

**PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF *MARKERLESS*
AUGMENTED REALITY PADA MATA PELAJARAN
IPA KELAS VIII SMP**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh

GARCINIA MANGOSTANA JUARSYAH
NIM. 22004132

**DEPARTEMEN KURIKULUM DAN TEKNOLOGI PENDIDIKAN
FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF *MARKERLESS*
AUGMENTED REALITY PADA MATA PELAJARAN
IPA KELAS VIII SMP**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh

GARCINIA MANGOSTANA JUARSYAH
NIM. 22004132

**DEPARTEMEN KURIKULUM DAN TEKNOLOGI PENDIDIKAN
FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF *MARKERLESS AUGMENTED REALITY* PADA MATA PELAJARAN IPA KELAS VIII SMP

Nama : Garcinia Mangostana Juarsyah
NIM/BP : 22004132/2022
Prodi : Teknologi Pendidikan
Departemen : Kurikulum dan Teknologi Pendidikan
Fakultas : Ilmu Pendidikan

Padang, 6 Juli 2026

Disetujui oleh
Pembimbing



Prof. Dr. Abna Hidayati, M.Pd
NIP.198301262008122002

Ketua Departemen KTP FIP UNP



Dr. Nofri Hendri, M.Pd
NIP.197811292003121001

HALAMAN PENGESAHAN

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Teknologi Pendidikan, Departemen Kurikulum dan
Teknologi Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan
Universitas Negeri Padang**

Judul : Pengembangan Media Interaktif *Markerless Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP
Nama : Garcinia Mangostana Juarsyah
NIM/BP : 22004132/2022
Prodi : Teknologi Pendidikan
Departemen : Kurikulum dan Teknologi Pendidikan
Fakultas : Ilmu Pendidikan

Padang, 6 Juli 2026

Tim Penguji,

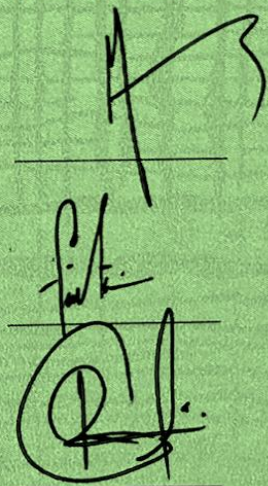
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Prof. Dr. Abna Hidayati, M.Pd
NIP. 198301262008122002

Anggota : Dr. Fitri Maiziani, M.Pd
NIP. 198905042019032008

Anggota : Rosmaria, M.Pd
NIP. 199209232023212042



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Garcinia Mangostana Juarsyah
NIM/BP : 22004132/2022
Program Studi : Teknologi Pendidikan
Departemen : Kurikulum dan Teknologi Pendidikan
Fakultas : Ilmu Pendidikan
Judul : Pengembangan Media Interaktif *Markerless Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Media Interaktif *Markerless Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Padang, 6 Juli 2026
Saya yang menyatakan,



Garcinia Mangostana Juarsyah
NIM. 22004132

UCAPAN TERIMA KASIH

Skripsi ini diselesaikan berkat bantuan dan doa dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kepada pimpinan Fakultas Ilmu Pendidikan Bapak Prof. Dr. Afdal, M.Pd., Kons. beserta jajarannya, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan kemudahan yang diberikan selama proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Nofri Hendri, M.Pd. selaku kepala Departemen Kurikulum dan Teknologi Pendidikan yang telah memberikan kemudahan dalam proses administrasi dalam penyalasan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Abna Hidayati, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Fitri Maiziani, M.Pd. dan Ibu Rosmaria, M.Pd. selaku dosen penguji yang senantiasa mengarahkan peneliti untuk lebih baik dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Septriyon Anugrah, S.Kom., M.Pd.T. selaku validator media I dan ibu Reni Kurnia, M.Eng. selaku validator media II yang telah memberikan masukan dan saran terhadap perbaikan produk yang peneliti kembangkan.
6. Bapak Dedi Nuraidi, S.Pd. selaku validator materi yang telah berkenan meluangkan waktunya serta memberikan saran dan masukan terkait materi pelajaran yang digunakan dalam produk yang peneliti kembangkan.

7. Kepala Sekolah, guru dan staf SMP Negeri 29 Padang yang telah mengizinkan dan memberikan bantuan penulis dalam melakukan penelitian.
8. Kedua orang tua tercinta, Bapak Juarsyah Suwandi dan Ibu Neneng Husniar, yang menjadi sumber kekuatan penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini. Doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tulus, serta dukungan moril dan materil yang terus mengalir menjadi pengingat bahwa perjuangan ini bukan hanya untuk diri sendiri, melainkan juga untuk membahagiakan kedua orang tua..
9. Terima kasih juga penulis ucapkan untuk abang, Mangifera Indica Juarsyah, serta kedua adik, Bella Vusvita Juarsyah dan Adhwa Nihaya Juarsyah. Dukungan, doa, dan perhatian dari kalian banyak membantu penulis. Kadang hal-hal kecil yang kalian lakukan justru jadi motivasi tersendiri bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman Teknologi Pendidikan angkatan 2022 yang telah berbagi suka dan duka selama masa perkuliahan.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.
12. *Last but not least*, terima kasih kepada diri sendiri, Garcinia Mangostana Juarsyah untuk setiap malam yang terasa terlalu panjang dan untuk setiap kali memilih untuk tetap duduk dan mengerjakan ini meskipun rasanya ingin berhenti. Maka dari itu, tidak ada salahnya untuk sekali saja mengakui bahwa kamu telah melakukan sesuatu yang tidak mudah, dan kamu berhasil menyelesaikannya.

ABSTRAK

Garcinia Mangostana Juarsyah. 2026. Pengembangan Media Interaktif *Markerless Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP. Skripsi. Fakultas Ilmu Pendidikan. Universitas Negeri Padang.

Penelitian pengembangan ini dilatarbelakangi oleh rendahnya hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA di SMP Negeri 29 Padang menjadi permasalahan utama penelitian ini. Pembelajaran masih didominasi metode ceramah tanpa dukungan media interaktif yang memadai, sehingga siswa kesulitan memahami konsep abstrak, terutama materi sistem pernapasan manusia. Rata-rata nilai kelas VIII.6 dan VIII.7 masing-masing hanya 50,21 dan 55,35, jauh di bawah KKTP yang ditetapkan sebesar 80. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media interaktif berbasis *Markerless Augmented Reality* yang valid, praktis, dan efektif untuk pembelajaran IPA kelas VIII SMP.

Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Uji validasi produk dilakukan oleh tiga validator, yaitu satu orang ahli materi dan dua orang ahli media. Uji coba produk dilaksanakan pada 32 siswa kelas VIII SMP Negeri 29 Padang untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan efektivitas media yang dikembangkan, dengan uji efektivitas menggunakan desain *one group pretest* dan *posttest* yang dianalisis melalui *N-Gain Score*.

