

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN BERBASIS MULTI
REPRESENTASI BERBANTUAN *THUNKABLE* UNTUK
MENGUKUR KETERAMPILAN ARGUMENTASI
PADA MATERI FLUIDA STATIS**

(Tesis)

Oleh

EMI GUSTINA

NPM 2423022008



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN BERBASIS MULTI REPRESENTASI BERBANTUAN *THUNKABLE* UNTUK MENGUKUR KETERAMPILAN ARGUMENTASI PADA MATERI FLUIDA STATIS

Oleh

EMI GUSTINA

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan instrumen penilaian yang mampu mengukur keterampilan argumentasi peserta didik melalui berbagai bentuk representasi dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi fluida statis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable yang valid, reliabel, dan praktis untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Instrumen yang dikembangkan berupa tes esai berbasis multi representasi yang mengintegrasikan representasi verbal, matematis, visual, dan grafik, serta dilengkapi dengan rubrik penilaian keterampilan argumentasi berdasarkan pola argumentasi Toulmin. Validitas instrumen dinilai melalui validasi ahli dan uji validitas empiris menggunakan model Rasch dengan bantuan perangkat lunak WINSTEPS, reliabilitas dan kepraktisan turut dianalisis. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 20 butir soal yang dikembangkan, sebanyak 19 butir dinyatakan fit dan valid berdasarkan kriteria *Outfit Mean Square* (MNSQ), *Outfit Z-Standard* (ZSTD), dan *Point Measure Correlation*, sementara 1 butir soal memerlukan revisi. Uji reliabilitas menghasilkan nilai alpha Cronbach sebesar 0,93 dengan nilai *person reliability* sebesar 0,88 dan *item reliability* sebesar 0,82 yang menunjukkan konsistensi instrumen dengan kategori baik. Uji kepraktisan menunjukkan persentase sebesar 95% berdasarkan persepsi guru dan 90% berdasarkan keterbacaan peserta didik, dengan rata-rata keseluruhan 93% yang termasuk kategori sangat praktis. Dengan demikian, instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, reliabel, dan praktis, sehingga layak digunakan untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik pada materi fluida statis.

Kata kunci: Instrumen Penilaian, Multi Representasi, *Thunkable*, Keterampilan Argumentasi, Fluida Statis.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A MULTI-REPRESENTATION-BASED ASSESSMENT INSTRUMENT ASSISTED BY THUNKABLE TO MEASURE ARGUMENTATION SKILLS IN STATIC FLUIDS

By

EMI GUSTINA

This study was motivated by the need for an assessment instrument capable of measuring students' argumentation skills through various forms of representation in physics learning, particularly in static fluid material. This study aims to develop a valid, reliable, and practical multi-representation-based assessment instrument assisted by Thunkable to measure students' argumentation skills. This study is a research and development study using the ADDIE model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The instrument developed is a multi-representation-based essay test that integrates verbal, mathematical, visual, and graphic representations, and is equipped with an argumentation skills assessment rubric based on the Toulmin argumentation pattern. The validity of the instrument was assessed through expert validation and empirical validity testing using the Rasch model with the help of WINSTEPS software, while reliability and practicality were also analyzed. The analysis results showed that of the 20 items developed, 19 items were declared fit and valid based on the Outfit Mean Square (MNSQ), Outfit Z-Standard (ZSTD), and Point Measure Correlation criteria, while 1 item required revision. The reliability test produced a Cronbach's alpha value of 0.93 with a person reliability value of 0.88 and an item reliability of 0.82, indicating good consistency of the instrument. The practicality test showed a percentage of 95% based on teachers' perceptions and 90% based on students' readability, with an overall average of 93%, which is classified as very practical. Thus, the Thunkable-assisted multi-representation-based assessment instrument developed meets the criteria of validity, reliability, and practicality, making it suitable for measuring students' argumentation skills in static fluid material.

Keywords: *Assessment Instruments, Multi-Representation, Thunkable, Argumentation Skills, Static Fluids.*

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN BERBASIS MULTI
REPRESENTASI BERBANTUAN *THUNKABLE* UNTUK
MENGUKUR KETERAMPILAN ARGUMENTASI
PADA MATERI FLUIDA STATIS**

Oleh

EMI GUSTINA

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA**

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam**



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Tesis

**: PENGEMBANGAN INSTRUMEN
PENILAIAN BERBASIS MULTI
REPRESENTASI BERBANTUAN
THUNKABLE UNTUK MENGUKUR
KETERAMPILAN ARGUMENTASI PADA
MATERI FLUIDA STATIS**

Nama Mahasiswa

: Emi Gustina

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2423022008

Program Studi

: Magister Pendidikan Fisika

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Viyanti, M.Pd.

NIP. 19800330 200501 2 001


Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.


NIP. 19650616 199102 2 001

2. Mengetahui Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

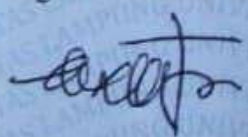
Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi

Magister Pendidikan Fisika


Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

NIP. 19670808 199103 2 001


Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.

NIP. 19631215 199102 1001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Viyanti, M.Pd.

Sekretaris : Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.

Penguji Anggota : Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.

Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP. 19870506 201404 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP. 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 29 Januari 2026

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah :

Nama : Emi Gustina
NPM : 2423022008
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika
Alamat : Jl. Hi. Agus Salim No.109 Bandar Jaya Barat, Terbanggi
Besar, Lampung Tengah

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister disuatu 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, Januari 2026



Emi Gustina
2423022008

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap Emi Gustina penulis dilahirkan di Krui pada tanggal 13 Agustus 1984. Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak M. Djafilus (Alm) dan Ibu Rohaya. Penulis merupakan putrin keempat dari 5 bersaudara.

Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 3 Pesisir Tengah Krui dan lulus pada tahun 1996. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Pesisir Tengah Krui dan lulus pada tahun 1999. Selanjutnya, pada tahun 1999 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Pesisir Tengah Krui dan lulus pada tahun 2002. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung melalui Jalur Penelusuran Kemampuan Akademik dan Bakat (PKAB) dan lulus sebagai Sarjana Pendidikan pada tahun 2006. Kemudian pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikan S2 di Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Pada tahun 2009 Penulis diterima sebagai PNS untuk Guru SMA dan di tempatkan di SMA Negeri 1 Karya Penggawa Pesisir Barat. Pada tahun 2012 mutasi ke SMA Negeri 1 Seputih Agung Lampung Tengah hingga saat ini.

Pengalaman menulis yang pernah dilakukan penulis selama menempuh pendidikan S2 di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung yaitu, pada bulan Mei sampai dengan November mengikuti Penelitian Tesis Mahasiswa program dari Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementrian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi bersama Ibu Dr. Viyanti, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I Tesis.

MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.”

(QS. Al-Mujādilah: 11)

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lainnya.”

(HR. Muslim)

“Apapun hasil akhirnya, berjuanglah dengan sepenuh kemampuan, sebab tidak akan ada penyesalan ketika seluruh proses telah dijalani dengan sungguh-sungguh.”

(Emi Gustina)

PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Sebagai ungkapan rasa syukur serta tanda bakti dan kasih sayang yang tulus, karya tulis ini penulis persembahkan kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta, Bapak M.Djafilus (Alm) dan Ibu Rohaya, atas ketulusan doa, keringat, air mata, serta kasih sayang yang tiada henti, yang senantiasa menjadi sumber dorongan bagi keberhasilan dan kebahagiaan penulis.
2. Anak-anakku tersayang, Tsabita Jihan Almira, Tsamara Ufaira Azka dan Muhammad Tsaqif Wijaya Hakim, buah hati tercinta yang senantiasa menjadi penyemangat hidup, serta sumber motivasi, inspirasi, dan doa dalam setiap langkah penulis.
3. Suamiku tercinta, Redy Fransiska yang selalu memberikan dukungan, perhatian, dan semangat kepada penulis. Terimakasih sayang, engkau selalu ada untukku
4. Keluarga besar tersayang, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan tanpa henti kepada penulis.
5. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil‘alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Multi Representasi Berbantuan *Thinkable* Untuk Mengukur Keterampilan Argumentasi pda Materi Fluida Statis”. Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis telah memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
4. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
5. Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika.
6. Dr Viyati, M.Pd., selaku Pembimbing akademik sekaligus pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama menyusun tesis ini.
7. Prof. Dr. Kartini Herlina, selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.

8. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembahas I dan Validator produk yang banyak memberikan bimbingan, saran, semangat, motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis.
9. Dr. Fatkhur Rohman, S.Pd., M.Pd., selaku Pembahas 2 yang banyak memberikan bimbingan, saran, semangat, motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis.
10. Dr. Rangga Firdaus, M.Kom., selaku Validator produk yang banyak memberikan saran dan masukan yang bersifat positif dan membangun.
11. Ibu Sulistiani, M.Pd., selaku praktisi ahli pada uji validasi produk dan penilai penilai persepsi penggunaan produk, terimakasih atas waktu dan sarannya.
12. Seluruh Dosen, Staf, dan Karyawan FKIP Universitas Lampung, khususnya Program Studi Magister Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pemahaman, dan pelayanan selama proses perkuliahan.
13. Dewan guru serta siswa-siswi SMAN 1 Seputih Agung, SMAN 1 Kota Gajah, SMAN 15 Bandar Lampung, SMAN 1 Kebun Tebu Lampung Barat, dan SMAN 1 Baradatu Way Kanan atas bantuan dan kerjasamanya
14. Seluruh teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan Fisika angkatan 2024 dan semua pihak yang telah membantu perjuangan terselesaikannya tesis ini

Bandar Lampung, Januari 2026

Emi Gustina, S.Pd
2423022008

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Instrumen Penilaian	9
2.2 Multi Representasi	16
2.3 Keterampilan Argumentasi	18
2.4 Thunkable	22
2.5 Materi Fluida.....	23
2.6 Penelitian yang Relevan.....	26
2.7 Kerangka Berpikir.....	28
III. METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian	31
3.2 Tahapan penelitian.....	32
3.3 Subjek Penelitian	36
3.4 Prosedur Pengembangan.....	37
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.5 Teknik Analisis Data.....	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil	45
4.2 Pembahasan.....	95
V. SIMPULAN DAN SARAN	102
5.1 Simpulan	102
5.2 Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN	110

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Kerangka analisis untuk menentukan kualitas argumentasi menurut Chen dan She.....	21
2 Penelitian yang relevan	26
3. Skala Likert pada angket kevalidan	40
4. Konversi skor penilaian kevalidan	40
5. Kriteria alpha Cronbach	41
6. Kriteria item Reliability dan person Reliability	42
7. Skala Likert pada angket kepraktisan	42
8. Konversi skor penilaian kepraktisan produk	43
9. Rubrik Jawaban Penilaian Argumentasi dan kategorinya.....	43
10. Kriteria konversi data Kuantitatif dan kualitatif	44
11. Kategori keterampilan argumentasi	44
12. Contoh catatan siswa pada materi fluida.....	53
13. Draf Hasil Pengembangan Instrumen Penilaian	58
14. Draf Hasil Pengembangan Instrumen Penilaian diIntegrasikan kedalam Platform Thunkable	64
15. Hasil Validasi Produk (Instrumen Cetak)	67
16. Hasil Validasi Produk (Media)	67
17. Rangkuman Saran dan Perbaikan dari Validator	68
18. Hasil Rata-rata Uji Keterbacaan Peserta Didik	69
19. Analisis Item Fit pada Instrumen Penilaian Berbasis Multi Representasi	72
20. Analisis Alpha Cronbach dan Person Reliability Instrumen Penilaian Berbasis Multi Representasi.....	74
21. Analisis Item, Reliability Instrumen Penilaian Berbasis Multi Representasi	75
22. Hasil rata-rata Kepraktisan Produk	76
23. Distribusi frekuensi keterampilan berargumentasi.....	78
24. Item Measure.....	81
25. Item Statistic.....	82
26. DIF class Spesification (Jenis Sekolah & butir soal).....	82
27. DIF class Spesification (Jenis kelamin & butir soal).....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pola Toulmin's Argument Pattern (TAP)	20
2. Skema kerangka berpikir	30
3. Pendekatan Sequential Embedded Design	31
4. Tahapan Penelitian	33
5. Desain Pengembangan ADDIE.....	38
6. Tampilan Produk Instrumen.....	45
7. Hasil analisis kebutuhan Guru	46
8. Contoh pertanyaan dalam topik fluida	48
9. Hasil analisis kebutuhan siswa.....	50
10. Desain Produk Pengembangan.....	57
11. Sebaran abilitas siswa	79
12. Sebaran tingkat kesulitn item	80
13. Contoh Jawaban siswa1 pada soal no.1	85
14. Contoh Jawaban siswa2 pada soal no.1	86
15. Contoh Jawaban siswa1 pada soal no.2	88
16. Contoh Jawaban siswa2 pada soal no.2	89
17. Contoh Jawaban siswa1 pada soal no.8	92
18. Contoh Jawaban siswa2 pada soal no.8	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	110
2. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	117
3. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	124
4. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik	137
5. Lembar Instrumen Validasi Ahli.....	148
6. Lembar Instrumen Validasi Medis.....	153
7. Rekapitulasi hasil uji validitas produk instrumen	157
8. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Media.....	158
9. Lembar Instrumen Persepsi Guru.....	160
10. Lembar Hasil Uji Persepsi Guru	162
11. Rekapitulasi Hasil Uji Persepsi Guru.....	166
12. Lembar Instrumen Uji Keterbacaan Peserta Didik	167
13. Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan Peserta Didik.....	169
14. Rekapitulasi Hasil Analisis Keterampilan Argumentasi Peserta Didik	171
15. Surat Izin Penelitian	174
16. Surat Balasan Penelitian.....	177
17. Produk Instrumen Penilaian Berbasis Multi Representasi	180
18. Dokumentasi	243

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendidikan abad ke-21 menuntut perubahan fundamental dalam sistem pembelajaran guna menyiapkan peserta didik menghadapi tantangan globalisasi dan kompleksitas kehidupan masa depan. Integrasi kompetensi abad ke-21 yang dirumuskan sebagai 6C, yaitu *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, *communication*, *citizenship*, dan *character* menjadi sangat penting untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Kompetensi tersebut tidak hanya meningkatkan kapasitas kognitif peserta didik, tetapi juga membentuk pribadi yang adaptif, komunikatif, dan berdaya saing tinggi (Shabrina & Astuti, 2022). Sejalan dengan itu, keterampilan argumentasi ilmiah merupakan salah satu kompetensi berpikir kritis yang krusial dalam pembelajaran sains, termasuk fisika (Ishaq, Mulyani, dkk., 2021)

