

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF
TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY PADA MATERI
PERUBAHAN WUJUD BENDA UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA
KELAS IV SEKOLAH DASAR**

Tesis

Oleh

**RESTIYANITA
(2423011003)**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNOLOGI PENDIDIKAN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY PADA MATERI PERUBAHAN WUJUD BENDA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS IV SEKOLAH DASAR

Oleh

RESTIYANITA

Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran interaktif terintegrasi *Augmented Reality* (AR) berbantuan Assemblr Edu serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi perubahan wujud benda. Penelitian dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa akibat dominasi metode konvensional dan materi yang bersifat abstrak. Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan jenis Research and Development (R&D) dengan model ADDIE. Uji coba lapangan dilaksanakan di SD Negeri 1 Sukarame menggunakan desain *Quasi Experimental* pada kelas IV B sebagai kelas kontrol dan kelas IV C sebagai kelas eksperimen. Data dikumpulkan melalui validasi ahli, angket, dan tes uraian. Hasil penelitian menunjukkan produk sangat layak dengan validitas ahli media 93,3%, ahli materi 96,74%, dan kepraktisan 94%. Uji efektivitas menggunakan *Paired Sample T-Test* menunjukkan signifikansi $0,000 < 0,05$, dengan peningkatan *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,62 (kategori Sedang), jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Disimpulkan bahwa penerapan media pembelajaran AR efektif dan praktis dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: *Augmented Reality*, Berpikir Kritis, Perubahan Wujud Benda, R&D, ADDIE.

ABSTRAK

DEVELOPMENT OF INTERACTIVE LEARNING MEDIA INTEGRATED WITH AUGMENTED REALITY ON CHANGES IN STATES OF MATTER TO IMPROVE CRITICAL THINKING SKILLS OF FOURTH GRADE ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

By

RESTIYANITA

This study aims to develop interactive learning media integrated with Augmented Reality (AR) assisted by Assemblr Edu and to test its effectiveness in improving students' critical thinking skills on the material of changes in states of matter. This research is motivated by students' low critical thinking skills due to the dominance of conventional methods and the abstract nature of the material. This study employs the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model. Field trials were conducted at SD Negeri 1 Sukarame using a Quasi-experimental design in class IV B as the control class and class IV C as the experimental class. Data were collected through expert validation, questionnaires, and essay tests. The results showed that the product was very feasible with media expert validity of 93.3%, material expert validity of 96.74%, and practicality of 94%. The effectiveness test using the Paired Sample T-Test showed a significance of $0.000 < 0.05$, with an N-Gain increase in the experimental class of 0.62 (Medium category), which was significantly higher than the control class. It is concluded that the implementation of AR learning media is effective and practical in improving students' critical thinking skills.

Keywords: *Augmented Reality, Critical Thinking, Changes in States of Matter, R&D, ADDIE.*

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF
TERINTEGRASI AUGMENTED REALITY PADA MATERI
PERUBAHAN WUJUD BENDA UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA
KELAS IV SEKOLAH DASAR**

Oleh

RESTIYANITA

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Ilmu Pendidikan
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNOLOGI PENDIDIKAN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Tesis

: **Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif
Terintegrasi Augmented Reality pada Materi
Perubahan Wujud Benda untuk Meningkatkan
Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV
Sekolah Dasar**

Nama Mahasiswa

: **Restiyanita**

NPM

: **2423011003**

Program Studi

: **Magister Teknologi Pendidikan**

Jurusan

: **Ilmu Pendidikan**

Fakultas

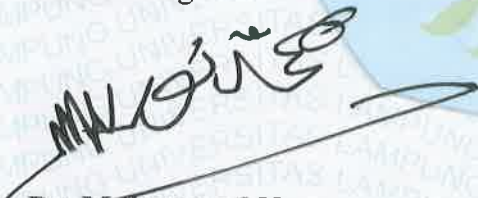
: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

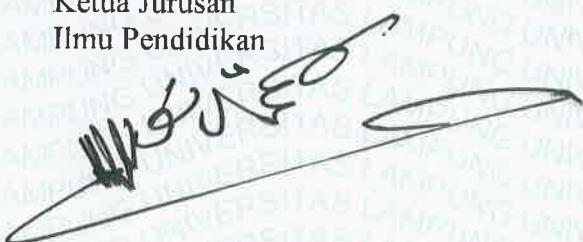

Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.
NIP 19741220 200912 1 002


Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.
NIP 19741010 200801 1 015

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Ilmu Pendidikan

Ketua Program Studi
Magister Teknologi Pendidikan


Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.
NIP 19741220 200912 1 002


Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.
NIP 19741010 200801 1 015

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji :

Ketua : **Dr. Muhammad Nurwahidin, M.Ag., M.Si.**

Sekretaris : **Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom.**

Penguji Anggota : **1. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

2. Dr. Bayu Saputra, S.Pd., M.Pd.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 19630504 201404 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana

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

NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **26 Februari 2026**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul " Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Terintegrasi Augmented Reality Pada Materi Perubahan Wujud Benda Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IV Sekolah Dasar" adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Februari 2026
Pembuat Pernyataan



Kestiyanta
NPM 2423011003

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rejang Lebong sebuah kabupaten yang terletak di Bengkulu, pada tanggal 24 Desember 1990. Saat ini sebagai guru di SD Negeri 1 Sukarame, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Penulis memiliki ketertarikan dan dedikasi dalam pengembangan pendidikan, terutama dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran melalui inovasi yang relevan dengan kebutuhan peserta didik. Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) pada Program Studi Pendidikan Matematika di Universitas Lampung. Sebelum menempuh pendidikan tinggi, penulis menamatkan pendidikan dasar di SD Negeri 3 Margorejo Kotabumi, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 6 Kotabumi, serta pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Kotabumi. Pengalaman dan latar belakang pendidikan tersebut menjadi modal penting bagi penulis dalam mengembangkan kompetensi profesional di bidang pendidikan, khususnya dalam pembelajaran di kelas yang efektif dan inovatif.

Karier penulis di bidang pendidikan dimulai pada tahun 2013 sebagai guru, dengan komitmen untuk senantiasa memberikan kontribusi terbaik dalam mendidik dan membimbing peserta didik. Seiring perjalanan karier tersebut, penulis aktif terlibat dalam berbagai kegiatan pengembangan sekolah, peningkatan mutu pembelajaran, serta pengembangan profesional guru.

Melalui Keterlibatan tersebut memberikan pengalaman berharga bagi penulis dalam memahami kepemimpinan, kolaborasi, serta pentingnya inovasi, sekaligus menumbuhkan kesadaran bahwa profesi guru menuntut proses belajar sepanjang hayat dalam menghadapi dinamika dunia pendidikan.

Dalam perjalanan pengembangan profesionalnya, penulis pernah mengikuti Program Guru Penggerak Angkatan 2 Kota Bandar Lampung pada tahun 2021. Selanjutnya, penulis dipercaya sebagai Pengajar Praktik pada Program Guru Penggerak Angkatan 9 Kota Bandar Lampung pada tahun 2023. Pengalaman tersebut memperluas wawasan penulis mengenai kepemimpinan pembelajaran, pendampingan guru, serta penguatan budaya

Selain berkiprah di bidang pendidikan, penulis memiliki ketertarikan pada dunia kepenulisan. Penulis aktif mengikuti berbagai kelas menulis dan kegiatan kepenulisan daring, serta telah menghasilkan sejumlah karya yang tergabung dalam antologi puisi, cerpen, cerita anak, dan novelet. Aktivitas tersebut menjadi sarana bagi penulis untuk terus belajar, berekspresi, dan mengembangkan literasi sebagai bagian dari praktik pembelajaran sepanjang hayat yang berkelanjutan di lingkungan sekolah.

MOTTO

*"Setiap orang bertanggung jawab atas
takdirnya masing-masing. Let it Flow,
Let it Go."*

Penulis meyakini bahwa setiap individu memiliki perjalanan hidup dan perannya masing-masing yang harus dijalani dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab. Dalam dunia pendidikan, prinsip tersebut menjadi landasan bagi penulis untuk menerima setiap proses, tantangan, dan perubahan sebagai bagian dari pembelajaran yang bermakna.

Sebagai seorang pendidik, penulis berusaha menjalani profesi dengan ketulusan, keterbukaan, dan sikap reflektif. Prinsip *let it flow, let it go* dimaknai sebagai kemampuan untuk beradaptasi dengan dinamika pendidikan, mengelola berbagai peran dan tanggung jawab, serta melepaskan hal-hal yang tidak dapat dikendalikan tanpa kehilangan komitmen untuk terus memberikan yang terbaik bagi peserta didik.

Melalui sikap belajar sepanjang hayat, penulis berkomitmen untuk terus mengembangkan diri dan berinovasi dalam pembelajaran, serta berkontribusi dalam mewujudkan lingkungan pendidikan yang humanis, adaptif, dan berorientasi pada pengembangan potensi peserta didik.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karya ini saya persembahkan kepada:

Diri sendiri yang memilih terus belajar dan bertumbuh.

Karya ini penulis persembahkan untuk diri sendiri, sebagai bentuk penghargaan atas proses dan keberanian untuk terus melangkah, yang telah memilih untuk terus belajar, berani mencoba hal-hal baru, dan tetap bertumbuh dalam berbagai situasi. Terima kasih atas keteguhan untuk tidak berhenti melangkah, meskipun proses sering kali menuntut kesabaran, keberanian, dan keikhlasan.

Persembahan ini menjadi pengingat bahwa mencintai proses belajar, membuka diri terhadap pengalaman baru, dan terus mengembangkan potensi diri merupakan bentuk tanggung jawab sekaligus penghargaan terhadap perjalanan hidup. Semoga semangat untuk belajar sepanjang hayat dan keberanian untuk berinovasi senantiasa terjaga sebagai bekal dalam menghadapi tantangan di masa depan.

“Setiap langkah untuk belajar dan bertumbuh adalah wujud keberanian mencintai proses.”

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Terintegrasi *Augmented Reality* Pada Materi Perubahan Wujud Benda Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas 4 Sekolah Dasar" dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Magister Teknologi Pendidikan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan tesis ini, penulis telah mendapatkan bimbingan, dukungan, serta masukan yang sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN.Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Albet Maydiantoroo, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. M. Nurwahidin, M.Ag., M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Pendidikan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung sekaligus sebagai Pembimbing II (dua)
5. Bapak Dr. Rangga Firdaus, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Magister Teknologi Pendidikan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, sekaligus sebagai Pembimbing I (Satu).
6. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku pembahas/penguji tesis.
7. Bapak Dr. Bayu Saputra, M.Pd., selaku penguji tesis.

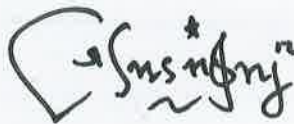
8. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Pengajar, Program Studi Magister Teknologi Pendidikan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
9. Ibu Dr. Sheren Dwi Oktaria, M.Pd., Bapak Dr. Wayan Rumite, M.Si., dan Ibu Ikna Awaliyani, S.Kom.,M.Kom., selaku validator ahli media pada penelitian tesis ini.
10. Bapak Syukron Fuad, M.Pd., Bapak Rahmat Andri Setiawan, M.Pd., dan Bapak Angga Prayoga, M.Pd.,Gr., selaku validator ahli materi pada penelitian tesis ini.
11. Ibu Ika Lidya Nirwanasari, S.S., S.Pd., M.Pd., selaku Kepala SD Negeri 1 Sukrame Bandar Lampung yang telah memberikan dukungan penuh serta izin kepada penulis untuk melanjutkan studi.
12. Guru dan peserta didik yang telah bersedia menjadi subjek dalam penelitian ini.
13. Keluarga Besar Program Studi Magister Teknologi Pendidikan (MTP 2024) dan Sahabat Mahasiswa Program Studi Magister Teknologi Pendidikan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
14. Bapak/Ibu Dewan Guru SD Negeri 1 Sukrame Bandar Lampung atas dukungan dan pengertiannya selama penulis menjalani perkuliahan dan penyusunan tesis.
15. Suami tercinta M. Ilham B. dan anak tercinta Embun Aluna Resiam atas doa, kesabaran, pengertian, serta dukungan yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
16. Ibu tercinta, almarhum Bapak, serta adik-adik tersayang atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dan dukungan yang senantiasa mengiringi penulis selama menjalani perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
17. Seluruh keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas doa, dukungan, perhatian, dan motivasi yang senantiasa diberikan selama penulis menjalani perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
18. Pihak yang telah memberikan dukungan moral, semangat, serta ruang berbagi dan berdiskusi bagi penulis selama proses perkuliahan Program S2 hingga penyelesaian tesis ini.
19. Staf administrasi Program Studi dan Fakultas yang telah membantu kelancaran administrasi selama perkuliahan dan penyusunan tesis ini.

20. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah berkontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan pengembangan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi pendidikan dan pembelajaran terintegrasi digital.

Bandar Lampung, 26 Februari 2026

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Restiyanita', with a stylized flourish at the end.

Restiyanita

NPM. 2423011003

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
 I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Rumusan Masalah	9
1.5 Tujuan Penelitian	9
1.6 Manfaat Penelitian	10
1.6.1. Manfaat Teoritis.....	10
1.6.2 Manfaat Praktis	11
 II. KAJIAN PUSTAKA	 13
2.1 Kajian Teori	13
2.1.1 Media Pembelajaran Interaktif	13
2.1.2 <i>Augmented Reality</i> (AR) dalam Pembelajaran	16
2.1.3 Materi Perubahan Wujud Benda.....	20
2.1.4 Kemampuan Berpikir Kritis	25
2.1.5 Teori Belajar dan Pembelajaran.....	30
2.1.6 Penelitian Relevan	36
2.1.7 Pemilihan Model ADDIE	42
2.2 Kerangka Teori.....	43
2.2.1 Bagan Kerangka Berpikir	46
 III. METODE PENELITIAN	 49
3.1 Jenis dan Metode Penelitian.....	49
3.2 Prosedur Penelitian.....	49
3.2.1 Tahap <i>Analysis</i>	51
3.2.2 Tahap <i>Design</i>	52
3.2.3 Tahap <i>Development</i>	53

3.2.4 Tahap <i>Implementation</i>	53
3.2.5 Tahap <i>Evaluation</i>	54
3.3 Uji Coba Produk	54
3.3.1 Desain Uji Coba	54
3.3.2 Subjek Uji Coba	56
3.3.3 Subjek Tes Efektivitas	57
3.4 Teknik Pengumpulan Data	58
3.4.1 Observasi	58
3.4.2 Wawancara	59
3.4.3 Angket	59
3.4.4 Dokumentasi	60
3.4.5 Tes	60
3.5 Instrument Pengumpulan Data	61
3.5.1 Lembar Validasi Produk oleh Ahli Media	62
3.5.2 Lembar Validasi Oleh Ahli Materi	63
3.5.3 Tes Soal	64
3.6 Teknik Analisis Data	64
3.6.1 Analisis Data Validasi Produk oleh Ahli Media dan Materi	65
3.7 Uji Kualitas Instrumen Penelitian	66
3.7.1 Validitas Isi Instrumen	67
3.7.2 Validitas Empiris Instrumen	67
3.7.3 Reliabilitas Instrumen	69
3.8 Analisis Efektivitas Media Pembelajaran	69
3.8.1 Pengkategorian Skor Kemampuan Berpikir Kritis	69
3.8.2 Analisis Data Kepraktisan Media (Respons Siswa)	70
3.8.3 Uji Normalitas	71
3.8.4 Uji Beda Rata-Rata (Paired Sample T-Test)	72
3.8.5 Uji Gain (<i>N-Gain</i>)	73
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	75
4.1 Hasil Penelitian	75
4.1.1 Prosedur Pengembangan	76
4.2 Pembahasan	139
4.2.1 Kualitas Media Pembelajaran	139
4.2.2 Efektivitas Media AR dalam Meningkatkan Berpikir Kritis	142
V. SIMPULAN DAN SARAN	147
5.1 Simpulan	147
5.2 Saran	148
DAFTAR PUSTAKA	149
LAMPIRAN	153

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Aspek Berpikir Kritis	26
Tabel 2.2 Penelitian Terkait	37
Tabel 3.1 Instrumen Pengumpulan Data	61
Tabel 3.2 Kategori Penilaian	62
Tabel 3.3 Kisi-kisi Lembar Validasi Produk oleh Ahli Media	63
Tabel 3.4 Kisi-kisi Lembar Validasi Produk oleh Ahli Materi	63
Tabel 3.5 Kriteria Kualitas Produk	66
Tabel 3.6 Kriteria Keputusan Uji Validitas Empiris	68
Tabel 3.7 Kriteria Interpretasi Nilai Cronbach's Alpha	69
Tabel 3.8 Kategori Kemampuan Berpikir Kritis	70
Tabel 3.9 Kriteria Kepraktisan Media	71
Tabel 3.10 Pedoman Uji Normalitas	72
Tabel 3.11 Kriteria Pengambilan Keputusan Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	73
Tabel 3.12 Kriteria Interpretasi N-Gain	74
Tabel 4.1 Rincian Prosedur Pengembangan Media Interaktif AR	76
Tabel 4.2 Hasil Wawancara dengan Guru Kelas IV	77
Tabel 4.3 Hasil Observasi Pembelajaran di Kelas IV	81
Tabel 4.4 Analisis Kebutuhan Pembelajaran	83
Tabel 4.5 Analisis Kurikulum	85
Tabel 4.6 Analisis Karakter dan Kebutuhan Peserta Didik	87
Tabel 4.7 Analisis Lingkungan Belajar	89
Tabel 4.8 Matriks Rancangan Aktivitas Pembelajaran	110
Tabel 4.9 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media	115
Tabel 4.10 Rangkuman Saran dan Revisi Ahli Media	116
Tabel 4.11 Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi	117
Tabel 4.12 Rangkuman Saran dan Revisi Ahli Materi	118
Tabel 4.13 Hasil Uji Validitas	119
Tabel 4.14 Hasil Uji Reliabilitas Instrumen	121
Tabel 4.15 Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest	123
Tabel 4.16 Distribusi Frekuensi Nilai Pretest	124
Tabel 4.17 Distribusi Frekuensi Nilai Posttest	124
Tabel 4.18 Hasil Uji Normalitas (<i>Shapiro-Wilk</i>)	127
Tabel 4.19 Statistik Deskriptif Uji Paired Sample T-Test	128
Tabel 4.20 Hasil Uji Hipotesis Paired Sample T-Test	129
Tabel 4.21 Perbedaan Persentase N-Gain Setiap Kelas	130
Tabel 4.22 Analisis Bukti Peningkatan Berpikir Kritis Siswa	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Bagan Kerangka Berpikir.....	47
Gambar 3.1 Model Pengembangan ADDIE.....	50
Gambar 4.1 Halaman Memulai.....	95
Gambar 4.2 Tampilan Menu Utama.....	96
Gambar 4.3 Tampilan Tujuan Pembelajaran	97
Gambar 4.4 Tampilan Isi Materi.....	98
Gambar 4.5 Tampilan Menu Eksperimen Virtual.....	99
Gambar 4.6 Tampilan Instruksi Kerja AR	100
Gambar 4.7 Tampilan Simulasi Perubahan Wujud.....	101
Gambar 4.8 Tampilan Simulasi Objek 3D Mencair.....	103
Gambar 4.9 Tampilan Menu Soal Evaluasi	104
Gambar 4.10 Tampilan Lembar Soal dan Navigasi Jawaban	105
Gambar 4.11 Tampilan Feedback Jawaban Benar	106
Gambar 4.12 Tampilan Evaluasi Jawaban Kurang Tepat.....	108