Berdasarkan hasil uji validasi, validator ahli materi memberikan persentase penilaian sebesar 96,25% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Validator ahli media I dan ahli media II masing-masing memberikan persentase sebesar 98,67% pada tahap akhir validasi, keduanya pun berada pada kategori sangat valid. Hasil uji praktikalitas yang dilakukan oleh siswa memperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 4,73 dengan persentase 94,69%, mencakup aspek tampilan sebesar 96,09%, kemudahan penggunaan sebesar 92,19%, penyajian materi sebesar 94,79%, dan kebermanfaatan sebesar 98,75%, yang seluruhnya masuk dalam kategori sangat praktis. Hasil uji efektivitas menunjukkan peningkatan rata-rata nilai dari 60,94 pada *pretest* menjadi 85,00 pada *posttest*, dengan *N-Gain Score* rata-rata sebesar 0,62 atau 62% yang termasuk dalam kategori sedang dan dinyatakan cukup efektif. Tidak terdapat siswa yang berada pada kategori peningkatan rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media interaktif berbasis *Markerless Augmented Reality* pada mata pelajaran IPA kelas VIII SMP memenuhi kriteria sangat valid, sangat praktis, dan cukup efektif sebagai media pembelajaran.

Kata Kunci: Media Interaktif, *Augmented Reality*, *Markerless*, Sistem Pernapasan, Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).

ABSTRACT

Garcinia Mangostana Juarsyah. 2026. *Development of Markerless Augmented Reality Interactive Media for Eighth-Grade Junior High School Science*. Undergraduate Thesis. Faculty of Education. Universitas Negeri Padang.

This development research was motivated by the low learning outcomes of science students at SMP Negeri 29 Padang, which constitutes the central problem addressed in this study. Instruction in the classroom remains dominated by the lecture method, unsupported by adequate interactive media, leaving students struggling to grasp abstract concepts, particularly the topic of the human respiratory system. The average scores of classes VIII.6 and VIII.7 stood at only 50.21 and 55.35 respectively, far below the established mastery learning criterion (KKTP) of 80. This study therefore aimed to develop a valid, practical, and effective Markerless Augmented Reality-based interactive medium for eighth-grade junior high school science instruction.

This research employed a Research and Development (R&D) approach following the 4D model, comprising Define, Design, Development, and Disseminate stages. Product validation was carried out by three validators: one materials expert and two media experts. Product trials involved 32 eighth-grade students at SMP Negeri 29 Padang to assess the practicality and effectiveness of the developed medium, with effectiveness measured through a one-group pretest-posttest design analyzed using the N-Gain Score.

The validation results showed that the materials expert rated the product at 96.25%, placing it in the highly valid category. Media experts I and II each assigned a score of 98.67% in the final validation stage, both likewise falling within the highly valid category. The practicality test conducted with students yielded an overall mean of 4.73, or 94.69%, encompassing the aspects of display (96.09%), ease of use (92.19%), presentation of material (94.79%), and usefulness (98.75%), all of which were classified as highly practical. The effectiveness test revealed an increase in average scores from 60.94 in the pretest to 85.00 in the posttest, with a mean N-Gain Score of 0.62, or 62%, falling into the moderate category and deemed reasonably effective. No students fell within the low-improvement category. It can therefore be concluded that the Markerless Augmented Reality-based interactive medium for eighth-grade junior high school science meets the criteria of being highly valid, highly practical, and reasonably effective as an instructional medium.

Keywords: *Interactive Media, Augmented Reality, Markerless, Respiratory System, Natural Science.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkah rahmat dan karunia-Nya, yang telah memberikan kesehatan, kesempatan, dan kemampuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam, yang telah membimbing umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang penuh cahaya ilmu pengetahuan.

Skripsi yang berjudul "Pengembangan Media Interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP" ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Departemen Kurikulum dan Teknologi Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan karya ini. Penulis juga berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya serta menjadi kontribusi kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Padang, 6 Juli 2026

Garcinia Mangostana Juarsyah
NIM. 22004132

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah Penelitian	1
B. Identifikasi Masalah Penelitian.....	9
C. Rumusan Masalah Penelitian.....	9
D. Tujuan Penelitian Pengembangan.....	10
E. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan	10
F. Manfaat Penelitian Pengembangan.....	13
G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	14
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	16
A. Landasan Teori.....	16
1. Penelitian Pengembangan	16
2. Media Pembelajaran	17
3. Teknologi <i>Augmented Reality</i> (AR)	25
4. <i>Unity</i>	34
5. <i>Vuforia Engine</i>	37
6. Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)	38
7. Validitas dan Praktikalitas	48
8. Efektivitas	51
B. Kajian Penelitian yang Relevan	51
C. Kerangka Berpikir.....	56
D. Pembatasan Penelitian	58
BAB III METODE PENELITIAN	60
A. Model Penelitian Pengembangan.....	60

B. Prosedur Penelitian Pengembangan	62
C. Definisi Operasional	67
D. Uji Coba Produk	68
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	78
A. Hasil Penelitian	78
B. Pembahasan Penelitian.....	111
C. Keterbatasan Penelitian.....	116
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI PENELITIAN	118
A. Simpulan	118
B. Implikasi	120
C. Rekomendasi.....	120
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Hasil Belajar Siswa.....	6
Tabel 2. 1 Tujuan Pembelajaran.....	42
Tabel 3. 1 Definisi Operasional	67
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Instrumen Validitas Materi	71
Tabel 3. 3 Kisi-kisi Instrumen Validitas Media	72
Tabel 3. 4 Kisi-kisi Instrumen Uji Praktikalitas	73
Tabel 3. 5 Desain Penelitian <i>One Group Pretest dan Posttest</i>	74
Tabel 3. 6 Kriteria Hasil Uji Validitas	75
Tabel 3. 7 Kriteria Hasil Uji Praktikalitas.....	76
Tabel 3. 8 Klasifikasi <i>N-Gain</i>	77
Tabel 3. 9 Kriteria Hasil Penilaian Efektivitas.....	77
Tabel 4. 1 Hasil Penilaian Validator Materi.....	100
Tabel 4. 2 Hasil Penilaian Validator Media I Tahap I	101
Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Validator Media I Tahap II	102
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Validator Media II Tahap I	103
Tabel 4. 5 Hasil Penilaian Validator Media II Tahap II.....	104
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Praktikalitas Oleh Siswa	105
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Uji Efektivitas Skor <i>N-Gain</i>	106
Tabel 4. 8 Revisi Media Validator I.....	107
Tabel 4. 9 Revisi Media Validator II	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Dale's Cone Experience</i> 1969.....	21
Gambar 2. 2 Kerangka Konseptual	57
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian Pengembangan 4D	61
Gambar 4. 1 <i>Flowchart</i> Media	84
Gambar 4. 2 Tampilan Awal <i>Blender</i>	86
Gambar 4. 3 Tampilan <i>Properties Blender</i>	87
Gambar 4. 4 Desain Objek 3D Sistem Pernapasan	87
Gambar 4. 5 Tampilan Awal <i>Figma</i>	88
Gambar 4. 6 Tampilan Ukuran <i>Frame</i>	88
Gambar 4. 7 Tampilan Struktur Halaman Media.....	89
Gambar 4. 8 <i>Import Asset</i> ke <i>Platform Figma</i>	89
Gambar 4. 9 Tampilan <i>Prototype</i>	90
Gambar 4. 10 Ekspor desain <i>User Interface</i>	90
Gambar 4. 11 Membuat <i>Project Unity</i>	91
Gambar 4. 12 Memilih 3D (<i>Built-in Render Pipeline</i>)	91
Gambar 4. 13 Pengaturan <i>Build Platform</i> ke <i>Android</i>	92
Gambar 4. 14 Mengatur Ukuran <i>Canvas</i>	92
Gambar 4. 15 Impor <i>Vuforia Engine</i> ke dalam <i>Unity</i>	93
Gambar 4. 16 Membuat <i>License Key</i> di <i>Vuforia Engine</i>	93
Gambar 4. 17 Penambahan <i>License Key Vuforia Engine</i>	94
Gambar 4. 18 Penambahan <i>AR Camera, Plane Finder, dan Ground Plane Stage</i>	94
Gambar 4. 19 Impor Desain <i>User Interface</i>	95
Gambar 4. 20 Penyusunan Elemen <i>User Interface</i>	95
Gambar 4. 21 Menambahkan Objek 3D Sistem Pernapasan	96
Gambar 4. 22 Pembuatan <i>Script</i>	96
Gambar 4. 23 Memberikan Aksi pada Tombol di <i>Unity</i>	97
Gambar 4. 24 Memasukan Audio	97
Gambar 4. 25 Memasukan Animasi.....	98