Praktik berargumentasi merupakan inti dari kegiatan ilmiah dan berperan penting dalam konstruksi serta justifikasi pengetahuan sains, termasuk pada bidang fisika. Jiménez-Aleixandre dan Erduran (2007) menyatakan bahwa proses ini melibatkan penyusunan klaim yang didukung oleh bukti dan alasan logis, serta perlu dikembangkan secara eksplisit melalui pendidikan sains. Pada pembelajaran fisika, kemampuan berargumentasi membantu siswa mengaitkan konsep-konsep abstrak dengan penalaran berbasis bukti, misalnya ketika menjelaskan hubungan antara tekanan, gaya, dan luas bidang pada konsep fluida statis. Akan tetapi, pembelajaran fisika di sekolah umumnya masih menekankan penguasaan rumus dan prosedur perhitungan, sehingga peluang siswa untuk mengembangkan kemampuan tersebut menjadi terbatas. Oleh karena itu, kemampuan menyusun argumen yang logis dan berbasis data merupakan bagian penting dari cara berpikir ilmiah yang perlu dikembangkan serta diukur melalui pembelajaran yang terarah

dan penilaian yang sesuai (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Kompetensi tersebut merupakan keterampilan kognitif yang bersifat kompleks karena menuntut kemampuan menghubungkan teori dengan bukti empiris serta melibatkan proses berpikir kritis (Hilalah R et al., 2023). Pada peserta didik, kemampuan ini tercermin melalui kecakapan menjelaskan fenomena ilmiah berdasarkan data, landasan teori, dan penalaran yang valid untuk mendukung penjelasan yang diajukan (Samosa, 2021). Kemampuan berargumentasi tersusun atas beberapa komponen utama, meliputi klaim, bukti atau data, dan justifikasi. Klaim merujuk pada pernyataan yang diajukan sebagai jawaban terhadap suatu permasalahan, sedangkan bukti atau data berupa informasi yang dikumpulkan dan dianalisis untuk mendukung pernyataan tersebut. Selanjutnya, justifikasi dibangun melalui penalaran yang valid yang menghubungkan bukti atau data dengan klaim secara logis berdasarkan prinsip dan konsep ilmiah. Penalaran tersebut menjelaskan relevansi antara bukti dan klaim sehingga argumen yang disusun menjadi dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Berland & McNeill, 2010).

Pendekatan multi representasi menjadi salah satu solusi yang relevan untuk mengembangkan keterampilan argumentatif. Hal ini didukung oleh berbagai penelitian yang menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir siswa. Penelitian oleh Safriyanti (2020) menerapkan pembelajaran multi representasi pada materi fluida statis di kelas XI MAN 2 Bojonegoro, hasilnya menunjukkan peningkatan skor rata-rata nilai siswa. Selain itu, penelitian Ramadanty dkk. (2021) menunjukkan bahwa e-modul fisika berbasis *multiple representation* dinyatakan layak dan memiliki karakteristik yang mendukung keterampilan pemecahan masalah peserta didik. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan bahan ajar, sehingga pengembangan instrumen penilaian berbasis multi representasi untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik belum menjadi fokus kajian.. Multi representasi mencakup berbagai bentuk penyajian informasi seperti representasi verbal, grafis, matematis, dan simbolis, yang masing-masing memiliki kelebihan dalam membantu siswa memahami konsep kompleks (Ainsworth, 2006). Representasi ini tidak hanya memfasilitasi pemahaman siswa

terhadap konsep fisika tetapi juga memungkinkan mereka untuk menyusun argumen yang lebih lengkap dan terstruktur. Namun, dalam konteks penilaian, penggunaan multi representasi masih relatif jarang. Multi representasi menjadi entitas untuk mengeksplorasi kemampuan siswa untuk mengungkap pemahaman konsep, pola pikir, dan kekuatan imajinatif mereka terhadap masalah yang dihadapi melalui berbagai perspektif. Variasi representasi yang terdiri dari representasi verbal (kalimat/kata), diagram (menggambar sketsa), grafik, dan matematika dapat saling berfluktuasi untuk menghasilkan kemampuan multi representasi (Kusumawati dkk., 2019)

Keterampilan argumentasi dapat dipetakan dengan instrumen yang mengacu pada skema Toulmin. Mengembangkan instrumen argumentasi terdapat beberapa model salah satunya Toulmin's Argument Pattern. Menurut model Toulmin's Argument Pattern aspek argumentasi meliputi claim, data, warrant, backing, rebuttal, dan qualifier (Putri, 2020). Claim merupakan pernyataan yang dikemukakan oleh siswa, data yaitu bukti atau fakta yang ditemukan pada permasalahan, warrant fakta yang mendukung dari claim, backing atau pendukung untuk mendukung warrant, rebuttal pernyataan yang bertolak belakang dengan argumen atau claim, dan qualifier frase yang menyatakan ada macam-macam derajat kepastian atau kemungkinan kualitas sebuah claim (Berlian dkk, 2021).

Penilaian memiliki peran penting dalam pembelajaran Fisika karena berfungsi untuk mengetahui kemampuan siswa dalam mencapai kompetensi dasar, serta memberikan umpan balik bagi guru untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran (Safitri dkk., 2025; Andayani & Madani, 2023). Asesmen dipahami sebagai salah satu bentuk penilaian yang termasuk ke dalam komponen evaluasi pembelajaran (Uno, 2013). Melalui asesmen, guru dapat menilai kemampuan dan hasil belajar siswa sekaligus mengidentifikasi tingkat mutu hasil pendidikan. Agar siswa dapat mengikuti pembelajaran secara serius, guru perlu memilih metode penilaian yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik mereka; penilaian karakteristik siswa membantu guru memahami kebutuhan siswa secara individual sehingga pemilihan metode dapat lebih efektif (Destiany & Robandi, 2023).

Perkembangan teknologi juga memungkinkan asesmen berbasis digital menjadi lebih interaktif dan adaptif. Thunkable, sebagai platform pengembangan aplikasi berbasis no-code, dapat dimanfaatkan untuk merancang instrumen penilaian digital yang fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik (Nikmah et al., 2024). Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa asesmen berbasis aplikasi mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam evaluasi dan memberikan umpan balik yang lebih cepat serta akurat dibandingkan dengan metode konvensional (Permatasari *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable guna mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis.

Berdasarkan observasi melalui instrumen analisis kebutuhan melalui google form dalam pembelajaran fisika materi Fluida, yang terdiri dari 34 orang guru fisika SMA se provinsi Lampung dengan rata-rata mengajar 1 – 32 tahun menunjukkan bahwa 91% guru menyatakan menghadapi kendala dalam menilai keterampilan berargumentasi siswa dalam pembelajaran fluida 41,2% karena jaranganya melakukan penilaian berbasis argumentasi, 44% keterbatasan menggunakan berbagai representasi (verbal, visual, simbolik) dalam pembelajaran pembelajaran konsep fluida. Padahal pada materi ini seharusnya penggunaan berbagai representasi (multi representasi) mencakup berbagai bentuk penyajian informasi seperti representasi verbal, grafis, matematis, dan simbolis, yang masing-masing memiliki kelebihan dalam membantu siswa memahami konsep yang kompleks. Adapun beberapa kesulitan siswa 94% menurut guru yaitu kesulitan memahami konsep fluida, siswa sulit menghubungkan argument ilmiah dengan data atau konsep dalam materi fluida. Siswa belum terbiasa menggunakan berbagai representasi (verbal, visual, matematis) dalam menjelaskan konsep sains, khususnya fluida. Siswa hanya terbiasa menggunakan satu representasi sehingga ketika terdapat berbagai representasi (multi representasi), siswa mengalami kesulitan.

Guru melakukan penilaian kemampuan argumentasi siswa, tetapi tidak memiliki instrumen penilaian yang tersusun hanya sebatas meminta penjelasan dari jawaban siswa tanpa ada rubrik yang jelas. Model pembelajaran yang digunakan saat di kelas kurang mendukung siswa berargumentasi dengan baik menjadi salah satu faktornya. Berdasarkan analisis kebutuhan ini, 96% guru membutuhkan instrumen penilaian yang lebih valid dan reliabel untuk mengukur keterampilan argumentasi ilmiah siswa terutama dalam pembelajaran fluida yang mengandung banyak konsep abstrak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana instrumen penilaian berbasis multi representasi dengan berbantuan *Thunkable* yang valid untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis?
2. Bagaimana validitas empiris dan reliabilitas instrumen penilaian berbasis Multi Representasi dengan berbantuan *Thunkable* untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis?
3. Bagaimana kepraktisan instrumen penilaian berbasis Multi Representasi dengan berbantuan *Thunkable* yang untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, maka tujuan penelitian pengembangan ini sebagai berikut:

1. Mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi dengan berbantuan *Thunkable* yang valid untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis.
2. Mendeskripsikan validitas empiris dan reliabilitas instrumen penilaian berbasis multi representasi dengan berbantuan *Thunkable* untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis.

3. Mendeskripsikan kepraktisan instrumen penilaian berbasis multi representasi dengan berbantuan *Thunkable* yang valid untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi peningkatan kualitas dan pengembangan pembelajaran fisika materi fluida statis baik bagi siswa, guru, dunia pendidikan, maupun peneliti, antara lain:

1. Bagi Siswa, membantu mengukur keterampilan argumentasi siswa melalui pendekatan multi representasi pada materi fluida statis.
2. Bagi guru, membantu guru dalam mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis melalui instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thunkable*
3. Bagi Dunia Pendidikan, membantu menyediakan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thunkable* untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa
4. Bagi peneliti, memberikan kontribusi pada pengembangan instrumen penilaian berbasis multirepresentasi berbantuan *Thunkable* untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan instrumen dalam penelitian ini adalah produk instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *thinkable* untuk mengukur keterampilan argumentasi pada materi fluida statis yang terdiri dari kisi-kisi, instrumen kunci jawaban, dan rubrik penskoran.
2. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap pengembangan yaitu *Analisis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*.
3. Instrumen penilaian yang dikembangkan menggunakan pendekatan multi representasi, meliputi representasi verbal, matematis, grafis, dan simbolis.

Representasi ini digunakan untuk menguji kemampuan siswa dalam mengintegrasikan berbagai bentuk informasi dalam menyusun argumen. Jumlah representasi yang ditampilkan dalam soal minimal 2 representasi.

4. Fokus kemampuan yang diukur adalah kemampuan argumentasi ilmiah, yang mencakup penyusunan klaim, penggunaan data pendukung, pembenaran ilmiah, dan penyanggahan. Instrumen Penilaian ini dikembangkan berdasarkan prinsip validitas dan reliabilitas, serta kepraktisan untuk memastikan kualitasnya.
5. Materi yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah materi Fluida Statis pada tingkat SMA, meliputi tekanan hidrostatik, hukum Pascal, hukum Archimedes, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Materi ini dipilih karena relevan untuk mengembangkan keterampilan berpikir dan argumentasi siswa.
6. Instrumen dikembangkan menggunakan Thunkable, platform pengembangan aplikasi mobile berbasis visual, untuk mendukung penggunaan yang interaktif dan praktis melalui perangkat seluler.
7. Validitas uji ahli pengembangan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *thinkable* dilakukan oleh satu Dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dengan kualifikasi lulusan doktor (S3), satu dosen Pendidikan Teknologi & Informatika (PTI) dengan kualifikasi lulusan doktor (S3) dan satu guru dari SMAN 15 Bandar Lampung dengan kualifikasi lulusan Magister (S2)
8. Uji coba terbatas dalam penelitian ini diberikan kepada 55 peserta didik kelas XII SMAN 1 Seputih Agung. Uji coba terbatas ini bertujuan untuk memperoleh informasi awal mengenai keterbacaan, kejelasan instrumen, serta kelayakan teknis aplikasi Thunkable dalam menyajikan instrumen penilaian berbasis multi representasi pada materi Fluida Statis, serta sebagai dasar perbaikan instrumen sebelum dilakukan uji coba yang lebih luas..
9. Uji coba luas dalam penelitian ini diberikan kepada 113 peserta didik kelas XII yang berasal dari beberapa sekolah, yaitu SMAN 1 Kota Gajah Lampung Tengah, SMAN 15 Bandar Lampung, SMAN 1 Kebun Tebu Lampung Barat, SMAN 1 Baradatu Way Kanan, dan SMAN 1 Kedondong Pesawaran.

Uji coba luas ini bertujuan untuk memperoleh data empiris yang lebih komprehensif terkait validitas, reliabilitas, dan kepraktisan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable dalam mengukur keterampilan argumentasi pada materi Fluida Statis, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar penentuan kelayakan akhir instrumen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instrumen Penilaian

Instrumen penilaian merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suatu objek ukur atau mengumpulkan data dari variabel tertentu secara sistematis dan terarah. Dalam konteks pembelajaran fisika, instrumen penilaian berperan penting untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai pencapaian kompetensi peserta didik, baik dari aspek pengetahuan, keterampilan, maupun proses berpikir ilmiah. Penilaian tidak hanya berorientasi pada hasil belajar akhir, tetapi juga harus mampu merekam proses penalaran siswa dalam memahami konsep dan menyelesaikan permasalahan fisika. Oleh karena itu, pengembangan instrumen penilaian perlu disesuaikan dengan karakteristik kompetensi yang akan diukur, termasuk keterampilan berpikir tingkat tinggi dan argumentasi ilmiah.

Dalam kegiatan pengumpulan data penelitian, peneliti atau guru dapat menggunakan instrumen yang telah baku, instrumen yang telah tersedia, maupun instrumen yang dikembangkan sendiri sesuai dengan tujuan dan kebutuhan penelitian (Rosidin, 2017). Instrumen penilaian dapat berupa tes maupun non-tes (Hutabarat, 2004). Tes merupakan teknik pengukuran yang di dalamnya terdapat seperangkat pertanyaan, pernyataan, atau tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik untuk mengukur kemampuan, pengetahuan, dan keterampilan tertentu (Hermawan, 2019). Dalam penelitian ini, instrumen tes dikembangkan dalam bentuk soal uraian terbuka yang dirancang untuk mengungkap kemampuan argumentasi siswa, sehingga memungkinkan siswa menyusun klaim, menyajikan data atau bukti, serta memberikan alasan ilmiah berdasarkan konsep fluida statis.