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

BAGIAN A: DOKUMEN ADMINISTRASI PENELITIAN

Surat Izin Penelitian.....	154
Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian.....	155

BAGIAN B: DATA DAN DOKUMEN PENDUKUNG MODEL ADDIE

1. Data dan Dokumen Pendukung Tahap Analisis.....	156
1.1 Draft Pertanyaan Wawancara Guru.....	156
1.2 Borang Observasi Proses Pembelajaran di Kelas.....	159
1.3 Dokumentasi Wawancara dan Observasi Kelas.....	161
1.4 Analisis Capaian Pembelajaran IPAS Fase B.....	162
1.5 Hasil Analisis Karakteristik dan Kebutuhan Peserta Didik.....	163
1.6 Lembar Observasi Lingkungan Belajar.....	164
1.7 Daftar Kepemilikan Smartphone Siswa.....	166
2. Data dan Dokumen Pendukung Tahap Perancangan.....	168
2.1 Tampilan Isi Materi Pada Multimedia Interaktif.....	168
2.2 Menu Eksperimen Virtual.....	172
2.3 Visualisasi Objek 3D dan Animasi Interaktif.....	175
2.4 Desain Butir Soal Interaktif.....	180
2.5 Perangkat Ajar Kelas Kontrol.....	182
2.6 Perangkat Ajar Kelas Eksperimen.....	227
2.7 Dokumen Pendukung Penyusunan Instrumen Evaluasi.....	280
3. Data dan Dokumen Pendukung Tahap Pengembangan.....	296
3.1 Instrumen dan Hasil Validasi Ahli Media.....	296
3.2 Instrumen dan Hasil Validasi Ahli Materi.....	310
3.3 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrument.....	324
4. Data dan Dokumen Pendukung Tahap Implementasi.....	337
4.1 Analisis Data Pretest dan Posttest.....	337
4.2 Instrumen dan Rekapitulasi Angket Respons Siswa.....	349
4.3 Dokumentasi Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas Eksperimen.....	356
5. Data dan Dokumen Pendukung Tahap Evaluasi.....	359
5.1 Hasil Uji Normalitas dan Uji Hipotesis.....	359

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan memegang peran krusial sebagai fondasi dalam mencetak sumber daya manusia yang unggul dan kompetitif. Di tengah arus globalisasi dan kemajuan teknologi yang begitu cepat, sektor pendidikan didorong untuk senantiasa melakukan pembaharuan. Tujuannya adalah untuk menghadirkan pengalaman belajar yang tidak hanya menarik, tetapi juga adaptif dan berdaya guna bagi peserta didik. Upaya tersebut selaras dengan standar kompetensi yang dibutuhkan pada abad ke-21, yang menitikberatkan pada penguasaan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), di mana berpikir kritis menjadi salah satu elemen kuncinya. Keterampilan berpikir kritis adalah kompetensi esensial yang harus dibangun sejak awal. Khususnya dalam menghadapi era Revolusi Industri 4.0 dan transisi menuju Masyarakat 5.0, kemampuan untuk berpikir secara logis, analitis, serta solutif menjadi modal utama bagi individu untuk mengurai dan menyelesaikan berbagai tantangan kehidupan yang semakin kompleks. Urgensi penguasaan keterampilan ini juga didukung oleh temuan survei Trilling & Fadel (2009) menyatakan berpikir kritis sebagai kompetensi inti (*core competencies*) yang sangat vital, baik untuk kebutuhan dunia kerja maupun dalam menjalani kehidupan modern.

Ennis (2011) mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses kognitif yang reflektif dan masuk akal, yang berorientasi pada pengambilan keputusan mengenai apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Dalam lingkup pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS), urgensi kemampuan ini sangat tinggi karena siswa dituntut untuk melampaui sekadar hafalan informasi. Namun juga mampu menganalisis,

melakukan interpretasi, *problem solving*, serta menyimpulkan. Facione (1990) turut menggarisbawahi bahwa penanaman keterampilan ini sejak usia dini memiliki korelasi positif terhadap perkembangan kognitif di jenjang pendidikan selanjutnya. Tanpa pembiasaan sejak awal, siswa berisiko mengalami ketertinggalan kompetensi yang krusial. Oleh karena itu, menanamkan kemampuan ini sejak dini sangat penting untuk mencegah siswa mengalami kesenjangan kompetensi dalam menghadapi tantangan zaman.

Kendati demikian, realitas di lapangan menunjukkan bahwa performa berpikir kritis siswa di Indonesia masih memprihatinkan. Refleksi dari studi Programme for International Student Assessment (PISA) terbaru tahun 2022 menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia masih berada pada kategori rendah, dengan skor rata-rata sekitar 398, yang masih berada di bawah rata-rata Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) yang berada di kisaran 485. Posisi Indonesia juga masih berada di kelompok bawah dibandingkan negara-negara peserta lainnya. Hasil ini mengindikasikan adanya kendala fundamental dalam kemampuan siswa Indonesia dalam menelaah informasi ilmiah secara mendalam, baik dalam melakukan analisis maupun menafsirkan informasi ilmiah, yang merupakan bagian penting dari keterampilan berpikir kritis.

Penelitian oleh Fuadi et al. (2020) mengungkapkan kemampuan siswa Indonesia dalam menjelaskan fenomena dan menginterpretasi data, masih berada pada kategori rendah. Temuan ini diperkuat oleh analisis (Yunita, 2021) yang menyoroti bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan signifikan dalam aspek inkuiri tingkat lanjut; data mereka menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam merumuskan hipotesis dan menarik kesimpulan masih berada pada persentase yang sangat minim. Rendahnya capaian pada indikator-indikator tersebut mengindikasikan bahwa siswa belum terbiasa dilibatkan dalam proses berpikir ilmiah yang sistematis selama kegiatan pembelajaran.

Hasil penelitian oleh Lestariyani et al. (2019) menunjukkan bahwa hanya sekitar 35% siswa SD yang mampu menjawab soal-soal IPAS yang mengandung unsur

penalaran, sedangkan sisanya masih terbatas pada aspek menghafal. Hal ini diperkuat dengan fakta bahwa pembelajaran di kelas masih banyak berfokus pada penguasaan materi secara tekstual, sehingga siswa kurang dilatih untuk mengkritisi atau mencari solusi atas suatu permasalahan.

Tantangan besar dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar ini dikarenakan materi IPAS yang sering kali dianggap abstrak dan sulit dipahami, terutama ketika disampaikan melalui metode konvensional. Salah satu materi IPAS yang membutuhkan pendekatan pembelajaran inovatif adalah perubahan wujud benda. Materi ini berkaitan dengan tentang berbagai proses perubahan fisik benda, seperti mencair, menguap, mengembun, membeku, serta menyublim. Pemahaman terhadap konsep ini penting karena berkaitan erat dengan fenomena sehari-hari. Namun, sifatnya yang abstrak dan tidak selalu dapat diamati secara langsung di dalam kelas membuat siswa kesulitan membayangkan proses perubahan wujud zat tanpa media visual. Siswa cenderung hanya menghafal fakta tanpa benar-benar memahami proses atau konsep di baliknya.

Menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2017), materi ini tidak hanya bertujuan menambah wawasan siswa mengenai fenomena fisika sederhana, tetapi juga sebagai sarana untuk menanamkan pola pikir ilmiah dan sikap kritis sejak dini. Namun dalam praktiknya, materi perubahan wujud benda kerap dianggap sulit dipahami oleh siswa. Salah satu alasannya adalah karena materi ini yang bersifat abstrak dan tidak selalu dapat diamati secara langsung di dalam kelas sehingga siswa sering mengalami kesulitan dalam membayangkan proses perubahan wujud zat tanpa media visual atau pengalaman nyata. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian oleh Yuliana dan Sukardi (2021) menunjukkan lebih dari 60% siswa kelas IV mengalami kesulitan memahami konsep perubahan wujud benda karena kurangnya media konkret dan minimnya keterlibatan aktif dalam pembelajaran.

Pada studi yang dilakukan oleh Saputri (2020) menunjukkan kurangnya kemampuan siswa Indonesia dalam berpikir kritis terlihat dari kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal yang menuntut kemampuan analisis dan evaluasi

(HOTS). Rendahnya capaian ini mengindikasikan bahwa mayoritas siswa lebih terbiasa menghadapi permasalahan yang memiliki tingkat kognitif rendah seperti mengingat dan memahami sehingga dalam mengembangkan kemampuan berpikir yang sistematis dan kritis masih kurang. Mayoritas siswa lebih terbiasa mengerjakan soal-soal level rendah seperti mengingat dan memahami, sehingga kurang terlatih dalam kemampuan berpikir kritis.

Tantangan serupa ditemukan di SD Negeri 1 Sukarame, dari hasil analisis dari laporan pembelajaran ulangan harian pada mata pelajaran IPAS, diketahui bahwa rata-rata nilai siswa untuk indikator pemahaman konsep masih dibawah kriteria tujuan pembelajaran (KKTP) yakni pada rentang 70-78. Data ini diperkuat oleh wawancara dengan guru kelas IV yang menyatakan penyebab utama rendahnya capaian tersebut adalah kurangnya penggunaan media pembelajaran yang menarik dan interaktif. Kondisi ini menghambat perkembangan siswa yang masih berada pada tahap operasional konkret menurut teori perkembangan kognitif

Berdasarkan observasi awal diketahui bahwa dari 30 siswa, hanya 9 siswa (30%) yang mampu menjawab soal evaluasi dan analisis secara benar dalam *assesment* formatif pada materi perubahan wujud benda. Sementara itu, mayoritas siswa (70%) hanya dapat menjawab soal-soal kategori pemahaman dasar. Lebih lanjut dari hasil pembelajaran yang diperoleh siswa, hanya terdapat 12 siswa dari 30 siswa yang mencapai atau melebihi KKM. Sementara itu, siswa lainnya masih berada di bawah standar. Ini menunjukkan adanya permasalahan kesenjangan antara tujuan pembelajaran dengan hasil yang diperoleh siswa. Salah satu penyebab permasalahan ini adalah metode pembelajaran yang kurang melibatkan kolaboratif siswa dalam proses eksplorasi dan pemecahan masalah (*teacher-centered*).

Metode pembelajaran *teacher-centered* ini merupakan metode pembelajaran konvensional dengan menjelaskan materi melalui penjelasan oleh guru atau membaca buku teks. Metode pembelajaran ini kurang mampu menjembatani konsep abstrak materi menjadi pengalaman belajar yang bermakna. Akibatnya, siswa cenderung menghafal definisi tanpa benar-benar memahami prosesnya.

Padahal, sebagaimana dijelaskan oleh Piaget dalam teori perkembangan kognitif siswa pada tahap operasional konkret (sekitar usia 7–11 tahun) membutuhkan bantuan visual dan manipulatif agar dapat memahami konsep ilmiah secara utuh (Pakpahan & Saragih, 2022). Oleh karena itu, diperlukan intervensi pedagogis yang mampu mentransformasi materi abstrak perubahan wujud benda menjadi pengalaman belajar yang konkret dan imersif.

Salah satu solusi yang potensial adalah penggunaan media pembelajaran terintegrasi teknologi seperti *Augmented Reality* (AR), yang memungkinkan siswa melihat visualisasi proses perubahan wujud benda dalam bentuk tiga dimensi dan dalam konteks yang realistis. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa tidak hanya mampu memahami konsep secara kognitif, tetapi juga terdorong untuk berpikir kritis melalui proses observasi, eksplorasi, dan refleksi.

Penggunaan teknologi AR ini tidak hanya sebagai alat bantu visual, tetapi juga menjadi sarana untuk menciptakan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Dalam konteks materi perubahan wujud benda yang menuntut pemahaman terhadap proses dinamis dan sering kali tidak tampak secara kasatmata, teknologi seperti *Augmented Reality* memberikan peluang besar untuk menjembatani keterbatasan media konvensional. Dengan demikian, pengintegrasian AR dalam pembelajaran menjadi langkah strategis untuk merealisasikan pembelajaran bermakna, kontekstual, dan selaras dengan kebutuhan serta karakteristik peserta didik abad ke-21. Teknologi AR memungkinkan penggabungan antara dunia nyata dan dunia virtual secara real time, di mana objek-objek virtual dapat ditampilkan dalam bentuk tiga dimensi dan interaksi lingkungan sekitar melalui perangkat *mobile* seperti *smartphone* atau tablet (Azuma, 1997).

Penelitian oleh Hidayati et al. (2023) menunjukkan penerapan pembelajaran menggunakan media terintegrasi AR meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sebesar 25% dibandingkan dengan siswa yang belajar menggunakan pembelajaran konvensional. Hal ini menunjukkan integrasi teknologi dalam pembelajaran dapat berkontribusi signifikan dalam peningkatan keterampilan

berpikir kritis siswa, terutama jika media yang digunakan mampu menghadirkan pengalaman belajar yang bermakna.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi, seperti *Augmented Reality*, tidak hanya meningkatkan ketertarikan siswa terhadap materi, tetapi juga secara langsung berdampak pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, penguatan kemampuan berpikir kritis perlu menjadi fokus utama dalam pembelajaran sejak jenjang pendidikan dasar, seiring dengan tuntutan zaman yang menuntut individu mampu berpikir logis, analitis, dan solutif dalam berbagai situasi.

Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Permana & Wulandari (2020) pada siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa meningkat secara signifikan ketika mereka diberikan pembelajaran terintegrasi masalah dan media yang interaktif. Dalam studi tersebut, skor rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dari 62 menjadi 82 setelah menggunakan pendekatan pembelajaran terintegrasi eksplorasi dan visualisasi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu berkembang lebih optimal jika pembelajaran IPAS tidak hanya disampaikan secara naratif, tetapi dirancang untuk merangsang proses berpikir.

Pemanfaatan media terintegrasi *Augmented Reality* (AR) dalam konteks pembelajaran IPAS memungkinkan siswa untuk mengamati proses perubahan wujud benda secara lebih konkret, meskipun fenomena tersebut tidak selalu dapat disaksikan secara langsung dalam kehidupan sehari-hari. Melalui teknologi AR, siswa dapat mengamati proses seperti penguapan, pembekuan, dan penyubliman dalam bentuk animasi tiga dimensi (3D) yang interaktif, disertai penjelasan berupa narasi maupun teks yang memudahkan pemahaman. Penggunaan media ini berkontribusi dalam membantu siswa memahami konsep yang kompleks serta meningkatkan keterlibatan mereka secara aktif dalam proses pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Maryani (2020) menunjukkan bahwa penggunaan media AR dalam pembelajaran IPAS dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa sebesar 30% dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Sementara itu, penelitian dari Fitria dan Nurhidayat (2022) juga menyebutkan bahwa siswa merasa lebih termotivasi dan antusias ketika belajar menggunakan media terintegrasi AR karena pembelajaran terasa lebih nyata, menyenangkan, dan tidak membosankan. Dengan peningkatan motivasi ini, siswa pun terdorong untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut, mengajukan pertanyaan kritis, serta terlibat dalam diskusi yang mendalam, semua ini merupakan bagian dari proses berpikir kritis.

Selain itu, teknologi AR selaras dengan landasan teori konstruktivisme, di mana peserta didik secara mandiri mengonstruksi pemahaman mereka lewat keterlibatan langsung dan interaksi yang dinamis. Pendekatan ini sangat relevan dengan fase perkembangan kognitif siswa sekolah dasar yakni tahap operasional konkret yang memang sangat bergantung pada elemen visual dan objek manipulatif agar proses belajar menjadi efektif. Oleh karena itu, penerapan media interaktif terintegrasi AR tidak sekadar mengatasi kelemahan metode pengajaran tradisional, melainkan juga berperan vital dalam menstimulasi kecakapan abad ke-21, mulai dari daya nalar kritis, kemampuan menyelesaikan masalah, hingga literasi digital.

Namun, pemanfaatan teknologi ini di tingkat sekolah dasar masih tergolong minim. Hal ini disebabkan oleh sebagian besar sekolah dasar di Indonesia masih menggunakan media pembelajaran konvensional yang kurang mampu merangsang aktivitas berpikir tingkat tinggi seperti berpikir kritis (Riyadi dan Purnomo, 2022). Rendahnya tingkat inovasi media pembelajaran juga tercermin dalam data Kemdikbud (2021) yang menunjukkan bahwa hanya sekitar 30% guru SD yang rutin menggunakan media pembelajaran digital secara optimal di kelas.

Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi karena berupaya memberikan solusi inovatif terhadap permasalahan tersebut melalui pengembangan media pembelajaran interaktif yang terintegrasi dengan Augmented Reality (AR).

Penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada aspek pengembangan media, tetapi juga mendukung transformasi digital dalam pendidikan dasar serta memperkuat implementasi kurikulum yang menekankan pada keterampilan abad ke-21. Media yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi model atau referensi bagi guru dan sekolah lain dalam mengadopsi teknologi AR sebagai bagian dari strategi pembelajaran yang aktif dan bermakna.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran terintegrasi Augmented Reality (AR) pada mata pelajaran IPAS, khususnya pada materi perubahan wujud benda, guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, diketahui terdapat beberapa permasalahan, yaitu sebagai berikut:

1. Kesulitan Pemahaman Konsep Abstrak

Materi perubahan wujud benda di kelas IV SD, yang mencakup konsep seperti mencair, membeku, menguap, mengembun, dan menyublim, sering kali sulit dipahami oleh siswa karena sifatnya yang abstrak. Siswa cenderung hanya menghafal fakta tanpa benar-benar memahami proses atau konsep di baliknya.

2. Metode Pembelajaran Konvensional yang Tidak Menarik

Penggunaan metode pembelajaran konvensional seperti ceramah dan media visual statis terbukti tidak efektif dalam membangun pemahaman mendalam tentang materi tersebut. Media pembelajaran yang tidak interaktif menyebabkan siswa kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

3. Kurangnya Inovasi dalam Penggunaan Media Teknologi AR

Meskipun penggunaan teknologi sangat potensial dalam mendukung pembelajaran, penggunaan teknologi seperti *Augmented Reality* (AR) di dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar masih sangat terbatas. Walaupun penggunaan teknologi AR memungkinkan siswa untuk memahami konsep

secara lebih konkret sehingga siswa merasakan pengalaman belajar lebih yang lebih menarik.

4. Keterbatasan Penelitian Terkait Penggunaan AR di Sekolah Dasar

Meskipun banyak penelitian yang menunjukkan potensi AR dalam pendidikan, masih sedikit penelitian yang menguji penerapannya secara spesifik dalam materi perubahan wujud benda pada pembelajaran kelas IV SD. Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kekurangan tersebut dengan mengembangkan dan mengevaluasi penggunaan AR dalam pembelajaran IPAS

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada penggunaan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* untuk materi perubahan wujud benda di kelas IV SD Negeri 1 Sukarame. Penelitian ini juga fokus pada peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa yang diukur melalui observasi dan tes yang relevan.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dari batasan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini merumuskan inti permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas dan tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif terintegrasi *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan untuk menstimulasi kompetensi berpikir kritis peserta didik pada mata pelajaran IPAS di kelas IV SD?
2. Bagaimana efektivitas setelah pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) dalam meningkatkan daya nalar kritis siswa dalam pembelajaran IPAS kelas IV SD apabila dibandingkan dengan penggunaan media konvensional?

1.5 Tujuan Penelitian

Bertolak dari latar belakang permasalahan dan rumusan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta

mengevaluasi media pembelajaran inovatif terintegrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) pada pembelajaran IPAS di sekolah dasar. Secara lebih rinci, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan produk media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPAS di kelas IV SD
2. Menganalisis tingkat efektivitas penerapan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

1.6 Manfaat Penelitian

Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian ilmiah di bidang pendidikan dengan menghadirkan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai media pembelajaran interaktif pada mata pelajaran IPAS, bagi pengembangan dunia pendidikan, khususnya dalam pemanfaatan teknologi digital sebagai media pembelajaran.