Gambar 4. 26 Melakukan Pengujian Fitur	98
Gambar 4. 27 Menambahkan <i>Splash Logo</i>	99
Gambar 4. 28 <i>Build Aplikasi</i>	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alur Tujuan Pembelajaran.....	128
Lampiran 2. <i>Flowchart</i>	134
Lampiran 3. <i>Storyboard</i>	135
Lampiran 4. Surat Izin Observasi Penelitian.....	137
Lampiran 5. Surat Validator Instrumen	138
Lampiran 6. Angket Validasi Materi	139
Lampiran 7. Angket Validasi Media (Validator 1)	140
Lampiran 8. Angket Validasi Media (Validator 2)	146
Lampiran 9. Angket Praktikalitas	149
Lampiran 10. Hasil Uji Praktikalitas.....	156
Lampiran 11. Perhitungan Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	158
Lampiran 12. Lembar Jawaban <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	160
Lampiran 13. Surat Izin Penelitian.....	163
Lampiran 14. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	166
Lampiran 15. Dokumentasi	167
Lampiran 16. Tampilan Media.....	172

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah Penelitian

Perkembangan teknologi yang pesat dan signifikan di seluruh dunia pada era *Society 5.0* membawa paradigma baru dalam dunia pendidikan yaitu memanfaatkan teknologi secara optimal dalam proses pembelajaran. Menurut Ayuwandani (2024) *Society 5.0* mengubah perilaku dan gaya hidup manusia di berbagai aspek kehidupan termasuk dalam aspek pendidikan. Dalam mengatasi tantangan yang dibawa oleh *Society 5.0*, sektor pendidikan memegang peranan penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Integrasi teknologi dalam pendidikan menjadi esensial untuk menciptakan pendidikan berkualitas.

Berkembangnya teknologi yang semakin canggih harus diimbangi dengan berjalannya pendidikan di sekolah. Saat ini, teknologi dengan segala kelebihanannya mampu menyediakan akses informasi secara cepat dan tidak terbatas sehingga siswa dapat memperoleh materi pembelajaran dengan mudahnya. Pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan tidak cukup hanya dengan menghadirkan sumber informasi, tetapi juga perlu diterapkan dalam bentuk media pembelajaran interaktif yang mampu menarik perhatian dan meningkatkan keterlibatan siswa. Menurut Syahbania *et al.*, (2025) Media pembelajaran dapat didefinisikan sebagai instrumen yang dapat digunakan untuk memaksimalkan dan meningkatkan efektivitas pembelajaran. Sumber belajar yang dapat digunakan tidak hanya sebatas pada buku dan papan tulis

saja, namun penggunaan media pembelajaran yang menarik bisa menjadi alternatif baru bagi guru. Selain pemilihan media pembelajaran yang menarik, adapun komponen penting dalam pelaksanaan pembelajaran yaitu penggunaan media pembelajaran.

Kemampuan penguasaan media pembelajaran merupakan komponen kompetensi pedagogi, yaitu seperti kemampuan guru dalam mengawasi pelaksanaan pembelajaran, menilai pembelajaran, dan membantu siswa mencapai potensi maksimalnya. Penggunaan media pembelajaran yang tepat dapat meningkatkan interaksi dalam proses pembelajaran sehingga siswa tidak akan merasa bosan dalam pembelajaran. Selain itu siswa juga senang dengan media pembelajaran tersebut karena media tersebut dapat mengoptimalkan kualitas hasil belajar siswa. Penggunaan media pembelajaran yang tepat dalam proses pembelajaran akan menghasilkan *output* yang memuaskan termasuk perubahan tingkah laku siswa (Jauza & Albina, 2025).

Dalam praktiknya, masih banyak guru yang mengandalkan media konvensional seperti buku teks, modul, dan papan tulis. Meskipun media tersebut memiliki fungsi dasar sebagai sumber belajar, namun penggunaannya cenderung monoton dan kurang menarik bagi siswa di era digital saat ini. Guru akan mendapatkan berbagai macam kemudahan dalam mengajar apabila mampu menggunakan media pembelajaran sebagai salah satu dari alat bantu ketika mengajar, karena fungsi dari media pembelajaran tersebut di samping sebagai alat bantu pengajaran juga sebagai salah satu dari sekian banyak cara

agar siswa menjadi lebih aktif dalam proses belajar mengajar yang terlaksana di dalam kelas (Mukarromah & Andriana, 2022).

Selain itu, media pembelajaran yang baik seharusnya disesuaikan dengan karakteristik siswa dan tuntutan zaman. Generasi sekarang hidup di era digital yang penuh dengan informasi visual dan interaksi cepat, sehingga mereka cenderung lebih tertarik pada pembelajaran yang melibatkan unsur visualisasi, audio, maupun simulasi. Guru dituntut untuk mampu memilih dan merancang media yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan (*joyful learning*), bermakna (*meaningful learning*), dan sadar (*mindful learning*).