Berdasarkan fungsinya, alat evaluasi pembelajaran dibedakan menjadi tes diagnostik, tes formatif, dan tes sumatif (Widoyoko, 2012). Selain itu, tes juga dapat diklasifikasikan menjadi tes seleksi, tes awal, tes akhir, tes diagnostik, tes

formatif, dan tes sumatif (Herman, 2021). Dalam penelitian pengembangan ini, instrumen penilaian berfungsi sebagai alat untuk mengevaluasi keterampilan argumentasi siswa setelah mengikuti pembelajaran materi fluida statis. Instrumen yang dikembangkan disajikan dalam bentuk multi representasi, seperti teks, gambar, diagram, dan persamaan matematis, serta diimplementasikan melalui aplikasi berbantuan Thunkable. Dengan demikian, instrumen penilaian tidak hanya mengukur penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan siswa dalam mengaitkan berbagai representasi dan menyusun argumentasi ilmiah secara logis dan sistematis. Instrumen penilaian yang baik diharapkan mampu mengukur aspek yang seharusnya diukur secara valid dan reliabel sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik materi fluida statis.

2.1.1 Langkah-Langkah Penyusunan Instrumen Penilaian

Penyusunan instrumen penilaian merupakan proses sistematis yang harus dilakukan secara terencana agar instrumen yang dihasilkan mampu mengukur kompetensi yang dituju secara valid dan reliabel. Pengembangan instrumen penilaian tidak dapat dilakukan secara sembarangan, tetapi harus mengikuti tahapan yang jelas mulai dari penentuan tujuan hingga evaluasi kualitas instrumen secara empiris (Widoyoko, 2018; Retnawati, 2016).

Langkah pertama dalam penyusunan instrumen penilaian adalah menentukan tujuan penilaian dan konstruk yang akan diukur. Penentuan konstruk menjadi dasar utama dalam pengembangan instrumen karena berkaitan langsung dengan kompetensi yang hendak diungkap. Dalam konteks pembelajaran sains, konstruk yang diukur dapat berupa keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk keterampilan argumentasi ilmiah (Retnawati, 2016; Osborne et al., 2019). Pada penelitian ini, konstruk yang diukur adalah keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis.

Langkah kedua adalah merumuskan indikator pencapaian kompetensi. Indikator disusun secara operasional agar dapat diamati dan diukur melalui butir instrumen. Indikator keterampilan argumentasi umumnya disusun dengan mengacu pada kerangka argumentasi ilmiah, seperti Toulmin Argumentation Pattern yang

mencakup komponen klaim, data, alasan (warrant), dan sanggahan (Toulmin, 2003; Sampson & Clark, 2008; Erduran et al., 2019). Indikator ini menjadi acuan dalam penyusunan soal dan rubrik penilaian.

Langkah ketiga adalah menentukan bentuk dan format instrumen penilaian. Pemilihan bentuk instrumen harus disesuaikan dengan karakteristik kompetensi yang diukur. Keterampilan argumentasi lebih tepat diukur menggunakan instrumen tes berbentuk uraian atau tugas kinerja, karena memungkinkan peserta didik mengemukakan penalaran dan bukti secara terbuka (Widoyoko, 2018; Jonassen & Cho, 2020). Dalam penelitian ini, instrumen dirancang berbasis multi representasi dengan memadukan teks, gambar, diagram, dan persamaan fisika yang disajikan melalui aplikasi berbantuan Thunkable.

Langkah keempat adalah menyusun butir instrumen dan rubrik penilaian. Penyusunan butir soal dilakukan dengan memperhatikan kesesuaian antara stimulus, tuntutan jawaban, dan indikator yang telah ditetapkan. Rubrik penilaian disusun secara analitik untuk menilai kualitas setiap komponen argumentasi siswa secara objektif dan konsisten (Brookhart, 2018; Arends, 2020). Rubrik sangat penting dalam penilaian argumentasi karena membantu meningkatkan konsistensi penskoran dan kejelasan kriteria penilaian.

Langkah kelima adalah melakukan validasi instrumen. Validasi bertujuan untuk memastikan kesesuaian instrumen dari aspek isi, konstruksi, dan bahasa. Validasi isi umumnya dilakukan melalui expert judgment dengan melibatkan ahli materi, ahli evaluasi, dan praktisi pendidikan (Retnawati, 2016; Azwar, 2020). Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk merevisi instrumen sebelum dilakukan uji coba.

Langkah keenam adalah melaksanakan uji coba instrumen. Uji coba dilakukan untuk memperoleh data empiris mengenai kualitas butir instrumen. Melalui uji coba terbatas maupun luas, peneliti dapat menganalisis karakteristik butir, seperti tingkat kesukaran, daya pembeda, serta konsistensi respon peserta didik. Analisis statistik modern, seperti model Rasch, banyak digunakan dalam pengembangan

instrumen untuk menilai validitas dan reliabilitas secara lebih akurat (Bond & Fox, 2015; Boone et al., 2019).

Langkah terakhir adalah melakukan revisi dan penyempurnaan instrumen. Revisi dilakukan berdasarkan hasil validasi ahli dan analisis data uji coba. Butir yang belum memenuhi kriteria kualitas diperbaiki atau dieliminasi agar instrumen yang dihasilkan benar-benar layak digunakan sebagai alat ukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis (Widoyoko, 2018; Retnawati, 2016).

2.1.2 Bentuk Instrumen Penilaian dalam Penelitian

Bentuk instrumen penilaian yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah instrumen tes uraian terbuka berbasis multi representasi. Tes uraian dipilih karena mampu mengungkap kedalaman pemahaman konsep serta kualitas argumentasi ilmiah siswa secara lebih komprehensif dibandingkan tes objektif. Melalui tes uraian, siswa diberi kesempatan untuk menyusun klaim, menggunakan data atau bukti, serta memberikan alasan ilmiah berdasarkan konsep fluida statis (Brookhart, 2018; Osborne et al., 2019).

Instrumen penilaian dirancang berbasis multi representasi dengan memadukan berbagai bentuk representasi, seperti teks verbal, gambar, diagram, grafik, dan persamaan matematis. Pendekatan multi representasi relevan dalam pembelajaran fisika karena konsep fluida statis bersifat abstrak dan membutuhkan berbagai representasi untuk dipahami secara utuh. Penggunaan multi representasi dalam instrumen penilaian memungkinkan pengukuran kemampuan siswa dalam menginterpretasi, menghubungkan, dan mentransformasikan berbagai representasi dalam menyusun argumentasi ilmiah (Ainsworth, 2006; Munfaridah, 2021).

Setiap butir instrumen disajikan dalam bentuk permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan fenomena fluida statis, seperti tekanan hidrostatik, hukum Pascal, dan hukum Archimedes. Stimulus soal berfungsi sebagai sumber data atau bukti yang dapat digunakan siswa dalam membangun argumentasi ilmiah. Untuk menilai jawaban siswa, instrumen dilengkapi dengan rubrik penilaian analitik berbasis *Toulmin Argumentation Pattern* yang mencakup komponen klaim, data, alasan, dan sanggahan.

Instrumen penilaian dalam penelitian ini diimplementasikan secara digital berbantuan aplikasi Thunkable. Pemanfaatan Thunkable memungkinkan penyajian instrumen secara interaktif, penyajian multi representasi dalam satu tampilan, serta pengumpulan respon siswa secara sistematis. Instrumen penilaian berbasis digital dinilai lebih praktis dan autentik dalam mengukur keterampilan berpikir kompleks, termasuk keterampilan argumentasi ilmiah (Viyanti et al., 2022; Budiono & Hatip, 2023).

Dengan demikian, instrumen penilaian yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan instrumen tes uraian terbuka berbasis multi representasi, dilengkapi rubrik penilaian argumentasi ilmiah, dan diimplementasikan melalui aplikasi Thunkable untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis secara valid dan reliabel.

2.1.3 Prinsip-prinsip Membuat Instrumen Penilaian

Prinsip-prinsip yang harus dilakukan ketika membuat instrumen penilaian (Brown dan Abeywickrama, 2010) yaitu: Validitas, Reliabilitas dan Kepraktisan

1). Validitas

Validitas menyatakan ketepatan suatu instrumen untuk dapat mengukur dan menilai apa yang ingin dinilai. Suatu instrumen soal tes dinyatakan valid apabila dapat menghasilkan data yang dapat mengukur tujuan pengembangan indikator keterampilan yang telah ditentukan (Brown dan Abeywickrama, 2010). Cara menetapkan validitas terdiri atas validitas ahli dan validitas empiris. Suatu instrumen penilaian dikatakan memiliki validitas expert apabila butir-butir soal secara logis dapat mengukur apa yang hendak diukur. Validitas instrumen expert dilakukan dengan meminta pendapat ahli (*expert judgement*). Ahli yang dilibatkan yaitu dosen dan guru di bidang yang berkaitan dengan instrumen yang diuji. Hasil penilaian ahli digunakan untuk merevisi instrumen. Validitas empiris dilakukan setelah siswa mengerjakan tes yang sedang diuji, dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tes dapat mengukur apa yang hendak diukur.

2). Reliabilitas

Sebuah tes hasil belajar dapat dinyatakan reliabel apabila hasil-hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan tes tersebut secara berulang kali terhadap subjek yang sama, senantiasa menunjukkan hasil yang tetap sama atau sifatnya ajeg dan stabil (Brown dan Abeywickrama, 2010). Reliabilitas sering didefinisikan sebagai keterandalan. Artinya data yang dihasilkan oleh instrumen penilaian tersebut tetap sama ketika digunakan secara berulang. Walaupun penguji, pengoreksi, atau butir soal berbeda tetapi karakter soal dan digunakan untuk mengukur variabel yang sama, dapat menunjukkan hasil pengukuran yang sama. Reliabilitas instrumen penilaian dapat diketahui melalui suatu nilai yang dinamakan koefisien reliabilitas, yang diperoleh dari perhitungan statistik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kadir (2015) juga menjelaskan bahwa instrumen penilaian yang akurat adalah yang memiliki konsistensi reliabilitas tinggi. Reliabilitas instrumen penilaian juga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Miller *et al*, (2009: 124-128) terdapat 4 faktor yang dapat mempengaruhi reliabilitas suatu instrumen yaitu jumlah butir soal, penyebaran skor, objektivitas penilaian, dan metode estimasi reliabilitas.

3). Kepraktisan

Tujuan uji kepraktisan menurut Fithriyah & Abdur (2013) dalam Ayu dkk (2020) yaitu untuk menguji apakah produk pengembangan sudah praktis dan mudah dalam pemakaiannya oleh pengguna. Menurut Sukardi (2008) nilai-nilai kepraktisan instrumen yang dikembangkan dapat dilihat dari beberapa aspek berikut: (1) kemudahan penggunaan, (2) waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan, (3) daya tarik instrumen, (4) mudah diinterpretasi oleh pendidik, (5) memiliki ekivalensi yang sama sehingga bisa digunakan sebagai alternatif. Tingkat kepraktisan pada instrumen penilaian yang dikembangkan dapat ditentukan melalui angket respons. Angket respons ini digunakan untuk mengetahui tanggapan pengguna instrumen penilaian yang dikembangkan. Angket tersebut mencakup respon praktisi ahli mengenai aspek kemudahan penggunaan, kemenarikan sajian dan kebermanfaatan.

Instrumen penilaian dikatakan praktis jika hasil dari pengisian angket respons praktisi ahli berada pada kriteria minimal baik. Menurut Suryanto (2020), prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam penilaian yaitu sebagai berikut.

1. Berorientasi pada pencapaian kompetensi.

Penilaian yang dilakukan harus berfungsi untuk mengukur ketercapaian siswa dalam pencapaian kompetensi seperti yang telah ditetapkan dalam kurikulum.

2. Valid

Penilaian yang dilakukan harus dapat mengukur apa yang seharusnya diukur. Untuk itu memerlukan alat ukur yang dapat menghasilkan hasil pengukuran yang valid dan reliabel.

3. Adil

Penilaian yang Anda lakukan harus adil untuk seluruh siswa. Siswa harus memperoleh kesempatan dan perlakuan yang sama.

4. Objektif

Dalam menilai hasil belajar siswa harus dapat menjaga objektivitas proses dan hasil penilaian. Objektivitas penilaian dipengaruhi oleh unsur subjektivitas penilai. Unsur subjektivitas dapat mempengaruhi penilaian pada saat pelaksanaan, penskoran, dan pengambilan keputusan hasil belajar siswa. *Hallo effect, carry over effect, order effect*, serta *mechanic effect* dapat menjadi penyebab tingginya unsur subjektivitas hasil penskoran.

5. Berkesinambungan

Penilaian yang dilakukan harus terencana, bertahap, teratur, terus menerus dan berkesinambungan untuk memperoleh informasi hasil belajar dan perkembangan belajar siswa.

6. Menyeluruh

Prinsip menyeluruh dalam penilaian mengandung arti bahwa penilaian yang dilakukan harus mampu menilai keseluruhan kompetensi yang terdapat dalam kurikulum yang mungkin meliputi ranah kognitif, afektif, dan psikomotor.

7. Terbuka

Kriteria penilaian harus terbuka bagi berbagai kalangan sehingga keputusan hasil belajar siswa jelas bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

8. Bermakna

Hasil penilaian hendaknya mempunyai makna bagi siswa dan juga pihak-pihak yang berkepentingan. Hasil penilaian hendaknya dapat memberikan gambaran mengenai tingkat pencapaian hasil belajar siswa, keunggulan dan kelemahan siswa, minat, serta potensi siswa dalam mencapai kompetensi yang telah ditetapkan.

Guru dapat mengembangkan instrumen penilaian sesuai dengan kebutuhan. Instrumen penilaian tes biasanya digunakan guru untuk mengukur aspek kognitif siswa sedangkan instrumen non tes biasanya digunakan guru untuk mengukur aspek afektif dan psikomotor siswa. Adapun instrumen penilaian yang dikembangkan peneliti dalam penelitian pengembangan ini yaitu instrumen penilaian tes yang berupa penilaian keterampilan berargumentasi.

