

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN *ASSESSMENT FOR LEARNING* (AfL)
UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN KOLABORASI
PESERTA DIDIK PADA PEMBELAJARAN FISIKA
MATERI ENERGI ALTERNATIF**

(Skripsi)

Oleh

**NIKEN NOVIA WENTY
NPM 2213022059**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN INSTRUMEN *ASSESSMENT FOR LEARNING* (AfL) UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA PEMBELAJARAN FISIKA MATERI ENERGI ALTERNATIF

Oleh

NIKEN NOVIA WENTY

Keterampilan kolaborasi merupakan salah satu keterampilan penting yang perlu dimiliki peserta didik dalam pembelajaran abad ke-21. Namun, instrumen penilaian yang mampu mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik secara efektif pada pembelajaran fisika masih terbatas, khususnya pada materi energi alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *Assessment for Learning* (AfL) untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada pembelajaran fisika materi energi alternatif yang valid, reliabel, dan praktis. Metode penelitian yang digunakan yaitu Research and Development (R&D) dengan model Design and Development Research (DDR) yang meliputi tahap analysis, design, development, dan evaluation. Pada tahap development dilakukan validasi teoritis yang dilakukan oleh dua dosen ahli pendidikan fisika dan satu guru fisika untuk menilai aspek konstruk, materi, dan bahasa. Kemudian, pada tahap evaluation instrumen *Assessment for Learning* (AfL) keterampilan kolaborasi peserta didik diuji cobakan kepada peserta didik dan dianalisis menggunakan model Rasch berbantuan *software Ministep 5.11.0.0*. Hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan memenuhi kriteria valid dan reliabel berdasarkan validasi teoritis dan validasi empiris. Instrumen juga dinyatakan praktis berdasarkan hasil penilaian guru pada aspek kesesuaian, kemudahan penggunaan, serta kemanfaatan dengan kategori sangat praktis. Produk akhir berupa instrumen *Assessment for Learning* (AfL) yang dikembangkan dinyatakan valid, reliabel, serta praktis digunakan untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada pembelajaran fisika materi energi alternatif.

Kata kunci: *Assessment for Learning* (AfL), Design and Development Research (DDR), Energi Alternatif, Keterampilan Kolaborasi, Pembelajaran Fisika.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF AN ASSESSMENT FOR LEARNING (AfL) INSTRUMENT TO MEASURE STUDENTS' COLLABORATION SKILLS IN PHYSICS LEARNING ON ALTERNATIVE ENERGY MATERIALS

By

NIKEN NOVIA WENTY

Collaboration skills are one of the essential skills students need to master in 21st-century learning. However, assessment instruments capable of effectively measuring students' collaboration skills in physics learning on alternative energy materials are still limited. This study aims to develop a valid, reliable, and practical Assessment for Learning (AfL) instrument to measure students' collaboration skills in physics learning on alternative energy materials. The research method used was Research and Development (R&D) with the Design and Development Research (DDR) model, which includes the stages of analysis, design, development, and evaluation. During the development stage, theoretical validation was conducted by two physics education expert lecturers and one physics teacher to assess the construct, material, and language aspects. Then, in the evaluation stage, the Assessment for Learning (AfL) instrument for student collaboration skills was piloted and analyzed using the Rasch model with the aid of Ministep 5.11.0.0 software. The analysis results showed that the developed instrument met the criteria for validity and reliability based on theoretical and empirical validation. The instrument was also deemed practical based on teacher assessments for aspects of comfort, ease of use, and usefulness, with a rating of "very practical." The final product, the Assessment for Learning (AfL) instrument, was declared valid, reliable, and practical for measuring student collaboration skills in physics learning on alternative energy.

Keywords: *Assessment for Learning* (AfL), Design and Development Research (DDR), Alternative Energy, Collaboration Skills, Physics Learning.

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN *ASSESSMENT FOR LEARNING* (AfL)
UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN KOLABORASI
PESERTA DIDIK PADA PEMBELAJARAN FISIKA
MATERI ENERGI ALTERNATIF**

Oleh

NIKEN NOVIA WENTY

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
BANDAR LAMPUNG
2026**

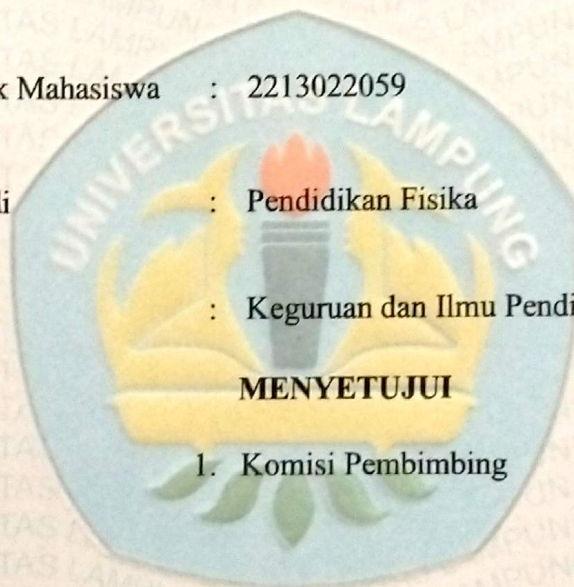
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN INSTRUMEN
ASSESSMENT FOR LEARNING (AFL)
UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN
KOLABORASI PESERTA DIDIK PADA
PEMBELAJARAN FISIKA MATERI
ENERGI ALTERNATIF

Nama Mahasiswa : *Niken Novia Wenty*

Nomor Pokok Mahasiswa : 2213022059

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Viyanti'.

Dr. Viyanti, M.Pd.
NIP 198003302005012001

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Anggreini'.

Anggreini, S.Pd., M.Pd.
NIP 199105012019032029

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

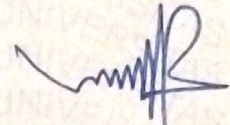
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Nurhanurawati'.

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 196708081991032001

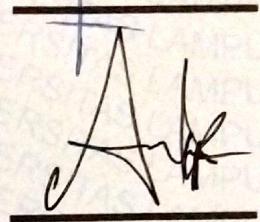
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

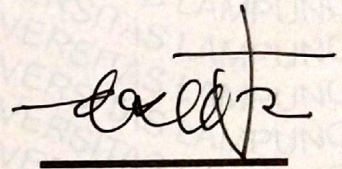
Ketua : **Dr. Viyanti, M.Pd.**



Sekretaris : **Anggreini, S.Pd., M.Pd.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd. 

NIP 198705042014041001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 Mei 2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : Niken Novia Wenty
NPM : 2213022059
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Dusun 1 Peninjauan, Kec. Peninjauan, Kab.
Ogan Komering Ulu, Prov. Sumatera Selatan

Dengan ini 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 yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar Pustaka.

Bandar Lampung, 22 Mei 2026



Niken Novia Wenty
2213022059

RIWAYAT HIDUP

Penulis skripsi ini bernama lengkap Niken Novia Wenty, dilahirkan di Peninjauan, pada tanggal 28 November 2004 merupakan putri ketiga dari pasangan Bapak A. Bawafi dan Ibu Warjinah. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2009 sebagai peserta didik di TK Putri Candi dan lulus pada tahun 2010. Penulis melanjutkan Pendidikan formal ke jenjang Sekolah Dasar di SDN 153 OKU dan lulus pada tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan formal ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMPN 06 OKU Peninjauan pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2019. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan formal ke jenjang Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 07 OKU Peninjauan pada tahun 2019 dan lulus pada tahun 2022. Lalu, pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung Jalur SBMPTN.

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, penulis aktif dalam berbagai macam kegiatan organisasi. Penulis pernah menjadi Anggota Divisi Minat dan Bakat Almafika FKIP UNILA pada tahun 2022-2025. Penulis pernah menjadi anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKMBS) Unila pada tahun 2023-2026. Penulis pernah menjadi pemusik di acara Konser Gitar Klasik Lampung, Taman Budaya Lampung pada tahun 2024 sebagai perkusi. Penulis pernah menjadi ketua Divisi Musik UKMBS Unila pada tahun 2025-2026. Penulis pernah menjadi pemusik teater di acara Pementasan Orang-Orang Proyek RRI Medan pada tahun 2025. Penulis pernah menjadi pemusik teater di acara Pementasan Hilang Human pada tahun 2026. Penulis pernah menjadi pelatih musik ALMAFIKA pada tahun 2025. Penulis juga pernah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2025 di Desa Karya Jitu Mukti, Kecamatan Rawajitu Selatan, Kabupaten Tulang Bawang. Kegiatan KKN tersebut bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SD Negeri 1 Karya Jitu Mukti.

MOTTO

“You say you don’t know me, but you know me so well”

(Billie Eilish-Wildflower)

“Walau tak terdengar masuk akal, bagi mereka yang tak percaya, tapi kita punya kita, yang akan melawan dunia”

(Nadine Amizah – Taruh)

“Jika masa lalu tidak bisa diubah, bukan berarti masa depan tidak bisa berubah”

(Niken Novia Wenty)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah *rabbi`alamin*, dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam dan dengan rendah hati, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai wujud tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan, serta sebagai wujud penghormatan dan tanda bukti sayang nan tulus kepada:

1. Orang tua tercinta, Papa Bawafi dan Mama Warjinah. Terima kasih saya ucapkan atas segala pengorbanan dan ketulusan yang diberikan. Meskipun papa dan mama tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun selalu memberikan yang terbaik dan tak kenal lelah mendoakan, mengusahakan, memberikan dukungan baik secara moral dan finansial. Semoga saya bisa membalas semua kebaikan kalian. Hidup lebih lama ya pa, ma.
2. Kakak-kakak tersayang saya, Rendi Juliadi, Nanda Tiara, dan Melisa, serta keponakan saya Zea Alula, dan Olivia Ghazi, terimakasih karena senantiasa menemani masa- masa sulit saya. Adanya kehadiran kalian menjadi alasan saya untuk bertahan hingga saat ini, hiduplah dengan bahagia.
3. Keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, semangat dan motivasi terbaiknya.
4. Para pendidik yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas.
5. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
6. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Unila, Pembimbing I, sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, arahan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih atas waktu, pemikiran dan motivasi yang begitu berharga;
5. Ibu Anggreini, S.Pd., M.Pd. selaku Pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati selama penyusunan skripsi. Terimakasih atas waktu, pemikiran dan motivasi yang begitu berharga.
6. Bapak Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si. selaku Pembahas yang selalu memberikan arahan dan saran untuk perbaikan skripsi ini;
7. Bapak dan Ibu dosen, serta staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung yang telah membimbing penulis selama proses perkuliahan.
8. Bapak Mukhamad Sidiq, S.Pd., Sd selaku Kepala SD Negeri 1 Karya Jitu Mukti yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
9. Ibu Allijatul Chamisah, S.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 2 Pringsewu yang telah banyak membantu penulis selama penelitian berlangsung.