Sejalan dengan tuntutan perkembangan teknologi dan kebutuhan pembelajaran abad ke-21, implementasi kurikulum yang berlaku saat ini, yaitu kurikulum merdeka, menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*) serta penguatan kompetensi melalui aktivitas yang interaktif, kontekstual, dan bermakna. Kurikulum ini juga mendorong pemanfaatan teknologi digital sebagai bagian integral dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa. Menurut Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi (2022), tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran menetapkan Kurikulum Merdeka sebagai kurikulum yang memberikan keleluasaan kepada guru untuk menggunakan dan mengembangkan berbagai perangkat ajar, termasuk media pembelajaran, sesuai dengan kebutuhan dan

karakteristik siswa, sebagaimana ditegaskan dalam arah perubahan kurikulum yang menekankan struktur yang lebih fleksibel dan fokus pada materi esensial.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada hari Senin, tanggal 17 November 2025 di SMP Negeri 29 Padang, ditemukan beberapa permasalahan yang dihadapi dalam proses pembelajaran IPA. Salah satu kendala utama dalam proses pembelajaran adalah keterbatasan waktu yang dimiliki guru untuk mengembangkan media pembelajaran yang inovatif. Kondisi ini menyebabkan pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dan penggunaan media presentasi sederhana, sehingga interaksi belajar cenderung berlangsung secara satu arah dan kurang memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat secara aktif dalam membangun pemahamannya. Dampaknya, siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep IPA yang bersifat abstrak. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian di SMP Negeri 29 Padang pada mata pelajaran IPA dengan fokus pada pengembangan media pembelajaran yang interaktif dan inovatif guna menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna serta meningkatkan pemahaman siswa.

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu bidang studi yang memiliki peranan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, logis, dan kritis pada siswa. Melalui pembelajaran IPA, siswa diharapkan mampu memahami konsep-konsep dasar sains yang berkaitan dengan fenomena alam dan kehidupan sehari-hari. Menurut Nadzif

et al., (2022) minimnya sarana dan fasilitas khususnya media pembelajaran sains, membuat pembelajaran sains dilaksanakan tanpa memperhatikan kualitas serta efektivitas media tersebut. Dalam pembelajaran IPA untuk Sekolah Menengah Pertama (SMP), pemanfaatan media juga sangat minim karena media yang digunakan masih terbatas pada buku paket dan alat peraga divisualisasikan dengan jelas dan mudah dipahami oleh siswa.

Kondisi tersebut juga ditemukan berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMP Negeri 29 Padang. Proses pembelajaran IPA masih didominasi oleh metode ceramah, dengan pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher-centered*). Keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran, seperti diskusi, eksplorasi, maupun praktik langsung, masih relatif terbatas. Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi juga belum optimal, sehingga proses penyampaian materi cenderung berlangsung secara satu arah dan kurang memberikan pengalaman belajar yang interaktif.

Sejalan dengan hasil observasi tersebut, siswa mengungkapkan bahwa pembelajaran IPA yang berlangsung selama ini cenderung monoton dan kurang menarik, sehingga menimbulkan rasa bosan dan menurunkan motivasi belajar. Siswa juga mengalami kesulitan dalam memahami materi IPA, terutama yang berkaitan dengan konsep abstrak dan proses ilmiah, apabila hanya disampaikan melalui metode ceramah tanpa didukung oleh media visual yang interaktif.

Terkhusus pada materi sistem pernapasan, pembelajaran IPA di kelas VIII SMP memerlukan media pembelajaran yang interaktif karena Materi ini mengandung konsep yang bersifat abstrak dan kompleks, meliputi struktur dan

fungsi organ seperti hidung, trakea, bronkus, dan paru-paru, serta proses pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida yang terjadi di alveolus. Proses tersebut tidak dapat diamati secara langsung oleh siswa karena berlangsung di dalam tubuh manusia, sehingga membutuhkan media pembelajaran yang mampu menyajikan visualisasi secara konkret dan interaktif agar hubungan antarorgan dan mekanisme pernapasan dapat dipahami secara menyeluruh.

Dampak dari kondisi pembelajaran tersebut tercermin pada hasil belajar siswa yang masih rendah. Berdasarkan data yang diperoleh dari guru mata pelajaran IPA di SMP Negeri 29 Padang, diketahui bahwa sebagian besar nilai siswa masih berada di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) dan hanya beberapa siswa yang mendapat nilai di atas Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Hasil belajar siswa dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut:

Tabel 1. 1 Data Hasil Belajar Siswa

Kelas	Jumlah Siswa	KKTP	Rata Rata
VIII.6	32	80	50,21
VIII.7	33	80	55,35

Sumber: Guru IPA Kelas VIII SMPN 29 Padang

Berdasarkan data hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA masih berada pada kategori rendah dan belum mencapai tingkat ketuntasan. Kondisi yang terjadi pada siswa kelas VIII SMP Negeri 29 Padang menunjukkan adanya kebutuhan untuk melakukan perubahan dalam proses pembelajaran yang selama ini diterapkan oleh guru. Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi perlu dioptimalkan sebagai upaya untuk meningkatkan

kualitas pembelajaran, membantu siswa memahami materi secara lebih konkret, serta mendorong peningkatan hasil belajar siswa secara signifikan.

Hadirnya inovasi dalam media pembelajaran yang menjadi perantara selama proses pembelajaran ini diyakini dapat membangkitkan minat, motivasi belajar dan dapat tentunya juga akan berpengaruh pada kondisi psikologis siswa (Setiawan *et al.*, 2023). Sebagai upaya dalam menjawab permasalahan tersebut, pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat dijadikan solusi inovatif yang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik bagi siswa. Dalam buku “*Handbook of Augmented Reality*,” menurut Carmigniani & Furht, (2011) *Augmented Reality* (AR) adalah tampilan langsung atau tidak langsung secara *real-time* terhadap lingkungan fisik dunia nyata yang telah ditingkatkan/ditambahkan dengan informasi virtual hasil olahan komputer.

Salah satu pengembangan lebih lanjut dari teknologi *Augmented Reality* adalah *Markerless Augmented Reality*. Konsep *Augmented Reality* yang digunakan yaitu berbasis *Markerless* dimana *Markerless Augmented Reality* adalah teknologi *Augmented Reality* yang tidak memerlukan marker fisik (seperti kode QR atau gambar khusus) untuk memunculkan objek virtual. Sebagai gantinya, *Augmented Reality* mendeteksi lingkungan nyata menggunakan sensor kamera, GPS, giroskop, dan algoritma *computer vision* untuk mengenali permukaan datar (*plane*), posisi, dan orientasi pengguna (Mishra *et al.*, 2021).

Penerapan metode *Markerless Tracking* memiliki beberapa keunggulan, di antaranya kemampuan menampilkan objek 3D dengan baik pada target yang memiliki kontras warna permukaan yang jelas, kondisi pencahayaan yang cukup terang, serta jarak pemindaian kamera yang relatif dekat dengan objek. Tingkat keberhasilan deteksi objek pada metode ini secara umum dipengaruhi oleh kombinasi tiga faktor utama, yaitu fokus kamera, intensitas pencahayaan, dan jarak antara kamera dengan objek (Farianto *et al.*, 2021). Selain itu, variasi spesifikasi perangkat siswa, seperti kualitas kamera dan performa prosesor *smartphone*, berpotensi menimbulkan perbedaan kualitas pengalaman belajar antar siswa. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality* yang dioptimalkan secara teknis dan dirancang selaras dengan tujuan pembelajaran, agar dapat digunakan secara mudah dalam lingkungan sekolah dengan keragaman perangkat siswa.