2.2 Multi Representasi

Dudelianny *et al.*, (2021) menyatakan bahwa multirepresentasi adalah ragam penyampaian konsep dengan representasi berupa verbal, gambar, matematika, dan grafik. Multirepresentasi adalah pendekatan untuk menyampaikan ulang suatu konsep beberapa cara atau format penyampaian. Menurut Rahman *et al.* (2021), multirepresentasi adalah pendekatan yang menyajikan informasi dengan beragam bentuk, sehingga memudahkan siswa untuk memahami konsep dalam berbagai bentuk representasi.

Terdapat tiga fungsi utama dari multirepresentasi, yaitu fungsi pelengkap, interpretasi, dan pembangun pemahaman. Multirepresentasi sebagai pelengkap digunakan untuk menyampaikan representasi pelengkap yang dapat memudahkan pemahaman siswa dan menyempurnakan proses kognitif. Fungsi interpretasi digunakan untuk meminimalisir kesalahan yang mungkin pada saat menginterpretasi menggunakan representasi lain.

Multirepresentasi sebagai pembangun pemahaman bertujuan untuk mendorong siswa dalam membangun dan memperkuat pemahaman terhadap situasi secara mendalam (Doyan dkk, 2018).

Setiap siswa memiliki kemampuan representasi ganda yang perlu digali dalam pemecahan masalah dan pemahaman konsep. Terdapat berbagai teknik representasi dalam mempresentasikan materi pembelajaran IPA, yakni teknik representasi verbal, gambar/diagram, grafik, dan matematik.

- a. Representasi verbal digunakan untuk memberikan penjelasan atau pendefinisian atas suatu istilah atau konsep. Kemampuan representasi verbal adalah kemampuan menerjemahkan suatu konsep dengan menggunakan kata-kata atau verbal.
- b. Representasi gambar adalah teknik berupa penyampaian dalam bentuk gambar untuk memberikan gambaran atas suatu konsep yang bersifat abstrak. Gambar dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang hanya dijelaskan secara verbal. Representasi gambar dapat membantu siswa dalam memberikan penjelasan secara detail tentang topik yang sedang dipelajari sehingga dapat memberikan pemahaman lebih (Della *et al.*, 2021).
- c. Representasi grafik dapat merepresentasikan suatu konsep penjelasan yang panjang. Representasi grafik dapat dikatakan sebagai bentuk ringkasan atau rangkuman atas penjelasan materi yang panjang dan kompleks secara lebih sederhana, tanpa menghilangkan isi konsep dari materi yang disajikan.
- d. Representasi matematis merupakan penyajian ulang persamaan matematis seperti konsep notasi, tabel, simbol, dan diagram, ke dalam bentuk lain yang Penyajian multirepresentasi dapat dikembangkan menjadi multirepresentasi secara dinamis. Multirepresentasi dinamis adalah penyajian multirepresentasi persoalan perhitungan (kuantitatif) yang keberhasilannya ditentukan oleh penggunaan representasi secara kualitatif dengan baik.

Setiap variasi bentuk representasi dapat meningkatkan dan memperkuat dalam memunculkan ide-ide pemahaman baru bagi siswa (Kusumawati *et al.*, 2020). Najib *et al.* (2020) menyatakan bahwa tampilan berbagai bentuk representasi dapat membantu siswa lebih paham terkait materi yang dipelajari. Penyajian materi berbasis multirepresentasi dapat memudahkan siswa dalam mengembangkan kemampuan multirepresentasinya dan memecahkan suatu permasalahan. Sejalan dengan Siahaan *et al.*, (2021), kesulitan dalam mempelajari konsep Fisika dapat diperkecil dengan multi representasi. Menurut Della *et al.* (2021), pendekatan multirepresentasi berdampak baik apabila diterapkan dalam sebuah pembelajaran dengan memberikan peningkatan terhadap kemampuan kognitif siswa.

Dudelianny *et al.*, (2021) menyatakan beberapa alasan perlunya menggunakan pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran, yakni: 1) Siswa dapat belajar sesuai dengan kecerdasannya (multikecerdasan) karena multirepresentasi dapat menjelaskan materi dari berbagai jenis kemampuan yang dimiliki siswa; 2) Materi dan konsep-konsep yang bersifat abstrak dapat divisualisasikan menggunakan representasi yang konkret; 3) Beberapa representasi konkret dapat membantu membangun pemahaman representasi tipe lain. 4) Membantu penalaran kualitatif dengan adanya representasi nyata. 5) Bentuk representasi matematik dapat digunakan untuk penalaran kuantitatif.

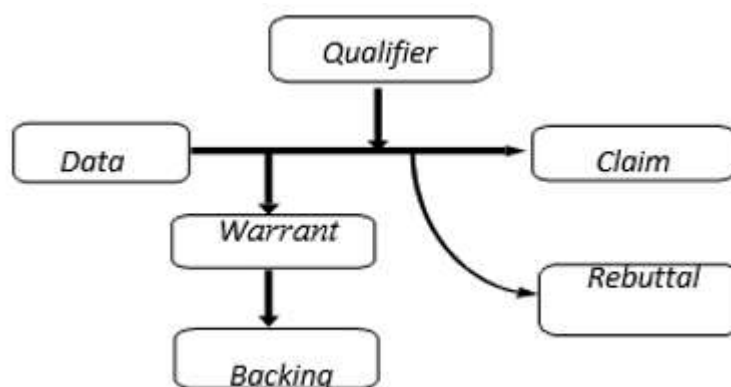
2.3 Keterampilan Argumentasi

Teori argumentasi adalah bidang kajian tentang bagaimana seseorang membangun justifikasi dan komunikasi terhadap orang lain secara efektif. Argumentasi adalah strategi penalaran yang muncul dari domain penalaran berpikir logik informal dan kritis. Argumentasi merupakan medan prominent dalam komunitas pendidikan sains Jiménez-Aleixandre, Rodriguez & Duschl (2000) dan Erduran & Jiménez-Aleixandre (2008). Seyogyanya seorang guru dalam pembelajaran kesehariannya untuk dapat membiasakan memberdayakan keterampilan argumentasi siswanya dimulai dari hal-hal terkecil dari tingkat argumentasi terendah sehingga lambat laun siswa akan terbiasa berargumentasi dalam pembelajaran.

Selain itu guru perlu memperbaharui kemampuan mengidentifikasi tiap keterampilan argumentasi yang dimiliki siswa (Viyanti, Sunarno, Prasetyo, & Widoretno, 2015). Argumentasi ilmiah merujuk pada aktivitas para ilmuwan dalam mengembangkan pengetahuan yakni dengan memberikan sebuah gagasan (*claim*) yang didasarkan pada sebuah bukti serta pembenaran yang menghubungkan *claim* dengan bukti yang diberikan, dan dilandasi dengan asumsi-asumsi teoritis untuk menguatkan *claim* yang telah diajukan (Aisyah & Wasis, 2015). Argumentasi menurut Wendra, Sutama & Triyasa (2012) merupakan kemampuan menyatakan dan menyampaikan fakta-fakta serta bukti-bukti untuk menunjukkan benar tidaknya suatu pendapat melalui penggunaan Bahasa.

Menurut Hasnunidah, Susilo, Irawati, & Sutomo (2015) argumentasi sangat berguna sebagai suatu alat untuk menganalisis dan menginterpretasi diskusi atau debat dalam pembelajaran sains. Menurut Erduran & Jiménez-Aleixandre (2008) para saintis harus mampu mengkomunikasikan hasil observasi dan temuannya kepada komunitas ilmiah untuk memperoleh pengakuan dan pembenaran. Dalam proses inilah argumen dan argumentasi memegang peranan penting dalam membangun pengetahuan. Sesuai dengan pendapat Osborne, Erduran & Simon (2004) bahwa *situating argumentation as a central element in the learning of sciences has two functions: one is as a heuristic to engage learners in the coordination of conceptual and epistemic goals and the second is to make student scientific thinking and reasoning visible to enable formative assessment by teachers or instructors.*

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa keterampilan argumentasi merupakan salah satu elemen dasar yang penting untuk dikuasai siswa sebagai alat komunikasi untuk menyampaikan hasil penyelidikannya. Argumentasi dalam kelas sains menurut (Simon, Erduran, & Osborne, 2006) dapat mengikuti pola yang telah dipatenkan oleh Sthepen Toulmin (2003). Pola tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Toulmin's Argument Pattern (TAP)

Penjelasan dari Toulmin's Argument Pattern yaitu *claim* adalah suatu pernyataan yang diajukan seseorang kepada orang lain untuk diterima sebagai kebenaran. *Data* adalah fakta-fakta tertentu yang diandalkan untuk mendukung klaim yang diajukan. *Warrant* merupakan sebuah jaminan yang menghubungkan *data* dengan *claim*, biasanya digunakan untuk membenarkan *claim* melalui *data* yang kuat. *Backing* adalah dukungan untuk memperkuat *warrant*. *Qualifier* mengindikasikan kekuatan dari data kepada *warrant* dan dapat membatasi *claim* yang universal. Komponen terakhir adalah *rebuttal* atau sanggahan, yaitu suatu argumen perlawanan (*counter argument*) terhadap suatu *claim*, *data*, dan *warrant* (Erduran, Simon, & Osborne, 2004).

Klaim adalah sebuah dugaan, penjelasan, kesimpulan, prinsip digeneralisasikan, atau jawaban atas pertanyaan penelitian. Bukti komponen argumen mengacu pada data (yaitu, pengukuran atau pengamatan) yang telah dikumpulkan sebagai bagian dari investigasi dan kemudian dianalisa dan diinterpretasikan oleh para ilmuwan. Alasan yang merupakan komponen dari sebuah argumen mengacu pada pernyataan yang menjelaskan bagaimana bukti dapat mendukung klaim dan mengapa bukti harus dihitung untuk mendukung klaim (Muslim, 2012).

Penjelasan ilmiah dalam argumentasi adalah keterampilan yang harus dimiliki oleh siswa karena sangat penting dalam usaha untuk menjadi saintis profesional. Saintis menggunakan argumen untuk mengkaitkan pembuktian terhadap klaim yang ditemukan melalui penggunaan *warrant* dan *backing*.

Saintis sering menggunakan keterampilan argumentasi untuk mengembangkan dan mendukung kesimpulan sains dalam isu sosial sains (*claim*), hal ini sangat penting untuk diselidiki. Hanya memberikan siswa pengetahuan ilmiah atau socio-scientific siswa untuk mendiskusikan isu tidak cukup bagi mereka untuk membangun argumen (Erduran, Simon, & Osborne, 2004). Membangun suatu argumen ilmiah yang baik tidaklah mudah, tetapi dengan bimbingan guru ataupun modul pembelajaran akan membantu siswa dapat memberdayakan keterampilan argumentasinya.

Sesuai dengan pendapat Farida dan Gusniarti (2014) yang menyatakan bahwa keterampilan siswa dalam berargumentasi atau menyatakan pendapat meningkat seiring dengan proses pembelajaran. Dengan bimbingan guru ataupun modul dalam proses pembelajaran, siswa dapat terus meningkatkan kualitas keterampilan argumentasinya. Peningkatan keterampilan argumentasi siswa dapat dilihat dari setiap pernyataan yang dihasilkan oleh seorang individu masing-masing diklasifikasikan menjadi dua tingkat yang berbeda dari *claim*, *warrant*, *backing*, dan *rebuttal*. (Chen dan She, 2012). Penilaian kualitas keterampilan argumentasi menggunakan kerangka analisis yang tampak pada tabel 1

Tabel 1. Kerangka Analisis untuk Menentukan Kualitas Argumentasi Menurut Chen dan She

Komponen	Level	Definisi
<i>Claim</i>	Level 1	Argumen hanya terdiri dari klaim tanpa data atau fakta
	Level 2	Argumen terdiri dari data dan fakta
<i>Warrant</i>	Level 1	Argumen hanya terdiri dari teori atau prinsip tanpa koneksi ke klaim, atau tidak jelas menjelaskan teori.
	Level 2	Sebuah argumen terdiri dari klaim dengan teori atau prinsip.
<i>Backing</i>	Level 1	Argumen hanya terdiri dengan dukungan tanpa koneksi keklaim /warrant, atau tidak jelas menggambarkan koneksi antara mereka
	Level 2	Sebuah argumen terdiri dari klaim dengan dukungan, dan atau dengan data atau perintah.
<i>Rebuttal</i>	Level 1	Sebuah argumen hanya terdiri dari bantahan yang lemah dan tanpa penjelasan yang jelas.
	Level 2	Sebuah argumen terdiri dari klaim dengan bantahan diidentifikasi dengan jelas.

Sumber: Chen dan She (2012)

Tabel ini digunakan untuk menilai kualitas argumentasi dengan menganalisis empat komponen utama dalam suatu argumen, yaitu: Claim (Klaim), Warrant (Dasar/Koneksi), Backing (Dukungan), dan Rebuttal (Sanggahan). Masing-masing komponen dinilai dalam dua level, yaitu Level 1 (rendah) dan Level 2 (tinggi), yang mencerminkan seberapa kuat dan terstruktur argumen tersebut.

2.4. Thunkable

Thunkable adalah platform pengembangan aplikasi berbasis block programming yang memungkinkan pengguna, termasuk pemula, untuk membuat aplikasi mobile secara cross-platform (Android dan iOS) tanpa perlu menulis kode secara konvensional. (Thunkable, 2024). Platform ini dikembangkan berdasarkan prinsip visual programming, di mana pengguna merakit blok perintah logika seperti puzzle, mirip dengan pendekatan yang digunakan dalam MIT App Inventor. (Kim & Lee, 2022).

Menurut (Johnson et al., 2023) Thunkable menyediakan berbagai fitur yang mendukung pembuatan aplikasi kompleks, seperti: Desain antarmuka pengguna (UI) berbasis drag-and-drop, Komponen logika berbasis blok, Kompatibilitas dengan Android dan iOS, Dukungan integrasi API eksternal, Fitur real-time testing melalui aplikasi Thunkable Live. Thunkable sangat cocok digunakan dalam konteks pendidikan karena meningkatkan literasi digital, Mendukung Pembelajaran Berbasis Proyek., Memfasilitasi Pengembangan Keterampilan Abad 21 (Yadav & Mishra, 2021).