10. Peserta didik kelas X. 3 SMA Negeri 2 Pringsewu yang telah membantu dan bekerja sama selama penelitian berlangsung.
11. Sahabat tersayang penulis sejak awal penulis tergabung di UKMBS Unila (Lentera, Putri, Intan, Tia, Rizky Malik, Mike, Yaya, Dona, Robi, Novian, Musyafa, Putri Aisyah) yang sudah kebersamai penulis dan memberikan semangat, doa serta kekuatan untuk penulis selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas keyakinan dan dorongan yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
12. Sahabat seperjuangan selama perkuliahan, Malika Ghifarina, yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik penulis serta menghadirkan kebersamaan yang penuh makna dan kenangan.
13. Sahabat penulis sejak masa awal perkuliahan (mahasiswa baru), Milla Rosalia dan Mutia Azizah yang telah kebersamai dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
14. Khansa Zafira, dan Fauzan, sahabat penulis sejak masa KKN, terimakasih sudah menjadi cerita penting dalam hidup penulis.
15. Teman seperjuangan SIMPATI 2022, VEKTOR 2022, serta tim MIRACLE yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi ini.
16. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini. Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 22 Mei 2026

Niken Novia Wenty
2213022059

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Teoritis.....	6
2.1.1 Instrumen Penilaian dalam Pembelajaran	6
2.1.2 <i>Assessment for Learning</i> dalam Pembelajaran Fisika	8
2.2 Keterampilan Kolaborasi dalam Pembelajaran	11
2.3 Project Based Learning	15
2.4 Energi Alternatif.....	17
2.5 Penelitian yang Relevan.....	19
2.6 Kerangka Pemikiran.....	22
2.7 Desain Hipotetik	25
III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Desain Penelitian Pengembangan	26
3.2 Subjek Penelitian Pengembangan	30
3.3 Instrumen Pengumpulan Data	31
3.4 Teknik Pengumpulan Data	32
3.5 Teknik Analisis Data	33
3.5.1 Uji Validasi	33
3.5.2 Uji Reliabilitas	36
3.5.3 Uji Kepraktisan Produk.....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Penelitian.....	40

4.1.1	Tahap Analysis	40
4.1.2	Tahap Design	41
4.1.3	Tahap Develop.....	45
4.1.4	Tahap Evaluation	52
4.2	Pembahasan	56
4.2.1	Validasi.....	56
4.2.2	Reliabilitas	58
4.2.3	Kepraktisan	59
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1	Simpulan	61
5.2	Saran	62
	DAFTAR PUSTAKA.....	63
	LAMPIRAN.....	107

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik <i>Assessment for Learning</i>	10
2. Indikator Keterampilan Kolaborasi	12
3. Indikator Keterampilan Kolaborasi	14
4. Penelitian Relevan	19
5. Skala likert.....	34
6. Kriteria Uji Validasi	34
7. Kriteria Alpha Cronbach.....	36
8. Kriteria Person Reliability dan Item Reliability.....	36
9. Skala Penilaian Pernyataan.....	37
10. Kriteria Kepraktisan Produk.....	38
11. Storyboard instrumen <i>Assessment for Learning</i> keterampilan kolaborasi	41
12. Hasil Validasi Teoritis Instrumen <i>Assessment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi	50
13. Saran Perbaikan dari Validator.....	51
14. Analisis Item Fit pada Instrumen <i>Assessment for Learning</i>	52
15. Analisis Person Reliability Instrumen <i>Assessment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi.....	53
16. Analisis Item Reliability Instrumen <i>Assessment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi.....	54
17. Hasil Kepraktisan Instrumen <i>Assessment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir	24
2. Desain Hipotetik Instrumen AfL Keterampilan Kolaborasi	25
3. Prosedur Pengembangan Produk Menurut Richey and Klein (2007)	27
4. Kisi-kisi Instrumen <i>Assesment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi.....	46
5. Bentuk Instrumen <i>Assesment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi.....	47
6. Rubrik Instrumen <i>Assesment for Learning</i> Keterampilan Kolaborasi..	48
7. Pedoman Penskoran Keterampilan Kolaborasi.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Kampus Penelitian Pendahuluan	70
2. Surat Balasan Sekolah	73
3. Kisi Kisi Wawancara Guru	74
4. Lembar Wawancara Pengembangan Instrumen	75
5. Kisi-Kisi Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	80
6. Angket Analisis Kebutuhan Guru	81
7. Rekapitulasi Hasil Analisis Kebutuhan Guru.....	85
8. Modul dan LKPD	89
9. Instrumen AfL Kolaborasi	138
10. Analisis Person Reliability dan Item Reliability	159
11. Lembar Uji Kepraktisan	160
12. Dokumentasi.....	166

I. PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Sistem pendidikan di Indonesia berperan penting dalam membentuk generasi yang cerdas, berkarakter, dan adaptif terhadap perubahan zaman (Idris, 2024). Pemerintah melalui kebijakan kurikulum merdeka berupaya menghadirkan pembelajaran yang lebih fleksibel dan berpusat pada peserta didik agar mereka dapat mengembangkan kompetensi abad ke-21. Kurikulum ini menekankan pentingnya pembelajaran bermakna yang berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (Iskandar, 2025). Keterampilan kolaborasi dianggap sangat penting karena berperan besar dalam keberhasilan proses pembelajaran, terutama ketika peserta didik harus bekerja sama, berdiskusi, dan menyelesaikan masalah secara bersama-sama.

Pembelajaran fisika pada jenjang SMA memberikan peluang besar untuk melatih keterampilan kolaborasi melalui aktivitas eksperimen, proyek, dan diskusi kelompok. Konsep pada pembelajaran fisika menuntut pemecahan masalah nyata dan pertukaran ide antar peserta didik yang sangat sesuai digunakan sebagai konteks dalam pengembangan instrumen *assessment for learning*. Salah satu materi yang memiliki karakteristik tersebut yaitu pembahasan mengenai energi alternatif, yang memungkinkan peserta didik bekerja sama dalam menganalisis konsep, membandingkan sumber energi, dan merumuskan solusi bersama. Proses ini seharusnya tidak hanya dinilai dari hasil kognitif, tetapi juga dari sejauh mana peserta didik berkolaborasi dalam mencapai hasil tersebut.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang diperoleh melalui wawancara dengan guru mata pelajaran fisika di SMAN 2 Pringsewu, diketahui bahwa sekolah tersebut belum memiliki instrumen *assessment for learning* yang dirancang secara khusus untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik secara objektif dan sistematis. Selama ini, guru lebih banyak menggunakan penilaian berbasis tes tertulis yang berfokus pada aspek kognitif, sehingga proses kerja sama, interaksi, dan kontribusi peserta didik dalam kegiatan kelompok belum memperoleh perhatian secara optimal. Dalam pelaksanaannya, penilaian keterampilan kolaborasi hanya dilakukan secara sederhana melalui pengamatan umum guru selama proses pembelajaran berlangsung tanpa menggunakan indikator maupun rubrik penilaian yang terstruktur. Penilaian tersebut umumnya hanya mencakup beberapa aspek, seperti partisipasi peserta didik dalam diskusi dan kemampuan menyampaikan pendapat, sehingga belum mampu menggambarkan keterampilan kolaborasi peserta didik secara menyeluruh. Akibatnya, guru mengalami kesulitan dalam memperoleh informasi yang akurat mengenai kemampuan kolaborasi peserta didik.

Selain itu, umpan balik yang diberikan guru masih bersifat umum dan belum mengarah pada perbaikan keterampilan kolaborasi secara spesifik. Padahal, umpan balik formatif merupakan salah satu komponen penting dalam *Assessment for Learning* untuk membantu peserta didik memahami kekurangan serta meningkatkan kemampuan bekerja sama dalam pembelajaran. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa di SMAN 2 Pringsewu belum tersedia instrumen *Assessment for Learning* berbasis penilaian formatif yang dapat digunakan untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik secara efektif, objektif, dan sistematis. *AfL* memiliki peranan yang penting dalam proses pembelajaran karena berorientasi pada peningkatan hasil belajar peserta didik melalui umpan balik yang berkelanjutan. Rafifah (2023) mengembangkan instrumen

penilaian untuk mengukur kemampuan bekerja sama dan menemukan bahwa indikator kerja sama dapat diamati melalui komunikasi, tanggung jawab, dan empati dalam kelompok. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rosidin (2023), mengembangkan instrumen berbasis proyek untuk mengukur literasi sains dan berpikir kreatif peserta didik, hasilnya dinyatakan valid dan reliabel. Viyanti (2022) juga mengembangkan instrumen kolaborasi dan pemecahan masalah pada pembelajaran fisika berbasis proyek yang juga terbukti valid dan reliabel.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum secara spesifik mengembangkan instrumen AfL untuk mengukur keterampilan kolaborasi dalam konteks pembelajaran fisika, khususnya pada materi energi alternatif yang relevan dengan isu berkerlanjutan energi masa depan. Pengembangan instrumen AfL diharapkan mampu membantu guru mengidentifikasi tingkat kolaborasi peserta didik, memberikan *feedback*, serta memperkuat implementasi kurikulum merdeka dalam konteks pembelajaran yang partisipatif. Keberadaan instrumen AfL dapat menjadi acuan bagi guru fisika dalam menilai proses belajar yang komprehensif, maka dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *assesment for learning* untuk Mengukur keterampilan kolaborasi yang dirancang secara khusus guna mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif.

Melalui pengembangan instrumen ini, diharapkan guru dapat memperoleh gambaran yang lebih mendalam mengenai pemahaman peserta didik serta memberikan umpan balik yang konstruktif guna memperbaiki proses pembelajaran. Selain itu, instrumen yang dikembangkan diharapkan mampu membantu guru dalam menilai keterampilan kolaborasi peserta didik secara lebih efektif dan efisien, sehingga kualitas pembelajaran di kelas dapat meningkat.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka rumusan masalahnya sebagai berikut.

1. Bagaimana instrumen *assessment for learning* yang valid dan reliabel untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif?
2. Bagaimana kepraktisan instrument *assessment for learning* untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian pengembangan ini yaitu untuk:

1. Mendeskripsikan instrumen *assessment for learning* yang valid dan reliabel untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada pembelajaran fisika materi energi alternatif.
2. Mendeskripsikan kepraktisan instrument *assessment for learning* untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pengembangan diharapkan sebagai berikut:

1. Bagi pendidik, dapat digunakan sebagai contoh dalam menilai kemampuan kolaborasi peserta didik pada pembelajaran fisika sehingga dapat memperoleh penilaian yang lebih objektif.
2. Bagi peserta didik, instrumen AfL ini dapat menjadikan peserta didik lebih aktif selama proses pembelajaran.

3. Bagi peneliti, dapat menjadi sarana pengembangan wawasan, dan menambah pengetahuan.
4. Bagi peneliti selanjutnya dapat menjadi referensi dalam penelitiannya.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian pengembangan sebagai berikut:

1. Jenis instrumen yang dikembangkan adalah instrumen assessment for learning (AfL) dengan model pembelajaran *project based learning* menurut Cameron and Carolyn (dalam Sihombing *et al.*, 2021) untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik.
2. Indikator keterampilan kolaborasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator menurut Greenstein (dalam Dhitasarifa *et al.*, 2023).
3. Materi yang diambil merupakan energi alternatif pada kurikulum merdeka fase E.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *research and development*, dengan model *design and development (DDR)* yang diadaptasi dari Richey and Klein (2007).
5. Uji validasi instrumen penilaian dilakukan oleh 3 orang ahli validator yaitu, 2 dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan 1 guru SMA melalui pengisian angket uji validasi.
6. Uji validasi empiris dan reliabilitas instrumen dilakukan melalui analisis data hasil uji coba terhadap 36 peserta didik di SMAN 2 Pringsewu menggunakan *Rasch Model* dengan bantuan *software Ministep 5.11.0.0*.
7. Uji kepraktisan instrumen yang dimaksud pada penelitian pengembangan ini diukur melalui uji persepsi guru.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teoritis

2.1.1 Instrumen Penilaian dalam Pembelajaran

Penilaian dan pembelajaran merupakan dua komponen yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan. Penilaian dilakukan melalui proses yang terencana serta menyeluruh untuk mengumpulkan dan mengolah data yang valid dan reliabel (Hapsari, dkk, 2024). Instrumen penilaian adalah alat yang digunakan oleh guru, dapat berupa tes, pengamatan, penugasan individu maupun kelompok, dan dapat juga dalam bentuk lain sesuai dengan karakteristik pada kompetensi serta tingkat perkembangan dari peserta didik (Badriyah *et al.*, 2019). Instrumen penilaian merupakan hal penting dalam pendidikan, dengan adanya penilaian guru bisa mengetahui tingkat keberhasilan dalam suatu pembelajaran. Pengembangan instrumen penilaian sangat lumrah dilakukan oleh guru, apalagi pada kurikulum merdeka yang telah memasuki tahap pengenalan dan penyesuaian, guru diberikan kebebasan dalam memilih dan menentukan penilaian bagi peserta didiknya (Sufya *et al.*, 2023).