1.6.1. Manfaat Teoritis

Penggunaan media pembelajaran interaktif terintegrasi *Augmented Reality* (AR) dalam mata pelajaran IPAS (materi perubahan wujud benda) memberikan berbagai keuntungan teoritis yang dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran, di antaranya:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian teori mengenai penggunaan teknologi *Augmented Reality* dalam pembelajaran IPAS di sekolah dasar, khususnya untuk materi perubahan wujud benda.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori-teori pembelajaran terintegrasi teknologi, yang mengintegrasikan inovasi AR untuk meningkatkan kualitas pemahaman konsep-konsep IPAS yang abstrak.
3. Mendorong Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis: Desain terintegrasi AR mendorong siswa untuk melakukan eksplorasi, penyelidikan, dan keterampilan berpikir kritis, yang membuat mereka lebih

aktif dalam proses pembelajaran. Pendekatan langsung ini berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan mengaplikasikan konsep-konsep pada situasi dunia nyata.

4. Penyampaian Informasi yang Lebih Menarik: Daya tarik visual yang ditawarkan oleh AR membuat konten pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah diingat, yang dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk mengingat materi, terutama pada topik-topik yang sulit dipahami menggunakan pendekatan tradisional.

1.6.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

1. Penggunaan elemen-elemen AR dalam penyampaian materi dapat meningkatkan keterlibatan dan minat siswa, menjadikan proses pembelajaran lebih menarik, dan memotivasi mereka untuk lebih antusias dalam belajar.
2. Dengan visualisasi AR, siswa dapat memahami konsep-konsep dengan lebih efektif melalui interaksi langsung dengan objek atau fenomena yang sedang dijelaskan.
3. Praktikum virtual menyediakan lingkungan yang aman untuk pengalaman langsung, memungkinkan siswa untuk memperdalam pemahaman mereka tentang konsep-konsep melalui eksperimen yang disimulasikan.
4. Membantu siswa dalam memahami konsep perubahan wujud benda dengan cara yang lebih konkret dan menyenangkan, serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka melalui eksplorasi dan pengalaman langsung.

b. Bagi Guru

1. Menggunakan elemen AR dalam penyampaian materi membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif, sehingga guru dapat menarik perhatian siswa dengan lebih efektif.
2. Media terintegrasi AR dapat membantu guru dalam menyampaikan materi yang kompleks secara lebih efektif, meningkatkan variasi metode

pembelajaran, serta mendukung terciptanya proses pembelajaran yang aktif, kreatif, dan berpusat pada siswa.

3. Memungkinkan guru untuk mempersonalisasi pelajaran dengan menyesuaikan konten AR agar sesuai dengan preferensi belajar siswa, sehingga meningkatkan efektivitasnya.

c. Bagi Sekolah

1. Penggunaan teknologi AR dalam pendidikan dapat meningkatkan citra sekolah dengan menampilkan komitmennya terhadap inovasi dalam dunia pendidikan.
2. Alat dan teknologi praktikum virtual dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya fisik, memungkinkan sekolah untuk mengelola anggaran secara lebih efisien.
3. Membantu sekolah memenuhi persyaratan kurikulum modern, yang lebih menekankan pada penggabungan teknologi ke dalam proses pembelajaran.
4. Pemanfaatan media AR dapat mendukung peningkatan kualitas pembelajaran, memperkuat budaya literasi teknologi, serta mendorong inovasi pembelajaran di lingkungan sekolah dasar.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Media Pembelajaran Interaktif

Media pembelajaran memiliki peranan penting dalam mendukung keberhasilan proses pembelajaran di kelas. Menurut (Azmi et al., 2025) media pembelajaran adalah segala bentuk alat fisik dan non-fisik yang digunakan untuk menyalurkan pesan atau informasi dari sumber belajar ke penerima belajar, guna merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat belajar peserta didik. Dalam konteks pendidikan modern, peran media tidak hanya terbatas sebagai alat bantu mengajar, tetapi juga sebagai sarana yang mampu membentuk interaksi aktif antara siswa dan materi pembelajaran.

Seiring dengan kemajuan teknologi digital, muncul berbagai inovasi media yang bersifat interaktif, yaitu media yang memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi langsung dengan konten pembelajaran. Menurut Munir (2012), media pembelajaran interaktif adalah media yang menyajikan informasi pembelajaran dengan pendekatan dua arah, di mana peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, melainkan juga terlibat dalam proses belajar dengan cara memberikan respons terhadap apa yang ditampilkan oleh media. Respons tersebut dapat berupa memilih jawaban, memanipulasi objek, menavigasi materi, hingga melakukan simulasi secara virtual.

Media pembelajaran interaktif pada dasarnya dirancang dengan prinsip bahwa belajar akan lebih efektif jika siswa terlibat aktif. Interaktivitas memungkinkan siswa untuk bereksplorasi, melakukan percobaan virtual, dan mengamati akibat

dari setiap tindakan yang diambil selama proses pembelajaran. Hal ini selaras dengan teori belajar konstruktivisme yang menegaskan bahwa pengetahuan tidak diperoleh secara pasif, melainkan dikonstruksi secara aktif oleh siswa melalui pengalaman belajar serta keterlibatan langsung dalam proses pembelajaran. (Vygotsky, 1978).

Pengintegrasian unsur-unsur multimedia seperti teks, audio, visual grafis, maupun animasi yang memungkinkan adanya interaksi kontrol dari pengguna melalui suatu antarmuka, merupakan esensi dari media interaktif menurut pandangan Heinich et al. (2002). Ciri utama media ini adalah kemampuannya memberikan kontrol belajar kepada siswa, serta menyediakan umpan balik langsung atas interaksi yang dilakukan. Dengan demikian, media ini mendorong keterlibatan kognitif yang lebih tinggi dan memfasilitasi pembelajaran yang lebih bermakna.

Karakteristik media pembelajaran interaktif sebagaimana dikemukakan oleh Munir (2012), mencakup:

1. *User Control*: Siswa dapat mengatur kecepatan dan urutan materi sesuai kebutuhannya.
2. *Immediate Feedback*: Media memberikan tanggapan langsung terhadap tindakan siswa.
3. *Branching*: Siswa dapat memilih jalur belajar sesuai minat atau tingkat pemahamannya.
4. *Multisensory Engagement*: Media melibatkan lebih dari satu indera seperti visual, auditori, dan kinestetik.

Pada konteks pendidikan tingkat dasar, implementasi media interaktif merupakan keputusan taktis yang sangat relevan. Hal ini didasari oleh keselarasan media tersebut dengan profil perkembangan kognitif peserta didik khususnya pada rentang usia 7 hingga 11 tahun yang sedang menjalani fase operasional konkret. Memasuki fase operasional konkret, kemampuan kognitif anak mulai berkembang untuk memproses operasi logis yang berkaitan erat

dengan objek fisik maupun fenomena empiris sehari-hari. Pemahaman terhadap konsep transformasi materi seperti proses mencair, membeku, menguap, hingga menyublim akan terbentuk secara optimal apabila siswa difasilitasi dengan observasi langsung atau bantuan visualisasi yang bersifat riil (Piaget, 1972).

Piaget (1972) dalam bukunya *The Psychology of the Child*, tahap operasional konkret dapat berpikir secara lebih logis mengenai benda-benda yang dapat mereka lihat dan manipulasi, dan mereka memerlukan pengalaman langsung agar dapat mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam. Anak-anak usia ini membutuhkan pengalaman belajar yang konkret dan menarik untuk memahami konsep-konsep abstrak seperti perubahan wujud benda. Media interaktif memiliki kapabilitas untuk memvisualisasikan fenomena-fenomena yang bersifat abstrak atau sulit diobservasi secara empiris, semisal mekanisme penguapan dan penyubliman. Melalui sajian simulasi visual, kompleksitas proses tersebut dapat disederhanakan sehingga lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Oleh karena itu, pembelajaran dengan menggunakan media interaktif yang melibatkan visualisasi atau manipulasi objek menjadi sangat efektif pada usia ini.

Efektivitas media interaktif juga sangat bergantung pada integrasi teknologi yang memfasilitasi keterlibatan aktif siswa. Adiputra et al. (2025) penerapan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) pada media interaktif terbukti memiliki dampak substansial terhadap peningkatan pemahaman konsep serta kompetensi siswa. Namun, efektivitas tersebut sangat berkorelasi dengan pemenuhan aspek kepraktisan media serta adanya penerimaan positif dari pihak pengguna. Hal ini sejalan dengan prinsip media terintegrasi *mobile* yang menuntut antarmuka yang ramah pengguna (*user-friendly*) agar siswa dapat fokus pada materi, bukan pada kesulitan teknis pengoperasian aplikasi.

Peningkatan yang signifikan pada motivasi, minat terhadap substansi pembelajaran, serta kemandirian siswa juga telah terkonfirmasi sebagai implikasi positif dari penerapan media interaktif (Putri et al., 2022). Kegiatan belajar yang interaktif juga mampu menumbuhkan rasa ingin tahu dan mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah, yang merupakan bagian dari kemampuan berpikir kritis (Ennis, 2011).

Meski memiliki banyak keunggulan, media interaktif juga memiliki keterbatasan. Menurut (Djafar & Novian, 2021), pengembangan dan implementasi media pembelajaran interaktif memerlukan kompetensi teknis dari guru, ketersediaan perangkat keras, serta akses terhadap perangkat lunak atau aplikasi pendukung. Selain itu, pembuatan media interaktif yang berkualitas membutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit.

Dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangannya, pengembangan media pembelajaran interaktif menjadi penting sebagai bagian dari upaya inovatif dalam menciptakan proses pembelajaran yang menarik, bermakna, dan mendorong keterlibatan aktif siswa dalam membangun pemahaman terhadap materi pembelajaran.

2.1.2 *Augmented Reality* (AR) dalam Pembelajaran

Augmented Reality (AR) atau realitas tertambah merupakan salah satu bentuk teknologi imersif yang menggabungkan elemen virtual ke dalam lingkungan nyata secara real-time melalui perangkat digital, seperti smartphone, tablet, atau kacamata khusus. Menurut Azuma (1997), AR adalah teknologi yang menambahkan objek-objek virtual terintegrasi komputer ke dalam dunia nyata dan memungkinkan pengguna untuk melihat dua dunia nyata dan maya secara bersamaan dan terpadu. Teknologi ini merupakan alat yang berguna untuk

menjelaskan konsep abstrak karena dapat memberikan contoh yang lebih nyata dari ide-ide yang sulit dipahami (Zahwa & Syafi'i, 2022).

Teknologi AR ini memiliki tiga fitur utama yang unik menurut Alexandra et al. (2022), yaitu:

1. Representasi objek yang bisa dilihat dari berbagai sudut, memberikan kesan lebih realistis (3 dimensi)
2. Menyajikan informasi atau merespons pengguna dalam waktu nyata, tanpa jeda (*real-time*)
3. Interaktif.

Augmented Reality memiliki sejumlah kelebihan dan kelemahan (Latifah et al., 2022), antara lain:

Kelebihan *Augmented Reality*:

1. Lebih interaktif;
2. Efektif;
3. Menampilkan objek yang sederhana;
4. Biaya pembuatan terjangkau;
5. Mudah dalam pengoperasiannya;

Kelemahan *Augmented Reality*:

1. Sensitif terhadap perubahan perspektif;
2. Terbatas oleh kemampuan pengembang aplikasi;
3. Memerlukan ruang penyimpanan yang besar pada perangkat yang digunakan.

Dalam bidang pendidikan, pemanfaatan AR menjadi bagian dari transformasi digital dalam proses pembelajaran. Selain aspek visual, fleksibilitas akses menjadi faktor kunci keberhasilan media pembelajaran modern. (Hazar & Firdaus, 2025) menegaskan bahwa pengembangan media pembelajaran terintegrasi Android memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan kualitas

pembelajaran karena kemampuannya memfasilitasi akses materi yang mandiri dan luas.

Pada penelitian ini, integrasi *Augmented Reality* ke dalam *platform* Android (melalui Assemblr Edu) diharapkan tidak hanya memvisualisasikan materi secara 3D, tetapi juga menjamin aksesibilitas siswa terhadap sumber belajar berkualitas di mana saja. Visualisasi terhadap materi yang bersifat abstrak dapat direalisasikan menjadi bentuk nyata dan lebih mudah dicerna oleh kognitif siswa melalui teknologi ini. Kombinasi antara elemen digital yang komprehensif, mencakup objek 3D, audio-visual, dan fitur interaktif, AR menawarkan atmosfer akademik yang dinamis serta menstimulasi keterlibatan aktif peserta didik. AR juga memiliki kemampuan untuk memperkaya konten pembelajaran tanpa mengubah atau mengganggu lingkungan belajar yang ada (Rampolla & Kipper, 2012).

Menurut Bower et al. (2014), potensi AR dalam pembelajaran meliputi:

1. Visualisasi konsep kompleks, terutama konsep-konsep ilmiah yang sulit diamati secara langsung.
2. Peningkatan motivasi dan keterlibatan siswa, karena sifat media yang menarik dan interaktif.
3. Pembelajaran terintegrasi konteks, informasi virtual ditampilkan dalam konteks dunia nyata.
4. Personalisasi pembelajaran, siswa dapat mengakses materi sesuai kecepatan dan kebutuhan mereka.

Salah satu keunggulan utama AR adalah kemampuannya untuk menghadirkan objek yang tidak tersedia secara fisik ke dalam ruang belajar, seperti simulasi perubahan zat padat menjadi cair dan gas, atau siklus alam yang terjadi dalam waktu lama. Dalam pembelajaran IPAS, terutama pada topik *perubahan wujud benda*, AR sangat relevan digunakan karena mampu menggambarkan proses yang abstrak, seperti menguap, mencair, dan menyublim, secara visual, konkret, dan dinamis.

Dalam kerangka pedagogis, pemanfaatan AR selaras dengan landasan epistemologi konstruktivisme yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam membangun kognisi melalui aktivitas penjelajahan. Di sisi lain, integrasi AR juga menjawab tantangan pendidikan abad ke-21 yang menggarisbawahi urgensi keterampilan berpikir tingkat tinggi, inovasi, serta kolaborasi interpersonal. Menurut Bower et al. (2014), AR memberikan peluang pembelajaran aktif yang kontekstual, kolaboratif, dan terintegrasi masalah, sehingga siswa terdorong untuk berpikir kritis, menganalisis informasi, serta mengambil keputusan.

Penerapan AR dalam pembelajaran di tingkat sekolah dasar (SD) menjadi strategi yang efektif mengingat siswa usia SD berada pada tahap operasional konkret menurut Piaget. Pada tahap ini, anak-anak lebih mudah memahami materi yang dapat dilihat, disentuh, atau dimanipulasi secara langsung. AR menjembatani kebutuhan tersebut dengan menghadirkan pengalaman visual dan interaktif yang konkret, meskipun sebenarnya terintegrasi digital.

Beberapa contoh implementasi AR di kelas SD, khususnya pada pembelajaran IPAS, antara lain:

1. Aplikasi AR yang menampilkan simulasi perubahan air menjadi uap, yang dapat diamati dari berbagai sudut pandang
2. Kartu AR dengan pemindai kamera yang menampilkan animasi proses mencair dan membeku
3. Modul AR terintegrasi buku cetak, di mana siswa memindai gambar dan langsung melihat proses ilmiah yang terjadi.

Namun, terdapat tantangan dalam penerapan AR, antara lain:

1. Keterbatasan infrastruktur teknologi di sekolah
2. Kurangnya pelatihan guru dalam merancang dan memanfaatkan media terintegrasi AR

3. Kebutuhan *bandwidth* dan daya baterai perangkat, yang dapat menjadi kendala dalam proses pembelajaran di kelas (Yuen et al., 2011).

Di sisi lain, utilitas AR sebagai media instruksional memiliki signifikansi yang besar. Dengan strategi pengembangan yang tepat guna, AR mampu mentransformasi penyajian materi menjadi lebih efektif sehingga meningkatkan keterlibatan dan daya ingat siswa. Secara simultan, integrasi AR juga memperkuat konstruksi konsep serta memicu akselerasi kemampuan berpikir kritis pada ranah analisis, evaluasi, dan sintesis.

Dalam konteks penelitian ini, pengembangan media pembelajaran interaktif terintegrasi *Augmented Reality* diharapkan mampu membantu siswa kelas IV SD dalam memahami materi perubahan wujud benda secara lebih mudah, menyenangkan, dan bermakna. Lebih jauh lagi, media ini diharapkan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu siswa dan melatih kemampuan berpikir kritis, yang menjadi salah satu kompetensi penting dalam pembelajaran IPAS dan pendidikan abad 21 secara umum.

2.1.3 Materi Perubahan Wujud Benda

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) pada jenjang sekolah dasar memiliki peran strategis dalam menumbuhkan rasa keingintahuan serta membangun kemampuan berpikir ilmiah pada peserta didik. Pada kelas IV sekolah dasar, salah satu kompetensi yang dipelajari adalah pemahaman mengenai perubahan wujud benda beserta faktor-faktor yang memengaruhinya. Materi tersebut menjadi dasar bagi siswa untuk memahami fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan pengamatan, penalaran, dan analisis terhadap peristiwa alam.

Sejalan dengan capaian pembelajaran IPAS pada fase B dalam Kurikulum Merdeka, peserta didik diharapkan mampu memahami berbagai fenomena perubahan yang terjadi di lingkungan sekitar, termasuk perubahan wujud benda, serta menjelaskan keterkaitannya dengan konsep ilmiah secara sederhana. Capaian ini tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan mengamati, mengklasifikasikan, membandingkan, dan menarik kesimpulan. Oleh karena itu, materi perubahan wujud benda dipilih karena memiliki potensi besar untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa melalui keterlibatan langsung dalam proses ilmiah yang kontekstual dan bermakna.

Perubahan wujud benda secara umum mengacu pada proses fisika yang terjadi ketika suatu zat mengalami peralihan dari satu bentuk ke bentuk lainnya akibat perubahan suhu atau tekanan. Wujud benda yang paling dikenal oleh siswa adalah padat, cair, dan gas. Kemendikbud (2017) mengemukakan bahwa perubahan wujud benda dapat dibedakan ke dalam beberapa bentuk, meliputi proses mencair yang terjadi dari zat padat menjadi cair, membeku dari zat cair ke padat, menguap dari cair ke gas, mengembun dari gas ke cair, menyublim dari padat ke gas, serta mengkristal dari gas ke padat.

Selain memahami perubahan wujud benda, peserta didik juga perlu dibekali dengan pemahaman dasar mengenai perubahan fisika dan perubahan kimia sebagai landasan konseptual dalam mempelajari materi tersebut. Perubahan wujud benda termasuk ke dalam perubahan fisika, yaitu perubahan yang tidak menghasilkan zat baru dan hanya mengubah bentuk atau keadaan suatu zat. Berbeda dengan perubahan kimia yang menghasilkan zat baru dengan sifat yang berbeda dari zat semula, seperti proses pembakaran atau pembusukan. Pemahaman mengenai perbedaan kedua jenis perubahan ini penting agar siswa dapat mengklasifikasikan berbagai fenomena yang terjadi di sekitarnya serta memperkuat kemampuan analisis dalam membedakan karakteristik masing-masing perubahan.