Berdasarkan uraian di atas, pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya *Markerless Augmented Reality*, memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui visualisasi objek secara nyata dan interaktif. Media *Markerless Augmented Reality* memungkinkan siswa untuk mengamati objek pembelajaran secara tiga dimensi tanpa memerlukan penanda khusus, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel, menarik, dan bermakna. Oleh karena penulis tertarik untuk melakukan penelitian berjudul “Pengembangan Media Interaktif *Markerless Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP”.

B. Identifikasi Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kesulitan siswa dalam memahami materi pelajaran yang perlu di visualisasikan.
2. Belum tersedianya media interaktif *Markerless Augmented Reality* (AR) yang dirancang khusus untuk materi sistem pernapasan dalam pembelajaran IPA.
3. Kurangnya waktu bagi guru untuk mengembangkan media pembelajaran yang inovatif.
4. Rendahnya hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA.

C. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses pengembangan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP?
2. Bagaimana validitas pengembangan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP?
3. Bagaimana praktikalitas pengembangan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP?
4. Bagaimana efektivitas pengembangan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP?

D. Tujuan Penelitian Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian pengembangan ini adalah:

1. Mendeskripsikan langkah-langkah pengembangan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP.
2. Menghasilkan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP yang valid.
3. Menghasilkan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP yang praktis.
4. Menghasilkan media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA kelas VIII SMP yang efektif.

E. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa media interaktif *Markerless Augmented Reality* pada mata pelajaran IPA kelas VIII SMP yang mempunyai spesifikasi produk sebagai berikut:

1. Spesifikasi pengembangan produk mencakup:
 - a. Media ini dikembangkan menggunakan *software Unity* yang berfungsi sebagai *game engine* sekaligus platform pengembang utama. Serta *Vuforia* sebagai *Software Development Kit (SDK)* untuk mendukung teknologi *Augmented Reality* berbasis *Markerless*.
 - b. *Hardware* yang digunakan untuk mengembangkan *Markerless Augmented Reality* adalah Laptop dengan spesifikasi minimal *Processor Intel Core i5, RAM 8 GB, SSD 512*, bagi *develop*.

- c. Perangkat *Android* dengan sistem operasi minimal *Android 10.0* atau versi yang lebih tinggi, RAM minimal 4 GB, serta mendukung layanan *Google Play Services for AR (ARCore)* dan *Visual-Inertial Simultaneous Localization and Mapping (VISLAM)* sebagai prasyarat dasar penjalanan teknologi *Markerless Augmented Reality* pada platform *Android*. Perangkat juga disarankan memiliki prosesor minimal *octa-core*, kamera minimal *8 megapiksel*, serta dukungan sensor *gyroscope* dan *accelerometer* agar proses pemindaian (*scan*) dan visualisasi objek tiga dimensi berbasis *Markerless Augmented Reality* dapat berjalan secara optimal.
 - d. Penyimpanan hasil akhir dari produk dengan format *.apk* dengan tujuan agar bisa diakses melalui *device android*.
2. Dari segi materi:
- a. Cakupan materi yang dikembangkan dalam media pembelajaran ini adalah materi Sistem Pernapasan Manusia pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) kelas VIII SMP. Materi ini dipilih karena memiliki karakteristik konsep yang bersifat abstrak dan kompleks, sehingga memerlukan dukungan visualisasi yang tepat agar mudah dipahami oleh siswa.
 - b. Materi yang disajikan meliputi struktur dan fungsi organ pernapasan, mekanisme inspirasi dan ekspirasi, serta proses pertukaran gas di alveolus, disertai penjelasan hubungan antarorgan untuk memahami

sistem pernapasan secara menyeluruh serta gangguan pada sistem pernapasan.

3. Dari segi media:

- a. Tampilan awal media menampilkan logo aplikasi *AR Markerless* Sistem Pernapasan yang dipadukan dengan ilustrasi sistem pernapasan manusia sebagai identitas visual materi pembelajaran.
- b. Pada halaman utama (*home*), media menampilkan beberapa menu utama yaitu:
 - 1) Capaian Pembelajaran
 - 2) *Scan Markerless Augmented Reality*
 - 3) Materi
 - 4) Tentang Aplikasi
 - 5) Profil Pengembang
- c. Dalam tampilan media berbasis *Android* nantinya akan ada tombol tombol navigasi yang akan mempermudah *user* dalam penggunaan media itu sendiri. Adapun tombol-tombol navigasi yang akan ada adalah:
 - 1) Tombol *home*, berfungsi untuk kembali ke menu *home*.
 - 2) Tombol *back*, berfungsi untuk kembali ke halaman sebelumnya.
 - 3) Tombol *next*, berfungsi untuk melanjutkan ke halaman berikutnya.
 - 4) Tombol *sound*, berfungsi untuk mematikan dan menghidupkan musik.

- 5) Tombol *exit*, berfungsi untuk keluar dari aplikasi.

F. Manfaat Penelitian Pengembangan

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1) Manfaat Teoritis

Dalam konteks teoritis, penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai panduan referensi dan memberikan kontribusi pemikiran serta wawasan pengetahuan mengenai pengembangan media pembelajaran yang lebih menarik dengan media interaktif *Markerless Augmented Reality* sebagai alat bantu dalam pembelajaran.

2) Manfaat Praktis

- a. Bagi penulis, Penelitian ini berkontribusi dalam penyusunan tugas akhir sebagai syarat penyelesaian masa studi serta menjadi sarana penerapan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan.
- b. Bagi peneliti lanjutan, penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti lain dan diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut agar memperoleh hasil yang lebih optimal.
- c. Bagi guru, penelitian ini dapat menjadi masukan bagi guru untuk memanfaatkan media pembelajaran sekaligus menjadi referensi dalam menciptakan media baru yang interaktif, menarik dan menyenangkan bagi siswa.
- d. Bagi siswa, menjadi alat bantu belajar sekaligus membantu siswa dalam memahami materi pelajaran dengan lebih baik.

G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Pengembangan media interaktif berbasis *Markerless Augmented Reality* ini diasumsikan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi siswa melalui visualisasi objek tiga dimensi yang interaktif. Media ini diharapkan mampu membantu siswa dalam memahami materi sistem pernapasan manusia yang bersifat abstrak serta meningkatkan keterlibatan dalam proses pembelajaran.

Selain itu, pengembangan ini juga didasarkan pada asumsi bahwa guru memiliki kemampuan dasar dalam memanfaatkan teknologi pembelajaran, khususnya dalam mengoperasikan media berbasis digital. Siswa juga diasumsikan telah terbiasa menggunakan perangkat teknologi seperti *smartphone Android*, sehingga dapat mengakses dan menggunakan media secara mandiri. Di samping itu, ketersediaan sarana dan prasarana yang mendukung, seperti perangkat *smartphone* dan lingkungan belajar yang memadai, menjadi faktor penting dalam menunjang penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* secara optimal.

