

**PENGEMBANGAN APLIKASI ARCHEON *AUGMENTED REALITY* MARKER-
BASED TRACKING MATERI REAKSI KIMIA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1



Disusun Oleh:

Aditya Imamta Rhaz Ginting

NIM.22104060044

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-798/Un.02/DT/PP.00.9/03/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN APLIKASI ARCHEON *AUGMENTED REALITY MARKER-BASED TRACKING* MATERI REAKSI KIMIA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ADITYA IMAMTA RHAZ GINTING
Nomor Induk Mahasiswa : 22104060044
Telah diujikan pada : Kamis, 19 Februari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 69a16698477dc



Penguji I

Nina Hamidah, S.Si. M.A.
SIGNED

Valid ID: 69a1b0e5562b0



Penguji II

Jamil Suprihatiningrum, S.Pd.Si., M.Pd.Si.,
Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 69a7c0d3d1d89



Yogyakarta, 19 Februari 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 69a7de8aa53b3

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Imamta Rhaz Ginting

NIM 22104060044

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengembangan Aplikasi Archeon *Augmented Reality Marker-Based Tracking* Materi Reaksi Kimia” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 02 Maret 2026

Penulis



Aditya Imamta Rhaz Ginting
NIM. 22104060044

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Aditya Imamta Rhaz Ginting
NIM : 22104060044
Judul Skripsi : Pengembangan Aplikasi Archeon *Augmented Reality Marker-Based Tracking* Materi Reaksi Kimia

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 02 Maret 2026
Pembimbing



Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd.

NIP. 19840901 200912 2 004

NOTA DINAS KONSULTAN 1



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-04/R0

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Skripsi Aditya Imamta Rhaz Ginting
Kepada :
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Aditya Imamta Rhaz Ginting
NIM : 22104060044
Judul skripsi : Pengembangan Aplikasi Archeon *Augmented Reality Marker-Based Tracking* Materi Reaksi Kimia

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 2 Maret 2026
Konsultan I

Nina Hamidah, S.Si. M.A.
NIP. 19770630 200604 2 001

NOTA DINAS KONSULTAN 2



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-04/R0

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Skripsi Aditya Imamta Rhaz Ginting
Kepada :
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Aditya Imamta Rhaz Ginting
NIM : 22104060044

Judul skripsi : Pengembangan Aplikasi Archeon *Augmented Reality Marker-Based Tracking* Materi Reaksi Kimia

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 2 Maret 2026
Konsultan II

Jamil Suprihatiningrum, S.Pd.Si., M.Pd.Si., Ph.D.
NIP. 19840205 201101 2 008

ABSTRAK
**PENGEMBANGAN APLIKASI ARCHEON AUGMENTED REALITY MARKER-
BASED TRACKING MATERI REAKSI KIMIA**

Oleh:

Aditya Imamta Rhaz Ginting

NIM.22104060044

Pembelajaran reaksi kimia sering mengalami kendala karena materinya bersifat konseptual dan melibatkan proses pada tingkat submikroskopik (atom, molekul, dan ion) yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga sulit divisualisasikan dan berdampak pada rendahnya pemahaman konsep siswa. Aplikasi *augmented reality marker-based tracking* yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran interaktif berbasis *Android* bernama Archeon. Aplikasi ini menampilkan visualisasi objek tiga dimensi (3D) ketika kamera *smartphone* memindai *marker*, sehingga siswa dapat melihat animasi proses reaksi kimia pada level submikroskopik, seperti pergerakan atom serta pemutusan dan pembentukan ikatan secara dinamis. Aplikasi dilengkapi menu *Scan 3D*, Materi, Kuis interaktif dengan umpan balik langsung, Petunjuk Penggunaan, serta Informasi Aplikasi. Visualisasi 3D mencakup lima jenis reaksi kimia, yaitu pembentukan, penguraian, penggantian tunggal, penggantian ganda, dan pembakaran. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model 4D (*define, design, development, disseminate*) melibatkan satu ahli materi, satu ahli media, tiga reviewer (guru kimia), dan siswa kelas X MIPA. Data diperoleh melalui angket skala Likert dan Guttman. Hasil menunjukkan kualitas media berkategori sangat baik dengan persentase keidealan 90% (ahli materi), 95,38% (ahli media), 89,41% (reviewer), dan respon siswa 94,35% (sangat baik), sehingga aplikasi ini layak digunakan untuk mendukung pemahaman konsep reaksi kimia terutama pada representasi submikroskopik.