Kelebihan pada instrumen penilaian, yaitu dapat membantu guru melakukan penilaian secara objektif, dan transparan. Selain itu, dapat juga membantu guru mengetahui sejauh mana kemampuan peserta didik telah tercapai. Hasil penilaian lebih terukur dan dapat dipertanggungjawabkan karena menggunakan indikator atau kriteria yang jelas, mendorong peserta didik belajar lebih terarah, serta dapat menentukan tindak lanjut

pembelajaran, remedial, atau pengayaan (Farihah, 2021). Penilaian pada hasil belajar peserta didik tergolong efektif apabila mencakup semua dimensi pembelajaran yaitu aspek afektif, kognitif, dan psikomotorik (Badriyah *et al.*, 2019). Berfokus pada penilaian ranah sikap yang menjadi salah satu komponen penting dalam suatu sistem penilaian pendidikan, dengan adanya penilaian sikap diharapkan dapat mengetahui bagaimana sikap dan karakter setiap peserta didik.

Menurut Magdalena *et al* (2020) penilaian sikap merupakan kegiatan yang kompleks karena berkaitan dengan nilai-nilai yang tidak mudah diukur secara langsung. Oleh karena itu, hasil penilaian sikap sebaiknya dipandang sebagai proses yang terus berlangsung, bukan sekedar hasil akhir dari pembelajaran. Dengan demikian, penilaian sikap berfungsi untuk menilai kecenderungan perilaku peserta didik dalam jangka waktu tertentu menggunakan instrumen yang baik dan layak digunakan. Dalam pelaksanaannya, diperlukan instrumen yang tepat agar benar-benar mampu mengukur kompetensi peserta didik. Hal ini bertujuan untuk menilai sejauh mana peserta didik mencapai tujuan pembelajaran dari ketiga aspek pembelajaran.

Penilaian yang dilakukan oleh guru tidak hanya penilaian pada akhir proses pembelajaran (*assessment of learning*), tetapi juga penilaian sebagai pembelajaran (*assessment as learning*), dan penilaian untuk pembelajaran (*assessment for learning*), karena pembelajaran tidak hanya tentang nilai peserta didik tetapi bagaimana peserta didik belajar dan memperbaiki proses belajarnya (Rosana *et al.*, 2020). Oleh karena itu, guru diharapkan mampu mengembangkan instrumen penilaian yang tidak hanya mengukur hasil, tetapi juga mendorong proses belajar selama pembelajaran berlangsung.

2.1.2 *Assessment for Learning* dalam Pembelajaran Fisika

Assessment merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pembelajaran. *Assessment* adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh guru untuk mengukur sejauh mana kompetensi atau hasil belajar peserta didik telah tercapai selama proses pembelajaran berlangsung (Mumpuni, dkk 2018). Guru dapat menentukan apakah peserta didik berhasil mencapai kompetensi tertentu atau tidak berdasarkan hasil asesmen. Selain itu, asesmen juga berfungsi sebagai umpan balik untuk memperbaiki kekurangan dalam proses pembelajaran, serta mengidentifikasi kesulitan belajar.

Assessment for learning merupakan suatu proses penilaian yang terus menerus dilakukan dalam mencari, mengumpulkan, serta menginterpretasikan bukti tentang hasil belajar peserta didik dengan maksud untuk menentukan sampai sejauh mana pencapaian hasil belajar mereka, menentukan posisi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran, menentukan tujuan yang harus dicapai, serta mengevaluasi pekerjaan peserta didik (Alerbitu *et al.*, 2021). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan AfL secara efektif dapat memberikan dampak positif dengan meningkatkan prestasi belajar peserta didik. Penerapan AfL dalam pembelajaran akan memberikan dampak positif terhadap hasil belajar peserta didik. AfL menekankan pentingnya *feedback* dari hasil penilaian, baik bagi guru maupun peserta didik, agar dapat memahami cara yang tepat dalam mencapai tujuan pembelajaran (Safithri, dkk, 2022).

Tujuan utama dari AfL dalam pembelajaran yaitu, mengembangkan atau meningkatkan kualitas dari proses pembelajaran (*enhancing ongoing learning*). Peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan dan pengalaman dari proses pembelajaran tersebut, tapi juga dapat mengembangkan kemampuan metakognisi, serta mampu menjadikan peserta didik pembelajar yang mandiri (Nurkamto, dkk, 2020). Penerapan

AfL dapat dimanfaatkan oleh guru untuk membantu meningkatkan keterampilan peserta didik melalui berbagai kegiatan, seperti presentasi, pemberian tugas, proyek, maupun kuis yang dilakukan sebelum melanjutkan kegiatan belajar ke materi selanjutnya (*Jeprianto et al.*, 2021). Pada jenis asesmen yang telah disebutkan di atas, terdapat pula *assessment formatif* dan *assessment sumatif*.

Assessment for learning sering dianggap serupa dengan asesmen formatif karena keduanya berfokus pada penilaian proses belajar peserta didik untuk membantu peningkatan hasil belajar (Halim, 2024). Menurut Black dan Wiliam (1998) *Formative assessment* merupakan suatu proses penilaian yang bersifat statis untuk menilai sejauh mana pengetahuan yang telah dimiliki oleh individu, serta memberikan umpan balik terhadap pengetahuan tersebut melalui cara tertentu. Selain itu, penilaian formatif juga berperan penting dalam menghasilkan peningkatan hasil belajar yang bermakna.

Menurut Mulyana *et al* (2021) AfL merupakan penilaian yang dilakukan selama proses pembelajaran untuk melihat pemahaman peserta didik, melibatkan peserta didik secara aktif, memberikan pengalaman penilaian diri maupun teman, serta membantu pendidik mengenali kebutuhan belajar. AfL berfungsi tidak hanya sebagai penilaian formatif, tetapi juga sebagai sarana umpan balik yang membuat peserta didik lebih efektif mencapai tujuan belajar, dengan pendidik yang berperan sebagai fasilitator guna mendorong kemandirian belajar. Menurut Subehi dan Sriyanto (2021) tujuan AfL yaitu, untuk mengetahui sejauh mana pencapaian yang telah diraih, serta bagian mana yang masih perlu dilanjutkan. Berbagai bentuk penilaian formatif seperti tugas, presentasi, proyek, dan juga kuis. Sejalan dengan itu, Nurlitasari dan Hamami (2023), menyatakan bahwa AfL merupakan konsep penilaian yang relatif baru dibicarakan dalam dunia pendidikan sebagai bentuk penilaian modern. AfL mengubah pandangan bahwa penilaian tidak hanya berfungsi mengukur kemampuan peserta

didik, tetapi juga dapat mendorong pemikiran kritis dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran berkelanjutan.

Berdasarkan teori-teori yang telah dipaparkan di atas, AfL yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu penilaian yang menekankan proses belajar, bukan hanya hasil akhir saja. Penilaian ini berlangsung terus-menerus selama pembelajaran berlangsung dengan tujuan tercapainya capaian pembelajaran peserta didik, mengenali bagian yang masih perlu ditingkatkan, sekaligus memberi umpan balik yang membangun. Melalui penerapannya, AfL tidak hanya meningkatkan prestasi akademik, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan kolaborasi, serta kemandirian belajar. Berdasarkan hasil dari kajian yang telah diadopsi dan diadaptasi, maka dibangun beberapa prinsip dasar yang menjadi kerangka kerja untuk AfL yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik AfL

No.	Karakteristik AfL
1.	Memperjelas tujuan pembelajaran dan kriteria keberhasilan pembelajaran;
2.	Menciptakan diskusi kelas yang efektif dan tugas belajar lainnya yang menunjukkan pemahaman peserta didik;
3.	Memberikan umpan balik untuk mengarahkan peserta didik kearah yang lebih baik;
4.	Membuat peserta didik menjadi sumber belajar satu sama lain;
5.	Membiarkan peserta didik memiliki pembelajaran peserta didik itu sendiri;

(Hanover, 2014)

Berdasarkan teori dan pendapat para ahli yang sudah dipaparkan di atas maka pendekatan penilaian yang dikembangkan oleh peneliti dalam penelitian ini yaitu AfL. Melalui penerapan AfL peserta didik tidak hanya memahami pencapaian belajarnya, tetapi juga dilatih untuk saling memberi umpan balik dalam kelompok. Proses ini mendorong peserta didik untuk berinteraksi, bertukar ide, dan membangun solusi bersama dalam menyelesaikan permasalahan. Dengan demikian, AfL berperan penting

untuk menumbuhkan keterampilan kolaborasi peserta didik dalam pembelajaran.

2.2 Keterampilan Kolaborasi dalam Pembelajaran

Mempelajari materi fisika dalam proses pembelajaran, membutuhkan kolaborasi yang tepat untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih menarik, membangun pengetahuan peserta didik secara terstruktur dan dapat membantu peserta didik untuk bisa memecahkan permasalahan dalam pembelajaran. Kolaborasi merupakan kemampuan untuk bekerja sama, berkontribusi dalam kelompok, menyesuaikan diri dengan berbagai peran dan tanggung jawab, serta menunjukkan empati dan menghargai pandangan yang berbeda. Dalam proses kolaborasi, seseorang belajar untuk merancang rencana bersama, bekerja dalam tim, mempertimbangkan sudut pandang yang beragam, serta turut aktif dalam diskusi dengan cara berpartisipasi, mendengarkan, dan memberikan dukungan kepada sesama anggota. Kolaborasi tercipta ketika suatu pekerjaan tidak dapat diselesaikan secara individu dan memerlukan keterlibatan semua anggota tim (Yuliana *et al.*, 2024).

Keikutsertaan peserta didik dalam proses belajar yang melibatkan kolaborasi, seperti membuat sebuah proyek secara berkelompok mampu menumbuhkan dan melatih kemampuan berkolaborasi peserta didik mampu meningkatkan pemahaman konsep bagi peserta didik, serta berkontribusi aktif dalam diskusi kelompok (Ambara *et al.*, 2023). Peserta didik perlu diberikan pemahaman tentang pentingnya bekerja secara kolaborasi agar tumbuh sikap saling menghargai, menghormati, bertanggung jawab, tenggang rasa, dan nilai positif lainnya. Dalam perannya, kolaborasi sangat penting dan efektif saat proses pembelajaran, karena mampu meningkatkan hasil belajar, memudahkan peserta didik dalam memecahkan masalah bersama, serta membuat peserta didik lebih aktif sehingga mendorong motivasi belajar peserta didik (Dewi *et al.*,

2020). Oleh karena itu, keterlibatan peserta didik dalam kegiatan belajar yang menekankan kerja sama menjadi sarana penting untuk menumbuhkan kemampuan berinteraksi dan membangun sikap positif. Melalui aktivitas kelompok, baik dalam proyek maupun diskusi, peserta didik tidak hanya memperdalam penguasaan materi, tetapi peserta didik juga belajar untuk menyelesaikan persoalan secara bersama-sama. Dengan demikian, keterampilan kolaborasi mampu menciptakan suasana kelas yang lebih hidup, mendorong partisipasi aktif, serta menumbuhkan semangat belajar yang lebih tinggi.