Salah satu contoh perubahan wujud benda sering ditemukan dengan mudah dalam kehidupan sehari-hari. Proses mencair dapat diamati saat es batu dibiarkan di suhu ruang. Proses menguap terjadi ketika air dipanaskan hingga mendidih. Sementara itu, perubahan menyublim bisa dilihat dari kapur barus yang menghilang tanpa mencair terlebih dahulu. Dengan demikian, materi ini sangat kontekstual dan memiliki kedekatan langsung dengan pengalaman nyata siswa.

Dalam penerapan Kurikulum Merdeka pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS), proses pembelajaran diarahkan pada penggunaan pendekatan ilmiah yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengomunikasikan. Pendekatan tersebut dirancang untuk meningkatkan partisipasi aktif peserta didik serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif melalui keterlibatan langsung dalam pengalaman belajar.

Pada tahap mengamati, peserta didik diarahkan untuk memperhatikan berbagai fenomena alam yang terdapat di lingkungan sekitar, termasuk peristiwa perubahan wujud benda. Contoh kegiatan yang dapat dilakukan antara lain mengamati proses mencair dan membeku melalui penggunaan es batu, serta mengamati peristiwa pengembunan menggunakan media kaca yang berisi air panas. Setelah itu, pada tahap menanya, siswa diajak untuk mengajukan pertanyaan tentang fenomena yang mereka amati dan mencari jawabannya secara mandiri atau dengan bantuan guru (Kemendikbud, 2022).

Langkah berikutnya adalah mencoba, di mana siswa melakukan eksperimen sederhana atau simulasi terkait perubahan wujud benda, seperti mencairnya es atau proses pengembunan. Pada tahap menalar, siswa menghubungkan hasil eksperimen dengan konsep-konsep ilmiah yang relevan, dan akhirnya pada tahap mengomunikasikan, siswa diajak untuk menjelaskan hasil pengamatan dan eksperimen yang dilakukan dalam bentuk lisan atau tulisan, memperkuat

pemahaman siswa dalam memahami materi yang dipelajari (Kemendikbud, 2022).

Melalui penerapan pendekatan tersebut, siswa tidak sekadar memahami konsep pada tataran teoretis, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar secara langsung yang berkontribusi terhadap terbentuknya pemahaman konseptual yang lebih mendalam mengenai perubahan wujud benda serta berbagai fenomena alam lainnya.

Karakteristik materi perubahan wujud benda yang bersifat kontekstual dan dekat dengan kehidupan sehari-hari menjadikannya sangat relevan untuk digunakan sebagai sarana dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui pengamatan langsung maupun tidak langsung terhadap berbagai fenomena perubahan, siswa dapat dilatih untuk mengidentifikasi sebab-akibat, menganalisis proses yang terjadi, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh. Dengan demikian, materi ini tidak hanya berfungsi sebagai konten pembelajaran, tetapi juga sebagai media untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang menjadi tuntutan dalam pembelajaran abad ke-21.

Namun dalam praktiknya, tidak semua jenis perubahan wujud benda dapat diamati dengan mudah di dalam kelas. Proses seperti menyublim dan mengkristal cenderung sulit divisualisasikan tanpa alat bantu, karena memerlukan waktu, kondisi lingkungan khusus, atau bahan tertentu yang tidak selalu tersedia. Di samping itu, keterbatasan alat peraga, waktu pelajaran yang terbatas, serta fasilitas laboratorium yang minim juga menjadi kendala dalam menyampaikan konsep secara konkret kepada siswa.

Kondisi tersebut mendorong sebagian guru menyampaikan materi perubahan wujud benda secara terbatas melalui metode ceramah atau penggunaan buku teks semata. Pendekatan tersebut berpotensi menyulitkan siswa dalam memahami materi karena karakteristik konsep yang bersifat abstrak.

Dampaknya terlihat pada rendahnya tingkat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah serta menurunnya ketertarikan siswa terhadap pembelajaran IPAS. Oleh sebab itu, diperlukan upaya pembaruan dalam penyampaian materi agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara lebih interaktif, menarik, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Pemilihan media pembelajaran yang sesuai memiliki peranan penting dalam membantu peserta didik memahami konsep perubahan wujud benda secara lebih efektif. Salah satu alternatif media yang memiliki potensi besar adalah media pembelajaran terintegrasi teknologi Augmented Reality (AR). Melalui pemanfaatan AR, proses perubahan wujud benda dapat disajikan dalam bentuk visualisasi animasi tiga dimensi yang bersifat interaktif dan menyerupai kondisi nyata. Peserta didik dapat mengamati secara langsung tahapan perubahan es menjadi air, kemudian menjadi uap, tanpa harus menunggu proses alami yang membutuhkan waktu relatif lama. Penyajian visual semacam ini tidak hanya mempermudah pemahaman konsep, tetapi juga mampu menumbuhkan rasa ingin tahu serta ketertarikan siswa untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut.

Selain berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep, penggunaan media AR dalam pembelajaran juga berpotensi mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Saat siswa berinteraksi dengan simulasi perubahan wujud benda melalui media AR, mereka terdorong untuk mengajukan pertanyaan, mengkaji keterkaitan antarperistiwa, serta menyusun kesimpulan berdasarkan informasi visual yang diamati. Proses tersebut sejalan dengan tujuan pembelajaran IPAS, yakni membekali siswa dengan kemampuan berpikir logis, sistematis, dan ilmiah melalui aktivitas pembelajaran yang bermakna.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan media pembelajaran interaktif terintegrasi Augmented Reality pada materi perubahan wujud benda. Media yang dikembangkan diharapkan dapat membantu guru dalam menyampaikan konsep-konsep yang sulit dijelaskan

secara konvensional, sekaligus memfasilitasi siswa untuk membangun pemahaman secara mandiri melalui pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menyenangkan. Dengan pendekatan ini, penguasaan materi oleh siswa tidak hanya terbatas pada aspek hafalan, tetapi juga mencakup pemahaman konseptual serta kemampuan menerapkan konsep dalam konteks kehidupan sehari-hari.

2.1.4 Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan esensial yang perlu dimiliki oleh setiap individu, khususnya pada era abad ke-21 yang ditandai oleh tingginya tuntutan terhadap kecakapan dalam memecahkan masalah, berpikir secara rasional, serta mengolah dan menganalisis informasi secara objektif. Keterampilan ini memiliki peran penting tidak hanya dalam konteks akademik, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari, karena memungkinkan individu untuk menilai berbagai situasi, mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan yang logis, serta merumuskan solusi melalui proses analisis yang sistematis.

Salah satu sasaran utama pendidikan adalah mengembangkan kemampuan analitis dan keterampilan pemecahan masalah pada peserta didik, sehingga mereka mampu berpikir kritis dan menerapkan kemampuan tersebut dalam berbagai aspek kehidupan (Pramesti & Setyaningtyas, 2021). Penguasaan keterampilan berpikir kritis membantu siswa dalam menentukan keputusan yang tepat, memahami keterkaitan antar konsep, serta menciptakan solusi-solusi inovatif yang relevan dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari.

Critical thinking (CT) atau berpikir kritis merupakan suatu proses berpikir yang bersifat rasional dan reflektif, yang diarahkan pada penentuan keputusan atau tindakan yang tepat. Proses ini melatih individu untuk melakukan penalaran secara sistematis sehingga mampu menghasilkan solusi yang kreatif dan tepat terhadap permasalahan yang dihadapi. Hal ini merupakan bentuk evaluasi yang

terarah pada tujuan tertentu untuk mencapai penyelesaian masalah secara rasional dan masuk akal (Inayah et al., 2021).

Secara teori, berpikir kritis terbagi menjadi dua bagian, yaitu keterampilan dan sikap (Sormin & Pasaribu, 2023). Keterampilan berpikir kritis meliputi pemahaman mendalam, penilaian cermat, dan penarikan kesimpulan terintegrasi fakta. Keterampilan ini digunakan untuk memecahkan masalah matematis dengan pembuktian yang kuat serta menghubungkan topik dengan isu atau pengalaman relevan. Sementara itu, sikap berpikir kritis mencakup rasa percaya diri, keterbukaan pikiran, dan keinginan untuk mencari kebenaran (Rohmat & Lestari, 2019).

Facione (1990) dalam *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction* mengemukakan terdapat empat aspek dalam berpikir kritis yaitu:

Tabel 2.1 Aspek Berpikir Kritis

Kemampuan	Penjelasann
Interpretasi	Kemampuan untuk memahami sebuah persoalan berdasarkan data yang berguna untuk mengambil keputusan.
Analisis	Kemampuan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara suatu pertanyaan dan penjelasan jawaban yang diberikan sehingga individu dapat menentukan tingkat kepercayaan terhadap informasi tersebut.
Evaluasi	Kemampuan untuk mengevaluasi kembali kesesuaian antara pertanyaan dan uraian jawaban yang tersedia guna menetapkan keputusan atau tindakan yang tepat untuk dilakukan.
Kesimpulan	Kemampuan untuk membuat kesimpulan yang disertai dengan alasan yang logis mengenai dampak yang terjadi dari tindakan yang diambil.

Menurut (Facione, 1990), empat aspek ini adalah bagian integral dari berpikir kritis, yang tidak hanya melibatkan pemahaman dasar terhadap informasi,

tetapi juga evaluasi yang mendalam terhadap bukti, serta kemampuan untuk membuat keputusan atau kesimpulan berdasarkan penalaran yang logis dan objektif.

Terdapat lima pola berpikir kritis dalam menganalisis suatu konsep (Sihotang, 2019) antara lain:

1. Memberikan pemahaman dasar;
2. Mengembangkan keterampilan fundamental;
3. Menarik kesimpulan;
4. Menjelaskan secara mendalam
5. Menggunakan strategi serta metode.

Kerangka berpikir ini memandu dalam menggali informasi dan menetapkan kriteria terbaik, agar dapat memilih langkah yang tepat berdasarkan berbagai perspektif yang ada.

Berpikir kritis melibatkan analisis, evaluasi, dan refleksi atas informasi yang diterima untuk membuat keputusan atau pilihan yang tepat (Islawati et al., 2024). Kemampuan tersebut mendorong siswa untuk menelaah informasi secara lebih mendalam serta mengaitkan pengetahuan yang dipelajari dengan situasi nyata yang mereka temui dalam kehidupan sehari-hari.

Pada jenjang pendidikan dasar, keterampilan berpikir kritis memiliki peran yang sangat penting karena mendukung perkembangan kemampuan siswa dalam menganalisis permasalahan dan menyusun penalaran secara logis. Keterampilan ini menjadi semakin penting dalam pembelajaran sains, khususnya pada materi perubahan wujud benda, karena siswa tidak hanya dituntut untuk memahami konsep perubahan fisik, tetapi juga mampu menghubungkan konsep tersebut dengan berbagai fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar.

Kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran IPAS memiliki keterkaitan yang kuat dengan tahapan proses sains, yang meliputi kegiatan pengamatan,

pelaksanaan eksperimen, serta analisis terhadap hasil percobaan. Sebagai contoh, saat siswa melakukan kegiatan praktikum untuk mengamati perubahan wujud benda, seperti peristiwa mencairnya es menjadi air atau perubahan air mendidih menjadi uap, siswa tidak hanya berperan sebagai pengamat pasif. Pada tahap tersebut, siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan analitis, seperti penyebab terjadinya perubahan atau alasan perubahan berlangsung melalui tahapan tertentu.

Pertanyaan-pertanyaan semacam ini menstimulasi siswa untuk melakukan penalaran yang lebih mendalam serta mengaitkan fakta empiris yang diperoleh dari hasil pengamatan dengan konsep teoretis yang telah dipelajari sebelumnya (Dewey, 1933; King & Kitchener, 1994). Melalui proses pembelajaran tersebut, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman mengenai fenomena alam, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang lebih matang dalam memahami, menafsirkan, dan menerapkan pengetahuan sains dalam berbagai konteks.

Namun, meskipun kemampuan berpikir kritis sangat penting dalam pembelajaran, masih banyak tantangan dalam pengembangannya di tingkat SD. Salah satu tantangan terbesar adalah kurangnya metode pembelajaran yang mendorong siswa untuk aktif berpartisipasi dalam proses berpikir kritis. Dalam banyak kasus, pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah atau pengajaran yang bersifat satu arah, yang membatasi kesempatan siswa untuk mengajukan pertanyaan, mencari bukti, atau mengeksplorasi lebih lanjut topik yang diajarkan. Hal ini membuat siswa lebih fokus pada menghafal fakta dari mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang lebih mendalam.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan penerapan strategi pembelajaran yang bersifat lebih interaktif dan kontekstual. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan media pembelajaran terintegrasi teknologi, khususnya *Augmented Reality* (AR). Melalui

penggunaan AR, peserta didik dapat berinteraksi secara langsung dengan konsep pembelajaran yang dipelajari, termasuk materi perubahan wujud benda. Sebagai contoh, siswa dapat mengamati secara visual proses mencairnya es hingga berubah menjadi uap tanpa harus menunggu terjadinya proses tersebut secara nyata. Penyajian visual tersebut memungkinkan siswa tidak hanya mengamati fenomena perubahan wujud benda, tetapi juga melakukan analisis serta mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis terkait penyebab dan dampak dari proses perubahan yang diamati.

(Tasya'ah Tasya'ah et al., 2025) menyatakan bahwa penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran IPAS mampu meningkatkan partisipasi siswa secara signifikan serta mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kritis dalam menganalisis fenomena ilmiah. Penyajian visual terintegrasi AR membantu siswa memahami konsep pembelajaran secara lebih konkret dan terstruktur, sehingga mendukung peningkatan kemampuan dalam menilai informasi dan menarik kesimpulan secara logis. Melalui penggunaan AR, siswa dapat mengamati perubahan bentuk suatu objek secara visual sekaligus memperoleh penjelasan yang memperlihatkan hubungan sebab dan akibat dari setiap proses perubahan yang terjadi.

Penerapan AR dalam pembelajaran juga memungkinkan siswa untuk melakukan eksplorasi mandiri dalam memahami materi. Mereka dapat mengeksplorasi berbagai jenis perubahan wujud benda melalui aplikasi AR, baik itu proses mencair, membeku, menguap, atau menyublim, dan mengamati bagaimana berbagai faktor seperti suhu mempengaruhi perubahan tersebut. Hal ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengajukan pertanyaan yang lebih mendalam dan memperoleh jawaban berdasarkan pengamatan langsung, yang menjadi dasar bagi pengembangan keterampilan berpikir kritis mereka.

Lebih jauh lagi, berpikir kritis dalam konteks sains tidak hanya melibatkan kemampuan untuk mengidentifikasi masalah atau menganalisis fenomena,

tetapi juga untuk menyusun solusi atau penjelasan yang logis dan terintegrasi bukti. Melalui penggunaan AR, siswa tidak hanya dapat mengamati fenomena, tetapi juga bisa bereksperimen secara virtual, seperti memanipulasi variabel tertentu dalam simulasi AR untuk melihat dampaknya terhadap perubahan wujud benda. Misalnya, siswa bisa mengubah suhu dan melihat bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi proses mencair atau menguap, memberikan mereka kesempatan untuk mengembangkan hipotesis dan menguji teori-teori yang mereka miliki.

Selain itu, melalui pemanfaatan AR, siswa juga diajak untuk berpikir lebih kolaboratif. Pembelajaran terintegrasi AR dapat dilakukan dalam kelompok, di mana siswa bersama-sama melakukan percakapan atau diskusi mengenai fenomena yang mereka amati. Ini mendorong mereka untuk saling bertukar ide, menganalisis masalah secara bersama, dan membuat keputusan secara kolektif yang pada pengembangan kemampuan berpikir kritis merupakan aspek penting.

Secara umum, penguatan kemampuan berpikir kritis pada jenjang sekolah dasar sangat dipengaruhi oleh perencanaan pembelajaran serta pemilihan media yang digunakan dalam penyampaian materi. Pemanfaatan media pembelajaran interaktif terintegrasi *Augmented Reality* (AR) berpotensi menghadirkan pengalaman belajar yang lebih mendalam, menarik, dan bermakna bagi peserta didik. Melalui keterlibatan langsung dalam proses pembelajaran, siswa dapat memahami konsep-konsep ilmiah secara lebih efektif sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang berperan penting dalam menunjang keberhasilan belajar serta kesiapan menghadapi tantangan kehidupan di masa mendatang.

2.1.5 Teori Belajar dan Pembelajaran

Teori belajar adalah seperangkat prinsip dan konsep yang digunakan untuk memahami cara-cara individu memperoleh pengetahuan dan keterampilan,

serta bagaimana cara-cara tersebut diatur oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Teori tersebut memiliki peran yang signifikan dalam bidang pendidikan karena memberikan landasan bagi guru dan pengembang media pembelajaran dalam merancang strategi pembelajaran yang efektif. Sebagai ilustrasi, pemanfaatan media pembelajaran terintegrasi teknologi, seperti *Augmented Reality* (AR), mampu mentransformasi proses belajar siswa melalui penyajian pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual.

Secara umum, teori belajar menguraikan proses peserta didik dalam menerima informasi, mengelola pengetahuan yang diperoleh, serta menerapkannya dalam konteks kehidupan sehari-hari. Pemahaman terhadap cara siswa bernalar, mengolah informasi, dan menyelesaikan permasalahan menjadi faktor penting yang menentukan pemilihan strategi pembelajaran yang digunakan oleh pendidik. Sejalan dengan perkembangan zaman, kajian teori belajar semakin menekankan pada pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik serta menempatkan pengalaman belajar langsung sebagai bagian utama dalam proses pembelajaran.

Menurut Gagne (1977), pembelajaran adalah perubahan perilaku yang relatif tetap yang terjadi sebagai akibat dari pengalaman. Hal ini mengarah pada pemahaman bahwa pembelajaran bukan hanya tentang menyampaikan informasi, tetapi juga melibatkan proses pengolahan informasi yang terjadi di dalam otak siswa. Oleh karena itu, penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendukung, yang bisa terjadi dalam bentuk media interaktif seperti AR.

Pemahaman ini menekankan bahwa proses belajar tidak hanya bergantung pada penyampaian informasi secara satu arah, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh bagaimana siswa mengolah dan merespons informasi tersebut. Oleh karena itu, strategi pembelajaran yang efektif harus mampu memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar, baik secara kognitif, afektif, maupun psikomotorik. Dalam konteks ini, penggunaan media pembelajaran

yang inovatif dan interaktif menjadi sangat penting untuk menciptakan pengalaman belajar yang mendalam dan berkesan.

Pembelajaran adalah proses perubahan dalam tingkah laku atau pemahaman individu sebagai akibat dari pengalaman atau latihan yang dilakukan dalam waktu tertentu. Pembelajaran tidak hanya terjadi di dalam kelas, tetapi juga melalui berbagai pengalaman yang memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan lingkungan dan media yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran. Pembelajaran dapat dilakukan melalui berbagai cara, mulai dari pengajaran langsung, eksperimen, diskusi, hingga penggunaan media teknologi.

Pembelajaran yang efektif adalah yang mengarah pada pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Siswa tidak hanya diajarkan untuk mengingat fakta, tetapi juga untuk menganalisis, menyimpulkan, dan mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi baru. Oleh karena itu, pembelajaran harus memperhatikan aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik dari siswa, serta lingkungan yang mendukung pembelajaran tersebut.

Menurut Gagne, pembelajaran terdiri dari beberapa tahap yang dimulai dengan penarikan perhatian siswa terhadap materi yang dipelajari, diikuti dengan penyajian informasi yang relevan, praktik yang diperoleh, hingga pemberian umpan balik yang dapat memperkuat hasil pembelajaran. Dalam konteks pengembangan media AR, pembelajaran ini dapat dioptimalkan dengan memberikan pengalaman langsung yang tidak hanya mengandalkan teori semata.

a. Teori Belajar Konstruktivisme

Beberapa teori belajar yang sangat relevan dalam pengembangan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) adalah teori konstruktivisme dan teori kognitivisme. Kedua teori ini berfokus pada proses pembelajaran aktif, di mana siswa berperan penting dalam

membangun pengetahuan mereka sendiri melalui pengalaman dan interaksi.