Thunkable dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk membuat media interaktif atau instrumen evaluasi berbasis aplikasi. (Rahman et al., 2022). Dibandingkan dengan platform seperti MIT App Inventor, Kodular, atau FlutterFlow, Thunkable memiliki kelebihan dari segi tampilan antarmuka yang modern dan dukungan pengembangan lintas platform secara lebih sederhana. (Smith & Gonzales, 2021). Thunkable berpotensi besar dalam pengembangan instrumen penilaian berbasis multi representasi, karena platform ini mendukung integrasi berbagai representasi seperti teks, gambar, grafik, animasi, dan video dalam satu antarmuka aplikasi.

Kemampuan ini memungkinkan perancang instrumen menyesuaikan model penilaian dengan karakteristik kognitif siswa, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna (Putra & Kurniawan, 2021). Penggunaan Thunkable menjadi strategi utama dalam membangun alat evaluasi digital yang mampu menyajikan soal dan skenario berbasis multi representasi. Misalnya, siswa dapat diberikan visualisasi fluida dalam tabung berbentuk animasi, data eksperimen dalam bentuk grafik, serta pertanyaan berbasis teks untuk mengungkapkan argumen ilmiah mereka (Suryani & Wahyuni, 2022).

Melalui aplikasi yang dikembangkan dengan Thunkable, siswa dapat menjawab pertanyaan dalam bentuk pilihan ganda, uraian, atau simulasi interaktif yang secara langsung mengukur bagaimana mereka menghubungkan data visual, representasi simbolik, dan konsep fisika secara logis—yang merupakan inti dari keterampilan argumentasi ilmiah (Osborne, 2010). Hal ini sejalan dengan temuan Supriyanto et al. (2022) bahwa media pembelajaran berbasis multi representasi yang dikembangkan menggunakan Thunkable meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, Thunkable bukan hanya sekadar alat bantu teknis, tetapi juga menjadi medium pedagogis yang memperkuat pendekatan penilaian berbasis argumentasi dan multi representasi, yang sangat relevan dalam pengembangan instrumen penilaian inovatif di era digital (Sadaghiani, 2011; Treagust et al., 2003).

2.5 Materi Fluida

Berdasarkan bentuknya, zat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu : zat padat, zat cair, dan zat gas. Ketiga jenis zat ini dibedakan berdasarkan sifat fisiknya dan interaksi antar partikelnya. Zat padat mempunyai bentuk dan volume yang tetap karena merupakan partikel padat yang hanya bergerak di tempat, seperti batu, kayu, dan logam. Zat gas tidak memiliki bentuk atau volume yang tetap karena partikelnya sangat lepas dan bergerak bebas seperti udara, oksigen, dan karbon dioksida. Zat cair memiliki volume tetap tetapi bentuknya menyesuaikan dengan wadahnya, partikelnya bergerak bebas seperti air, minyak, dan susu.

Menurut sifatnya zat cair dan zat gas bisa dikatakan sebagai fluida. Fluida merupakan zat yang dapat mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk ketika ditekan. Fluida secara umum dibagi menjadi dua macam, yaitu fluida tak bergerak (fluida statis) dan fluida bergerak (fluida dinamis). Salah satu topik yang memerlukan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika adalah fluida statis.

Fluida statis merupakan salah satu materi penting dalam pembelajaran fisika yang berhubungan dengan perilaku fluida dalam keadaan diam. Materi fluida statis yang diajarkan di sekolah merupakan konsep yang penerapannya banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis dan memahami topik tentang fluida statis, dapat menyelesaikan masalah berdasarkan konsep yang benar dan bukan mengikuti intuisi yang tidak tepat. Namun, dalam kenyataannya konsep fluida statis tidak mudah dipelajari oleh peserta didik, ada beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap materi ini masih rendah

Beberapa contoh kesulitan tersebut diantaranya menurut penelitian yang dilakukan oleh Harizah dkk. (2019) kesulitan peserta didik paling terlihat pada sub pokok bahasan hukum Archimedes. Peserta didik belum menguasai konsep gaya apung dengan benar dan peserta didik masih perlu belajar lagi mengenai volume zat yang dipindahkan oleh benda.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Berek (2016) terdapat beberapa peserta didik yang menganggap bahwa tekanan hidrostatik dipengaruhi oleh volume zat cair atau bentuk wadah, bukan dipengaruhi oleh kedalaman atau massa jenis zat cair. Dengan demikian peneliti memilih materi fluida statis dalam penelitian ini, karena pentingnya konsep tersebut dalam pembelajaran fisika dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Materi fluida mencakup konsep dasar fisika yang mempelajari sifat dan perilaku zat cair dan gas. Beberapa prinsip utama dalam materi fluida statis:

2.5.1 Hukum Pascal

Tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan secara merata ke segala arah. Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah. Konsep ini menjadi dasar kerja berbagai alat hidrolik seperti dongkrak hidrolik dan rem hidrolik. Secara matematis dinyatakan:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Hukum Pascal menuntut kemampuan penalaran siswa dalam menjelaskan hubungan gaya, luas penampang, dan tekanan serta menjelaskan fenomena melalui argumen ilmiah yang didukung data dan konsep fisika yang benar.

2.5.2 Hukum Archimedes

Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida akan mengalami gaya angkat sebesar berat fluida yang dipindahkan.

Hukum Archimedes menyatakan bahwa benda yang berada dalam fluida akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda tersebut. Gaya apung inilah yang menentukan apakah benda akan tenggelam, mengapung, atau melayang. Secara matematis:

$$F_a = \rho g V$$

Materi ini sangat potensial untuk melatih argumentasi ilmiah karena siswa tidak hanya diminta menghitung, tetapi juga menjelaskan alasan fisika di balik peristiwa terapung, tenggelam, atau melayang dengan dukungan bukti dan konsep ilmiah.

2.5.3 Gejala Kapilaritas

Naik atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler yang sempit akibat adanya gaya kohesi dan adhesi.

Dalam penelitian ini, materi fluida statis digunakan sebagai konteks untuk mengukur kemampuan argumentasi siswa. Dengan menggunakan multi representasi, siswa diminta untuk:

1. Menghubungkan prinsip-prinsip fluida dengan situasi nyata (misalnya, kapal yang mengapung, tekanan darah, aliran udara).
2. Menggunakan berbagai bentuk representasi untuk menjelaskan konsep-konsep tersebut secara argumentatif.

Materi fluida statis memiliki karakteristik konsep yang abstrak dan sering menimbulkan miskonsepsi, sehingga membutuhkan pendekatan pembelajaran berbasis multi representasi, meliputi representasi verbal, visual, grafis, matematis, dan konseptual. Penyajian multi representasi membantu siswa memahami hubungan antar konsep, menafsirkan fenomena, dan membangun argumentasi yang logis serta ilmiah. Dengan demikian, fluida statis merupakan materi yang sangat relevan untuk digunakan sebagai konteks pengembangan instrumen penilaian berbasis multi representasi.

Dalam konteks penelitian ini, fluida statis dipilih sebagai materi untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa karena materi ini mengandung konsep yang membutuhkan penalaran ilmiah, pembuktian, dan kemampuan menghubungkan bukti dengan klaim ilmiah. Melalui instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thinkable, siswa diharapkan mampu menyusun klaim, memberikan bukti ilmiah, menghubungkan dengan konsep fisika yang relevan, serta menjelaskan alasannya secara logis dalam konteks fluida statis.

2.6 Penelitian yang Relevan

Penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini menjadi landasan peneliti untuk melakukan penelitian Pengembangan.

Berikut penelitian-penelitian yang relevan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian yang Relevan

No (1)	Nama Peneliti/ Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
1	Mahardika et al./2024	<i>Development of multiple-representation based E-LKPD to improve students' scientific reasoning in classification of living things</i>	E-LKPD berbasis multi-representasi dinyatakan sangat valid dan efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa pada

No (1)	Nama Peneliti/ Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
			materi klasifikasi makhluk hidup.
2	Hwang et al./2019	Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving Using a Multimedia Whiteboard System	Keterampilan Multi Representasi dan kreativitas berpengaruh signifikan terhadap pemecahan masalah matematika
3	Opfermann et al./2020	Multiple Representations in Physics and Science Education – Why Should We Use Them?	Multi Representasi mendukung pemrosesan informasi verbal dan visual, membantu konstruksi model mental koheren dan meningkatkan pemahaman konsep fisika.
4	Ubaque Casallas & Pinilla Castellanos/2016	Argumentation Skills: A Peer Assessment Approach to Discussions in the EFL Classroom	Skema argumentasi dan penilaian sejawat meningkatkan keterampilan argumentatif lisan siswa, serta mendorong refleksi, agensi, dan kolaborasi.
5	Ula & Suyono/2023	Development of Argumentation Skills Assessment Instruments on Buffer Solution Material	Instrumen berbasis model Toulmin dinyatakan valid dan reliabel serta efektif untuk mengukur keterampilan argumentasi ilmiah siswa SMA.
6	Bahri <i>et al.</i> /2024	Analisis Argumentation Skills Siswa Melalui Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Toulmin's Argumentation Model	Instrumen berbasis Toulmin mampu mengevaluasi lima aspek argumentasi dan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada tingkat kemampuan sedang.
7	Mailani <i>et al.</i> /2024	Development of a Learning Tool Using the Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) Model Based on Thinkable	Perangkat pembelajaran CIRC berbasis Thinkable divalidasi sangat baik efektif dalam meningkatkan hasil belajar.
8	Nikmah <i>et al.</i> /2024	Development of Android-Based Learning Media (Thinkable) on Work and Energy Materials for Class VIII Junior High School	Media pembelajaran fisika berbasis Thinkable divalidasi sangat layak (media 84,2%, materi 81%) dan dilengkapi video, simulasi, serta evaluasi interaktif.
9	Khotimah <i>et al.</i> /2023	Pembuatan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Kearifan Lokal Menggunakan Thinkable	Media 'Omah Fisika' menggunakan Thinkable dinilai sangat baik mendukung pembelajaran fisika kontekstual berbasis budaya lokal Surakarta.

Berdasarkan kajian penelitian relevan, diketahui bahwa pendekatan multi representasi efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan penalaran ilmiah siswa (Mahardika et al., 2024; Hwang et al., 2019; Opfermann et al., 2020), serta pengembangan instrumen penilaian

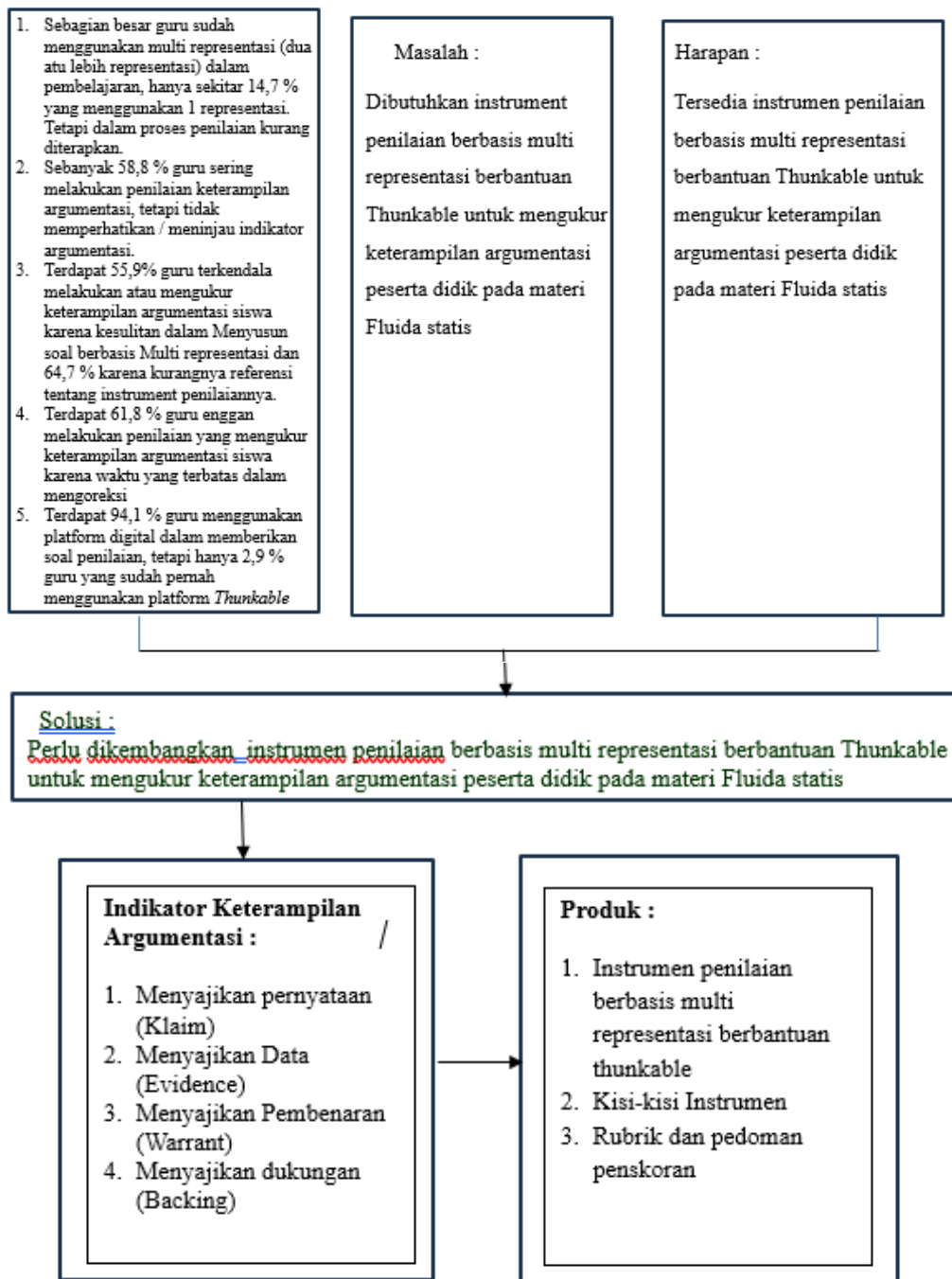
berbasis model Toulmin terbukti valid dan reliabel untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah siswa (Ula & Suyono, 2023; Bahri et al., 2024). Selain itu, pemanfaatan platform digital seperti Thunkable dinyatakan layak dan efektif dalam mendukung pembelajaran sains (Mailani et al., 2024; Nikmah et al., 2024). Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada peningkatan pembelajaran atau pengembangan media, serta pengukuran argumentasi ilmiah tanpa mengintegrasikan multi representasi sebagai dasar penyusunan instrumen penilaian, khususnya pada konteks pembelajaran fisika SMA. Selain itu, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi fluida dalam bentuk instrumen digital. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi yang dirancang khusus untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah siswa SMA pada materi fluida.