Pada konteks pembelajaran, kolaborasi tidak hanya dimaknai sebagai bekerja bersama dalam kelompok, tapi juga termasuk dalam proses yang lebih kompleks. Kolaborasi terjadi ketika dua atau lebih peserta didik saling berbagi pengetahuan, sumber daya, dan keahlian untuk mencapai tujuan bersama. Hal ini menuntut adanya saling ketergantungan, tanggung jawab bersama, serta pembagian tugas yang aktif, sehingga setiap individu tidak dapat bekerja secara terpisah, tapi harus berkontribusi dalam proses kelompok (Scoular *et al.*, 2020). Berikut ini adalah indikator keterampilan kolaborasi menurut beberapa ahli yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Keterampilan Kolaborasi

Greenstein (2012)	(Scoular <i>et al.</i> , 2020)	(Syafii., 2023)	(Rosidin dkk., 2022)
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Bekerja sama secara produktif;	1. Berkomunikasi dengan orang lain	1. Mengingatkan teman jika belum mengerjakan tugas	1. Berpartisipasi dalam memberikan gagasan atau ide
2. Berkontribusi secara aktif;	2. Mengumpulkan sumber daya mengacu pada keterampilan, pengetahuan, keahlian yang dibawa oleh setiap peserta didik	2. Mengerjakan dan menghadiri tugas kelompok	2. Ikut berperan aktif dalam diskusi

Lanjutan Tabel 2. Indikator Keterampilan Kolaborasi

Greenstein (2012)	(Scoular <i>et al.</i> , 2020)	(Syafii., 2023)	(Rosidin dkk., 2022)
(1)	(2)	(3)	(4)
3. Seimbang dalam mendengar dan berbicara;	3. Mampu membagi peran dan tanggung jawab	3. Memberi pendapat	3. Kerja sama dalam menyelesaikan masalah
4. Berkomitmen untuk mendahulukan tujuan kelompok;	4. Mampu berkontribusi secara kolektif	4. Terlibat aktif dalam presentasi	4. Kerja sama dalam membuat keputusan dari pandangan setiap individu
5. Menunjukkan tanggung jawab;	5. Mengakui kontribusi dari orang lain	5. Memecahkan masalah	5. Mampu mencari berbagai sumber atas permasalahan terkait kasus
6. Menghargai kontribusi setiap kelompok;	6. Ikut terlibat dengan peran dan tanggung jawab	6. Mendengarkan dan menerima pendapat orang lain	6. Mampu membagi dan mencatat informasi yang didapat terkait kasus
7. Mengontrol emosi sendiri;	7. Memastikan kontribusi sendiri secara konstruktif	7. Teknik penyelidikan	7. Mencari informasi
8. Berpartisipasi secara hormat dalam diskusi, debat, dan perbedaan pendapat;	8. Menyelesaikan perbedaan yang ada		8. Menerima kritik dan saran
9. Mengakui dan memperayai kekuatan setiap anggota kelompok;	9. Menjaga kebersamaan pemahaman sepanjang tugas berlangsung.		9. Menghargai dan menghormati pendapat orang lain
10. Membuat Keputusan yang mencakup pandangan beberapa anggota;			11. Menanyakan pendapat orang lain

Lanjutan Tabel 2. Indikator Keterampilan Kolaborasi

Greenstein (2012)	(Scoular <i>et al.</i> , 2020)	(Syafii., 2023)	(Rosidin dkk., 2022)
(1)	(2)	(3)	(4)
			12. Membantu teman saat mengalami kesulitan
			13. Membimbing orang lain

Berdasarkan beberapa teori yang telah dikaji, serta menyesuaikan dengan kebutuhan peneliti dalam mengidentifikasi keterampilan kolaborasi peserta didik, indikator yang digunakan oleh peneliti berpedoman pada indikator keterampilan kolaborasi menurut Greenstein (dalam Dhitarifa *et al.*, 2023), selain mencakup aspek-aspek yang penting dalam mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik, indikator keterampilan kolaborasi tersebut juga telah disusun secara kuat dan lengkap berdasarkan landasan teoritis.

Tabel 3. Indikator Keterampilan Kolaborasi

No.	Indikator	Deskripsi
1.	Berkontribusi secara aktif	Berkontribusi dalam mengemukakan hasil pemikiran, menyatukan hasil diskusi dan mencari penyelesaian masalah;
2.	Bekerja secara produktif	Aktif melakukan diskusi, menyelesaikan tugas secara efektif dan efisien, fokus berdiskusi dalam pencarian solusi serta komunikasi lancar dalam diskusi;
3.	Menunjukkan sikap tanggung jawab	Bertanggung jawab dalam penugasan yang diberikan, menyelesaikan tugas tepat waktu, mematuhi instruksi yang diberikan;
4.	Menunjukkan fleksibilitas dan kompromi	Menerima kritik dan saran, mendiskusikan perbedaan pendapat dan menerima penugasan yang diberikan;
5.	Menunjukkan sikap saling menghargai	Menghargai dan menghormati pendapat teman dalam forum, tidak memaksakan pendapat, serta menerima keputusan bersama dalam penyelesaian masalah;

Keterampilan kolaborasi yang dimiliki peserta didik akan lebih berkembang apabila peserta didik terlibat dalam aktivitas belajar yang nyata dan menantang. Salah satu model yang mendukung hal tersebut adalah *project based learning*, karena menuntut peserta didik bekerja sama dalam merancang, melaksanakan, dan menyelesaikan proyek. Melalui PjBL kolaborasi tidak hanya menjadi keterampilan pendukung, tetapi juga bagian penting dalam mencapai tujuan pembelajaran secara bermakna.

2.3 Project Based Learning

Seiring dengan tuntutan pendidikan abad 21 diperlukan model pembelajaran yang tidak hanya menekankan penguasaan materi tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi. Salah satu model pembelajaran yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut yaitu, *Project Based Learning*. PjBL merupakan kegiatan belajar yang berpusat pada penugasan berbentuk proyek yang akan dilakukan secara berkelompok, sehingga melatih peserta didik untuk berkolaborasi, mengambil peran dalam memberikan kontribusi, serta mendorong peserta didik agar dapat berinteraksi bersama (Karomatunnisa *et al.*, 2022). Pusat pembelajaran sepenuhnya dilakukan oleh peserta didik, guru hanya mengarahkan serta membimbing dalam menyelesaikan proyek tersebut. *Student center* memberikan kebebasan kepada peserta didik dalam menyelesaikan suatu proyek. Sehingga, tidak ada batasan untuk peserta didik dalam mengungkapkan pendapat atau menyelesaikan proyek tersebut. Menurut Ranty (2021), penerapan model pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu pilihan model pembelajaran inovatif yang dapat menjadi solusi kreatif dan efektif dalam mengembangkan keterampilan teknis serta keterampilan bekerja sama pada peserta didik.

PjBL menjadi acuan pembelajaran yang menarik karena diharapkan dapat mengubah model belajar peserta didik secara mandiri, memacu dorongan belajar, menambah kreativitas, membangun inspirasi kreatif, serta

membentuk kritis dalam menyikapi permasalahan dalam dunia nyata (Zendrato, 2023). Dalam penerapannya dimungkinkan peserta didik akan lebih antusias dalam mengambil peran melalui pengembangan proyek yang relevan dan menarik. Menurut fahrezi (2020) pelaksanaan PjBL pada tahap awal kegiatan belajar diawali dengan suatu kasus untuk mengintegrasikan pengetahuan baru sebagai kegiatan pembuka dan guru berperan sebagai fasilitator. Sebagai guru penting untuk memahami PjBL memiliki beberapa keunggulan yang mendukung tercapainya tujuan pembelajaran secara optimal.

Beberapa kelebihan model pembelajaran berbasis proyek, yaitu meningkatkan motivasi dan keaktifan belajar peserta didik, mengembangkan keterampilan peserta didik, serta mendorong kolaborasi dan komunikasi peserta didik (Fahrezi, 2020). Pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan *soft skill* dan menunjang *hard skill* setiap individu peserta didik. PjBL mempunyai landasan yang sudah lama dalam sejarah pendidikan, gagasan pertama dapat ditelusuri sejak awal abad ke-20.

Awal penting dalam perkembangan PjBL diperkenalkan oleh Dewey (1961) yang menegaskan bahwa pengalaman langsung dan pembelajaran berbasis proyek merupakan cara untuk menjadikan pendidikan lebih relevan dan bermakna bagi peserta didik. Dewey juga menekankan pentingnya pengalaman belajar yang aktif serta partisipatif. Seiring berjalannya waktu, PjBL terus dikembangkan melalui berbagai penelitian dan inovasi pendidikan. Sejalan dengan pendapat Larmer, Mergendoller (2015) pada bukunya yang berjudul "*Setting the Standard for Project Based Learning*" menyatakan bahwa pada pembelajaran proyek peserta didik difasilitasi wadah untuk membangun kualitas kemampuan pemecah masalah, bertanggung jawab, bekerja sama dengan baik, bekerja secara mandiri, mengatur waktu dengan baik, dan dapat berkomunikasi dengan baik. Selain itu, pembelajaran berbasis proyek mempunyai kekurangan,

yaitu membutuhkan banyak biaya, waktu, peralatan, dan membutuhkan sikap disiplin dari peserta didik dan guru agar pembelajaran dapat berjalan sesuai jadwal yang sudah disepakati bersama.

Berdasarkan beberapa teori di atas, tahapan PjBL yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu menurut Cameron and Carolyn (dalam Sihombing *et al.*, 2024) yang terdiri dari *introduction, essential question, research and write, product creation, presentation, evaluation and reflection*. Tahapan dalam PjBL ini lebih menekankan pada peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui analisis mendalam terhadap masalah yang ada, serta meningkatkan keterampilan kolaborasi dengan berkontribusi aktif dalam kelompok untuk mencapai solusi bersama. Setiap tahap dalam PjBL akan dihubungkan dengan masing-masing indikator keterampilan kolaborasi peserta didik.

2.4 Energi Alternatif

Energi alternatif merupakan bentuk energi yang bersumber dari sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menimbulkan dampak negatif signifikan terhadap lingkungan. Menurut Giancoli dan C (2014) energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan melainkan hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya sesuai hukum kekekalan energi. Prinsip ini menjadi dasar dalam pengembangan berbagai teknologi energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan sistem biomassa yang mengubah energi mekanik atau radiasi matahari menjadi energi listrik. Pemahaman mendalam terhadap prinsip dasar energi tersebut menjadi fondasi penting bagi upaya global dalam mencari solusi energi yang lebih berkelanjutan di tengah meningkatnya kebutuhan energi manusia. Oleh karena itu, pemanfaatan energi alternatif menjadi langkah strategis untuk menjawab tantangan krisis energi yang terus berkembang. Krisis energi yang disebabkan oleh keterbatasan sumber daya fosil telah menjadi perhatian utama berbagai negara, termasuk Indonesia.

Menurut Padang *et al* (2020) minyak bumi, gas alam, dan batu bara masih menjadi tulang punggung pemenuhan kebutuhan energi nasional, tetapi cadangan energi fosil semakin menurun dari tahun ke tahun. Kondisi ini menuntut adanya diversifikasi sumber energi melalui pengembangan energi terbarukan seperti tenaga air, panas bumi, biomassa, biogas, energi laut, dan energi surya. Diversifikasi ini tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan energi nasional, tetapi juga mendukung agenda pembangunan berkelanjutan yang menekankan efisiensi dan kelestarian lingkungan. Dengan dasar tersebut, penting bagi masyarakat dan dunia pendidikan untuk memahami serta berpartisipasi aktif dalam upaya pemanfaatan energi alternatif.

Pemahaman dan penerapan energi alternatif perlu dikenalkan secara luas, terutama kepada generasi muda sebagai agen perubahan masa depan. Padang *et al.*, (2020) menegaskan bahwa sumber energi seperti biomassa, biogas, dan energi surya sangat melimpah di Indonesia serta dapat dimanfaatkan dengan teknologi sederhana dan terjangkau. Energi biomassa dari limbah pertanian misalnya, dapat diubah menjadi briket bahan bakar, sedangkan energi biogas dari limbah ternak dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Potensi energi surya di wilayah tropis Indonesia juga mendukung pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala kecil di daerah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik. Pengenalan dan pemanfaatan energi ini tidak hanya menumbuhkan kesadaran ekologis, tetapi juga membuka peluang pembelajaran kontekstual yang menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Dengan demikian, integrasi konsep energi alternatif dalam proses pendidikan memiliki potensi besar untuk mencetak generasi yang berwawasan sains dan peduli terhadap keberlanjutan lingkungan. Pengintegrasian pembelajaran energi alternatif ke dalam dunia pendidikan menjadi relevan apabila dikaitkan dengan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dan *Assessment for Learning* (AfL).