Teori konstruktivisme menganggap bahwa pembelajaran adalah proses aktif, siswa membangun pengetahuan mereka sendiri dengan menghubungkan pengalaman mereka dengan informasi baru. Jean Piaget dan Lev Vygotsky adalah tokoh utama dalam teori ini, yang menekankan bahwa pengetahuan tidak diterima secara pasif, tetapi dibangun melalui eksperimen, diskusi, dan interaksi sosial.

Menurut Piaget, proses belajar melibatkan dua mekanisme utama: asimilasi dan akomodasi. Asimilasi adalah proses memasukkan informasi baru ke dalam struktur kognitif yang sudah ada, sementara akomodasi adalah perubahan struktur kognitif untuk menyesuaikan diri dengan informasi baru yang lebih kompleks. Vygotsky memperkenalkan konsep Zona Perkembangan Proksimal (ZPD), yang menunjukkan bahwa ada rentang antara kemampuan siswa untuk belajar secara mandiri dan kemampuan yang hanya bisa dicapai dengan bantuan orang lain atau alat bantu. Konsep ini sangat relevan dalam konteks AR karena teknologi ini memungkinkan siswa untuk belajar dalam zona perkembangan yang tepat, memberikan bimbingan yang diperlukan ketika mereka membutuhkan bantuan.

Dalam konteks AR, prinsip konstruktivisme ini diimplementasikan dengan memberi siswa kesempatan untuk berinteraksi langsung dengan objek virtual dan memanipulasi elemen-elemen pembelajaran. Sebagai contoh, dengan AR, siswa dapat melihat perubahan wujud benda (padat, cair, gas) secara langsung dalam bentuk tiga dimensi, sehingga mereka dapat membangun pemahaman tentang konsep-konsep ilmiah tersebut melalui pengalaman yang nyata dan bermakna. Hal ini sangat mendukung pembelajaran terintegrasi pengalaman dan penemuan diri.

b. Teori Belajar Kognitivisme

Teori kognitivisme berfokus pada bagaimana siswa memproses informasi dan bagaimana informasi tersebut disimpan dalam memori jangka panjang. Jean Piaget mengembangkan teori ini dengan menjelaskan bahwa siswa membangun pengetahuan mereka dengan cara mengorganisasi informasi yang mereka peroleh ke dalam struktur kognitif yang lebih kompleks. Jerome Bruner, tokoh lain dalam teori kognitivisme, menekankan pentingnya penemuan diri atau *discovery learning*, yang memungkinkan siswa untuk menemukan prinsip-prinsip pembelajaran melalui eksplorasi aktif. Salah satu konsep penting dalam kognitivisme adalah skema struktur mental yang digunakan untuk mengorganisir informasi dan pengalaman.

c. Pembelajaran Efektif

Proses pembelajaran dinilai efektif apabila peserta didik mampu menghubungkan pengetahuan baru dengan struktur pengetahuan yang telah tersimpan sebelumnya dalam ingatan mereka. AR sangat membantu dalam hal ini karena memungkinkan informasi untuk disajikan dengan cara yang interaktif, sehingga siswa dapat memvisualisasikan dan menyusun ulang pengetahuan yang mereka miliki dalam konteks yang lebih realistis. Misalnya, melalui AR, siswa dapat melihat model tiga dimensi dari molekul-molekul air yang berinteraksi saat mengalami perubahan wujud, yang membantu mereka memahami konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami hanya melalui teks atau gambar statis.

Augmented Reality (AR) memberikan pengalaman yang sangat interaktif dan visual, memungkinkan siswa untuk mengorganisasi informasi dengan lebih baik, serta memudahkan mereka dalam mengingat dan mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi yang baru.

Berikut ini adalah beberapa prinsip yang dapat diterapkan dalam pembelajaran terintegrasi AR:

1. Pembelajaran yang Berfokus pada Siswa

Proses pembelajaran perlu dirancang untuk mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam setiap tahap kegiatan belajar. Pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) menghadirkan pengalaman belajar yang komprehensif karena memungkinkan siswa berinteraksi secara langsung dengan materi pembelajaran serta membangun pengetahuan secara mandiri, sejalan dengan prinsip-prinsip teori konstruktivisme.

2. Pemberian *Feedback* Langsung

Salah satu prinsip utama dalam proses pembelajaran adalah penyediaan umpan balik yang cepat dan tepat. Melalui pemanfaatan *Augmented Reality* (AR), umpan balik dapat diberikan secara langsung setelah siswa melakukan suatu aktivitas, seperti memilih objek atau merespons pertanyaan, sehingga membantu memperjelas pemahaman konsep yang sedang dipelajari.

3. Pembelajaran yang Relevan dan Kontekstual

Pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) memungkinkan pembelajaran berlangsung secara lebih kontekstual karena materi disajikan dalam representasi yang dekat dengan pengalaman kehidupan sehari-hari peserta didik. Penyajian tersebut membantu siswa mengamati proses perubahan wujud benda dalam situasi yang menyerupai kondisi nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah diingat.

4. Pembelajaran Bertahap dan Disesuaikan dengan Kebutuhan

Pembelajaran yang efektif disusun secara bertahap agar siswa dapat menyerap informasi dengan cara yang sesuai dengan kemampuan mereka. AR mendukung prinsip ini dengan menyajikan materi secara bertahap, memungkinkan siswa untuk belajar dari konsep dasar hingga yang lebih kompleks sesuai dengan tingkat pemahaman mereka.

2.1.6 Penelitian Relevan

Dalam pengembangan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, penting untuk merujuk pada penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Penelitian-penelitian ini memberikan wawasan tentang bagaimana AR dapat digunakan dalam pendidikan, efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman materi, dan dampaknya terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, penelitian ini juga memberikan bukti empiris mengenai pengaruh AR dalam pembelajaran dengan menggabungkan teknologi dan teori-teori pembelajaran yang ada.

Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa *Augmented Reality* (AR) memiliki potensi besar dalam dunia pendidikan, terutama dalam memfasilitasi siswa untuk memahami materi yang kompleks melalui pengalaman yang lebih imersif dan interaktif. Seiring dengan kemajuan teknologi, penggunaan AR dalam pendidikan semakin terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan mempermudah pemahaman konsep-konsep yang sulit. Menurut penelitian oleh Dela et al. (2023), penerapan AR dalam pembelajaran dapat mengoptimalkan pengalaman belajar dengan menghadirkan materi yang lebih visual dan dapat diakses secara langsung, memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek atau fenomena yang biasanya tidak dapat mereka lihat atau sentuh secara fisik. Penelitian ini juga menekankan bahwa AR dapat digunakan untuk menciptakan simulasi visual yang memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan objek atau fenomena yang terkait dengan topik pembelajaran, sehingga meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami melalui metode tradisional.

Selain itu, penelitian oleh Alfarizi et al. (2023) menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi materi secara langsung dan

memanipulasi objek virtual, siswa dapat mengembangkan keterampilan analitis dan kemampuan untuk menghubungkan teori dengan praktik. Hal ini sangat relevan untuk materi yang memerlukan pemahaman konseptual yang mendalam, seperti perubahan wujud benda, di mana siswa dapat langsung mengamati dan berinteraksi dengan perubahan tersebut dalam berbagai kondisi. AR tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih personal, di mana siswa dapat belajar sesuai dengan kecepatan mereka masing-masing dan menyesuaikan pengalaman belajar dengan kebutuhan mereka.

Penelitian terbaru ini memperkuat temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa AR tidak hanya meningkatkan motivasi belajar siswa, tetapi juga membantu dalam meningkatkan hasil belajar mereka, terutama dalam topik-topik yang memerlukan pemahaman visual yang kuat. Dengan kemampuannya untuk menyajikan informasi secara dinamis dan interaktif, AR telah terbukti menjadi alat yang efektif dalam mengatasi tantangan pembelajaran tradisional dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh dan menyenangkan bagi siswa.

Tabel 2.2 Penelitian Terkait

No	Penulis	Judul Penelitian	Tahun	Temuan Utama
1.	Ningsih et al.	<i>Augmented Reality</i> pada Pembelajaran Perubahan Wujud Benda di Sekolah Dasar	2022	Penggunaan AR meningkatkan pemahaman siswa pada materi perubahan wujud benda di SD.
2.	Carolina Y Dela	<i>Augmented Reality</i> sebagai Media Pembelajaran Interaktif 3D untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Digital Native	2022	Media AR interaktif 3D meningkatkan motivasi belajar siswa, relevan untuk materi perubahan wujud benda.
3.	Sungkono et al.	Media Pembelajaran Terintegrasi Teknologi <i>Augmented Reality</i>	2022	Media AR meningkatkan pemahaman siswa pada materi matematika, relevan untuk pengembangan media AR pada materi IPA.

No	Penulis	Judul Penelitian	Tahun	Temuan Utama
4.	Rahayu et al.	Perancangan Media Pembelajaran Rangkaian Listrik Dasar Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i> melalui Virtual Laboratory	2022	Media AR membantu siswa memahami konsep rangkaian listrik dasar, dapat diadaptasi untuk materi perubahan wujud benda.
5.	Alfariska Febriyanti	Pengembangan Media Pembelajaran Flashcard pada Materi Perubahan Wujud Benda Kelas III SD/MI	2023	Media flashcard dengan QR Code meningkatkan pemahaman siswa kelas III SD/MI pada materi perubahan wujud benda.
6.	Kurniasari & Suryanti	Pengembangan Media ARUBAWA (<i>Augmented Reality</i> Perubahan Wujud Benda)	2023	Media ARUBAWA efektif meningkatkan hasil belajar IPA siswa kelas V SD, khususnya pada materi perubahan wujud benda.
7.	Rizkianida et al.	MEDIA SIBEDA Terintegrasi <i>Augmented Reality</i> untuk Kelas IV SD	2023	Media SIBEDA meningkatkan self-authenticity dan adversity quotient siswa kelas IV SD pada materi perubahan wujud benda.
8.	Tim Peneliti	Pengembangan Aplikasi <i>Augmented Reality</i> Terintegrasi Android untuk Pembelajaran IPA	2023	Aplikasi AR terintegrasi Android efektif sebagai media pembelajaran IPA, khususnya pada materi sifat dan perubahan wujud benda, untuk siswa sekolah dasar.
9.	Wardani et al.	Pemanfaatan <i>Augmented Reality</i> untuk Memvisualisasi Perubahan Wujud Benda	2024	Penggunaan AR membantu siswa memahami konsep perubahan wujud benda dengan visualisasi yang interaktif dan menarik.
10.	Alfarizi et al.	Pengembangan Media Pembelajaran AR untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA	2024	Media pembelajaran AR meningkatkan hasil belajar siswa pada materi IPA, khususnya pada konsep yang kompleks seperti perubahan wujud benda.
11.	Kurnia Kusuma Wardani et al.	Pemanfaatan <i>Augmented Reality</i> untuk Memvisualisasi Perubahan Wujud	2024	AR efektif dalam memvisualisasikan perubahan wujud benda, meningkatkan pemahaman siswa SD.

No	Penulis	Judul Penelitian	Tahun	Temuan Utama
		Benda bagi Siswa Sekolah Dasar		
12..	Simamora & Siregar	Pengembangan Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i> pada Materi Bangun Ruang untuk Kelas V SD	2024	Media AR meningkatkan pemahaman siswa kelas V SD pada materi bangun ruang, relevan untuk pengembangan media AR pada materi IPA.
13..	Uno	Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Terintegrasi <i>Augmented Reality</i> untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA	2024	Media AR interaktif meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa SD, relevan untuk materi perubahan wujud benda.
14.	Haryani et al.	Studi Literatur: Penerapan Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i> dalam Pembelajaran Matematika Guna Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa	2024	Media AR meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi matematika, relevan untuk pengembangan media AR pada materi IPA.
15.	Maziyah & Zumrotun	Pengembangan Media Pembelajaran Kartu Ajaib Terintegrasi <i>Augmented Reality</i> pada Materi Ekosistem Kelas 5 SD	2025	Media AR meningkatkan pemahaman siswa kelas V SD pada materi ekosistem, dapat diadaptasi untuk materi perubahan wujud benda.

Berdasarkan hasil kajian terhadap berbagai penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) pada materi perubahan wujud benda memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep, motivasi belajar, serta kemampuan berpikir kritis peserta didik. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa media AR mampu membantu siswa dalam memvisualisasikan fenomena ilmiah yang sulit dipahami apabila hanya disampaikan melalui penjelasan teoretis atau teks, termasuk konsep perubahan wujud benda. Penyajian visual yang bersifat interaktif memungkinkan siswa untuk mengamati serta berinteraksi secara langsung

dengan objek pembelajaran, sehingga pemahaman konsep dapat terbentuk secara lebih mendalam dan menyeluruh.

Selain berpengaruh terhadap pemahaman konsep, penggunaan media AR juga terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar siswa karena menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional. Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa AR tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampaian materi yang efektif, tetapi juga berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan perubahan wujud benda. Oleh karena itu, penerapan media pembelajaran terintegrasi AR pada materi ini dapat dijadikan sebagai alternatif yang relevan dan inovatif dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran di sekolah dasar, terutama pada mata pelajaran IPA.

Pemanfaatan aplikasi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran membuka peluang bagi siswa untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih fleksibel dan bersifat individual. Melalui teknologi ini, peserta didik dapat mempelajari materi sesuai dengan kecepatan belajar masing-masing, baik dalam pembelajaran daring maupun luring, tanpa ketergantungan penuh pada pendekatan pembelajaran konvensional yang sering kali kurang responsif terhadap perbedaan kebutuhan individu. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan media AR cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik dan bertahan lebih lama, karena penyajian informasi secara visual dan interaktif mempermudah proses pengingatan dan pemaknaan materi.

Selain itu, penerapan AR mendukung pelaksanaan evaluasi pembelajaran yang lebih optimal. Pada materi perubahan wujud benda, aplikasi AR mampu menghadirkan simulasi pembelajaran yang memungkinkan siswa mengamati serta menguji proses perubahan wujud dalam berbagai kondisi secara

langsung, tanpa memerlukan peralatan atau bahan yang berbiaya tinggi maupun berpotensi menimbulkan risiko. Pendekatan tersebut tidak hanya melatih keterampilan eksperimen siswa, tetapi juga memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep ilmiah yang dipelajari. Oleh karena itu, penggunaan media pembelajaran terintegrasi AR pada materi ini berperan tidak hanya sebagai sarana penyampaian materi yang efektif, tetapi juga sebagai media yang mendukung perkembangan kognitif, keterampilan berpikir kritis, serta motivasi belajar siswa, yang keseluruhannya berkontribusi terhadap terciptanya pembelajaran yang holistik dan komprehensif di jenjang sekolah dasar.

Dengan mempertimbangkan berbagai keunggulan yang dimiliki oleh teknologi *Augmented Reality* (AR), penerapannya dalam kurikulum pendidikan dasar berpotensi memberikan dampak positif yang berkelanjutan. Dampak tersebut tidak hanya terlihat pada peningkatan mutu pendidikan secara umum, tetapi juga pada kesiapan peserta didik dalam menghadapi tantangan pembelajaran di masa mendatang yang semakin bergantung pada pemanfaatan teknologi. Oleh sebab itu, pemangku kebijakan pendidikan serta pengembang kurikulum perlu terus melakukan eksplorasi dan integrasi teknologi seperti AR ke dalam proses pembelajaran guna menciptakan pengalaman belajar yang lebih inovatif dan efektif.

Sejalan dengan hal tersebut, penggunaan AR dalam pengembangan media pembelajaran pada materi perubahan wujud benda mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan menarik bagi siswa sekaligus mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis. Berbagai temuan penelitian terdahulu memberikan landasan yang kuat bagi pengembangan media pembelajaran terintegrasi AR yang akan diimplementasikan dalam penelitian tesis ini.

2.1.7 Pemilihan Model ADDIE

Model pengembangan pembelajaran merupakan kerangka sistematis yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi proses serta produk pembelajaran. Salah satu model yang banyak digunakan dalam penelitian pengembangan adalah model ADDIE. Model ADDIE merupakan akronim dari lima tahapan utama, yaitu analysis, design, development, implementation, dan evaluation (Robert Maribe Gagne, 1992; Walter Dick & Lou Carey, 1996). Model ini dikembangkan sebagai pendekatan sistematis yang fleksibel dalam merancang pembelajaran yang efektif dan efisien.

Pada tahap analysis, dilakukan identifikasi kebutuhan, karakteristik peserta didik, serta permasalahan pembelajaran yang dihadapi. Tahap design berfokus pada perancangan solusi pembelajaran, termasuk penentuan tujuan, materi, media, dan strategi pembelajaran. Selanjutnya, tahap development merupakan proses pembuatan dan pengembangan produk pembelajaran sesuai dengan desain yang telah dirancang. Tahap implementation dilakukan dengan mengujicobakan produk dalam situasi pembelajaran nyata. Tahap terakhir, yaitu evaluation, bertujuan untuk menilai kualitas produk serta melakukan perbaikan secara berkelanjutan (Branch, 2009).

Model ADDIE memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan model pengembangan lainnya. Model ini bersifat sistematis namun tetap sederhana, sehingga mudah dipahami dan diterapkan oleh peneliti maupun praktisi pendidikan. Selain itu, setiap tahap dalam ADDIE saling berkaitan dan memungkinkan adanya evaluasi serta revisi secara berkelanjutan, sehingga produk yang dihasilkan dapat disempurnakan secara optimal (Branch, 2009).

Jika dibandingkan dengan model Borg and Gall, ADDIE memiliki tahapan yang lebih ringkas dan efisien. Model Borg & Gall terdiri atas sepuluh langkah yang cenderung kompleks dan membutuhkan waktu yang lebih panjang, sehingga kurang praktis untuk penelitian dengan keterbatasan waktu

(Borg & Gall, 1983). Sementara itu, model 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate) memiliki struktur yang cukup sederhana, namun tidak secara eksplisit menekankan tahap implementasi di kelas secara menyeluruh seperti pada model ADDIE (Thiagarajan et al., 1974).

Model Dick and Carey dikenal sebagai model yang sangat sistematis karena memuat komponen analisis yang rinci, mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi pembelajaran. Namun, kompleksitas model ini menjadikannya lebih sulit diterapkan, terutama pada penelitian pengembangan skala kecil (Walter Dick & Lou Carey, 1996). Di sisi lain, model ASSURE lebih berorientasi pada perencanaan pembelajaran berbasis penggunaan media di kelas, sehingga kurang menekankan pada proses pengembangan produk secara menyeluruh (Heinich et al., 2002).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa model ADDIE memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan, sistematika, dan fleksibilitas dibandingkan dengan model pengembangan lainnya. Oleh karena itu, model ADDIE banyak digunakan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran karena mampu mengakomodasi proses perancangan hingga evaluasi secara terstruktur dan berkelanjutan.

2.2 Kerangka Teori

Kerangka teori berfungsi untuk memahami hubungan antara teori-teori pembelajaran dan penerapan teknologi dalam konteks pembelajaran siswa kelas 4 SD, khususnya dalam menggunakan *Augmented Reality* (AR) untuk mengajarkan materi perubahan wujud benda. Di bawah ini merupakan komponen utama yang mengarahkan pengembangan media pembelajaran ini, dilengkapi dengan penjelasan yang lebih mendalam.