2.7 Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, diketahui bahwa sebagian besar guru sebenarnya telah menggunakan multi representasi dalam pembelajaran fisika, namun penerapannya belum sepenuhnya disertai dengan proses penilaian yang efektif. Meskipun guru sering melatih keterampilan argumentasi siswa, namun indikator argumentasi belum mendapatkan perhatian optimal dalam penilaian. Selain itu, masih banyak guru yang mengalami kendala dalam menyusun soal penilaian berbasis multi representasi dan kesulitan memperoleh referensi yang relevan, sehingga keterampilan argumentasi peserta didik belum terukur secara komprehensif. Di sisi lain, penggunaan platform digital dalam penilaian mulai dilakukan oleh guru, namun sangat sedikit yang telah mengenal dan memanfaatkan platform Thunkable sebagai media penilaian. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable guna mengukur keterampilan argumentasi peserta didik pada materi Fluida Statis.

Argumentasi ilmiah merupakan keterampilan penting dalam pembelajaran sains yang mencakup kemampuan menyusun klaim, menggunakan bukti yang relevan, dan memberikan penalaran logis. Namun, instrumen penilaian yang ada cenderung terfokus pada penguasaan konsep tanpa mengukur kemampuan argumentasi siswa secara komprehensif. Multi representasi (verbal, visual, matematis, dan grafis) merupakan pendekatan yang efektif untuk membantu siswa memahami konsep-konsep fisika secara mendalam.

Melalui multi representasi, siswa dapat menghubungkan teori dengan fakta empiris dan mengekspresikan pemahaman mereka dalam berbagai bentuk representasi. Pendekatan ini memberikan peluang kepada siswa untuk menyusun argumen berbasis data dan konsep secara lebih terstruktur, sehingga relevan untuk mendukung pembelajaran materi fluida. Oleh karena itu, diperlukan instrumen penilaian berbasis multi representasi untuk mengukur kemampuan argumentasi siswa secara holistik, mencakup aspek data, logika, dan pembenaran ilmiah. Instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, dan kepraktisan. Instrumen tersebut mencakup kemampuan siswa dalam menyusun argumen berdasarkan data yang disajikan dalam berbagai representasi, menghubungkan data dengan konsep ilmiah, serta memberikan pembenaran logis yang sesuai dengan konteks ilmiah. Instrumen ini disusun berdasarkan aspek-aspek argumentasi ilmiah, yaitu klaim (*claim*), bukti (*evidence*), dan penalaran (*reasoning*). Secara umum skema kerangka pikir dalam penelitian ini dapat diperlihatkan pada Gambar 2.

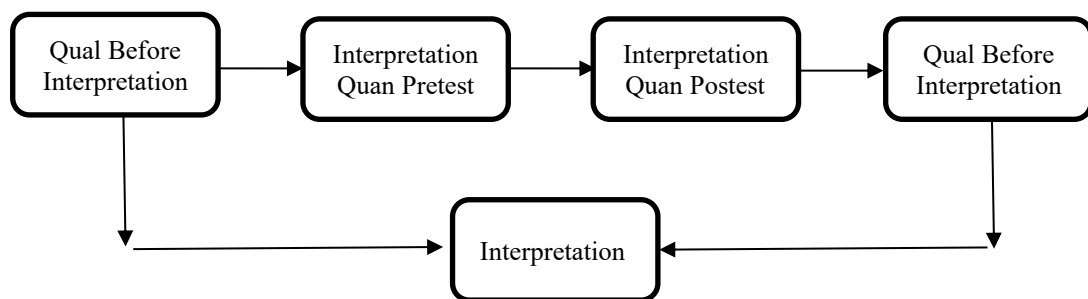


Gambar 2. Kerangka Berpikir

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode campuran (*Mixed Methods*) dengan pendekatan *Sequential Embedded design*.



Gambar 3. *Sequential Embedded Design*

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran atau *mixed method* dengan desain *sequential Embedded*. *Mixed method* adalah sebuah metode penelitian yang didalamnya menggunakan kombinasi antara penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif. Metode penelitian *mixed method* dengan desain *sequential embedded*, merupakan metode penelitian yang mengkombinasikan penggunaan metode penelitian kuantitatif dan kualitatif secara simultan/bersama-sama (atau sebaliknya), tetapi bobot metodenya berbeda (Cresswell, 2013).

Pendekatan ini urutan pelaksanaan yang mengutamakan metode kuantitatif sebagai metode utama dan metode kualitatif sebagai metode pendukung. Metode kuantitatif diterapkan untuk menguji validitas, reliabilitas, serta efektivitas instrumen, sedangkan metode kualitatif digunakan untuk memperoleh data pendukung terkait proses pengembangan dan penyempurnaan instrumen.

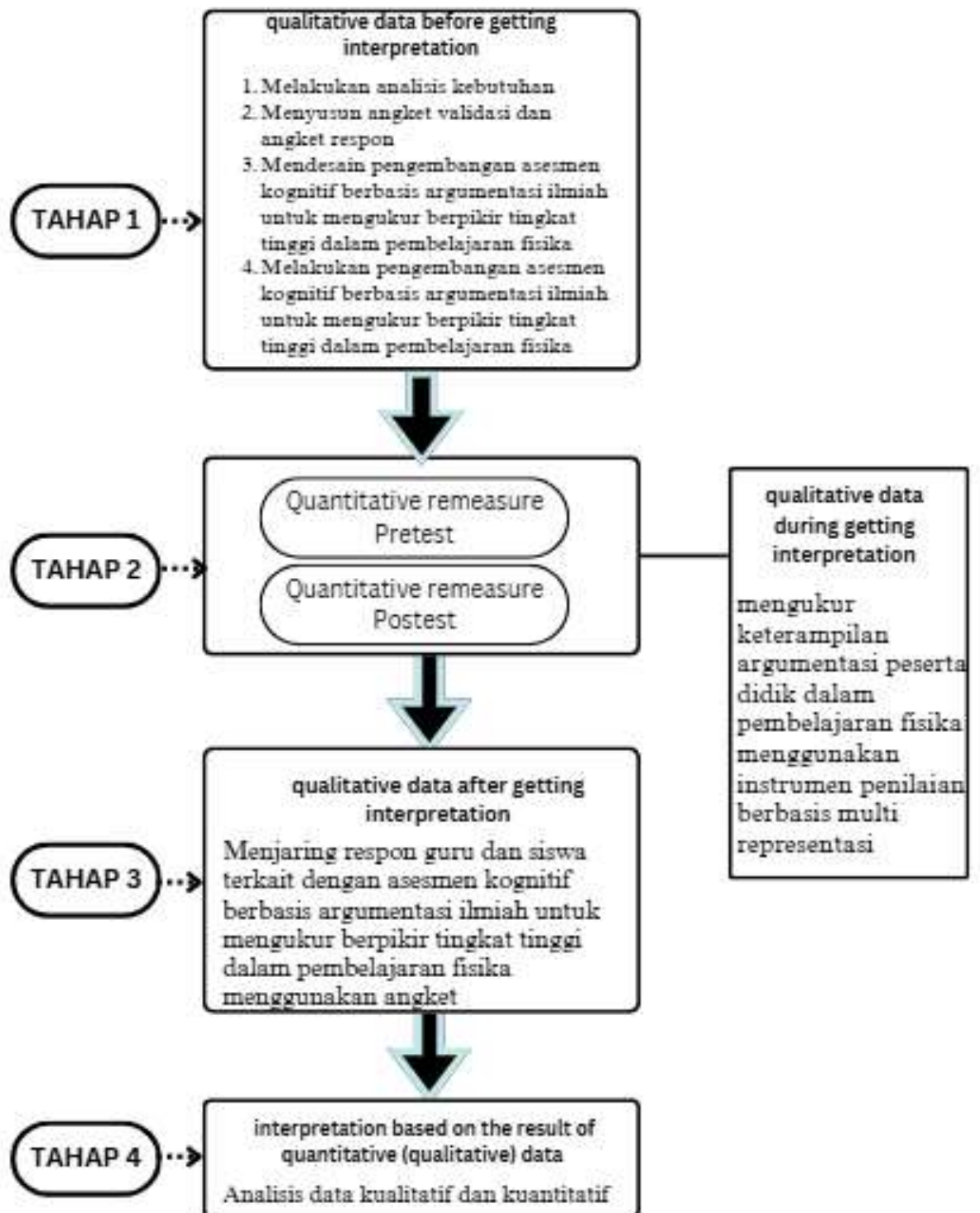
Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengintegrasikan data kualitatif dan kuantitatif secara berurutan, dengan fokus utama pada data kuantitatif dan dukungan data kualitatif sebagai data yang tersemat (*embedded*)

pada tahap-tahap tertentu dalam proses pengembangan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable untuk mengukur keterampilan argumentasi siswa pada materi fluida statis, sehingga validitas, reliabilitas, daya beda, dan kepraktisan instrumen menjadi fokus utama. Dalam penelitian ini, tidak diberikan perlakuan atau intervensi tertentu kepada peserta didik, karena desain penelitian bersifat pengembangan dan validasi instrumen, bukan eksperimen.

Pengumpulan data dilakukan dalam beberapa tahap secara berurutan. Data kualitatif digunakan pada tahap awal untuk menyusun indikator dan kisi-kisi instrumen berdasarkan kajian literatur serta wawancara dengan ahli, serta pada tahap akhir untuk mengevaluasi persepsi pengguna terhadap instrumen yang dikembangkan. Sementara itu, data kuantitatif dikumpulkan dari hasil uji coba dan uji lapangan instrumen untuk dianalisis secara statistik guna mengetahui validitas, reliabilitas, dan daya beda instrumen.

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam tahapan pengembangan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik, Adapun alur tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Tahapan penelitian

1. Tahap 1 Qual data before getting Interpretation

- a. Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan guru untuk memperoleh informasi awal yang mendalam mengenai pembelajaran fisika Fluida Statis terutama informasi tentang penggunaan representasi pada saat pembelajaran sampai dengan penggunaan representasi pada tahap penilaian hasil belajar. Selain itu mencari tau apakah bapak/ibu guru dalam proses penilaian melakukan pengukuran keterampilan argumentasi yang diharapkan setelah mempelajari materi Fluida statis dan masalah yang muncul pada proses kegiatan belajar mengajar di lapangan, kemudian mengumpulkan kemungkinan serta solusi-solusi yang dapat digunakan mengatasi masalah yang ada. Teknik pengumpulan data menggunakan *google form*. Responden diambil berdasarkan kepada kesediaan mengisi *google form*. Analisis data hasil kuesioner dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian diinterpretasikan secara kualitatif. Kemudian dilakukan juga studi literatur (kajian artikel) berkaitan dengan keterampilan argumentasi serta penggunaan multi representasi baik dalam pembelajaran maupun dalam proses penilaian untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik.
- b. Menyusun dan validasi instrumen penilaian. Kegiatan ini dimulai penyusunan Kisi-kisi instrumen penilaian, soal, Rubrik penilaian serta sedoman penskoran dalam penilaian untuk mengukur keterampilan argumentasi pada materi Fluida statis. Penentuan sistematika penyajian materi, ilustrasi, dan visualisasi. Penulisan draft produk awal Kisi-kisi, soal, dan Rubrik penilaian untuk mengukur keterampilan argumentasi pada materi Fluida statis. memuat cover yang menarik, menyusun konsep materi, Gambar yang menarik berkaitan dengan soal pada instrumen. Pada tahap awal ini, peneliti juga membuat instrumen kepraktisan peserta didik dan pendidik, dan instrumen soal tes.
- c. Proses penyusunan Instrumen Penilaian.
Pertama, menyusun kisi-kisi instrumen penilaian yang didalamnya memuat Tujuan pembelajaran, Konsep materi, bentuk multi representasi yang

digunakan, indikator argumentasi, indikator soal. Kemudian, merancang petunjuk soal dan soal sesuai kisi-kisi instrumen penilaian yang telah dibuat dikembangkan berdasarkan rencana kurikulum. Tahap pelaksanaan melibatkan implementasi instrumen dalam kegiatan penilaian hasil belajar. Evaluasi dilakukan untuk menilai pencapaian tujuan pembelajaran dari instrumen yang telah dibuat, dan jika diperlukan revisi instrumen penilaian dilakukan berdasarkan hasil evaluasi. Dengan mengikuti tahapan ini, instrumen penilaian dapat disusun dengan baik, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

- d. Validasi Instrumen penilaian melibatkan berbagai pihak untuk memastikan kualitas dan kepraktisannya. Tiga ahli dalam bidang terkait memberikan masukan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman mereka. Dua orang dosen juga berperan dalam memberikan sudut pandang akademis yang mendalam. Seorang guru memberikan perspektif praktis dari pengalaman langsung di lapangan.

2. Pada tahap 2 (*Quantitative Remeasure Pretest & Quantitative Remeasure Postes*)

Tahap kedua merupakan tahap kuantitatif, yang difokuskan pada pengujian kualitas instrumen penilaian yang telah dikembangkan. Pada tahap ini, penelitian tidak memberikan perlakuan pembelajaran dan tidak melibatkan kelas kontrol maupun kelas eksperimen, karena tujuan utama penelitian adalah mengembangkan dan mengukur kualitas instrumen, bukan menguji pengaruh suatu perlakuan. Instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable diujicobakan melalui uji coba terbatas dan uji coba luas kepada peserta didik yang telah mempelajari materi fluida statis. Data kuantitatif yang diperoleh dari hasil uji coba digunakan untuk menganalisis karakteristik instrumen, meliputi validitas empiris, reliabilitas, serta kemampuan instrumen dalam mengukur keterampilan argumentasi peserta didik.