Menurut Indahwati *et al.*, (2023) serta Rachmawati dan Wiyatmo (2025) menjelaskan bahwa penerapan kedua pendekatan tersebut mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas peserta didik dalam memahami konsep energi terbarukan. Melalui tahapan PjBL seperti proyek kipas mini sederhana, perancangan miniatur pembangkit listrik tenaga surya atau biogas sederhana, peserta didik tidak hanya memahami konsep transformasi energi, tetapi juga belajar berkolaborasi dan mengevaluasi hasil belajar mereka sendiri sesuai prinsip AfL. Pendekatan ini memungkinkan guru memberikan umpan balik yang bermakna dan mendorong peserta didik menjadi pembelajar mandiri. Oleh karena itu, pembelajaran energi alternatif berbasis proyek dan penilaian formatif bukan hanya memperkuat pemahaman konsep energi, tetapi juga membentuk karakter ilmiah, dan kreatif, guna tercapainya tujuan pembelajaran.

2.5 Penelitian yang Relevan

Penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki relevansi dengan penelitian ini menjadi dasar acuan dalam pelaksanaan penelitian pengembangan. Adapun ringkasan dari penelitian-penelitian yang relevan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian Relevan

Peneliti (1)	Judul (2)	Hasil Penelitian (3)
Kusumawati, A. E., Supahar, & Pebriana, I. N. (2024). <i>DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics</i> , 6(2), 105-113.	Pengembangan Instrumen Penilaian Tema Pemanasan Global untuk Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik SMA	Penelitian menghasilkan instrumen penilaian berupa 22 soal keterampilan proses sains dan 10 butir angket keterampilan kolaborasi. Setelah divalidasi dengan indeks Aiken dan dianalisis menggunakan program Quest (model Rasch), diperoleh hasil bahwa instrumen tersebut

Lanjutan Tabel 4. Penelitian Relevan

Peneliti (1)	Judul (2)	Hasil Penelitian (3)
		valid dan reliabel. Dari 22 soal, 21 soal fit dengan model Rasch dan semua butir angket kolaborasi (10 butir) fit. Reliabilitas berada pada kategori tinggi–sangat tinggi. Instrumen dinyatakan layak digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains dan kolaborasi peserta didik SMA kelas X pada materi pemanasan global
Viyanti, V., Rosidin, U., & Shintya, R. E. (2022). <i>Indonesian Journal of Science and Mathematics Education (IJSME)</i> , 5(1), 96-108.	<i>Collaborative and Problem Solving Instruments in Project- Based Physics Learning</i>	Penelitian ini bertujuan mengembangkan instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan kolaborasi dan pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika berbasis proyek. Hasil penelitian menunjukkan: (1) instrumen valid dengan hasil validasi ahli sebesar 87,85% (kategori sangat valid); (2) berdasarkan uji coba dengan 64 siswa menggunakan model Rasch, diperoleh 21 soal kolaborasi dan 19 soal pemecahan masalah dinyatakan valid; (3) reliabilitas instrumen tinggi, masing-masing 0,97 untuk kolaborasi dan 0,89 untuk pemecahan masalah; (4) uji kepraktisan memperoleh skor rata-rata 81,21 (kategori sangat tinggi). Instrumen dinyatakan valid, reliabel, dan praktis untuk digunakan.
Rosidin, U., Herliani, D., & Viyanti. (2023).	<i>Development of Assessment Instruments in Project-Based</i>	Menghasilkan instrumen penilaian berbasis proyek untuk mengukur literasi

Lanjutan Tabel 4. Penelitian Relevan

Peneliti (1)	Judul (2)	Hasil Penelitian (3)
<i>Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)</i> , 9(6), 4484-4494.	<i>Learning to Measure Students' Scientific Literacy and Creative Thinking Skills on Work and Energy Materials</i>	sains dan keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi usaha & energi. Hasil validasi ahli menunjukkan instrumen valid (85,73%) , reliabel ($\alpha = 0,91$ & $0,90$), serta praktis (85,64% – kategori sangat praktis). Instrumen akhir terdiri dari 20 butir literasi sains dan 18 butir berpikir kreatif , dinyatakan layak digunakan guru dalam pembelajaran.
Simamora, N. N., Istiyono, E., & Wilujeng, I. (2024). <i>Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika (JPPPF)</i> , 10(1), 39-46.	<i>Development of an Assessment Instrument to Measure High School Students' Collaboration Skills in Physics Learning</i>	Penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development) dengan subjek siswa SMA N 1 Piyungan. Instrumen berupa angket kolaborasi yang dikembangkan melalui uji validasi, reliabilitas, dan uji keterbacaan. Hasil analisis menunjukkan: nilai validasi isi = 1,00 (kategori sangat tinggi) dan reliabilitas Cronbach's $\alpha = 0,927$ (sangat tinggi) . Semua butir pernyataan memiliki nilai korelasi $r = 0,425 - 0,760 > r\text{-tabel } 0,396$, menandakan seluruh item valid. Disimpulkan bahwa instrumen kolaborasi yang dikembangkan layak, valid, dan reliabel digunakan untuk menilai keterampilan kolaborasi.
Gustianne D., Rosidin, U., & Herlina, K. (2024). <i>Asian Journal of</i>	<i>Effectiveness of Assessment for Learning Instruments in Project-based Physics Learning to Measure Collaboration</i>	Penelitian menggunakan desain pretest–posttest control group design pada siswa kelas XI IPA SMA . Satu kelas

Lanjutan Tabel 4. Penelitian Relevan

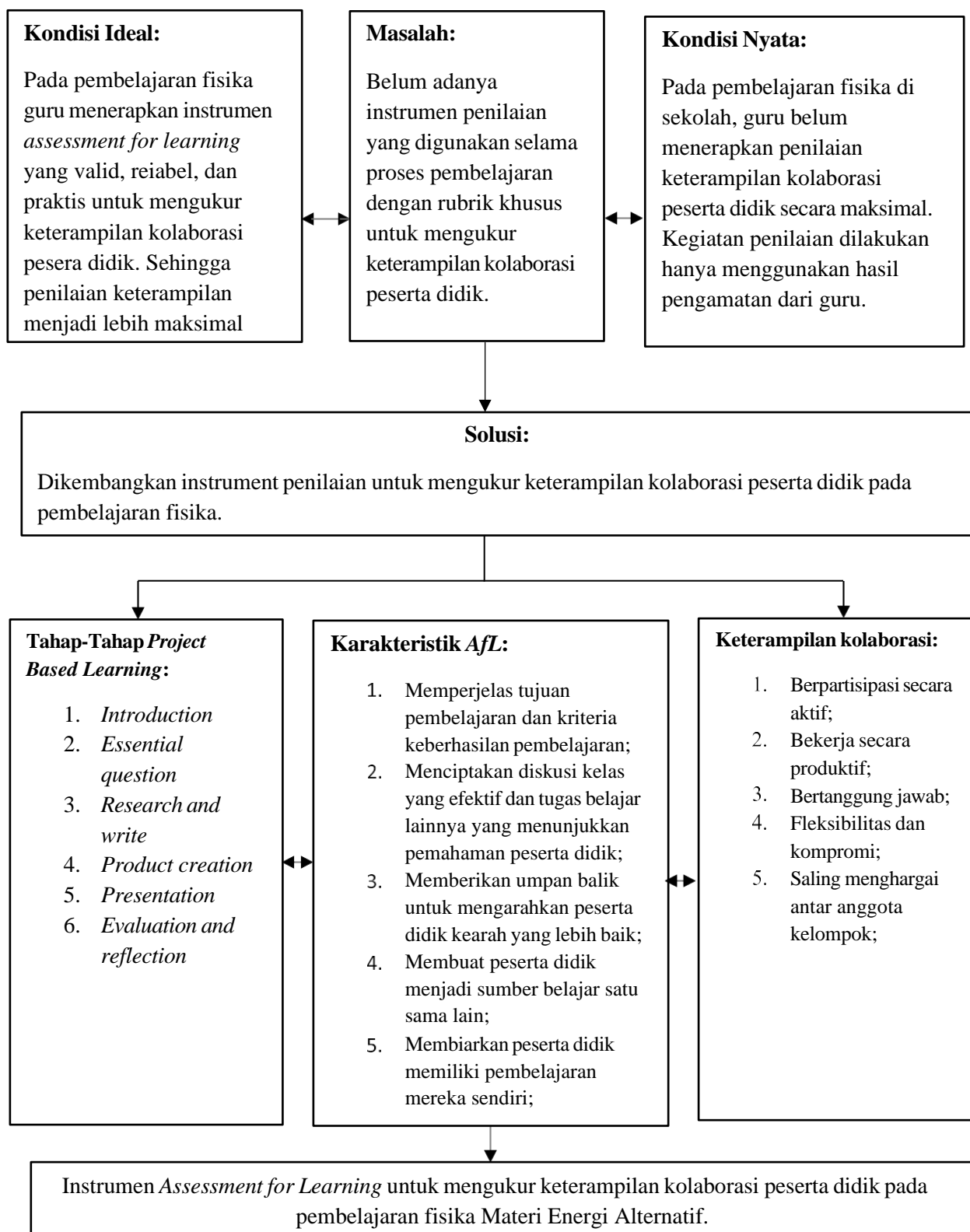
Peneliti (1)	Judul (2)	Hasil Penelitian (3)
<i>Science Education</i> , 6(1), 11-25.	<i>and Problem-Solving Skills</i>	menggunakan pembelajaran fisika berbasis proyek dengan instrumen AfL, satu kelas sebagai kontrol menggunakan metode konvensional. Analisis data menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada keterampilan kolaborasi dan pemecahan masalah siswa di kelas eksperimen dibandingkan kontrol. Nilai N-Gain rata-rata 0,72 (kolaborasi) dan 0,70 (pemecahan masalah) termasuk kategori tinggi. Penggunaan AfL terbukti efektif tidak hanya sebagai alat ukur, tetapi juga sebagai strategi untuk meningkatkan kolaborasi dan problem-solving dalam pembelajaran fisika berbasis proyek.

2.6 Kerangka Pemikiran

Proses pembelajaran fisika di sekolah menuntut penilaian yang komprehensif tidak hanya pada aspek kognitif, tetapi juga aspek keterampilan kolaborasi peserta didik. Dalam konteks ideal, guru-guru semestinya mengimplementasikan instrumen *assessment for learning* yang teruji validasi dan reliabilitasnya, sehingga keterampilan kolaborasi peserta didik dapat diukur secara optimal melalui perangkat penilaian yang tepat. Akan tetapi, fakta di lapangan menunjukkan bahwa praktik penilaian keterampilan kolaborasi selama ini cenderung masih berlangsung secara

subjektif, guru hanya mengandalkan pengamatan pribadi tanpa instrumen khusus, sehingga hasil penilaian belum memberikan gambaran yang utuh dan akurat tentang kemampuan kolaborasi peserta didik dalam pembelajaran fisika.

