fluida Statis untuk Meningkatkan

- Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XI. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan*, 4(4), 1-10.
<https://doi.org/10.17977/um065.v4.i4.2024.11>
- Saman, M. I., H., S. K., & Sunaryono. (2017). E-Scaffolding untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2(1), 219–225. ISBN: 978-602-9286-22-9.
- Sambada, D. (2012). Peranan Kreativitas Siswa Terhadap Kemampuan Memecahkan Masalah Fisika dalam Pembelajaran Kontekstual. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(2), 37–47.
<http://dx.doi.org/10.26740/jpfa.v2n2.p37-47>
- Sari, R. T., & Angreni, S. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Upaya Peningkatan Kreativitas Mahasiswa. *Varia Pendidikan*, 30(1), 79–83. <https://doi.org/10.23917/varidika.v30i1.6548>
- Sari, Y., Rokhmat, J., & Hikmawati. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Kausalitik Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta Didik. *Jurnal GeoScienceEdu*, 1(1), 11–16.
<https://doi.org/10.29303/GOESCIENCEEDU.V1I1.37>
- Setyaningsih, R., & Rahman, Z. H. (2023). Penerapan Model PjBL Berbantu Dynamic Mathematics Software untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(8), 3147-3161. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.6735>
- Sharma, R., & Shukla, C. S. (2023). Constructivist Approach in Education: Projecting the Insights of Piaget and Vigotsky into Future. *International Journal of Research Cultures Society*, 7(3), 79–84.
<https://doi.org/10.2017/IJRCS/202303016>
- Simanjuntak, Y. L., Barus, E. L., & Sari, S. D. (2024). Analisis Model Pembelajaran Aktif Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 30(1), 81-90.
<http://dx.doi.org/10.24114/jpbb.v30i1.57015>
- Siringoringo, E., Yaumi, M. R., Santhalia, P. W., & Kusairi, S. (2018). Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas Xi Sma Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 6(2), 114–122.
<http://dx.doi.org/10.21831/jpms.v6i2.23942>
- Solong, A., Nasir, M., & Ferawati, F. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMPN 5 Kota Bima Tahun Pelajaran 2022/2023. *JUPENJI : Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 1(3), 12–17. <https://doi.org/10.57218/jupenji.vol1.iss3.242>

- Sucipto, H. (2017). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar IPS. *Jurnal Pendidikan: Riset & Konseptual*, 1(1), 77-86. https://doi.org/10.28926/riset_konseptual.v1i1.10
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 456 hlm.
- Suparwati, S. (2023). Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Fisika (Alat-Alat Optika) Siswa SMAN 1 Bantul dengan Pembelajaran Inkuiri. *Jurnal Riset Daerah*, 23(2), 4487-4496. ISSN: 1412-9519.
- Susiana, N., Yuliati, L., & Latifah, E. (2017). Analisis Pembelajaran Berdasarkan Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa Kelas X SMA. *Prosiding Seminar Nasional III Tahun 2017*, 210–214. ISBN: 978-979-798-274-6.
- Tadeo, D. J., & Yoo, J. (2022). Students' Recognition of Concepts of Reflection and Refraction in Multiple Representational Formats. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 75–92. <https://doi.org/10.26618/jpf.v10i2.7639>
- Tamrin, M., Sirate, S. F. S., & Yusuf, M. (2011). Teori Belajar Vygotsky dalam Pembelajaran Matematika. *Sigma (Suara Intelektual Gaya Matematika)*, 3(1), 40–47. <https://doi.org/10.26618/sigma.v3i1.7203>
- Venisari, R., Gunawan, & Sutrio. (2015). Penerapan Metode Mind Mapping pada Model Direct Instruction untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMPN 16 Mataram. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(3), 193–198. <https://doi.org/10.29303/JPFT.V1I3.258>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press. 159 hlm.
- Waruwu, D., Lase, R., Zega, Y., & Mendrofa, R. N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 117-128. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i1.2941>
- Wulandari, R. (2021). Characteristics and Learning Models 21st Century. *SHEs: Conference Series*, 4(3), 8-16. <http://dx.doi.org/10.20961/shes.v4i3.49958>
- Yunianta, T. N. H., Rusilowati, A., & Rochmad. (2012). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Implementasi Project-Based Learning dengan Peer and Self-Assesment. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 1(2), 81–86. ISSN: 2252-6455.
- Zakaria. (2021). Kecakapan Abad 21 Dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Dirasah*, 4(2), 81–90. <https://doi.org/10.51476/DIRASAH.V4I2.276>