1. Tahap 3. *Qual data after getting Interpretation*

Tahap ketiga merupakan tahap kualitatif setelah interpretasi, yang bertujuan untuk memperoleh data pendukung guna memperkuat hasil analisis kuantitatif. Pada tahap ini, peneliti menjaring respon guru dan peserta didik terhadap penggunaan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable. Pengumpulan data dilakukan menggunakan angket respon untuk mengetahui tingkat kejelasan penyajian soal, keterbacaan multi representasi, kepraktisan penggunaan aplikasi Thunkable, serta kesesuaian instrumen dalam mengukur keterampilan argumentasi pada materi fluida statis.

4. Tahap 4. *Interpretation based on the result of quantitative (qualitative) data*

Tahap keempat merupakan tahap analisis dan interpretasi data, yang dilakukan dengan mengintegrasikan hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif. Analisis data kuantitatif digunakan untuk menentukan kualitas dan kelayakan instrumen penilaian yang dikembangkan, sedangkan analisis data kualitatif digunakan untuk memberikan penjelasan dan penguatan terhadap temuan kuantitatif. Hasil analisis pada tahap ini menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan mengenai kelayakan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan Thunkable untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik pada materi fluida statis.

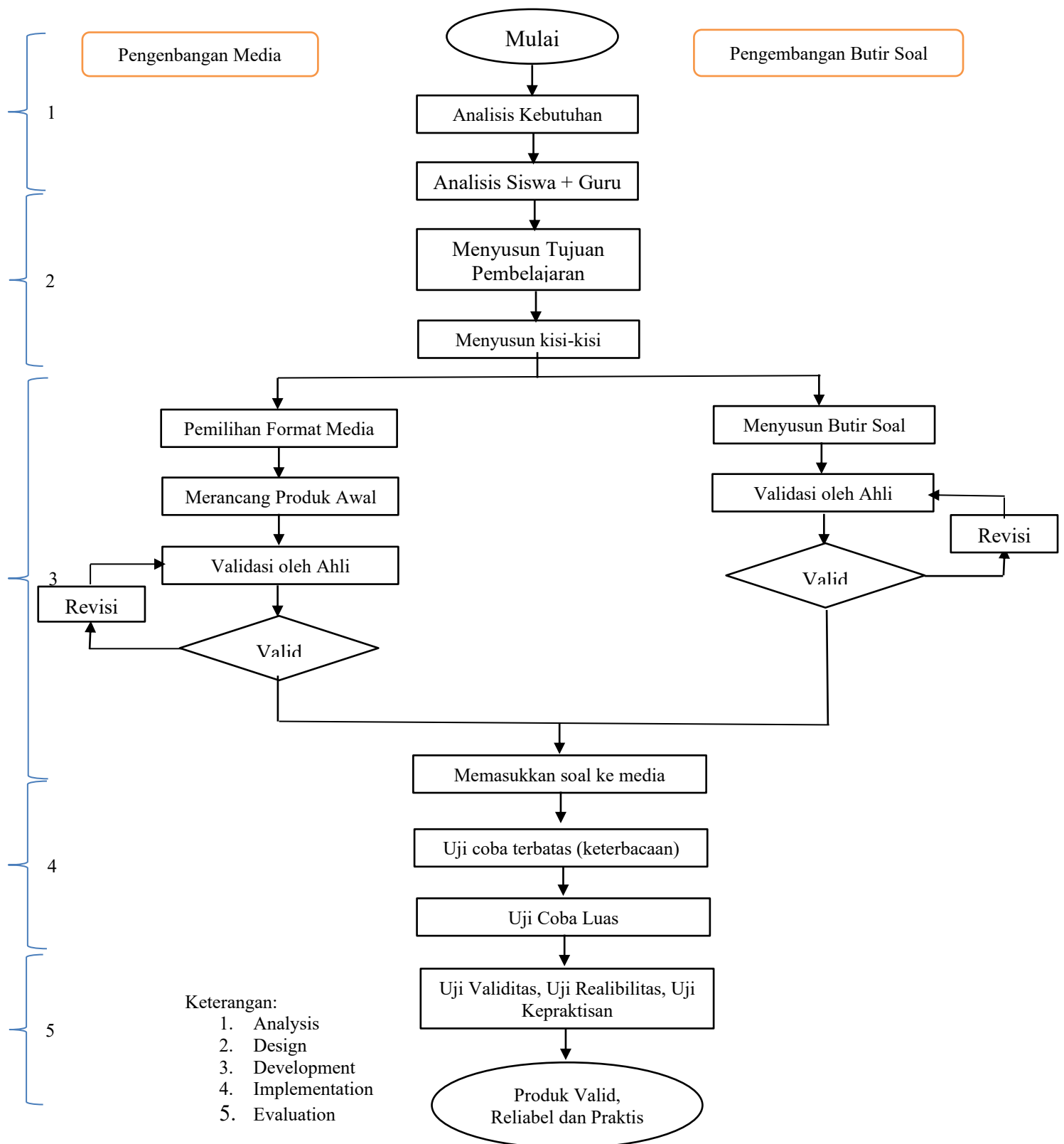
3.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian dalam pengembangan ini yaitu instrumen berbasis Multi Representasi berbantuan Thunkable untuk mengukur keterampilan Argumentasi pada materi Fluida. Sedangkan, subjek uji coba dalam penelitian ini akan terdiri dari tiga kelompok. Kelompok pertama adalah subjek untuk melakukan analisis kebutuhan yang terdiri dari analisis kebutuhan guru dan analisis kebutuhan peserta didik. Kelompok kedua adalah subjek untuk melakukan uji validitas terhadap produk yang akan dikembangkan yaitu dosen ahli dan guru. Kelompok ketiga adalah subjek uji coba untuk mengetahui kepraktisan produk yaitu guru & peserta didik.

3.4 Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan yang digunakan mengacu pada model ADDIE yang terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

- a) Analysis, di mana dilakukan analisis kebutuhan dengan menyebarkan instrumen kepada guru dan siswa untuk mengidentifikasi tantangan dalam asesmen berpikir kritis.
- b) Design, disusun kisi-kisi soal berdasarkan teknik representasi verbal, gambar/diagram, grafik, dan matematik, serta dirancang kerangka analisis Argumentasi menurut Chen dan She yang terdiri dari komponen *Claim*, *Warrant*, *Backing*, *Rebuttal* agar soal dapat menentukan kualitas argumentasi siswa. Selanjutnya dituangkan pada aplikasi Thunkable
- c) Development, instrumen asesmen dikembangkan dan divalidasi oleh ahli. Jika dinyatakan valid, maka dilanjutkan ke tahap Implementation, namun jika tidak valid, dilakukan revisi dan perbaikan.
- d) Implementation melibatkan penerapan perangkat instrumen penilaian dalam pembelajaran serta uji coba dalam kelompok kecil untuk mengukur kepraktisan perangkat instrumen penilaian dan kelompok besar untuk mengukur kepraktisan perangkat instrumen penilaian.
- e) Evaluation memastikan bahwa asesmen benar-benar valid, reliabel, dan praktis.



Gambar 5 Desain Pengembangan ADDIE

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan angket. Pembagian angket dilakukan saat analisis kebutuhan, studi lapangan, tahap validasi produk berupa uji substansi, bahasa dan konstruk, serta tahap uji kepraktisan produk. Data hasil uji coba yang diuji cobakan ke siswa untuk instrumen asesmen yang valid dan reliabel. Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut.

3.5.1 Data Hasil Pengumpulan Informasi

Data dari pengumpulan informasi merupakan teknik pengumpulan data berupa pengisian kuisioner oleh guru mengenai pertanyaan pada tahap analisis untuk mendapatkan data dan informasi dari beberapa responden mengenai suatu permasalahan. Pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada angket digunakan agar mengetahui instrumen asesmen keterampilan argumentasi

3.5.2 Data Hasil Validasi Ahli

Data dari validasi ahli ini merupakan data dari penilaian terhadap produk instrumen asesmen yang dikembangkan, berupa lembar validasi yang diisi oleh dua dosen dan satu guru fisika . Tujuannya yaitu untuk mengetahui data informasi terkait kevalidan produk yang telah peneliti kembangkan serta untuk menilai dan meningkatkan validitas isi dari instrumen asesmen yang telah peneliti kembangkan.

3.5.3 Data Hasil Uji Coba Produk

Teknik pengumpulan data ini merupakan hasil yang diuji cobakan kepada siswa lalu dianalisis menggunakan *rasch model* yang bertujuan untuk menghasilkan instrumen yang valid dan reliabel. Uji coba dilakukan kepada siswa kelas XII SMA yang ada di Provinsi Lampung sebanyak 113 siswa. Selanjutnya untuk data uji coba kepraktisan diperoleh dari pengisian angket oleh guru dan peserta didik siswa yang bertujuan untuk mengukur aspek kemudahan penggunaan, kemenarikan sajian dan aspek kebermanfaatan yang akan dikembangkan oleh peneliti.

3.6 Teknik Analisis Data

Pada pendekatan kombinasi ini penelitian dilakukan dua tahap, tahap pertama menggunakan metode kualitatif dan tahap kedua menggunakan metode kuantitatif.

3.6.1 Analisis Kevalidan Instrumen

Pada penelitian ini dilakukan uji validitas substansi, bahasa dan kosntruk. Uji validitas dalam penelitian ini dilakukan oleh ahli materi dan ahli evaluasi. Data yang diperoleh untuk uji validasi berupa data kuantitatif. Data tersebut menggunakan sistem penskoran menggunakan *skala likert* yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) dengan 4 tingkatan yaitu 1, 2, 3 dan 4 seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 . Skala Likert pada Angket Kevalidan

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Kurang setuju	2
Tidak Setuju	1

(Ratumanan & Laurent, 2011)

Kemudian hasil pengisian angket kevalidan dianalisis mellaui perhitungan menurut Sudjana (2005) sebagai berikut:

$$\% = \frac{\Sigma \text{ skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{ skor maksimum}} \times 100\%$$

Perolehan nilai rata-rata validitas instrumen tes selanjutnya dikategorikan sesuai kriteria hasil kevalidan yang diadaptasi dari Diani dkk (2018) seperti Tabel 4.

Tabel 4. Konversi Skor Penilaian Kevalidan

Persentase	Kriteria
81,26% - 100%	Sangat Valid
62,51% - 81,25%	Valid
43,76% - 62,50%	Kurang Valid
25% - 43,75%	Tidak Valid

(Diani dkk, 2018)

Uji validitas empirik dalam penelitian ini menggunakan model *rasch* dengan *software ministep 4.5.1* (Boone *et al.*, 2014). Adapun parameter yang digunakan untuk mengetahui ketepatan atau kesesuaian responden dan butir pertanyaan, antara lain:

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

Nilai *outfit mean square*, *outfit Z-standars*, *outfit Point Measure Correlation* adalah kriteria yang digunakan untuk melihat tingkat kesesuaian butir pertanyaan. Butir tes dikategorikan fit atau baik apabila memenuhi minimal dua syarat dari ketiga kriteria panduan penilaian menurut (Boone *et al.*, 2014).

3.6.2 Analisis Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui kesahihan instrumen yang dikembangkan, dianalisis menggunakan model *rasch* dengan berbantuan *software ministep 4.5.1* dengan menggunakan formula *alpha cronbach*. Pada penelitian ini terdapat dua analisis reliabilitas *item reliability* dan *person reliability*. Nilai *alpha cronbach* digunakan untuk mengukur reliabilitas antara interaksi person dan butir- butir soal secara keseluruhan. Penentuan kriteria *alpha cronbach* sebagaimana tertera dalam Tabel 5, sedangkan Tabel 6 memuat kriteria *item reliability* dan *person reliability* yang diadaptasi dari (Sumintono dan Widhiarso, 2015).

Tabel 5. Kriteria *Alpha Cronbach*

Pilihan Jawaban	Skor
>0,8	Bagus Sekali
0,7 – 0,8	Bagus
0,6 – 0,7	Cukup
0,5 – 0,6	Jelek
<0,5	Buruk

(Sumintono dan Widhiarso, 2015)

Tabel 6. Kriteria Item *Reliability* dan *Person Reliability*

Pilihan Jawaban	Skor
>0,94	Istimewa
0,91 – 0,94	Bagus Sekali
0,81 – 0,90	Bagus
0,67 – 0,80	Cukup
< 0,67	Lemah

(Sumiantono dan Widhiarso)

Berdasarkan Tabel 6, butir soal yang dikembangkan terkategori dapat dengan normal melakukan pengukuran jika *item reliability* dan *person reliability* memperoleh minimal skor 0,67 dengan kategori cukup.

3.6.3 Analisis Kepraktisan Instrumen

Uji kepraktisan ini menggunakan angket yang diberikan kepada siswa, bertujuan untuk dijadikan tolak ukur kualitas instrumen asesmen yang telah dikembangkan dari aspek kepraktisan. Data tersebut menggunakan sistem penskoran menggunakan skala likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) dengan dengan 4 tingkatan yaitu 1, 2, 3 dan 4 seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Skala Likert pada Angket Kepraktisan

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Kurang Setuju	2
Tidak Setuju	1

(Ratumanan & Laurent, 2011)

Kepraktisan penilaian guru (praktisi) dianalisis dengan melalui perhitungan menurut Sudjana (2005) sebagai berikut:

$$\%X = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Analisis kriteria kepraktisan dilakukan dengan langkah-langkah yang sama dengan analisis kevalidan. Hasil analisis yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang diadaptasi dari Riduwan (2004) seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

Persentase	Kriteria
75,01% - 100%	Sangat Praktis
50,01% - 75,00%	Praktis
25,01% - 50,00%	Kurang Praktis
0,00% - 25,00%	Sangat Kurang Praktis

(Riduwan, 2004)

Berdasarkan tabel 8, instrumen yang dikembangkan terategori praktis jika memperoleh persentase 50,01% dengan kriteria praktis

3.7 Identifikasi Keterampilan Argumentasi

Data hasil jawaban peserta didik dikelompokkan berdasarkan rubrik penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thunkable* di adaptasi dari Viyanti, dkk (2023) seperti pada tabel 9.