2. Keterbatasan Pengembangan

Pengembangan media interaktif berbasis *Markerless Augmented Reality* ini memiliki beberapa keterbatasan sebagai berikut:

- a. Media yang dikembangkan hanya mencakup materi sistem pernapasan manusia pada mata pelajaran IPA kelas VIII SMP.

- b. Produk yang dihasilkan hanya dapat dioperasikan pada perangkat berbasis *Android* dan belum mendukung sistem operasi lain.
- c. Penggunaan media pembelajaran berbasis *Markerless Augmented Reality* dengan teknologi *Ground Plane Vuforia* memerlukan perangkat dengan spesifikasi teknis tertentu, seperti kamera yang memadai untuk mendukung deteksi fitur permukaan (*feature point*) secara akurat, serta dukungan sensor *gyroscope* dan *accelerometer* yang berfungsi optimal untuk mendukung *device tracking*.
- d. Uji coba produk dilakukan dalam skala terbatas, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas.

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI PENELITIAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media interaktif *Markerless Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas VIII SMP, dapat disimpulkan bahwa:

1. Media interaktif *Markerless Augmented Reality* dikembangkan melalui empat tahapan model 4D. Tahap *Define* mencakup analisis kurikulum, analisis kebutuhan guru, analisis siswa, dan analisis konsep, yang menghasilkan penetapan materi sistem pernapasan manusia sebagai konten media. Tahap *Design* meliputi penentuan aplikasi pengembangan (*Unity, Vuforia Engine, Blender, dan Figma*), pemilihan format produk berupa aplikasi *Android (.apk)*, perancangan *flowchart* dan *storyboard*, perancangan antarmuka (*User Interface*), serta penyusunan materi pembelajaran. Tahap *Development* mencakup pembuatan aset 3D di *Blender*, perancangan UI di *Figma*, dan integrasi seluruh komponen ke dalam *Unity* hingga menghasilkan aplikasi *.apk* yang siap digunakan. Tahap *Disseminate* dilaksanakan setelah media dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Pada tahap ini, media interaktif *Markerless Augmented Reality* yang dikembangkan tidak hanya digunakan di SMP Negeri 29 Padang sebagai sekolah tempat penelitian, tetapi juga diperkenalkan kepada sekolah lain sebagai bentuk penyebaran produk yang lebih luas.
2. Validasi materi yang dilakukan oleh validator materi (guru IPA SMP Negeri 29 Padang) menghasilkan rata-rata skor 4,82 dengan persentase

96,25% dalam kategori Sangat Valid. Validasi media oleh dua validator media (dosen Departemen Kurikulum dan Teknologi Pendidikan FIP UNP) menghasilkan rata-rata skor 4,93 dengan persentase 98,67% pada tahap akhir validasi untuk masing-masing validator, dalam kategori Sangat Valid. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi materi maupun media dan layak digunakan dalam proses pembelajaran IPA kelas VIII SMP.

3. Berdasarkan hasil uji praktikalitas yang dilakukan oleh 32 siswa kelas VIII SMP Negeri 29 Padang, media memperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 4,73 dengan persentase 94,69% dalam kategori Sangat Praktis. Penilaian mencakup aspek tampilan (96,09%), kemudahan penggunaan (92,19%), penyajian materi (94,79%), dan kebermanfaatan (98,75%), yang seluruhnya berada dalam kategori Sangat Praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa media dapat diimplementasikan dengan mudah dan efisien dalam proses pembelajaran nyata di kelas.
4. Berdasarkan hasil uji efektivitas menggunakan *N-Gain Score*, rata-rata nilai *pretest* siswa adalah 60,94 dan meningkat menjadi 85,00 pada *posttest*. Rata-rata *N-Gain Score* yang diperoleh adalah 0,62 dengan persentase 62%, yang termasuk dalam kategori “Sedang” dan dinyatakan “Cukup Efektif”. Tidak terdapat siswa yang memperoleh kategori peningkatan rendah, sehingga seluruh siswa mengalami peningkatan hasil

belajar yang bermakna setelah menggunakan media interaktif *Markerless Augmented Reality*.

B. Implikasi

Implikasi penelitian ini memberikan dukungan empiris terhadap konsep Kerucut Pengalaman (*Cone of Experience*) yang dikemukakan oleh Dale (1969), khususnya pada tingkatan *Contrived Experiences* (pengalaman tiruan). Media interaktif *Markerless Augmented Reality* yang dikembangkan dalam penelitian ini menempatkan siswa pada pengalaman belajar yang lebih konkret dibandingkan representasi simbolik atau verbal semata, melalui visualisasi tiga dimensi organ-organ sistem pernapasan yang dapat diamati, diputar, dan diperbesar secara interaktif. Perolehan *N-Gain Score* sebesar 0,62 dengan kategori "Sedang" dan tingkat keefektifan "Cukup Efektif" memperkuat asumsi teoretis bahwa semakin konkret suatu pengalaman belajar, semakin besar pula pemahaman konsep yang diperoleh siswa, khususnya untuk materi yang bersifat abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung seperti sistem pernapasan manusia.

C. Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, rekomendasi berikut terdapat beberapa saran yang dapat diberikan terkait pemanfaatan produk, diseminasi dan pengembangan lebih lanjut, yaitu sebagai berikut:

1. Pemanfaatan Produk

- a. Guru mata pelajaran IPA kelas VIII SMP disarankan untuk menggunakan media interaktif *Markerless Augmented Reality* ini

sebagai media pendukung dalam pembelajaran materi sistem pernapasan manusia, khususnya untuk membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep yang bersifat abstrak seperti struktur organ dan mekanisme pernapasan.

- b. Siswa disarankan menggunakan perangkat *smartphone Android* dengan spesifikasi minimal yang sesuai dengan persyaratan resmi *Vuforia Engine*, yaitu sistem operasi *Android 10.0* atau versi lebih tinggi serta mendukung *ARCore* sebagai penyedia utama layanan *Device Tracking* melalui *Vuforia Fusion*. Dukungan ini menjadi syarat utama karena fitur *Ground Plane* yang digunakan dalam media pembelajaran ini tergolong fitur lanjutan yang sepenuhnya bergantung pada teknologi *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)*, yaitu metode pelacakan posisi perangkat sekaligus pemetaan lingkungan secara *real-time* menggunakan data visual dari kamera. Pada perangkat yang tidak mendukung *ARCore*, *Vuforia Engine* menyediakan mekanisme cadangan berupa *Visual-Inertial SLAM (VISLAM)*, yakni implementasi SLAM milik *Vuforia* sendiri yang memadukan data visual kamera dengan data sensor inersia perangkat untuk tetap dapat menjalankan fitur *Ground Plane*. Selain itu, perangkat sebaiknya dilengkapi kamera dengan kualitas memadai agar mampu menangkap detail visual lingkungan secara optimal.
- c. Penggunaan media disarankan dilakukan di ruangan dengan pencahayaan yang cukup dan permukaan datar yang memadai agar

proses *scan Markerless Augmented Reality* dapat berjalan dengan baik dan visualisasi objek 3D dapat ditampilkan secara optimal.