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang mengintegrasikan unsur dunia nyata dengan komponen virtual secara simultan dalam waktu nyata. Dalam bidang

pendidikan, pemanfaatan AR memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi dengan objek virtual yang ditampilkan pada lingkungan nyata. Sebagai ilustrasi pada materi perubahan wujud benda, AR dapat menyajikan tahapan perubahan tersebut dalam bentuk objek tiga dimensi yang dapat diputar, diperbesar, atau diperkecil melalui perangkat digital. Penyajian semacam ini membantu siswa mengamati fenomena sains secara lebih nyata, terutama pada konsep-konsep yang sulit dipahami apabila hanya disampaikan melalui uraian teoretis atau visual statis.

Melalui penggunaan AR, siswa memperoleh pengalaman belajar yang bersifat langsung dan bermakna, sehingga mendukung terbentuknya pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep ilmiah. Teknologi ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana visualisasi, tetapi juga menyediakan konteks pembelajaran yang memungkinkan siswa membangun pengetahuan secara mandiri, sejalan dengan prinsip-prinsip teori konstruktivisme.

Konstruktivisme merupakan teori pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembentukan pengetahuan. Teori ini berpandangan bahwa peserta didik tidak berperan sebagai penerima informasi secara pasif, melainkan secara aktif mengonstruksi pemahaman melalui pengalaman belajar serta interaksi dengan lingkungan sekitarnya. Tokoh-tokoh yang berperan penting dalam pengembangan teori konstruktivisme antara lain Jean Piaget dan Lev Vygotsky.

Dalam penerapan teknologi *Augmented Reality* (AR), pendekatan konstruktivisme memiliki relevansi yang kuat karena AR menghadirkan lingkungan belajar yang bersifat interaktif. Melalui media ini, siswa dapat berinteraksi secara langsung dengan objek pembelajaran yang berkaitan dengan materi yang dipelajari. Sebagai contoh pada materi perubahan wujud benda, peserta didik dapat mengamati secara visual proses perubahan dari bentuk padat ke cair maupun dari cair ke gas melalui objek tiga dimensi yang ditampilkan secara interaktif. Selain itu, AR memberikan ruang bagi siswa untuk melakukan eksplorasi dan percobaan secara mandiri sesuai

dengan tingkat pemahaman yang dimiliki, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Teori kognitivisme berfokus pada proses mental yang terjadi ketika siswa menerima, menyimpan, dan mengingat informasi. David Ausubel, sebagai salah satu tokoh utama dalam kognitivisme, menjelaskan bahwa belajar adalah proses pengorganisasian informasi yang ada di dalam pikiran seseorang. AR, dalam hal ini, berperan penting karena dapat menyajikan informasi secara lebih visual dan dinamis, yang membuat siswa lebih mudah memproses informasi dan menghubungkannya dengan pengetahuan yang telah ada.

Proses visualisasi yang dihadirkan melalui teknologi *Augmented Reality* (AR) memiliki keterkaitan yang kuat dengan teori kognitivisme, khususnya dalam membantu proses pengolahan informasi yang berkaitan dengan konsep-konsep abstrak. Konsep perubahan wujud benda, yang mencakup peralihan keadaan materi dari padat ke cair maupun dari cair ke gas, sering kali sulit dipahami apabila hanya disampaikan melalui teks atau representasi dua dimensi. Melalui pemanfaatan AR, perubahan tersebut dapat ditampilkan secara nyata dalam bentuk tiga dimensi, sehingga membantu siswa memahami konsep-konsep ilmiah yang bersifat kompleks secara lebih jelas dan terstruktur. Selain itu, AR juga memfasilitasi pengkategorian informasi di dalam pikiran siswa, seperti halnya dalam teori skemata yang menyatakan bahwa pengetahuan yang sudah ada dalam pikiran siswa akan mengorganisasi dan mengaitkan informasi baru dalam struktur yang sudah ada. Dengan AR, konsep perubahan wujud benda dapat diintegrasikan dengan pengetahuan sebelumnya melalui visualisasi yang lebih jelas dan terstruktur.

Dengan demikian, pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) tidak hanya berperan dalam memperkuat pemahaman konseptual melalui penyajian visual yang menarik, tetapi juga mendorong terjadinya aktivitas kognitif pada tingkat yang lebih tinggi. Ketika peserta didik mampu mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan awal yang telah dimiliki, mereka akan terdorong untuk melakukan analisis, evaluasi, serta penafsiran informasi secara lebih mendalam dan kritis. Proses

tersebut menjadi fondasi utama dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu sasaran penting dalam pembelajaran.

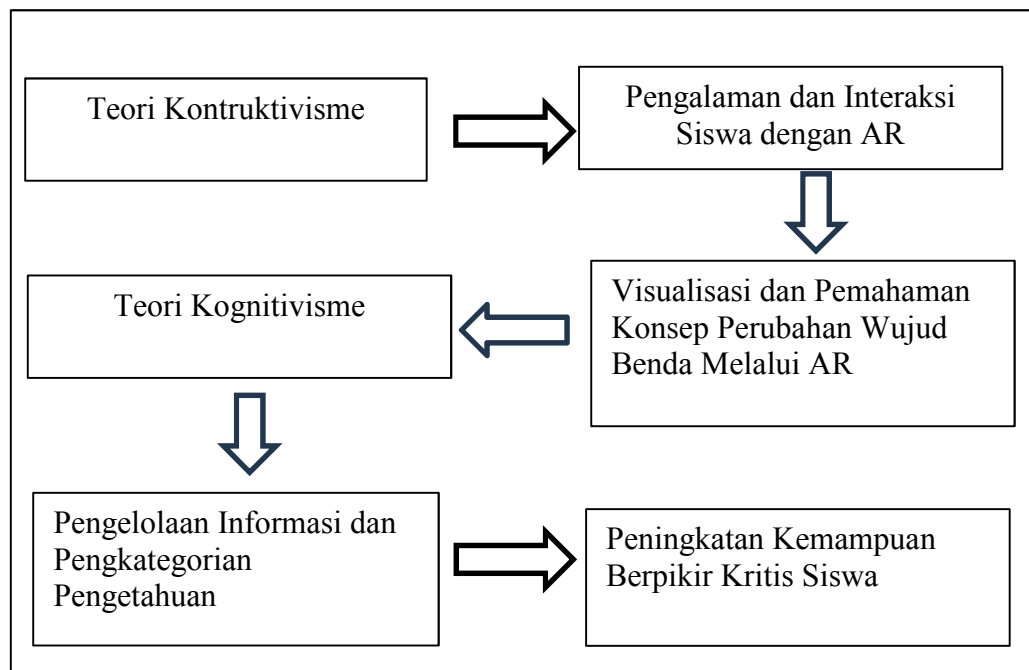
Keterampilan berpikir kritis memiliki peran yang krusial dalam membantu siswa menyelesaikan permasalahan dan mengambil keputusan secara tepat. Dalam ranah pendidikan, berpikir kritis merujuk pada kemampuan individu untuk menganalisis, menilai, dan menafsirkan informasi secara rasional serta logis berdasarkan bukti yang relevan.

Augmented Reality dapat berfungsi sebagai alat bantu yang sangat efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Sebagai contoh, AR dapat menampilkan simulasi yang mengharuskan siswa untuk memecahkan masalah atau mengeksplorasi hubungan antar objek, seperti bagaimana perubahan suhu dapat mempengaruhi wujud benda. Dalam pengajaran materi perubahan wujud benda, siswa dapat diminta untuk mengamati simulasi interaktif dan kemudian menyimpulkan perubahan wujud benda tersebut berdasarkan pengamatan mereka.

Dengan menggunakan AR dapat terlibat dalam proses evaluasi, analisis, dan penyelesaian masalah. Dalam pembelajaran terintegrasi AR, siswa lebih aktif dalam menemukan hubungan sebab-akibat dan membuat keputusan berdasarkan data yang mereka amati secara langsung.

2.2.1 Bagan Kerangka Berpikir

Bagan kerangka berpikir di bawah ini menggambarkan hubungan antara komponen teori yang telah dijelaskan sebelumnya dan bagaimana pengaruhnya terhadap pembelajaran terintegrasi AR. Bagan ini menunjukkan bagaimana teori-teori tersebut saling berhubungan untuk menciptakan proses pembelajaran yang interaktif, mendalam, dan berpikir kritis.



Gambar 2.1 Bagan Kerangka Berpikir

Penjelasan Bagan Kerangka Berpikir

1. **Teori Konstruktivisme:** Pembelajaran yang memanfaatkan *Augmented Reality* (AR) menghadirkan pengalaman belajar secara langsung melalui interaksi siswa dengan objek dan fenomena pada lingkungan nyata maupun virtual, sehingga mendukung proses konstruksi pengetahuan secara mandiri oleh peserta didik.
2. **Pengalaman dan Interaksi Siswa dengan AR:** Dengan menggunakan AR, siswa dapat secara aktif berinteraksi dengan objek-objek pembelajaran yang memberikan pengalaman visual dan sensorik langsung mengenai perubahan wujud benda.
3. **Visualisasi dan Pemahaman Konsep Perubahan Wujud Benda:** AR memberikan simulasi visual tentang perubahan wujud benda yang dapat dilihat secara nyata oleh siswa, sehingga mereka dapat lebih mudah memahami proses yang terjadi.
4. **Teori Kognitivisme:** Proses visualisasi ini membantu siswa dalam mengorganisasi dan menyimpan informasi yang mereka terima dalam

struktur kognitif mereka, yang memudahkan mereka untuk mengingat dan menghubungkan konsep-konsep baru.

5. **Pengolahan Informasi dan Pengkategorian Pengetahuan:** Siswa menghubungkan konsep yang telah mereka pelajari dengan pengetahuan yang sudah ada, memungkinkan mereka untuk memahami dan menyimpan informasi dalam bentuk yang lebih terstruktur dan mudah diingat.
6. **Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa:** Interaksi dan pengamatan langsung, siswa dapat menganalisis fenomena dan menilai proses perubahan wujud benda, yang mengarah pada peningkatan kemampuan berpikir kritis mereka.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Metode Penelitian

Penelitian dalam studi ini termasuk ke dalam jenis penelitian dan pengembangan (R&D). Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk pembelajaran yang selanjutnya melalui tahap evaluasi kelayakan guna memastikan produk tersebut layak digunakan dalam proses pembelajaran (Griliches, 1991). Hasil penelitian berupa media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) yang memuat materi perubahan wujud benda. Media yang dikembangkan dirancang untuk diuji tingkat keefektifannya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa terhadap materi yang dipelajari.

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menerapkan model pengembangan instruksional ADDIE yang mencakup lima tahapan utama, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (penerapan), dan *Evaluation* (evaluasi). Pemilihan model ADDIE didasarkan pada karakteristiknya yang sistematis serta memiliki fleksibilitas tinggi dalam proses pengembangan produk pembelajaran terintegrasi teknologi. Penggunaan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran di tingkat sekolah dasar terbukti efektif dalam menyajikan materi sains yang kompleks menjadi lebih sederhana dan menarik. (Firdaus & Firdaus, 2024) dalam penelitiannya mengembangkan media multimedia dan gamifikasi pada materi benda angkasa untuk siswa SD, dan menyimpulkan bahwa pendekatan sistematis melalui tahapan analisis hingga evaluasi dalam model ADDIE mampu menghasilkan media yang valid serta signifikan dalam

meningkatkan keterlibatan siswa. Hal ini memperkuat penggunaan model ADDIE pada penelitian ini dalam mengembangkan media AR pada materi perubahan wujud benda (Firdaus & Firdaus, 2024).

Model ini dikenal dengan fleksibilitasnya dan dapat diterapkan pada berbagai jenis proses pengembangan produk. Dengan pendekatannya yang terstruktur, model ADDIE memungkinkan modifikasi pada setiap tahap untuk meningkatkan hasil pengembangan. Penerapan kerangka kerja ADDIE dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran efektif yang fokus pada peningkatan keterampilan peserta didik (Islahiyah et al., 2021). Berikut ini adalah bagan model ADDIE.



Gambar 3.1 Model Pengembangan ADDIE

3.2.1 Tahap *Analysis*

Pelaksanaan tahap analisis secara mendalam diperlukan guna memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai permasalahan serta kebutuhan dalam proses pembelajaran. Tahap ini bertujuan mengidentifikasi berbagai kebutuhan pembelajaran yang meliputi analisis terhadap materi ajar, karakteristik peserta didik, kurikulum yang digunakan, serta kondisi lingkungan pembelajaran. Uraian hasil analisis tersebut disajikan sebagai berikut.

1. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru kelas IV SD Negeri 1 Sukarame, ditemukan bahwa materi IPAS mengenai perubahan wujud benda sulit dipahami oleh siswa karena disampaikan secara konvensional dan tidak interaktif. Siswa cenderung pasif dan kurang termotivasi. Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran terintegrasi teknologi yang interaktif dan visual, seperti AR.

2. Analisis Kurikulum

Penelitian ini mengacu pada Kurikulum Merdeka, khususnya Capaian Pembelajaran IPAS Fase B (kelas III dan IV), yaitu: "Menganalisis perubahan wujud benda dan faktor-faktor yang memengaruhinya melalui pengamatan dan eksperimen sederhana." Media yang dikembangkan harus mendukung pembelajaran terintegrasi pengamatan dan eksperimen.

3. Analisis Kebutuhan Siswa

Siswa kelas IV SD berada pada tahap operasional konkret (menurut Piaget), yang membutuhkan pembelajaran terintegrasi visual, manipulatif, dan kontekstual. Mereka belajar lebih baik melalui pengalaman langsung. Media terintegrasi AR dapat menjembatani kebutuhan ini. Analisis kebutuhan peserta didik melalui metode wawancara atau survei. Langkah ini bertujuan untuk menggali lebih dalam mengenai kebutuhan khusus

serta permasalahan yang dihadapi peserta didik selama proses pembelajaran, sehingga produk pengembangan nantinya dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan.

4. Analisis Lingkungan Belajar

Sekolah memiliki perangkat Android dan proyektor yang mendukung implementasi media AR. Ketersediaan internet stabil, sehingga media yang dikembangkan dapat digunakan secara *online*. Hal ini bertujuan untuk menjamin bahwa media dan bahan ajar yang digunakan mampu mendukung proses pembelajaran secara efektif.

3.2.2 Tahap *Design*

Tindak lanjut dari hasil analisis adalah melangkah ke tahap perancangan bahan ajar. Tahap ini bertujuan untuk menyusun konsep awal media pembelajaran, yang berfungsi sebagai panduan dalam proses pengembangan produk. Proses perancangan ini dilakukan secara manual, dengan mempertimbangkan struktur dan elemen penting yang akan dimasukkan dalam media pembelajaran. Perancangan *Augmented Reality* melalui *Assemblr edu* pada materi perubahan wujud benda sebagai media pembelajaran mencakup beberapa aspek, antara lain penyajian materi perubahan wujud benda, serta penggunaan ilustrasi yang menarik dan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik.

Hasil dari tahap ini adalah terciptanya kerangka awal untuk bahan ajar, yang akan menjadi dasar untuk proses pengembangan selanjutnya. Pada tahap ini, para peneliti merancang formulir validasi yang akan digunakan oleh para ahli untuk menilai kelayakan bahan ajar, dengan fokus pada aspek-aspek seperti isi, bahasa, dan penyajian. Selain itu, peneliti juga menyusun angket untuk peserta didik, yang bertujuan mengumpulkan data mengenai tanggapan dan tingkat pemahaman mereka terhadap media pembelajaran yang dihasilkan.

Angket ini dirancang secara sistematis agar dapat memberikan masukan yang komprehensif guna menyempurnakan produk akhir.

3.2.3 Tahap *Development*

Pada tahap ini, proses awal pengembangan bahan ajar dilakukan berdasarkan output dari hasil analisis dan perancangan sebelumnya. Pembuatan bahan ajar menggunakan bantuan *platform Assemblr Edu*, yang memungkinkan penyajian materi secara interaktif dan menarik. Tahap pengembangan ini juga mencakup proses penyuntingan untuk memastikan kualitas akhir media pembelajaran. Produk yang dihasilkan berupa media AR dengan spesifikasi tertentu, perubahan wujud benda beserta elemennya dan ilustrasi yang dirancang sesuai dengan karakteristik.

Media *Augmented Reality (AR)* yang dikembangkan berfokus pada materi perubahan wujud benda untuk siswa kelas IV sekolah dasar, dengan konteks pembelajaran yang dikaitkan dengan aktivitas sehari-hari.

3.2.4 Tahap *Implementation*

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan produk media pembelajaran yang telah dikembangkan pada situasi pembelajaran yang sebenarnya di kelas. Implementasi ini dilakukan dengan desain *Quasi Experimental* yang melibatkan dua kelas sampel di SD Negeri 1 Sukarame, yaitu Kelas IV B sebagai kelas kontrol dan Kelas IV C sebagai kelas eksperimen.

Pada kelas eksperimen (IV C), pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan media interaktif terintegrasi *Augmented Reality (AR)* berbantuan *Assemblr Edu*. Sedangkan pada kelas kontrol (IV B), pembelajaran dilaksanakan menggunakan metode konvensional (buku teks dan ceramah). Pada tahap ini, kedua kelas diberikan *pretest* sebelum

pembelajaran dimulai dan *posttest* setelah pembelajaran selesai untuk mengukur perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tujuan dari kuesioner ini adalah untuk mengumpulkan umpan balik mengenai keefektifan, kelayakan, dan daya tarik *Augmented Reality* sebagai media pembelajaran. Hasil kuesioner yang telah diisi oleh pendidik dan siswa kemudian dianalisis dan digunakan sebagai dasar untuk melangkah ke tahap selanjutnya, yaitu evaluasi, untuk melakukan perbaikan atau penyempurnaan produk pembelajaran.

3.2.5 Tahap *Evaluation*

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam pengembangan bahan ajar, dilakukan revisi atau perbaikan berdasarkan masukan dari guru, siswa, dan validator. Setelah mendapatkan saran, kritik, dan komentar yang membangun dari pendidik dan peserta didik, produk pembelajaran akan disempurnakan untuk memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk meningkatkan efektivitas dan kualitas produk, memastikan bahwa media pembelajaran yang dihasilkan dapat lebih mendukung proses belajar mengajar dan lebih sesuai dengan kebutuhan siswa. Penyempurnaan ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti konten, penyajian, dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

3.3 Uji Coba Produk

3.3.1 Desain Uji Coba

Dalam setiap proses pengembangan produk, uji coba memainkan peran yang sangat penting. Uji coba ini membantu memastikan bahwa produk yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik, sesuai dengan harapan, dan memenuhi kebutuhan serta ekspektasi pengguna. Desain uji coba produk ini bertujuan untuk mengukur kinerja produk dalam kondisi nyata, menemukan

potensi masalah atau kekurangan, serta memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan.

Pada tahap desain uji coba produk, produk yang dikembangkan akan divalidasi oleh ahli konten dan ahli media. Tujuan dari validasi ini adalah untuk memastikan bahwa media pembelajaran telah memenuhi standar yang telah ditetapkan, baik dari segi isi maupun teknis penyajiannya. Setelah validasi, umpan balik dari proses validasi akan dikumpulkan dan dianalisis untuk menjadi dasar dalam merevisi dan menyempurnakan produk.

Tahap selanjutnya adalah uji coba lapangan, yang terdiri dari uji coba terbatas dengan siswa. Pada tahap ini, peneliti akan melakukan uji coba produk secara langsung dengan sekelompok peserta didik. Siswa akan diminta untuk memberikan umpan balik terkait keunikan dan keefektifan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality*. Sebelum menggunakan media, peneliti akan mendemonstrasikan cara menggunakannya sebagai alat bantu pembelajaran. Setelah itu, siswa akan diberi kesempatan untuk berlatih menggunakan media tersebut dalam proses pembelajaran. Respons dari siswa akan dievaluasi untuk menilai seberapa baik media tersebut diterima dan efektivitasnya dalam proses pembelajaran.