Tabel 9. Rubrik Jawaban Peserta Didik pada Penilaian Keterampilan Argumentasi Berbasis Multi Representasi Berbantuan Thunkable

No	Level	Skor	Alasan Pemberian Skor	Kategori
1	Level 1	0	Klaim tidak ilmiah/ tidak relevan Tidak ada data/ perhitungan Tidak ada representasi Tidak menunjukkan struktur Toulmin	Sangat Kurang
		1	Klaim ada tanpa dukungan data Representasi hanya Satu Tidak ada hubungan antara klaim dan data Tidak ada warrant atau rebuttal	Kurang
	Level 2	2	Klaim dan data cukup jelas Representasi lebih dari satu, belum terintegrasi Warrant belum mendalam Rebuttal tidak ada	Cukup
		3	Klaim dan data jelas Representasi lebih dari satu dan koheren Ada hubungan klaim-data (Warrant) Rebuttal mulai muncul	Baik
		4	Komponen Toulmin lengkap : Klaim, data, warrant, backing, rebuttal Multi representasi digunakan secara terintegrasi Rebuttal memperkuat argumen	Sangat Baik

Data penilaian keterampilan berargumentasi, akan diolah menggunakan teknis analisis statistik deskriptik. Analisis ini untuk mendeskripsikan karakteristik distribusi skor keterampilan argumentasi peserta didik. Analisis deskriptif ini

ditampilkan dalam bentuk rata-rata , varians, standar deviasi, skor maksimum dan skor minimum. Adapun gambaran skala pengkategorian kemampuan berargumentasi diadopsi dari Febi Dwi Putri (2020) yang dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 10. Kriteria Konversi Data Kuantitatif ke Data Kualitatif

Kriteria Interval Skor	Kategori
$Mi + 1,5 Si < X \leq Mi + 3 Si$	Sangat Baik
$Mi + 0,5 Si < X \leq Mi + 1,5 Si$	Baik
$Mi - 0,5 Si < X \leq Mi + 0,5 Si$	Cukup
$Mi - 1,5 Si < X \leq Mi - 0,5 Si$	Kurang
$Mi - 3 Si < X \leq Mi - 1,5 Si$	Sangat Kurang

Keterangan :

Mi = Rata-rata ideal (mean)

= $\frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

Si = Simpangan baku ideal atau standar deviasi ideal

= $\frac{1}{6}$ (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)

Hasil perhitungan ini kemudian dikelompokkan menjadi kriteria kategori keterampilan berargumentasi yang diadaptasi dari Iin Mulyani Ishaq, dkk (2021) ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Kategori Keterampilan Argumentasi

Kriteria Interval Skor	Kategori
$59,5 < X \leq 80$	Sangat Baik
$46,5 < X \leq 59,5$	Baik
$33,5 < X \leq 46,5$	Cukup
$20,5 < X \leq 33,5$	Kurang
$0 < X \leq 20,5$	Sangat Kurang

Berdasarkan tabel tersebut jika setiap keterampilan argumentasi peserta didik mencapai skor 33,6 maka kategori keterampilan argumentasi tersebut termasuk kriteria cukup.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Penelitian pengembangan ini menghasilkan instrumen penilaian keterampilan argumentasi berbasis multi representasi berbantuan *Thunkable* pada materi fluida statis. Instrumen ini mengukur keterampilan argumentasi peserta didik melalui penggunaan representasi verbal, matematis, visual, dan grafik yang merepresentasikan konsep fluida statis secara terpadu. Keterampilan argumentasi yang diukur meliputi kemampuan menyusun klaim, memberikan alasan, serta menyajikan bukti atau data pendukung berdasarkan berbagai representasi tersebut. Indikator keterampilan argumentasi dioperasionalkan ke dalam soal-soal berbasis multi representasi sehingga peserta didik dituntut untuk menafsirkan dan menghubungkan representasi dalam membangun argumen ilmiah. Penilaian dilakukan menggunakan rubrik penskoran yang sistematis dan objektif. Berdasarkan penilaian para ahli, instrumen dinyatakan sangat valid dari aspek konstruk, materi, dan bahasa.
2. Instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thunkable* dinyatakan valid secara empiris dan reliabel berdasarkan hasil analisis data uji coba. Hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen memenuhi kriteria validitas empiris serta memiliki tingkat reliabilitas yang baik, sehingga layak digunakan untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik pada materi fluida statis.
3. Instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thunkable* dinyatakan praktis digunakan dalam proses pembelajaran fisika. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penilaian kepraktisan dengan kategori sangat tinggi. Tingginya tingkat kepraktisan tersebut menunjukkan bahwa instrumen mudah digunakan oleh guru dan peserta didik, dan membantu mengukur keterampilan argumentasi peserta didik pada materi fluida statis.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan penelitian yang telah diperoleh, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Guru fisika disarankan untuk menggunakan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thinkable* sebagai alternatif alat penilaian untuk mengukur keterampilan argumentasi peserta didik, khususnya pada materi fluida statis, serta untuk mendukung pembelajaran yang menekankan pemahaman konsep secara mendalam.
2. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan instrumen penilaian berbasis multi representasi berbantuan *Thinkable* pada materi fisika lainnya atau untuk mengukur keterampilan abad ke-21 yang lain, seperti keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi sains.
3. Diharapkan guru dapat memanfaatkan hasil pengukuran keterampilan argumentasi peserta didik sebagai dasar dalam merancang tindak lanjut pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Aisyah, I., & Wasis. (2015). Penerapan model pembelajaran inkuiri untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi kalor di SMAN 1 Pacet. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 4(2), 83–87.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Akbar, S. (2016). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Anderson & Krathwohl. (2017). *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arends, R. (2018). *Learning to Teach*. New York: McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2018). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2010). *A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts*. *Science Education*, 94(5), 765–793.
<https://doi.org/10.1002/sce.20402>
- Berlian, L., Taufik, A. N., & Iman, A. (2021). *Pengembangan instrumen tes argumentasi tulisan yang berorientasi e-learning untuk melatih keterampilan argumentasi mahasiswa*. *Bio Educatio*, 6(2), 1–12.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch Model: Fundamental measurement in the human sciences* (3rd ed.). Routledge Taylor & Francis Group.
- Boone, W. J. (2016). Rasch analysis for instrument development: Why, when, and how? *CBE Life Sciences Education*, 15(4), 1-7
- Boone, W. J. (2016). Rasch analysis for instrument development: Why, when, and how? *CBE Life Sciences Education*, 15(4), 1-7
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (2003). *Educational Research: An Introduction*. New York: Longman.

- Brookhart, S. M. (2013). *How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading*. ASCD.
- Brown, H. D., & Abeywickrama, P. (2010). *Language Assessment: Principles and Classroom Practices*. Pearson Education.
- Chen, Y.-C., & She, H.-C. (2012). The Impact of Reconstructed Scientific Argumentation on Students' Argumentation and Conceptual Understanding. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Capps, D., & Crawford, B. (2013). *Argumentation in Science Education Research*. Science Education Journal.
- Chinn, C. A., & Pfautz, M. D. (2018). *A Framework for Scientific Argumentation*. Journal of Research in Science Teaching.
- Della, S., et al. (2021). Efektivitas Representasi Gambar dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*.
- Destiany, A. P., & Robandi, B. (2023). *Penilaian karakteristik siswa untuk pembelajaran yang efektif di SMA Negeri 1 Purwakarta*. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Bina Darma*, 3(2).
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2012). *Argumentation in Science Education*. Springer.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- Giere, R. N. (2006). *Scientific Persuasion: Argumentation and the Rhetoric of Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hake, R. R. (1998). *Interactive Engagement vs. Traditional Methods*. American Journal of Physics.
- Hamzah, B. (2013). *Prinsip dan Dasar Pengembangan Instrumen Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Harizah, et al. (2019). Kesulitan Peserta Didik dalam Mempelajari Konsep Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan Fisika*.
- Hermawan Iwan.2019. “Metodologi Penelitian Pendidikan Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed Method”. Kuningan : Hidayatul Quran Kuningan.

- Hidayat, A. (2020). *Pengembangan Instrumen Penilaian Argumentasi*. Jurnal Evaluasi Pendidikan.
- Hilala, R., Laliyo, L. A. R., Kilo, J. L., Tangio, J., Mohammad, E., & Sihaloho, M. (2023). Measuring students' scientific argumentation skills in explaining phenomena related to acid–base concepts. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11(2), 360–378. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.27822>
- Hutabarat, O. R. 2004. Model-model Penilaian Berbasis Kompetensi PAK. Bandung: Bina Media Informasi.
- Ishaq, I. M., Khaeruddin, & Usman. (2021). *Analisis kemampuan berargumentasi dalam pembelajaran fisika peserta didik SMA Negeri 8 Makassar*. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika, 17(3), 211–225.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3–27). Springer
- Kadir. (2015). *Statistik Terapan: Konsep, Contoh dan Analisis Data dengan Program SPSS*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Kembaren, H. (2022). Prinsip-Prinsip Penilaian Otentik. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Kim, S., & Lee, J. (2022). Visual Programming Tools for Education: A Comparative Study. *Journal of Learning Design*.
- Kurniawan, D., Febrianti, A. N., & Hardianti, T. (2022). *Penilaian dalam Proses Belajar Mengajar*. Jurnal Evaluasi Pendidikan.
- Mailani, R. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Thunkable. *Jurnal Teknologi dan Pembelajaran*.
- Mahardika, A. (2024). Development of Multiple-Representation Based E-LKPD. *Jurnal Pendidikan Biologi*.
- Miller, M. D., Linn, R. L., & Gronlund, N. E. (2009). *Measurement and Assessment in Teaching* (10th ed.). Pearson.
- Mulyono, H. (2023). Karakteristik Instrumen Evaluasi yang Baik. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*.
- Nikmah, A., et al. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*.

- Nugraha, A. (2020). *Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Argumentasi*. Jurnal Pendidikan.
- Nurlitasari, T., & Hamami, T. (2023). Assessment for Learning dan Assessment as Learning. *Jurnal Evaluasi Pembelajaran*.
- Nussbaum, E. M. (2011). *Argumentation and Science Learning*. Educational Psychologist.
- Opfermann, M. (2020). Multiple Representations in Physics and Science Education. *Research in Science Education*.
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Argument in Learning Science. *Science*, 328(5977), 463–466.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Permatasari, A. D. A., Handayani, R. D., Siswati, B. H., & Bachtiar, A. A. (2023). *Effectiveness test digital assessment based Moodle as a digital assessment instrument for measuring science literacy skills for junior high school students*. Jurnal Penelitian Pendidikan Sains (JPPS), 13(1), 29–41. <https://doi.org/10.26740/jpps.v13n1.p29-41>
- Putri, S. (2020). Pengembangan Instrumen Argumentasi Menggunakan Toulmin's Argument Pattern. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*.
- Rahman, Z., et al. (2022). Integrasi Thinkable dalam Media Pembelajaran Interaktif. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan*.
- Ramadayanty, M., Sutarno, & Risdianto, E. (2021). Pengembangan e-modul fisika berbasis multiple representation untuk melatih keterampilan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 17–24. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.17-24>
- Rosidin, U. (2017). *Evaluasi dan asesmen pembelajaran*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Safriyanti, S. (2022). *Penerapan pembelajaran multi representation terhadap siswa kelas XI IIA 1 MAN 2 Bojonegoro dengan materi fluida statis*. Edustream: Jurnal Pendidikan Dasar, 6(1), 35–42.
- Samosa, R. C. (2021). *Effectiveness of claim, evidence, and reasoning as an innovation to develop students' scientific argumentative writing skills*. JournalNX: A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal, 7(5), 135–147.

- Shabrina, A., & Astuti, U. P. (2022). The integration of 6Cs of the 21st century education into English skills: Teachers' challenges and solutions. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 7(1), 28–37.
- Sadaghiani, H. R. (2011). Using Multimedia Learning Modules in a Hybrid-Online Course in Electricity and Magnetism. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7(1).
- Safitri, E., Safitri, S., & Widyanti, E. (2025). Analisis Penilaian Guru Yang Efektif Pada Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Siswa. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 2(2)
- Samosa, R. (2021). Scientific Argumentation Skills in High School Physics. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and Development in the Science Classroom. *International Journal of Science Education*.
- Siregar, R. (2022). Validitas dan Reliabilitas Instrumen Evaluasi. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*.
- Smith, R., & Gonzales, M. (2021). A Comparative Review of No-Code App Builders. *Journal of Software Engineering and Applications*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Sukardi. (2003). *Metodologi Penelitian Pendidikan: Kompetensi dan Praktiknya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sukardi. (2022). *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suryani, T., & Wahyuni, R. (2022). Pengembangan Instrumen Penilaian Argumentasi Berbasis Thunkable. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*.
- Suryanto. (2020). Penilaian Otentik dalam Kurikulum. *Jurnal Pendidikan dan Evaluasi*.
- Supriyanto, A., et al. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Thunkable. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*.
- Treagust, D. F., et al. (2003). Multiple Representations in Science Education. *Science Education*, 87(1), 93–106.
- Thunkable. (2024). *Thunkable Documentation and Platform Overview*. Retrieved from <https://thunkable.com>
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Ubaque Casallas, A., & Pinilla Castellanos, M. (2016). Argumentation Skills in the EFL Classroom. *Profile Issues in Teachers' Professional Development*.
- Ula, A. N., & Suyono. (2023). Development of Argumentation Skills Assessment Instruments. *Jurnal Pendidikan Kimia*.
- Uno, H. B. (2013). *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Uslan, I., et al. (2018). Strategi Penilaian Berbasis Karakteristik Siswa. *Jurnal Pendidikan*.
- Viyanti, Cari, Sunarno, W., & Prasetyo, Z. K. (2016). Analisis tes argumentasi materi terapung dan tenggelam. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 2(2), 88–92.
- Wendra, I. W., Utama, I. K., & Triyasa, G. P. (2012). Argumentasi Ilmiah dan Komunikasi Sains. *Jurnal Pendidikan dan Sains*.
- Wiggins, G. (1998). *Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance*. Jossey-Bass.
- Widoyoko, E. P. (2012). Teknik penyusunan instrumen penelitian (Edisi revisi). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yadav, A., & Mishra, P. (2021). Preparing Teachers for Computational Thinking and Mobile App Development. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*.
- Yuberti, & Antomi, F. (2017). *Instrumen Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). *Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills*. Journal of Research in Science Teaching.