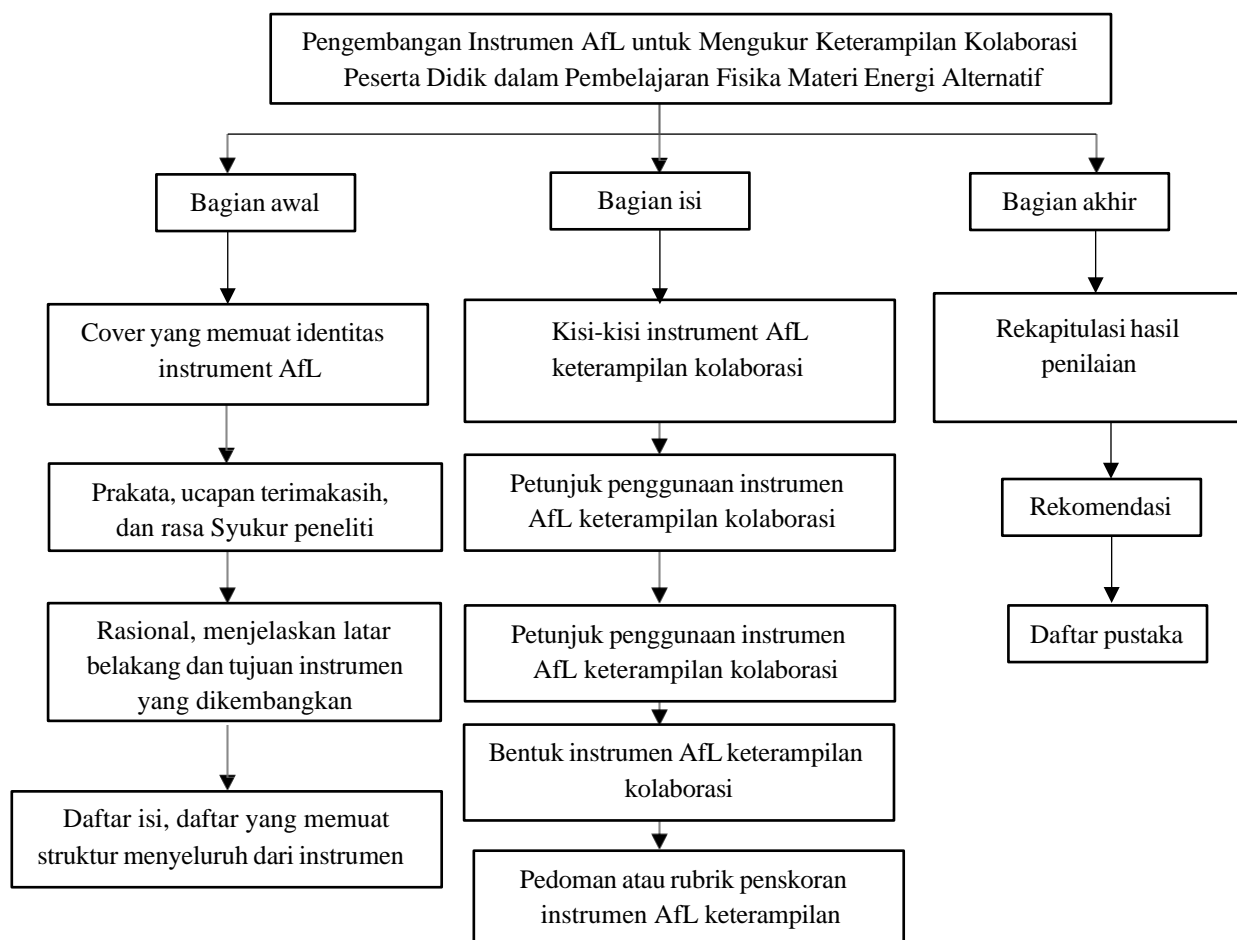
Permasalahan tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara harapan dan realita dalam penilaian, utamanya karena belum dikembangkannya instrumen penilaian yang secara sistematis mampu mengukur keterampilan kolaborasi. Situasi ini memunculkan kebutuhan untuk menghadirkan solusi berupa pengembangan instrumen penilaian yang spesifik dan terstruktur. Instrumen yang dimaksud harus mampu mengadopsi pendekatan *assessment for learning* serta menyesuaikan tahapan *project based learning*, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi dan refleksi. Selain itu, komponen indikator kolaborasi seperti berbagi tugas, menjaga komunikasi, menyelesaikan konflik secara adil, menghargai kontribusi, serta mendukung anggota tim harus terakomodasi secara rinci. Dengan demikian, diharapkan instrumen yang dihasilkan tidak hanya menjadi alat ukur, tetapi juga dapat meningkatkan mutu proses pembelajaran fisika itu sendiri, sekaligus menjadi rujukan dalam peningkatan keterampilan kolaborasi peserta didik secara berkelanjutan. Pengembangan kerangka pikir pada penelitian pengembangan dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.7 Desain Hipotetik

Berdasarkan hasil analisis potensi dan masalah yang telah dilakukan sebelumnya, berikut desain produk Instrumen AfL untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik yang akan dikembangkan dapat dilihat pada ringkasan pada Gambar 2.



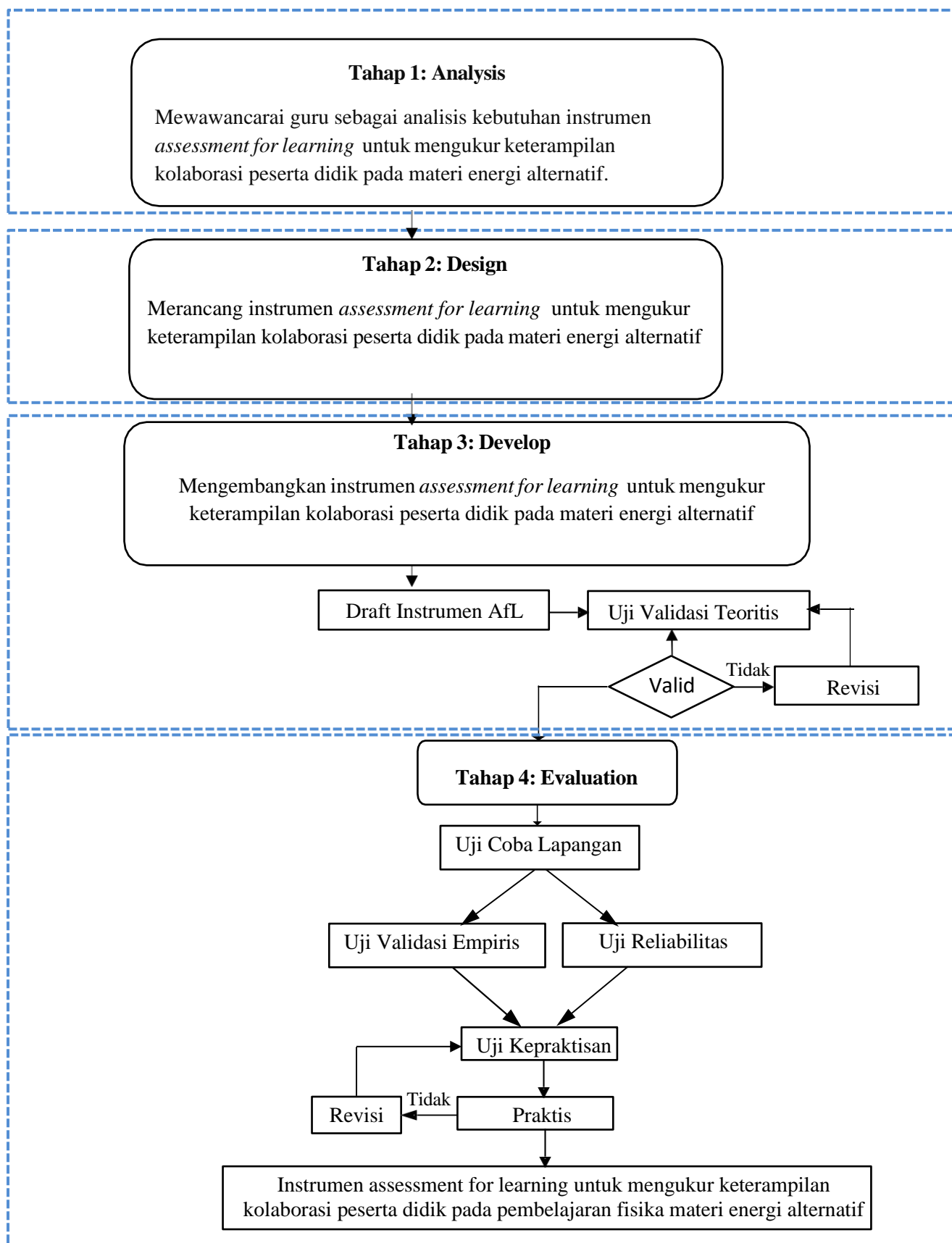
Gambar 2. Desain Hipotetik Instrumen AfL Keterampilan Kolaborasi

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *research and development (R&D)*. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu instrumen *assessment for learning* yaitu penilaian yang digunakan selama proses pembelajaran berlangsung sebagai instrumen penilaian guru terhadap peserta didik untuk mengukur keterampilan kolaborasi.

Berbantuan modul dan lkpd sebagai bahan ajar fisika materi energi alternatif berbasis proyek dengan bentuk produk yang dihasilkan berupa instrumen AfL *non-test*. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Design and Development Research (DDR)* yang diadaptasi dari Richey and Klein (2007) yang terdiri dari 4 tahapan utama yaitu *analysis, design, development, and evaluation*. Prosedur pengembangan instrumen *assessment for learning* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Prosedur Pengembangan Produk Menurut Richey and Klein (2007)

Rincian tahap pengembangan rencana produk yaitu:

1. Tahap *Analysis*

Tahap pertama dalam desain penelitian pengembangan adalah menganalisis kebutuhan untuk mengidentifikasi masalah yang ingin dipecahkan. Tahap ini dilakukan berdasarkan kajian teori dan kajian empiris terhadap pentingnya instrumen *AfL* untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada pembelajaran fisika. Analisis kebutuhan pada kajian empiris dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah yang sedang terjadi mengenai instrumen keterampilan kolaborasi di sekolah sehingga didapatkan perlu atau tidaknya pengembangan instrumen penilaian tersebut dilakukan. Hal ini mencakup dalam memahami proses pembelajaran dan lingkungan belajar yang ada di sekolah. Hasil dari pengumpulan data awal dengan guru mata pelajaran fisika di SMA Bandar Lampung dan Pringsewu, diperoleh informasi bahwa guru belum pernah menggunakan atau mengujicobakan instrumen khusus yang dirancang secara spesifik untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif.

2. Tahap *Design*

Tahap perancangan dalam penelitian pengembangan ini, yaitu untuk merancang desain instrumen penilaian keterampilan kolaborasi yang akan dikembangkan sesuai dengan model PjBL, dan indikator keterampilan kolaborasi.

3. Tahap *Develop*

Pada tahap *develop*, dilakukan realisasi dan pengembangan desain produk yang telah dirancang sebelumnya menjadi produk akhir yang sudah siap untuk diuji. Tahap ini mencakup proses uji teoritik yang dilakukan oleh akademisi dan praktisi. Pada tahap ini meliputi 3 aspek yang akan diukur yaitu konstruk, isi, dan bahasa. Tahap pengembangan instrumen dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Uji Validasi Teoritis

Pada tahap ini, instrumen akan dicek validasinya oleh dua dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan satu guru fisika melalui pengisian angket uji validasi. Setelah mendapatkan saran perbaikan, saran tersebut akan menjadi acuan untuk memperbaiki instrumen tersebut.

- 2) Revisi Hasil Uji Validasi Teoritis

Pada tahap ini, instrumen yang sudah divalidasi oleh ahli akan direvisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh ahli, agar instrumen *AfL* layak untuk digunakan.

4. Tahap *Evaluation*

Tahap terakhir adalah tahap evaluasi, tahap ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan instrumen secara empiris. Pada tahap ini juga mencakup uji kepraktisan yang dilakukan oleh guru fisika dengan menilai kemudahan penggunaan instrumen dalam konteks pembelajaran. Hasil pada tahap ini digunakan untuk menyimpulkan kelayakan dan kesiapan produk yang akan digunakan di sekolah.

- 1) Uji Coba Lapangan

Tahap uji coba lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai kekurangan maupun kendala pada instrumen sebelum digunakan secara lebih luas. Instrumen *Assessment for Learning* (*AfL*) untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik diujicobakan pada peserta didik kelas X di SMAN 2 Pringsewu. Pelaksanaan uji coba ini bertujuan untuk mengetahui validasi empiris serta reliabilitas instrumen *AfL* dalam mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik secara objektif dan sistematis.