2. Diseminasi

- a. Media interaktif *Markerless Augmented Reality* yang telah dikembangkan dan dinyatakan valid, praktis, serta efektif ini dapat disebarluaskan kepada sekolah-sekolah lain.
- b. Guru dan tenaga pendidik yang ingin menggunakan media ini disarankan untuk mengikuti pelatihan atau bimbingan teknis penggunaan media berbasis *Augmented Reality* agar dapat memanfaatkan seluruh fitur yang tersedia secara optimal dalam proses pembelajaran.

3. Pengembangan Lebih Lanjut

- a. Pengembangan media selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan materi tidak hanya pada materi sistem pernapasan manusia, tetapi juga pada materi IPA lainnya yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi.
- b. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan media ini agar dapat dioperasikan pada berbagai *platform* sistem operasi, tidak hanya *Android*, tetapi juga *iOS*, sehingga jangkauan pengguna dapat lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfitriani, N., Maula, W. A., & Hadiapurwa, A. (2021). Penggunaan Media Augmented Reality dalam Pembelajaran Mengenal Bentuk Rupa Bumi. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 38(1), 30–38. <https://doi.org/10.15294/jpp.v38i1.30698>
- Apandi, A. (2022). Augmented Reality Maket Perumahan Mutiara Citayam Menggunakan Perangkat Lunak Unity. *Jurnal Teknik dan Science*, 1(2), 104–111. <https://doi.org/10.56127/jts.v1i2.127>
- Ayuwandani, Y. (2024). Society 5.0: Learning Strategies and Inovation in the Digital Era. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Saintek, Sosial dan Hukum (PSSH)*, 3(6), 1–8. <https://jurnal.semnapssh.com/index.php/pssh/article/view/640>
- Borg and Gall. (1983). *Educational Research, An Introduction*. Longman Inc.
- Cahaya, N., Fauziah, N., Ferazona, S., Hidayati, N., Mellisa, & Yeyendra. (2024). Lembar Praktikalitas: Instrumen yang Digunakan untuk Menilai Produk yang Dikembangkan pada Penelitian Pengembangan Bidang Pendidikan. *Biology and Education Journal*, 4(1), 48–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.25299/baej.2024.16973>
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). *Handbook of Augmented Reality* (B. Furht (ed.)). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6>
- Carolina, Y. Dela. (2022). Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif 3D untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Digital Native. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 8(1), 10–16. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v8i1.448>
- Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching* (3rd ed.). Dryden Press.
- Desriyani, A., Desi Rahmatina, & Metta Liana. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Unity. *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan*, 10(1), 142–164. <https://doi.org/10.33222/jumlahku.v10i1.3592>
- Fanmita, Z., & Guspatni, G. (2023). Designing Interactive Learning Application Using Markerless Augmented Reality on Evolution of Atomic Theory Material. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 11(3), 778. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i3.8074>
- Farianto, W., Prasetyo, N. A., & Raharja, P. A. (2021). Augmented Reality Objek Bersejarah Museum Soesilo Soedarman Menggunakan Metode Marker Based Dan Markerless. *JUTIM (Jurnal Teknik Informatika Musirawas)*, 6(2), 141.
- Fitri, J. (2022). Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Integrasi Litnum Dengan Alur Merdeka Di SMP Negeri 1 Seunagan Kabupaten Nagan Raya. *Journal Ability: Journal of Education and Social Analysis*, 3(1), 170–177. <https://pusdikra-publishing.com/index.php/jesa/article/view/1454>
- Gil, M. J. V., Gonzalez-Medina, G., Lucena-Anton, D., Perez-Cabezas, V., Ruiz-

- Molinero, M. D. C., & Martín-Valero, R. (2021). Augmented Reality in Physical Therapy: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Serious Games*, 9(4), e30985. <https://doi.org/10.2196/30985>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hamzah, P., Syawaluddin, A., Krismanto, W., & Sayidiman. (2022). *Media Pembelajaran*. Makassar: Badan Penerbit UNM.
- Handayani, F. A., & Sulaiman, S. (2021). Validitas dan Praktikalitas Modul Pendidikan Agama Islam Berbasis Scientific Approach untuk Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2), 4303–4310. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v5i2.1552>
- Hasan, M., Milawati, D., Harahap, T. K., Tahrim, T., Anwari, A. M., Azwar Rahmat, M., & P, I. M. I. (2021). *Media Pembelajaran*. Tahta Media Group.
- Jatnika, W. T., Sunaengsih, C., & Sujana, A. (2024). Penerapan model pembelajaran RADEC untuk meningkatkan pemahaman konsep pada materi sistem pernapasan manusia Siswa Kelas V SD. *Academy of Education Journal*, 15(2). <https://doi.org/10.47200/aoej.v15i2.2387>
- Jauza, N. A., & Albina, M. (2025). Penggunaan Media Pembelajaran Kreatif dan Inovatif Dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 3(April), 15–23. <http://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/ihsan>
- Kartikasari, C. D. P. (2023). Analisis Buku Siswa Mata Pelajaran IPA Kelas VII Semester 1 Berdasarkan Kategori Literasi Sains. *Kulidawa*, 3(2), 39. <https://doi.org/10.31332/kd.v3i2.2966>
- Kartini, Febriyanto, T., Sius, U., Suryadi, D., Khudri, G., Novelyn, S., Batubara, F. R., Rita, R. S., Prameswari, N., Parisihni, K., Angreni, F., Sari, W., Susanti, F., Ifadah, E., Iqbal, M., & Handayani, K. M. (2024). *Dasar-Dasar Ilmu Biomedik Struktur dan Fungsi*. Eureka Media Aksara.
- Kawuwung, F. R., & Mamahit, J. A. (2023). Analysis of Classroom Action Research Studies: The Effectiveness of Inquiry Learning Models on Biology Education Undergraduate Students Problem Solving Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6136–6146. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4258>
- Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi. (2022). *Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2022 tentang Standar Proses Pendidikan*. peraturan.bpk.go.id
- Lasmita, L., & Muspawi, M. (2024). Operasional Variabel dalam Penelitian Pendidikan: Teori dan Aplikasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 42925–42931.
- Lestari, W., & Dafik, D. (2025). Development of Interactive Learning Media Based