Setelah peserta didik mengaplikasikan atau menggunakan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality (AR)* secara mandiri, mereka diminta untuk mengisi angket sebagai bagian dari proses evaluasi. Angket ini bertujuan untuk mengumpulkan respons dan tanggapan siswa terkait pengalaman mereka dalam menggunakan *Augmented Reality (AR)* sebagai media pembelajaran. Melalui angket tersebut, peneliti dapat memperoleh informasi mengenai efektivitas dan kepraktisan media dalam meningkatkan pemahaman materi, sejauh mana media ini menarik perhatian siswa, serta aspek-aspek lain yang mempengaruhi kenyamanan dan keberhasilan dalam proses belajar. Hasil dari angket ini akan digunakan untuk mengevaluasi

kekuatan dan kelemahan media pembelajaran, yang kemudian akan menjadi dasar untuk perbaikan atau penyempurnaan lebih lanjut.

3.3.2 Subjek Uji Coba

Tahap uji coba merupakan langkah penting dalam mengimplementasikan produk media pembelajaran ke dalam kurikulum, yang diikuti dengan evaluasi berdasarkan hasil penggunaannya. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk menilai seberapa efektif media pembelajaran, dalam hal ini media *Augmented Reality (AR)*, dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Augmented Reality (AR)* diharapkan dapat memberikan daya tarik yang lebih besar, mendorong siswa untuk lebih kreatif, termotivasi, dan fokus selama proses pembelajaran. Media yang menyajikan konten dengan cara yang menarik ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan dan efektif. Uji coba ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu:

a. Uji ahli media

Uji ahli media merupakan proses evaluasi yang dilakukan oleh seorang ahli yang berkompeten dalam bidang rancangan pembelajaran dan teknologi media. Peran ahli media sangat penting dalam menilai kesesuaian desain dan aplikasi media pembelajaran, dalam hal ini *Augmented Reality (AR)*, dengan prinsip-prinsip pedagogik dan teknik penyajian yang efektif. Ahli media akan memeriksa berbagai aspek, seperti tampilan visual, layout, penggunaan elemen grafis, serta interaktivitas media untuk memastikan bahwa media tersebut dapat mendukung tujuan pembelajaran dengan optimal. Pemilihan ahli media dilakukan dengan mempertimbangkan pengalaman dan keahlian mereka dalam bidang media dan teknologi pendidikan, sehingga dapat memberikan penilaian yang objektif dan konstruktif terhadap kualitas dan efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan.

b. Uji ahli materi

Uji ahli materi merupakan tahap evaluasi yang dilakukan oleh seorang pakar di bidang materi pembelajaran, dengan tujuan untuk menilai kelayakan dan kesesuaian konten yang disajikan dalam media pembelajaran. Proses ini berfokus pada pengamatan dan penilaian terhadap kualitas materi yang disajikan, terutama untuk memastikan bahwa materi yang diajarkan sesuai dengan kurikulum yang berlaku serta relevan dengan kebutuhan pembelajaran peserta didik. Selain itu, ahli materi juga akan mengevaluasi ketepatan pengorganisasian materi, kejelasan penyajian, serta tingkat kesulitan yang sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik. Pemilihan ahli materi dilakukan dengan mempertimbangkan keahlian dan pengalaman mereka dalam bidang tersebut, agar dapat memberikan penilaian yang objektif dan konstruktif terkait kelayakan materi yang disajikan dalam produk pembelajaran.

3.3.3 Subjek Tes Efektivitas

Subjek penelitian ini melibatkan peserta didik kelas IV SD Negeri 1 Sukarame. Penentuan sampel dilakukan dengan membagi subjek penelitian ke dalam dua kelompok perlakuan, yaitu:

1. Kelas Kontrol (Kelas IV B) : Berjumlah 30 siswa akan mengikuti pembelajaran dengan metode konvensional tanpa media AR.
2. Kelas Eksperimen (Kelas IV C) : Berjumlah 30 siswa akan mengikuti pembelajaran menggunakan media interaktif terintegrasi *Augmented Reality* (AR).

Pemilihan kedua kelas tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa peserta didik memiliki kemampuan awal yang relatif setara serta belum

pernah memperoleh pembelajaran materi perubahan wujud benda dengan memanfaatkan teknologi AR sebelumnya.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui berbagai teknik yang dirancang untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam pengembangan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* dengan pendekatan sains. Pengumpulan data tersebut bertujuan untuk mendukung perancangan media pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada materi perubahan wujud benda. Pemilihan beragam teknik pengumpulan data dimaksudkan agar informasi yang diperoleh bersifat menyeluruh dan relevan, sehingga memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai kebutuhan peserta didik serta efektivitas media yang dikembangkan. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1 Observasi

Observasi dilakukan untuk melacak kemajuan siswa selama proses pembelajaran di kelas, dengan penekanan khusus pada kegiatan pemecahan masalah yang membutuhkan pemikiran kritis. Tujuan dari observasi ini adalah untuk menilai seberapa baik siswa dapat menerapkan keterampilan berpikir kritis mereka saat terlibat dengan tugas-tugas yang dirancang menggunakan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality*. Melalui observasi ini, peneliti dapat mengevaluasi bagaimana media tersebut berkontribusi dalam membantu siswa memecahkan masalah yang berkaitan dengan materi perubahan wujud benda. Selain itu, observasi ini juga bertujuan untuk melihat bagaimana pendekatan sains yang diintegrasikan ke dalam media pembelajaran dapat mendorong siswa untuk berpikir logis, analitis, dan sistematis, yang merupakan keterampilan penting dalam proses berpikir kritis.

3.4.2 Wawancara

Dalam pengumpulan data, peneliti juga menggunakan data wawancara. Wawancara terstruktur dilakukan dengan guru kelas IV di SD Negeri 1 Sukarame.

3.4.3 Angket

Angket digunakan sebagai salah satu alat untuk mengumpulkan data terkait keefektifan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* yang telah dikembangkan. Instrumen kuesioner ini terdiri dari beberapa bagian, yakni lembar analisis kebutuhan, lembar validasi ahli yang melibatkan ahli materi, ahli bahasa, dan ahli evaluasi, serta kuesioner respons yang ditujukan untuk pendidik dan peserta didik. Lembar analisis kebutuhan berfungsi untuk mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan pembelajaran yang terkait dengan penggunaan media *Augmented Reality*, sementara lembar validasi ahli bertujuan untuk memastikan kualitas dan kesesuaian materi serta desain media yang dikembangkan. Angket respons untuk pendidik dan siswa difokuskan untuk mengevaluasi sejauh mana media tersebut efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya dalam materi perubahan wujud benda.

Data yang terkumpul melalui angket ini akan dianalisis untuk menilai efektivitas media dalam mendukung proses pembelajaran, termasuk kemudahan penggunaan, daya tarik visual, serta manfaatnya dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Selain itu, angket ini juga dirancang untuk mengumpulkan umpan balik yang akan berguna untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut, sehingga media pembelajaran dapat lebih optimal dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

3.4.4 Dokumentasi

Dokumentasi sebagai metode untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan catatan penilaian yang dilaksanakan di sekolah, buku panduan guru, dan informasi terkait jumlah siswa yang terlibat dalam penelitian. Proses dokumentasi memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung analisis kebutuhan pada tahap awal penelitian, karena proses ini memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi lingkungan pembelajaran saat ini serta sumber daya yang tersedia. Selain itu, dokumentasi ini memberikan informasi vital mengenai struktur dan materi pembelajaran yang relevan, yang akan menjadi dasar dalam pengembangan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality*.

Dengan mengumpulkan catatan penilaian dan data terkait lainnya, dokumentasi ini akan memberikan wawasan yang dibutuhkan untuk merancang media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada, memastikan pengembangan media dapat diterapkan secara efektif dalam konteks pembelajaran yang berlangsung.

3.4.5 Tes

Tes digunakan sebagai metode pengumpulan data dalam penelitian ini untuk mengevaluasi kemampuan berpikir kritis siswa secara sistematis dan objektif. Instrumen tes terdiri dari lembar soal yang disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis, yang mencakup empat tahap utama: memahami masalah, merancang solusi, menerapkan solusi, dan meninjau kembali. Tes ini dirancang untuk mengukur sejauh mana siswa dapat mengidentifikasi dan memecahkan masalah, khususnya yang berkaitan dengan materi perubahan wujud benda.

Tujuan dari tes ini adalah untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah penerapan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* dengan pendekatan sains. Data yang diperoleh dari tes ini akan

dianalisis untuk menilai keefektifan media pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan menganalisis hasil tes, peneliti dapat mengevaluasi dampak penggunaan media terintegrasi *Augmented Reality* terhadap kemampuan siswa dalam menerapkan strategi berpikir kritis secara terstruktur dan logis, serta mengukur sejauh mana terjadi peningkatan setelah penggunaan media tersebut dalam proses pembelajaran.

3.5 Instrument Pengumpulan Data

Instrumen penilaian merupakan seperangkat alat yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dari responden yang selanjutnya dimanfaatkan oleh peneliti dalam menarik kesimpulan secara logis. Instrumen ini berperan sebagai sarana pengumpulan data yang dirancang secara terencana dan sistematis guna mendukung kelancaran proses analisis serta pengolahan data penelitian. Dalam penelitian ini, instrumen penilaian disusun secara khusus untuk memenuhi kebutuhan pengumpulan data yang selaras dengan tujuan penelitian. Penyesuaian instrumen dilakukan berdasarkan jenis data yang diperlukan agar informasi yang dihasilkan bersifat akurat dan relevan dengan fokus kajian. Uraian mengenai instrumen penilaian yang digunakan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Instrumen Pengumpulan Data

No	Data	Sumber data	Tujuan	Instrumen penelitian
1.	Validasi produk	Ahli media	Mendapatkan masukan ahli media terkait dengan media AR yang dikembangkan.	Lembar validasi produk oleh ahli media
2.	Validasi produk	Ahli materi	Mendapatkan masukan ahli materi terkait dengan media AR yang dikembangkan.	Lembar validasi produk oleh ahli materi
3.	Keterampilan berpikir kritis dan daya retensi	Siswa	Mendapatkan data pengaruh media AR terhadap keterampilan berpikir kritis	Lembar soal keterampilan berpikir kritis.

Peneliti menggunakan skala penilaian berbentuk skala Likert dengan rentang skor 1 hingga 5. Skala tersebut mencerminkan tingkat persetujuan responden terhadap

pernyataan yang diberikan, dengan kategori penilaian yang terdiri atas sangat layak, layak, cukup layak, kurang layak, dan tidak layak (Setiawan, 2019).

Tabel 3.2 Kategori Penilaian

No	Penilaian (%)	Tingkat Validitas
1	$80 < N \leq 100$	Sangat Layak
2	$60 < N \leq 80$	Layak
3	$40 < N \leq 60$	Cukup Layak
4	$20 < N \leq 40$	Tidak Layak
5	$0 < N \leq 20$	Sangat Tidak Layak

Untuk mendistribusikan instrumen penilaian dalam rangka memperoleh data yang dibutuhkan, peneliti menyusun kisi-kisi instrumen sebagai panduan bagi setiap responden. Kisi-kisi ini dirancang secara sistematis untuk memastikan bahwa seluruh aspek yang ingin diteliti tercakup sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan menggunakan kisi-kisi yang terstruktur, diharapkan proses pengumpulan data menjadi lebih terarah dan hasil yang diperoleh dapat mencerminkan informasi yang relevan dan akurat sesuai dengan fokus penelitian.

3.5.1 Lembar Validasi Produk oleh Ahli Media

Instrumen validasi yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar penilaian yang disusun secara khusus untuk menilai tingkat kelayakan media pembelajaran matematika terintegrasi *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan oleh peneliti. Lembar validasi tersebut berfungsi sebagai sarana evaluasi guna memastikan bahwa media pembelajaran yang dihasilkan memenuhi standar kualitas, baik dari aspek isi materi maupun aspek penyajian. Proses validasi melibatkan dua orang validator dengan latar belakang keahlian yang berbeda, yaitu ahli media yang bertugas menilai aspek desain dan teknis, serta ahli materi yang berperan dalam mengevaluasi kesesuaian dan ketepatan konten pembelajaran yang disajikan (Ramanda et

al., 2025). Adapun kisi-kisi penilaian yang diberikan kepada ahli media disajikan sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kisi-kisi Lembar Validasi Produk oleh Ahli Media

No.	Kriteria	Indikator	Butir Pertanyaan
1.	Aspek kelayakan visual	Desain tampilan media AR	1,2,3,4,5,6,7,8
2.	Aspek kelayakan bahasa	Bahasa yang digunakan	9,10,11
		Komunikatif dan interaktif	12,13
		Kesesuaian kaidah bahasa	14,15
Jumlah			15

3.5.2 Lembar Validasi Oleh Ahli Materi

Lembar validasi yang diberikan kepada ahli materi memuat lima pernyataan yang meliputi dua aspek evaluasi, yaitu aspek Kurikulum dan Pembelajaran. Kedua aspek tersebut menggunakan matriks penilaian dengan tiga skala, yaitu (Tidak valid, Valid dengan Revisi, Valid), yang akan diisi oleh validator ahli materi dengan menandai kolom respons ahli menggunakan tanda centang (✓). Kisi-kisi yang diberikan kepada ahli materi adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 Kisi-kisi Lembar Validasi Produk oleh Ahli Materi

No.	Kriteria	Indikator	Butir Pertanyaan
1.	Aspek kelayakan isi	Kesesuaian materi dengan CP	1,2,3
		Keakuratan materi	4,5,6,7,8
		Mendorong keingintahuan	9
2.	Aspek kelayakan penyajian	Teknik penyajian	10,11
		Kelengkapan penyajian	12,13,14
		Penyajian pembelajaran	15,16
		Koherensi dan keruntutan alur	17
Jumlah			17

3.5.3 Tes Soal

Soal yang diberikan kepada siswa mencakup pertanyaan yang dirancang untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa dalam konteks materi pembelajaran yang diajarkan. Soal ini mencakup berbagai tipe pertanyaan yang menguji kemampuan siswa dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan masalah, serta merancang solusi yang logis dan efektif. Setiap soal disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis yang meliputi empat tahap utama: memahami masalah, merancang solusi, menerapkan solusi, dan meninjau kembali.

Selain itu, soal-soal ini juga dirancang untuk mengevaluasi kemampuan siswa dalam berpikir secara sistematis dan terorganisir, serta bagaimana mereka dapat menghubungkan konsep-konsep yang telah dipelajari dengan situasi atau masalah baru yang relevan. Dengan menggunakan soal yang berkaitan langsung dengan materi perubahan wujud benda, tes ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kemampuan siswa dalam menerapkan keterampilan berpikir kritis pada topik yang sedang dipelajari. Hasil dari tes ini akan digunakan untuk menilai keefektifan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, serta untuk memberikan umpan balik yang berguna bagi perbaikan proses pembelajaran ke depannya.

3.6 Teknik Analisis Data

Data penelitian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif yang mencakup analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menelaah data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dokumentasi, serta validasi produk oleh para ahli. Sementara itu, analisis deskriptif kuantitatif diterapkan untuk mengkaji data hasil penilaian produk yang diberikan oleh guru.

Pengujian efektivitas media pembelajaran dilakukan dengan membandingkan skor *pretest* dan *posttest* menggunakan uji *paired sample t-test* yang diolah dengan

bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistic versi 26.0. Selain itu, peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dianalisis menggunakan perhitungan *normalized gain* (N-gain) untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar setelah penggunaan media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality*. Nilai N-gain digunakan sebagai indikator untuk mengklasifikasikan peningkatan hasil belajar ke dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi.

3.6.1 Analisis Data Validasi Produk oleh Ahli Media dan Materi

Hasil validasi produk oleh para ahli media dan materi dianalisis menggunakan metode deskriptif kualitatif. Proses ini melibatkan analisis mendalam, penjelasan, dan ringkasan data dari hasil validasi yang dilakukan oleh para ahli media dan materi terhadap media *Augmented Reality* (AR) yang dikembangkan. Dengan teknik ini, setiap aspek dan tanggapan yang diberikan oleh para ahli dapat diuraikan secara terperinci dan disajikan dalam bentuk deskripsi yang jelas dan komprehensif. Proses ini melibatkan evaluasi mendalam terhadap berbagai aspek penting, seperti kelayakan isi, desain, dan manfaat Assemblr Edu sebagai alat bantu pembelajaran.

Adapun rincian kegiatan yang dilakukan dalam proses analisis kevalidan bahan ajar terintegrasi *Augmented Reality* (AR) pada materi perubahan wujud benda adalah sebagai berikut (Artama et al., n.d.):

$$\text{Persentase skor sebagai berikut : } NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan:

NP = Nilai persentase yang dicari

R = Skor dari jawaban responden

SM = Skor maksimal dari tes yang digunakan.

Setelah memperoleh hasil nilai persentase kevalidan, data tersebut kemudian dianalisis dan diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Untuk menentukan jarak interval (i), digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Jarak interval (i)} = \frac{\text{Skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{Jumlah kelas interval}}$$

Berdasarkan rumus yang telah dijelaskan, tingkatan kategori hasil penilaian dapat disusun dengan menggunakan skala penilaian 100%, seperti yang tertera di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Persentase tertinggi ideal} &= 100\% \\ \text{Persentase terendah ideal} &= 0\% \\ \text{Jarak interval (i)} &= \frac{100\% - 0\%}{5} \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Tingkat kategori berdasarkan hasil persentase penilaian media selanjutnya dikonversikan ke dalam tabel berikut.

Tabel 3.5 Kriteria Kualitas Produk

No	Penilaian (%)	Tingkat Validitas
1	$80 < N \leq 100$	Sangat Layak
2	$60 < N \leq 80$	Layak
3	$40 < N \leq 60$	Cukup Layak
4	$20 < N \leq 40$	Tidak Layak
5	$0 < N \leq 20$	Sangat Tidak Layak

3.7 Uji Kualitas Instrumen Penelitian

Uji kualitas instrumen penelitian dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini benar-benar layak dan mampu mengukur variabel yang diteliti secara tepat dan konsisten. Instrumen yang baik harus memenuhi kriteria valid dan reliabel agar data yang diperoleh dapat dipercaya serta mencerminkan kondisi yang sebenarnya. Oleh karena itu, sebelum digunakan

dalam pengumpulan data, instrumen terlebih dahulu diuji melalui analisis validitas isi, validitas empiris, dan reliabilitas. Ketiga pengujian tersebut bertujuan untuk menjamin bahwa setiap butir instrumen mampu mengukur kemampuan berpikir kritis siswa secara akurat dan konsisten (Arikunto, 2010).

3.7.1 Validitas Isi Instrumen

Validitas isi dari instrumen penelitian (lembar validasi ahli, soal tes HOTS, dan angket siswa) dianalisis menggunakan rumus Aiken's V, yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana kesepakatan para ahli terhadap item instrumen.

$$\text{Rumus Aiken's V:}$$

$$V = (\sum s) / [n(c - 1)]$$

Keterangan:

- $s = r - lo$ (r = nilai yang diberikan ahli, lo = nilai terendah pada skala)
- n = jumlah ahli
- c = jumlah kategori dalam skala penilaian

Nilai V berkisar antara 0 sampai 1. Semakin mendekati 1, maka validitas isi semakin tinggi. Item dianggap valid jika nilai $V \geq 0,80$.