- 2) Uji Kepraktisan Instrumen

Pada tahap ini, instrumen *Assessment for Learning* (*AfL*) diuji tingkat kepraktisannya melalui pengisian angket persepsi oleh guru fisika. Penilaian kepraktisan instrumen meliputi tiga indikator utama, yaitu struktur dan tampilan instrumen, kemudahan penggunaan, serta kepraktisan teknis. Hasil penilaian dan saran perbaikan dari guru dijadikan sebagai acuan dalam melakukan penyempurnaan instrumen agar lebih mudah digunakan dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

3) Revisi Produk

Tahap revisi produk dilakukan untuk menyempurnakan instrumen yang telah diujicobakan sebelumnya. Revisi dilakukan berdasarkan hasil uji coba lapangan, penilaian guru, serta umpan balik dari peserta didik terhadap instrumen yang dikembangkan. Perbaikan tersebut bertujuan agar instrumen AfL yang dihasilkan memenuhi kriteria kelayakan, lebih efektif digunakan dalam pembelajaran, serta mampu mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

3.2 Subjek Penelitian Pengembangan

Penelitian ini dianalisis menggunakan *Rash Model* dengan melibatkan tiga kelompok subjek uji coba. Kelompok pertama terdiri dari guru fisika dan peserta didik, sebagai dasar pengembangan produk yang berperan dalam analisis kebutuhan. Kelompok kedua yaitu praktisi atau ahli yang berfungsi sebagai subjek dalam proses uji validasi terhadap produk yang telah dikembangkan. Selanjutnya, kelompok ketiga terdiri dari guru fisika untuk mengevaluasi kepraktisan produk yang berperan sebagai subjek uji coba.

3.3 Instrumen Pengumpulan Data

Adapun instrumen penelitian ini yaitu,

1. Lembar Uji Validasi Teoritis

Validator dilakukan oleh dua dosen pendidikan fisika dan satu guru fisika. Validator menilai produk yaitu menilai layak atau tidaknya produk yang dihasilkan, penelitian ini dianalisis dengan menggunakan pendekatan *mix method deskriptif*. Pendekatan *mix method* yaitu pendekatan yang menggabungkan data kuantitatif dan data kualitatif dalam bentuk deskriptif.

Hasil penilaian validator pada data kuantitatif melalui lembar validasi dengan format *checklist* (√) untuk valid dan (X) untuk tidak valid. Kemudian, data ini dihitung jumlah dan persentasenya pada setiap aspek penilaian, yaitu aspek konstruk, materi, serta bahasa. Hasil persentase data ini digunakan untuk menilai tingkat kelayakan instrumen. Pada data kualitatif diperoleh dari saran dan komentar validator yang dituliskan pada kolom tanggapan. Sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan terhadap produk instrumen agar sesuai dengan kaidah isi, konstruk, dan kebahasaan, menggunakan informasi kualitatif.

2. Lembar Uji Kepraktisan (Uji Persepsi Guru)

Kepraktisan diuji oleh guru fisika yang bertindak sebagai pengguna langsung instrumen dalam pembelajaran di kelas. Praktisi menilai produk yaitu dengan menilai praktis atau tidaknya produk yang telah diperoleh. Pada penelitian ini, data uji kepraktisan dianalisis dengan pendekatan *mix method deskriptif*. Pendekatan *mix method* yaitu, menggabungkan data kualitatif dan data kuantitatif dalam bentuk deskriptif, hasil penilaian praktisi menghasilkan data kuantitatif melalui lembar validasi dengan format *checklist* (√) untuk praktis, serta (X) untuk tidak praktis.

Jumlah dan presentase dari data uji kepraktisan dihitung dengan setiap indikator penilaian, yaitu indikator struktur dan tampilan, kepraktisan teknis, dan kemudahan penggunaan. Hasil Presentase pada data uji kepraktisan digunakan untuk menilai tingkat kepraktisan instrumen. Pada data kualitatif diperoleh melalui saran, serta komentar oleh praktisi yang diberikan pada kolom tanggapan. Informasi kualitatif pada data kepraktisan digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan terhadap produk instrumen. Maka, hasil akhir instrumen dapat menyesuaikan dengan indikator yang telah ditetapkan secara optimal.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan, meliputi:

1. Data Hasil Validasi Teoritis

Data validasi produk diperoleh dari hasil penilaian para validator terhadap instrumen yang telah dikembangkan. Kemudian, proses validasi teoritis dilakukan untuk menilai validasi isi (*content validity*) dengan tujuan memastikan bahwa setiap butir soal telah sesuai dengan indikator keterampilan kolaborasi yang diukur serta relevan dengan materi energi alternatif, maka instrumen tersebut dapat digunakan secara tepat dalam proses pembelajaran.

2. Data Hasil Reliabilitas

Data reliabilitas produk diperoleh dari hasil yang telah diujicobakan ke peserta didik. Kemudian, analisis didapatkan berdasarkan analisis menggunakan *Rasch Model* dengan berbantuan *software ministep 5.11.0.0*.

3. Data Hasil Kepraktisan

Data kepraktisan produk diperoleh dari penilaian produk yang telah diuji oleh praktisi.

3.5 Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data yang akan digunakan pada penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Uji Validasi

Validasi adalah konsep yang menunjukkan sejauh mana suatu tes benar-benar mampu mengukur aspek yang seharusnya diukur. Menurut Slamet dan Wahyuningsih (2022) uji validasi dilakukan untuk mengetahui apakah suatu instrumen tersebut dapat dikatakan valid atau tidak valid dalam mengukur suatu variabel penelitian. Instrumen yang tergolong memiliki validasi tinggi apabila mampu mengukur variabel yang dituju secara akurat sesuai dengan tujuan pengukuran. Sebaliknya, instrumen dengan validasi yang rendah tidak dapat merepresentasikan data variabel yang diteliti secara akurat. Dalam penelitian ini, pengujian validasi dilakukan melalui validasi teoritis dan validasi empiris.

1. Uji Validasi Teoritis

Pada tahap uji validasi teoritis akan dilakukan validasi oleh dua dosen Program Studi Pendidikan Fisika dan satu guru fisika sebagai validator. Validator akan menguji validasi yang mencakup aspek validasi produk berupa materi, desain, serta bahasa. Desain yang dikembangkan berhubungan dengan penilaian dari aspek produk. Berikut rumus untuk menghitung presentase kelayakan yaitu,

$$P = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100\%$$

Keterangan:

P= Persentase kelayakan

Data yang diperoleh melalui uji validasi berupa data kuantitatif dengan menggunakan skor pada skala likert seperti pada Tabel 5.

Hasil nilai rata-rata validasi instrumen tes akan dikategorikan sesuai dengan kriteria hasil kelayakan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Uji Validasi

Presentase	Analisis Kuantitatif
<25%	Sangat Tidak Valid
26%-50%	Tidak Valid
51%-75%	Valid
76%-100%	Sangat Valid

(Ningsih, 2023)

2. Uji Validasi Empiris

Uji validasi empiris dalam penelitian ini menggunakan model Rasch menurut Sumintono dan Widhiarso (2013). Menggunakan skala kecil dengan *software Ministep 5.11.0.0*. Model *Rasch* dapat menganalisis interaksi antara responden dengan butir soal secara bersamaan. Dalam konteks ini, Model *Rasch* digunakan untuk menilai sejauh mana butir soal sesuai dengan kemampuan responden secara objektif dan tidak bergantung pada populasi tertentu. Parameter yang digunakan untuk menilai kesesuaian antara responden dan butir soal mengacu pada kriteria kesesuaian (fit) butir, antara lain:

1. Nilai outfit *mean square* (*MNSQ*) yang diterima:
 $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$
2. Nilai outfit *Z-standard* (*ZSTD*) yang diterima:
 $-2,0 < \text{ZSTD} < +2,0$
3. Nilai outfit *Point Measure Correlation* (*PT Mean Corr*) yang diterima:
 $0,4 < \text{PT Measure Corr} < 1,85$

Nilai outfit *means-square*, outfit *z-standard*, dan *point measure correlation* merupakan kriteria yang digunakan untuk melihat tingkat kesesuaian butir pertanyaan (item fit). Maka, dari ketiga parameter menurut *Boone et al* (2014) tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- a) Apabila nilai dari *MNSQ*, *ZSTD*, *PT-Mean Corr* sesuai kriteria, maka butir pertanyaan dinyatakan valid.
- b) Apabila nilai dari *ZSTD* dan *PT. Mean Corr* memenuhi kriteria tetapi nilai *MNSQ* tidak memenuhi kriteria maka butir soal masih dinyatakan valid.
- c) Apabila nilai dari *MNSQ* dan *PT. Mean Corr* memenuhi kriteria tetapi nilai *ZSTD* tidak memenuhi kriteria maka butir soal masih dinyatakan valid
- d) Apabila nilai dari *MNSQ* dan *PT. Mean Corr* tidak memenuhi kriteria tetapi nilai *ZSTD* memenuhi kriteria maka butir soal masih dinyatakan valid.
- e) Apabila nilai dari *MNSQ* dan *ZSTD* tidak memenuhi kriteria tetapi nilai *PT. Mean Corr* memenuhi kriteria maka butir soal cenderung tidak valid dan harus diperbaiki.
- f) Apabila nilai dari *MNSQ*, *ZSTD*, dan *PT. Mean Corr* tidak memenuhi kriteria, maka butir soal tidak valid sehingga perlu diperbaiki dan harus diganti ataupun harus dibuang.

3.5.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi suatu alat ukur, apakah alat tersebut dapat dipercaya dan tetap stabil apabila digunakan berulang kali. Suatu alat ukur dianggap reliabel apabila mampu memberikan hasil yang sama meskipun pengukuran dilakukan berkali-kali (Slamet dan Wahyuningsih, 2022). Jadi, reliabilitas merujuk pada tingkat keandalan atau keterpercayaan suatu instrumen dalam menghasilkan data yang konsisten, sehingga hasil yang diperoleh akan tetap stabil atau tidak berubah secara signifikan (Sumintono dan Widhiarso, 2015)

Uji reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan *Model Rasch* yang dianalisis dengan bantuan perangkat lunak *Ministep* versi 5.11.0.0. Terdapat dua jenis reliabilitas yang menjadi fokus utama dalam analisis ini, yaitu *Person Reliability* dan *Item Reliability*. Selanjutnya, pada formula *Alpha Cronbach* digunakan untuk mengukur tingkat reliabilitas. Nilai *Alpha Cronbach* ini berfungsi untuk mengukur konsistensi reliabilitas dari interaksi antara responden dan seluruh butir soal secara menyeluruh. Tabel 6 merupakan kriteria pada nilai *Alpha Cronbach*, sedangkan pada Tabel 7 merupakan kriteria *item reliability* dan *person reliability*.