- on Augmented Reality for Solid Geometry Concepts. *JDIME: Journal of Development and Innovation in Mathematics Education*, 3(1), 48–56. <https://doi.org/10.32939/jdime.v3i1.5060>
- Maryana, O. F. T., Inabuy, V., Sutia, C., Hardanie, B. D., & Lestari, S. H. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta Selatan: Pusat Perbukuan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Komplek Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, <https://buku.kemdikbud.go.id>.
- Mishra, H., Kumar, A., Sharma, M., Singh, M., Sharma, R., & Ambikapathy, A. (2021). Application of Augmented Reality in the field of Virtual Labs. *2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering, ICACITE 2021*, 403–405. <https://doi.org/10.1109/ICACITE51222.2021.9404705>
- Mukarromah, A., & Andriana, M. (2022). Peranan Guru dalam Mengembangkan Media Pembelajaran. *Journal of Science and Education Research*, 1(1), 43–50. <https://doi.org/10.62759/jsr.v1i1.7>
- Murdhani, I. D. A. S., Saraswati, I. D. A. I., & Muhammad, S. (2023). Media Pembelajaran Pengenalan Sistem Organ Manusia Melalui Augmented Reality Dengan Menggunakan Aplikasi Unity. *Jurnal Sutasoma*, 1(2), 111–119. <https://doi.org/10.58878/sutasoma.v1i2.193>
- Muzanni, A., Kusuma, D. W. C. W., & Muliadi, A. (2024). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Siswa Sekolah Dasar. *JPIN: Jurnal Pendidik Indonesia*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.47165/jpin.v7i1.650>
- Nadila, S., Imanullah, M., Darnita, Y., & Darmi, Y. (2024). Pengembangan Media Belajar Klasifikasi Hewan Laut Berbasis Android Markerless AR. *JTKSI (Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi)*, 7. <https://doi.org/10.56327/jtksi.v7i3.1737>
- Nadzif, M., Irhasyuarna, Y., & Sauqina, S. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif IPA Berbasis Articulate Storyline Pada Materi Sistem Tata Surya SMP. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 1(3), 17–27. <https://doi.org/10.55784/jupeis.vol1.iss3.69>
- Nasurllah, M., Adib, H., Syafrawi, & Sahibudin, M. (2021). Dale ' S Theory Dan Bruner ' S Theory (Analisis Media Dalam Pentas Wayang Santri Ki Enthus Susmono). *Jurnal Pendidikan, Penelitian Dan Pemikiran Keislaman*, 8(2), 225–238.
- Nugroho, A., & Pramono, B. A. (2017). Aplikasi Mobile Augmented Reality Berbasis Vuforia Dan Unity Pada Pengenalan Objek 3D Dengan Studi Kasus Gedung M Universitas Semarang. *Jurnal Transformatika*, 14(2), 86–91. <https://doi.org/10.26623/transformatika.v14i2.442>
- Papin, K., & Kaplan-Rakowski, R. (2024). *Augmented Reality-Assisted Language Learning (ARALL)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4894258>

- Permendikbud Nomor 37 Tahun, 2018. (2018). Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. *Jakarta*, 37, 527.
- Prasetya, F., Fortuna, A., Samala, A. D., Rawas, S., Mystakidis, S., Syahril, Waskito, Primawati, Wulansari, R. E., & Kassymova, G. K. (2024). The impact of augmented reality learning experiences based on the motivational design model: A meta-analysis. *Social Sciences & Humanities Open*, 10, 100926. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100926>
- Rahmawati, F., Asriani, Ahkam, A. A. H., & Nasharuddin. (2025). Pengembangan Media Ajar Alat Peraga Pernapasan (Alper) Pada Sistem Pernapasan Manusia. *Jurnal Inovasi Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, 2(2), 139–145. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/enre1191>
- Rais Amin, Widyaswarani, E., Jati, I. M., Latip, A., Pratomo, H. W., & Prayoga, G. (2025). Kelayakan dan Karakteristik Media Pembelajaran IPA Berpendekatan Gamifikasi Berbasis Socio Scientific Issue pada Tema Pencemaran Lingkungan. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 15(1), 113–119. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2323>
- Ramadhan, S. F., & Chamsudin, A. (2025). Pengembangan Markerless Augmented Reality sebagai Media untuk Visualisasi Struktur dan Fungsi Tumbuhan untuk Siswa SD. *Prosiding Kolokium Riset Mahasiswa*, 2025. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*. <https://proceedings.ums.ac.id/korma/article/view/6816>
- Ramadhanti, N. F., Lamada, M., & Muhammad Riska. (2024). Pengembangan Aplikasi Game Edukasi 3D “Finding Geometry” Berbasis Unity Sebagai Media Pembelajaran Bangun Ruang Matematika. *Jurnal MediaTIK*, 21–26. <https://doi.org/10.59562/mediatik.v4i2.3076>
- Riduwan. (2023). *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Rifqi, D. N., Sugiyanto, S., Pinandita, T., & Wicaksono, A. P. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran AR Markerless Untuk Visualisasi Anatomi Tulang. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(6), 9524–9531. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i6.15646>
- Rozi, M. F. (2024). *Pengembangan Media Augmented Reality OSI Layer pada Mata Pelajaran DDTJKT Kelas X Jurusan Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi di SMK*. Universitas Negeri Padang.
- Saleh, M. S., & Azis, I. (2023). *Media Pembelajaran*. Jawa Tengah: Eureka Media Aksara.
- Setiawan, R. H. N., Fatahillah, A., Kristiana, A. I., Susanto, & Adawiyah, R. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Edukasi*, 10(2), 70–77. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JEUJ/article/view/45866>
- Simatupang, E. C., Silitonga, M., & Rajagukguk, S. H. (2023). Students’ critical

- thinking skills on human respiratory system material in flipped classroom. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 387–393. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.26841>
- Slamet, F. A. (2022). *Model Penelitian Pengembangan (R n D)*. Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang.
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Evaluasi Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif: Sebuah Studi Pustaka. *Journal of Education Research*, 5(4), 5599–5609.
- Sugiyono. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sukamto. (2022). *Media dan Teknologi Pembelajaran*. Yogyakarta: Bildung.
- Syahbania, D., Berliana, I., Fadillah, I., & Kamilah. (2025). Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Sekolah. *JMI : Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1–8.
- Syed, T. A., Siddiqui, M. S., Abdullah, H. B., Jan, S., Namoun, A., Alzahrani, A., Nadeem, A., & Alkhodre, A. B. (2022). In-Depth Review of Augmented Reality: Tracking Technologies, Development Tools, AR Displays, Collaborative AR, and Security Concerns. *Sensors*, 23(1), 146. <https://doi.org/10.3390/s23010146>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Indiana University, Bloomington, Center for Innovation in Teaching the Handicapped.
- Wibowo, M. C. (2025). *Teori & Praktik AR dan VR (Augmented Reality dan Virtual Reality)*. Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM). <https://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/554>
- Yanti, C. P., Wulandari, D. A. P., & Putra S., I. K. Y. C. (2025). Markerless Augmented Reality Untuk Pembelajaran Sistem Saraf Pusat. *JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, 5(2), 45–52. <https://doi.org/10.56486/jeis.vol5no2.777>
- Yunus, Y. A., & Yusaerah, N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning pada Mata Pelajaran IPA Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII SMPN Patampanua. *Edukimbiosis: Jurnal Pendidikan IPA*, 2. <https://ejurnal.iainpare.ac.id/index.php/edukimbiosis/article/download/5419/1495>