3.7.2 Validitas Empiris Instrumen

Setelah instrumen melalui tahap penyusunan, dilakukan uji validitas empiris untuk mengetahui sejauh mana setiap butir soal mampu mengukur kemampuan yang sama dengan skor total tes. Uji validitas empiris bertujuan untuk memastikan bahwa setiap item memiliki hubungan yang signifikan dengan konstruk yang diukur, yaitu kemampuan berpikir kritis siswa.

Pengujian validitas empiris dalam penelitian ini menggunakan teknik korelasi Product Moment Pearson. Perhitungan dilakukan dengan bantuan program IBM SPSS Statistics.

Secara matematis, rumus korelasi Product Moment adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara skor butir dan skor total

X = skor setiap butir soal

Y = skor total

N = jumlah responden

Nilai r_{hitung} yang diperoleh dari hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan nilai r_{tabel} pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dengan derajat kebebasan (df) = $N - 2$. Adapun kriteria pengambilan keputusan dalam uji validitas empiris adalah sebagai berikut:

Tabel 3.6 Kriteria Keputusan Uji Validitas Empiris

No	Dasar Pengujian	Kriteria	Keputusan
1	Perbandingan r_{hitung} dengan r_{tabel}	$r_{hitung} \geq r_{tabel}$	Butir soal dinyatakan valid
2	Perbandingan r_{hitung} dengan r_{tabel}	$r_{hitung} < r_{tabel}$	Butir soal dinyatakan tidak valid
3	Nilai signifikansi (Sig.)	Sig. < 0,05	Butir soal dinyatakan valid
4	Nilai signifikansi (Sig.)	Sig. $\geq$ 0,05	Butir soal dinyatakan tidak valid

3.7.3 Reliabilitas Instrumen

Untuk mengukur konsistensi internal dari angket respons siswa dan soal tes HOTS, digunakan Cronbach's Alpha. Nilai reliabilitas dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 3.7 Kriteria Interpretasi Nilai Cronbach's Alpha

No	Rentang Nilai Cronbach's Alpha	Kategori Reliabilitas
1	$\geq 0,90$	Sangat Tinggi
2	0,70 – 0,89	Tinggi
3	0,60 – 0,69	Cukup
4	$< 0,60$	Rendah

Keterangan:

Instrumen dinyatakan reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha $\geq 0,70$.

3.8 Analisis Efektivitas Media Pembelajaran

Analisis efektivitas media pembelajaran dilakukan untuk menguji sejauh mana penggunaan media pembelajaran terintegrasi Augmented Reality memberikan pengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Pengujian efektivitas ini dilakukan secara kuantitatif melalui analisis statistik inferensial dan deskriptif terhadap data hasil pretest dan posttest. Analisis inferensial digunakan untuk mengetahui signifikansi perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan, sedangkan analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan tingkat peningkatan serta distribusi kemampuan berpikir kritis siswa setelah pembelajaran.

3.8.1 Pengkategorian Skor Kemampuan Berpikir Kritis

Selain analisis statistik inferensial, penelitian ini juga menggunakan analisis deskriptif untuk menggambarkan distribusi kemampuan berpikir kritis siswa pada saat pretest dan posttest. Untuk mempermudah interpretasi hasil tes, skor kemampuan berpikir kritis siswa dikategorikan ke dalam lima tingkat, yaitu

Sangat Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah, dan Sangat Rendah. Pengkategorian skor dilakukan berdasarkan rentang skor teoretis 0–100 yang kemudian dibagi menjadi lima interval kategori dengan lebar interval yang sama. Penentuan interval dilakukan menggunakan rumus:

$$Interval = \frac{(Skor\ maksimum - Skor\ minimum)}{Jumlah\ kategori}$$

$$Interval = (100 - 0) / 5$$

$$Interval = 20$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh kategori kemampuan berpikir kritis sebagai berikut:

Tabel 3.8 Kategori Kemampuan Berpikir Kritis

Rentang Nilai	Kategori
81 – 100	Sangat Tinggi
61 – 80	Tinggi
41 – 60	Sedang
21 – 40	Rendah
0 – 20	Sangat Rendah

3.8.2 Analisis Data Kepraktisan Media (Respons Siswa)

Data kepraktisan diperoleh melalui angket respons siswa untuk menilai sejauh mana media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) memberikan kemudahan dan manfaat dalam proses pembelajaran. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung persentase skor berdasarkan jawaban responden menggunakan skala Likert. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kepraktisan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum Sm} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase tingkat kepraktisan

Σx = Total skor yang diperoleh dari seluruh siswa (responden)

ΣS_m = Skor maksimal ideal (jumlah seluruh butir pernyataan $\times$ skor tertinggi)

Selanjutnya, hasil persentase tersebut diinterpretasikan ke dalam kategori tingkat kepraktisan media dengan merujuk pada kriteria menurut Akbar (2013) sebagai berikut:

Tabel 3.9 Kriteria Kepraktisan Media

No	Persentase (%)	Kriteria Kepraktisan	Keterangan
1	81% – 100%	Sangat Praktis	Dapat digunakan tanpa revisi
2	61% – 80%	Praktis	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3	41% – 60%	Cukup Praktis	Dapat digunakan dengan revisi sedang
4	21% – 40%	Kurang Praktis	Perlu revisi total dan belum layak
5	0% – 20%	Tidak Praktis	Tidak dapat digunakan

3.8.3 Uji Normalitas

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas untuk memastikan data penelitian berdistribusi normal. Hal ini bertujuan untuk menentukan apakah statistik yang digunakan dalam pengujian efektivitas adalah statistik parametrik atau non-parametrik. Mengingat jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 30 responden per kelas ($N < 50$), maka pengujian dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26.0. Kriteria pengambilan keputusan dalam uji normalitas disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3.10 Kriteria Uji Normalitas

No	Nilai Signifikansi (Sig.)	Kondisi Data	Keputusan Statistik
1	Sig. > 0,05	Data berdistribusi normal	Statistik Parametrik (Uji T)
2	Sig. < 0,05	Data tidak berdistribusi normal	Statistik Non-Parame

3.8.4 Uji Beda Rata-Rata (Paired Sample T-Test)

Pengujian ini dilakukan pada tahap awal untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata pretest yang diperoleh sebelum pelaksanaan pembelajaran dan nilai rata-rata posttest yang diperoleh setelah pembelajaran, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Uji beda rata-rata berpasangan (*Paired Sample T-Test*) digunakan untuk membandingkan dua rata-rata dari kelompok yang sama pada waktu yang berbeda (sebelum dan sesudah perlakuan) sebagaimana dikemukakan oleh Sugiyono (Sugiyono, 2017).

Pengujian dilakukan dengan bantuan software SPSS dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Penentuan taraf signifikansi 5% mengacu pada pendapat Imam Ghozali yang menyatakan bahwa pengambilan keputusan dalam uji statistik dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi (Sig.) dengan $\alpha = 0,05$.

Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*.

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata *pretest* dan *posttest*.

Tabel 3.11 Kriteria Pengambilan Keputusan Uji *Paired Sample T-Test*

No	Dasar Pengujian	Kriteria	Keputusan
1	Nilai Signifikansi (Sig. 2-tailed)	Sig. < 0,05	H ₀ ditolak dan H _a diterima (Terdapat pengaruh yang signifikan)
2	Nilai Signifikansi (Sig. 2-tailed)	Sig. > 0,05	H ₀ diterima dan H _a ditolak (Tidak terdapat pengaruh yang signifikan)

Pengujian ini penting untuk membuktikan secara statistik bahwa perubahan nilai yang terjadi bukan karena kebetulan, melainkan karena perlakuan pembelajaran yang diberikan.

3.8.5 Uji Gain (*N-Gain*)

Analisis terhadap hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan dengan menggunakan metode *N-Gain* untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Metode *N-Gain* atau *normalized gain* pertama kali diperkenalkan oleh Richard R. Hake dalam penelitiannya mengenai efektivitas pembelajaran interaktif. Pendekatan ini digunakan untuk mengetahui besarnya peningkatan hasil belajar yang dinormalisasi terhadap skor maksimum yang mungkin dicapai.

Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi sejauh mana media pembelajaran yang digunakan berdampak pada perkembangan keterampilan siswa dalam memahami dan menyelesaikan soal-soal perubahan wujud benda. Nilai *N-Gain* dihitung dengan menggunakan rumus tertentu yang akan memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat perubahan yang terjadi antara nilai *pretest* dan *posttest*. Perhitungan *N-Gain* ini merupakan cara efektif untuk menilai efisiensi suatu metode atau media pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *N-Gain* adalah sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_f \rangle - \langle S_i \rangle}{100 - \langle S_i \rangle}$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$ = Nilai *N-Gain*

$\langle S_f \rangle$ = Skor rata – rata posttest

$\langle S_i \rangle$ = Skor rata – rata pretest

Skor *N-Gain* yang diperoleh kemudian diinterpretasikan dalam kriteria dapat dilihat dalam Tabel 3.12 berikut:

Tabel 3.12 Kriteria Interpretasi *N-Gain*

No.	<i>N – Gain</i> $\langle g \rangle$	Kriteria
1	0,71 – 1,00	Tinggi
2	0,41 – 0,70	Sedang
3	0,10 – 0,40	Rendah

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran interaktif terintegrasi *Augmented Reality* (AR) pada materi perubahan wujud benda serta pengujian efektivitasnya terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas IV SD Negeri 1 Sukarama, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Kualitas Produk Pengembangan

Telah dihasilkan produk media pembelajaran terintegrasi *Augmented Reality* (AR) menggunakan platform *Assemblr Edu* yang teruji kualitasnya. Berdasarkan hasil validasi, media ini dinyatakan *Sangat Layak* dengan persentase kevalidan ahli media sebesar 93,3% dan ahli materi sebesar 96,74%. Selain itu, uji kepraktisan oleh guru menunjukkan skor 94%, yang mengindikasikan bahwa media ini mudah digunakan dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. Karakteristik utama media ini terletak pada kemampuan visualisasi 3D yang konkret dan fitur interaktif yang memfasilitasi siswa untuk memanipulasi objek belajar, sehingga efektif menjembatani pemahaman konsep abstrak pada siswa tahap operasional konkret.

2. Efektivitas Produk terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Penerapan media pembelajaran terintegrasi AR terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji statistik *Paired Sample T-Test* yang menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($< 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kemampuan berpikir kritis siswa sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) penggunaan media. Peningkatan kompetensi ini dikuantifikasi dengan nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,62 yang termasuk dalam kategori *Sedang* pada

kelas eksperimen. Peningkatan ini terjadi karena media AR mampu menstimulasi indikator berpikir kritis, khususnya pada aspek analisis dan evaluasi, melalui simulasi visual yang interaktif dan kontekstual.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan di atas, peneliti mengajukan beberapa saran untuk pemanfaatan dan pengembangan lebih lanjut:

1. Bagi Guru: Disarankan untuk mengintegrasikan media AR ini sebagai jembatan kognitif (*scaffolding*) saat mengajarkan materi yang bersifat mikroskopis atau abstrak. Guru sebaiknya memadukan penggunaan AR dengan metode tanya jawab atau diskusi kelompok untuk memaksimalkan pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa, tidak hanya sekadar membiarkan siswa bermain dengan gawai.
2. Bagi Sekolah: Mengingat efektivitas media digital dalam pembelajaran, sekolah disarankan untuk mendukung kesiapan infrastruktur teknologi, seperti penyediaan jaringan internet yang stabil atau memfasilitasi perangkat gawai di perpustakaan agar siswa dapat mengakses materi AR secara mandiri di luar jam pelajaran.
3. Bagi Peneliti Selanjutnya:
 - Penelitian ini terbatas pada materi perubahan wujud benda. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan media AR pada topik IPAS lain yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, seperti sistem tata surya atau organ tubuh manusia.
 - Mengingat peningkatan *N-Gain* berada pada kategori sedang, peneliti selanjutnya disarankan untuk meneliti pengaruh media AR dalam jangka waktu yang lebih panjang atau memadukannya dengan model pembelajaran spesifik seperti *Problem Based Learning* (PBL) untuk melihat dampaknya terhadap retensi (daya ingat) jangka panjang dan peningkatan kemampuan berpikir kritis ke level yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, P. A., Firdaus, R., & Rinaldi, D. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Aplikasi Nearpod pada Materi Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Siswa Kelas X SMA. *Jurnal PPS-TP: Jurnal Pendidikan Analisis, Aplikasi Teori Dan Hasil Penelitian*, 13(1), 44–61.
- Alexandra, W., Putra, A. D., & Puspanigrum, A. S. (2022). A Penerapan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android Untuk Pembelajaran Rantai Makanan Pada Hewan. *J. Inform. Dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(1), 1–24.
- Arikunto, S. (2010). Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek. (*No Title*).
- Azmi, I., Prasetya, D. S. B., & Sabrun, S. (2025). Profil berpikir kritis siswa SMP pada mata pelajaran IPA. *Journal of Classroom Action Research*, 7(1), 163–175.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- Branch, R. M. (2009). Instructional design: The ADDIE approach. Springer.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). Educational research: An introduction (4th ed.). Longman.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2024). Ausubel’s meaningful learning re-visited. *Current Psychology*, 43(5), 4579–4598. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04440-4>
- Djafar, S., & Novian, D. (2021). Implementasi teknologi augmented reality dalam pengembangan media pembelajaran perangkat keras komputer. *Jambura Journal of Informatics*, 3(1), 44–57.
- Dick, W., & Carey, L. (1996). The systematic design of instruction (4th ed.). Harper Collins.
- Ennis, R. (2011). Critical Thinking. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 26(2), 5–19. <https://doi.org/10.5840/inquiryctnews201126215>
- Facione, P. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report)*.

- Firdaus, R., & Firdaus, R. (2024). Implementation Of The Addie Model For Developing Multimedia Learning Media And Gamification On Space Objects Material In Elementary School. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 5(4), 365–373. <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2024.5.4.2307>
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Gagné, R. M. (1992). Principles of instructional design (4th ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- Griliches, Z. (1991). *The Search for R&D Spillovers*. <https://doi.org/10.3386/w3768>
- Hazar, S., & Firdaus, R. (2025). Development of Learning Media Android based for Increase Quality SMK OTKP Learning with ADDIE Model. *Jurnal Evaluasi Dan Pembelajaran*, 7(2), 148–160.
- Heinich, R., Molenda, M., Russel, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). *Instructional media and technology for learning*. Pearson Education Ltd.
- Hidayati, A., & Bibi, S. (2020). Teknologi augmented reality sebagai media pembelajaran Pontianak Heritage. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 9(1), 37–45. <https://doi.org/10.31571/saintek.v9i1.1306>
- Hidayati, Y. M., Kusuma, A. A. S., Wibosono, M. E. W., & Safitri, S. I. (2023). Unlocking Math Skills: The Argeo Math App for Enhanced Mathematical Problem-Solving. *Profesi Pendidikan Dasar*, 82–97. <https://doi.org/10.23917/ppd.v10i2.2837>
- Islahiyah, I., Pujiastuti, H., & Mutaqin, A. (2021). Pengembangan E-Modul Dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2107. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.3908>
- Islawati, I., Fadly, D., & Ahmad, F. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Kimia. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 59–65. <https://doi.org/10.53696/venn.v3i2.154>
- Kurniasari, A. M., & Suryanti, S. (2023). Pengembangan Media ARUBAWA (Augmented Reality Perubahan Wujud Benda) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas V SDN Tanjung. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 11(2).
- Latifah, A., Tresnawati, D., & Sanjaya, H. (2022). Media Pembelajaran Menggunakan Teknologi Augmented Reality untuk Tanaman Daun Herbal. *Jurnal Algoritma*, 19(2), 515–526. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.19-2.1138>
- Lestariyani, W. P., Saputro, A. N. C., & Yamtinah, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Problem Solving (CPS) Dilengkapi Hierarki Konsep untuk Meningkatkan Kreativitas dan Prestasi Belajar Kimia pada Materi

- Stoikiometri Siswa Kelas X MIPA 1 Semester Genap SMA Batik 1 Surakarta. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.20961/jpkim.v8i1.34876>
- Munir, M. (2012). Multimedia konsep & aplikasi dalam pendidikan. *Bandung: Alfabeta*, 1–432.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. Paris: *OECD Publishing*.
- Pakpahan, F. H., & Saragih, M. (2022). Theory Of Cognitive Development By Jean Piaget. *Journal of Applied Linguistics*, 2(2), 55–60. <https://doi.org/10.52622/joal.v2i2.79>
- Piaget, J. (1972). *The Psychology of/he Child*. Basic Books. O Th| S E3ook Provides| N| S| Ghts| Nto The (Cogn| T| Ve~....
- Putri, D. N. S., Islamiah, F., Andini, T., & Marini, A. (2022). Analisis pengaruh pembelajaran menggunakan media interaktif terhadap hasil belajar siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora*, 2(2), 363–374.
- Qorimah, E. N., & Utama, S. (2022). Studi Literatur: Media Augmented Reality (AR) Terhadap Hasil Belajar Kognitif. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2055–2060. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2348>
- Ramanda, Y., Baderiah, B., & Firman, F. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Materi Fiqih Berbasis Google Sites. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 5(3), 1054–1072. <https://doi.org/10.51574/jrip.v5i3.3946>
- Rampolla, J., & Kipper, G. (2012). *Augmented reality: An emerging technologies guide to AR*. Elsevier.
- Rohmat, A. N., & Lestari, W. (2019). Pengaruh konsep diri dan percaya diri terhadap kemampuan kemampuan berpikir kritis matematis. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 5(1), 73.
- Saputri, M. A. (2020). Penerapan model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa kelas V sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 2(1), 92–98.
- Setiawan, A. R. (2019). Menyusun instrumen penilaian untuk pembelajaran topik lingkungan berorientasi literasi saintifik. *Seminar Nasional Fisika*, 1(1), 7–14.
- Sihotang, K. (2019). *Berpikir kritis: Kecakapan hidup di era digital*. PT Kanisius.
- Sugiyono, S. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. *Bandung: Alfabeta. Procrastination And Task Avoidance: Theory, Research and Treatment*. New York: Plenum Press, Yudistira P, Chandra.
- Tasya'ah Tasya'ah, Risyda Dzul Fadlilah, Marsanda Dwi Khanifah, & Muhammad Nofan Zulfahmi. (2025). Pemanfaatan Media Interaktif Berbasis Augmented Reality dalam Pembelajaran Topik Klasifikasi Hewan Berdasarkan Makanan. *Morfologi: Jurnal Ilmu Pendidikan, Bahasa, Sastra Dan Budaya*, 3(1), 161–170. <https://doi.org/10.61132/morfologi.v3i1.1331>

- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Indiana University.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (Vol. 86). Harvard university press.
- Wardani, S. (2015). Pemanfaatan teknologi augmented reality (AR) untuk pengenalan aksara jawa pada anak. *Jurnal Teknologi*, 8(2), 104–111.
- Wiliyanti, V., Ayu, S. N., Noperi, H., & Suryani, Y. (2024). A Systematic Literature Review: Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Terhadap Pemahaman Konsep Dan Minat Belajar Peserta Didik. *Biocephy: Journal of Science Education*, 4(2), 953–964. <https://doi.org/10.52562/biocephy.v4i2.1359>
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1). <https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>
- Yunita, N. (2021). Analisis keterampilan proses sains siswa pada pembelajaran daring. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*.
- Zahwa, F. A., & Syafi'i, I. (2022). Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Equilibrium: Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Ekonomi*, 19(01), 61–78. <https://doi.org/10.25134/equi.v19i01.3963>