Tabel 7. Kriteria *Alpha Cronbach*

Nilai	Kriteria
>0,8	Bagus Sekali
0,7-0,8	Bagus
0,6-0,7	Cukup
0,5-0,6	Buruk

(Sumintono dan Widhiarso, 2013)

Tabel 8. Kriteria *Person Reliability* dan *Item Reliability*

Skor Perolehan	Kriteria
>0,94	Sangat Bagus
0,91-0,94	Bagus
0,81-0,90	Cukup
0,67-0,80	Lemah
<0,67	Sangat Lemah

(Sumintono dan Widhiarso, 2013)

3.5.3 Uji Kepraktisan Produk

Pada penelitian ini, uji kepraktisan dilakukan dengan menggunakan angket yang diberikan kepada guru mata pelajaran fisika. Angket dari persepsi guru digunakan untuk memperoleh tanggapan atau respons dari guru sebagai dasar evaluasi terhadap kualitas perangkat penilaian yang sudah dikembangkan, terutama dilihat dari aspek kepraktisan penggunaannya. Lembar ceklist pada penilaian kepraktisan dilakukan dengan dua opsi, yaitu praktis (\checkmark) dan tidak praktis (X). Instrumen yang dianggap praktis yaitu, jika sebagian besar item mendapat tanda (\checkmark), validator juga diminta memberikan saran pada item yang diberikan tanda (X) untuk melakukan revisi pada kualitas instrumen. Terdapat indikator kepraktisan instrumen penilaian yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tiga aspek yaitu, struktur tampilan, kemudahan penggunaan, dan kepraktisan teknis instrumen (Tunnisa *et al.*, 2022). Pada angket respon ini terdapat empat pilihan jawaban dengan kriteria penilaian seperti pada Tabel 9

Tabel 9. Skala Penilaian Pernyataan

Skor Pernyataan Positif	Pernyataan
4	Sangat Setuju
3	Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

(Brookhart, 2010)

Data interval yang diperoleh, selanjutnya dianalisis dengan menghitung nilai rata-rata dari setiap jawaban, yang bertujuan untuk mengetahui kepraktisan instrumen penilaian dengan menggunakan perhitungan berikut.

$$Pn = \frac{\sum n}{\sum n_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan:

Pn : Persentase kriteria suatu produk (%)

$\sum n$: Jumlah skor jawaban dari tiap aspek

$\sum n_{maks}$: Jumlah skor minimal dari tiap aspek
 Setelah persentase nilai praktikalitas diperoleh, dilakukan pengelompokan sesuai kriteria yang terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Kepraktisan Produk

Nilai	Kriteria
81%-100%	Sangat Praktis
61%-80%	Praktis
41%-60%	Cukup Praktis
21%-40%	Kurang Praktis
0%-20%	Tidak Praktis

(Yanto, 2019)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Hasil pengembangan berupa produk instrument *assessment for learning* (AfL) kolaborasi untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif. Produk instrumen *assessment for learning* (AfL) kolaborasi secara keseluruhan yang peneliti kembangkan memuat kisi kisi, pedoman penggunaan, bentuk instrumen, pedoman jawaban, kunci jawaban, rubrik, pedoman penskoran dan rekapitulasi nilai. Instrumen *assessment for learning* (AfL) kolaborasi dinyatakan valid secara konstruk (93,5%), substansi (93,90%), dan bahasa (86,1%) berdasarkan penilaian ahli, dengan rata rata bobot presentase sebesar 91,16% dengan kategori valid. Instrumen *assessment for learning* (AfL) kolaborasi juga dinyatakan valid secara empirik berdasarkan analisis model Rasch. Terdapat 12 butir soal yang memenuhi setidaknya dua dari tiga kriteria validasi empiris, yaitu: nilai Outfit MNSQ terletak selang $0,75 < \text{MNSQ} < \text{ZSTD} < 0,61$. Instrumen *assessment for learning* (AfL) untuk mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik pada materi energi alternatif dinyatakan reliabel menggunakan software minitest 5.11.0. Hal tersebut dikarenakan telah sesuai dengan standar validasi empiris, dimana nilai person reliability sebesar 0.90 dengan kategori baik, item reliability sebesar 0.94 dengan kategori baik dan Alpha Cronbach sebesar 0,92 dengan kategori bagus sekali.
2. Instrumen *assessment for learning* (AfL) kolaborasi dinyatakan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi berdasarkan penilaian guru, baik dari aspek struktur dan tampilan (100,00%), kemudahan penggunaan (100,00%), maupun kepraktisan teknis (100,00%). Rata-rata persentase keseluruhan memperoleh nilai sebesar 100,00% dengan kategori sangat praktis. Hal tersebut menunjukkan bahwa instrumen *assessment for learning* (AfL) kolaborasi mudah digunakan oleh guru selama kegiatan pembelajaran dalam mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik. Dengan demikian, produk akhir instrumen yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan instrumen, yaitu valid, reliabel, dan praktis.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Instrumen *assessment for learning* untuk keterampilan kolaborasi yang telah dikembangkan dinyatakan valid, reliabel, dan praktis. Oleh karena itu, instrumen ini direkomendasikan untuk digunakan oleh guru dalam mengukur keterampilan kolaborasi peserta didik, khususnya pada materi energi alternatif dalam pembelajaran fisika di SMA.
2. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan instrumen *assessment for learning* keterampilan kolaborasi pada materi fisika lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alerbitu, N., Harsiati, T., & Hasanah, M. (2021). Assessment for Learning Dalam Pembelajaran Menulis Karangan Narasi di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(7), 1099.
- Ambara, D. T., Herlina, K., & Rosidin, U. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Project Based Learning untuk Membangun Keterampilan Scientific Creativity dan Kolaborasi Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(2), 185.
- Badriyah, N. L., Thamrin, A., & Nurhidayati, A. (2019). Analisis Instrumen Penilaian Hasil Belajar Mata Pelajaran Gambar Teknik Siswa Kelas X Sekolah Menengah Kejuruan Program Keahlian Bangunan. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 4(2), 93–102.
- Brookhart. (2010). Your Classroom. In *Journal of Education* (Vol. 88, Issue 18)
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. In *International Journal of Phytoremediation* (Vol. 21, Issue 1).
- Boone, W. J., Yale, M. S., & Staver, J. R. (2014). Rasch analysis in the human sciences. In *Rasch Analysis in the Human Sciences*.
- Dewi, A. P., Putri, A., Anfira, D. K., & Prayitno, B. A. (2020). Profil Keterampilan Kolaborasi Mahasiswa pada Rumpun Pendidikan MIPA. *Pedagogi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 18(01), 57–72.
- Dhitasarifa, I., Yuliatun, A. D., & Savitri, E. N. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Ekologi Di SMP Negeri 8 Semarang. *Seminar Nasional IPA*, 684–694.
- Elyaum Fariyah. (2021). Elyaum Fariyah, Teknik Portofolio dan Instrumen Assesmen. *Teknik Portofolio Dan Instrumen Asesmen Dalam Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(1), 32–44.
- Giancoli, & C, D. (2014). Phsics eith Application. In *Functional Analysis*.
- Halim, A. (2024). Efektivitas Asesmen Sumatif dalam Pengukuran Capaian Pembelajaran Peseta Didik Kelas IV MIN 19 Bireuen. 3(6), 2072–2081.
- Hanover, R. (2014). The Impact of formative assessment and learning intentions on student achievement. *Hanover Research*, 1–15.
- Hapsari, N. A., & Mawardi, M. (2024). Pengembangan Instrumen Penilaian Sikap

- untuk Mengungkap Sikap Tanggung Jawab Siswa SD. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), 2246–2255.
- Idris, M., Tolla, I., Studi, P., Pendidikan, I., & Makassar, U. N. (2024). *Evolusi Sistem Pendidikan di Indonesia : Sejarah dan Perkembangan Pendidikan di Indonesia*. 8(2), 1494–1505.
- Indahwati, S. D., Rachmadiarti, F., & Hariyono, E. (2023). *Integration of PJBL , STEAM , and Learning Tool Development in Improving Students ' Critical Thinking Skills*. 4(6), 808–818.
- Iskandar. (2025). *Sejarah Kurikulum di Indonesia : Perkembangan dan Perubahan*. 4, 459–467.
- Jeprianto, J., Ubabuddin, U., & Herwani, H. (2021). Macam-Macam Soal Penugasan & Kaidah Penulisan. *Munaddhomah: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 2(1), 16–20.
- Karomatunnisa, A.-Z. A., Sholih, J. A. U., Hanifah, N., & Prihantini, P. (2022). Meta Analisis Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Sosiologi Dan Humaniora*, 13(2), 522.
- Larmer, J., Mergendoller, J. R., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning: A proven approach ti rigorous classroom instruction*. Alexandria, VA: ASCD
- Magdalena, I., Meliana Sari, D., Hurrahmah, M., & Refiana Sari, N. (2020). Pengembangan Instrumen Penilaian Sikap Ilmiah pada Pembelajaran dengan Model Latihan Penelitian di SDN Rawakidang. *EDISI : Jurnal Edukasi Dan Sains*, 2(3), 350–359.
- Mumpuni, K. E., & Ramli, M. (2018). Penerimaan dan Pengetahuan Mahasiswa tentang Assessment for Learning. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 55–60.
- Nurkamto, J., & Sarosa, T. (2020). Assesment for Learning dalam Pembelajaran Bahasa di Sekolah. *Teknodika*, 18(1), 63.
- Nurlitasari, A., & Hamami, T. (2023). Assessment as, for, of learning pembelajaran pendidikan agama Islam tingkat menengah atas. *Humanika*, 23(2), 225–234.
- Padang, Y. A., Mirmanto, M. M., Syahrul, S. S., Sinarep, S. S., & Pandiatmi, P. P. (2020). Pemanfaatan Energi Alternatif Dan Terbarukan. *Jurnal Karya Pengabdian*, 2(2), 77–84.
- Rachmawati, F. A., & Wiyatmo, Y. (2025). *The Effectiveness of a Renewable Energy E-Worksheet in STEM-Project-Based Learning to Improve Students ' Critical Thinking and Collaboration Skills*. 13(2), 119–132.
- Rafifah, F. N. (2023). *Pengembangan Instrumen Alat Ukur Kemampuan Bekerja Sama pada Siswa di Sekolah Dasar*. 2, 2055–2060.

- Rosana, D., Widodo, E., Setianingsih, W., & Setyawarno, D. (2020). Pelatihan Implementasi Assessment Of Learning, Assessment For Learning Dan Assessment As Learning Pada Pembelajaran IPA SMP di MGMP Kabupaten Magelang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA*, 4(1), 71–78.
- Rosidin, U., Herliani, D., & Viyanti. (2023). Development of Assessment Instruments in Project-Based Learning to Measure Students Scientific Literacy and Creative Thinking Skills on Work and Energy Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4484–4494.
- Safithri, D. L., & Muchlis, M. (2022). Implementasi Pembelajaran Berbasis Assessment for Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 547–555.
- Scoular, C., Duckworth, D., Heard, J., & Ramalingam, D. (2020). Collaboration: Skill Development Framework. *Acer*, 1(1), 1–19.
- Sihombing, J. T., Ratmaningsih, N., & Supriadi, A. (2024). Project Based Learning berorientasi Education for Sustainable Development: Peran guru IPS dalam meningkatkan komunikasi dan kolaborasi siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4 Nopember), 4893–4902.
- Slamet, R., & Wahyuningsih, S. (2022). Validasi Dan Reliabilitas Terhadap Instrumen Kepuasan Ker. *Aliansi : Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 17(2), 51–58.
- Subehi, R., & Sriyanto, S. (2021). Implementasi Assessment Of, For, dan As Learning dalam Pembelajaran Daring PAI di SMPN 8 Purwokerto. *Alhamra Jurnal Studi Islam*, 2(2), 111.
- Sufya, S., Atho'urrohman, W., Zuriyah, I. A., & Basith, A. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian Non Tes Kurikulum Merdeka Pada Pendidikan Dasar. *Tunas: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 8(2), 40–46.
- Sumintono, B., Islam, U., Indonesia, I., Widhiarso, W., & Mada, U. G. (2015). *RasCH. October*.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2013). *Aplikasi Model Rasch Untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*.
- Tatang Mulyana, Surti Kurniasih, & Didit Ardianto. (2021). Assessment for Learning: Changes in the Role of Assessment in Learning. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 2(5), 580–589.
- Tunnisa, F., Adnan, A., & Daud, F. (2022). Kepraktisan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Pendekatan Sains. *Jurnal Amal Pendidikan*, 3(3), 189.
- Viyanti, V., Rosidin, U., & Shintya, R. E. (2022). Collaborative and Problem Solving Instruments in Project-Based Physics Learning. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 96–108.

- Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(1), 75–82.
- Yuliana, N., Desnita, D., Akmam, A., & Emiliannur, E. (2024). Pengaruh Penggunaan Video Pembelajaran Fluida Berbasis Kontekstual Terhadap Kemampuan Kolaborasi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1284–1291.