Kata Kunci: Submikroskopik, *Augmented Reality*, *Marker Based Tracking*, Reaksi Kimia

HALAMAN MOTTO

وَلَّ تَهْنُؤَا وَوَلَّ تَحْرُؤَا وَأَنْتُمْ الْعُلُونَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ

“Janganlah kamu bersikap lemah dan jangan pula bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.”

QS. Ali ‘Imran: 139

“Jika Tidak Bisa Membantu, Minimal Jangan Menyusahkan”

-Ibunda Tercinta-

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat sehat dan nikmat sempat. Saya bersaksi bahwa tidak ada Tuhan selain Allah dan bahwa Muhammad adalah hamba dan Rasul-Nya. Sholawat serta salam kita aturkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, dan sahabat yang selalu kita tunggu syafa'atnya di yaumul akhir nanti.

Aamiin.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayah dan Mama tersayang, Terimakasih untuk segala do'a dan dukungan dalam segi apapun serta kasih sayang yang tak ada habisnya untuk penulis, sehingga penulis tidak pernah merasakan kekurangan dalam hal apapun juga dalam menjalani setitik kehidupan ini.

Almamater tercinta:

Sahabat PKIM Dagelan

Teman-teman PKIM 2022 Interferons

Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta memberikan nikmat sempit dan nikmat sehat sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Aplikasi Archeon *Augmented Reality Marker-Based Tracking* Materi Reaksi Kimia”. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengubah zaman jahiliyah menjadi zaman yang penuh berkah.

Tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung baik secara moril maupun materiil hingga terselesaikannya skripsi ini. Tanpa bantuan dan kerjasama dari seluruh pihak, skripsi tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, sebagai rasa hormat dan ucapan terimakasih atas segala bantuan maka penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A., M.Phil., Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd. selaku Kepala Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga.
4. Ibu Dr. Paed. Asih Widi Wisudawati, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa memberikan pengarahan, nasihat, dan dukungan dari awal hingga akhir.
5. Orangtua tercinta. Ayah David S.E., M.Pd. dan Mama Sri Nurhayati S.Pd., M.Si. yang telah memberikan segalanya yang terbaik untuk pendidikan anaknya.
6. Adik-adik saya Khairul Falah Rhaz Ginting, Thifatul Mulyanta Rhaz Ginting dan yang paling tersayang Fatimah El Farha Ginting yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi.
7. Ibu Sri Nur Afrida S.Pd., M.Pd. selaku Ibu saya yang selalu membantu dan mendukung serta memberikan arahan dan masukan dari dulu hingga sekarang
8. Ibu Wisudayanti selaku Binda saya yang selalu membantu dan mendukung serta memberikan arahan dan masukan dari dulu hingga sekarang
9. Seluruh keluarga Pendidikan Kimia 2022 dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan segala kritik dan saran demi terwujudnya hasil yang maksimal. Penulis juga berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
NOTA DINAS KONSULTAN 1	v
NOTA DINAS KONSULTAN 2	vi
ABSTRAK	vii
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
F. Asumsi dan Batasan Pengembangan	6
G. Definisi Istilah	7
BAB II	9
A. Kajian Teori.....	9
1. Penelitian Pengembangan	9
2. Teknologi Pembelajaran	10
3. <i>Augmented reality</i>	10
4. <i>Marker Based Tracking</i>	17
5. Reaksi Kimia.....	18
B. Penelitian Relevan	21
C. Kerangka Berpikir	22
BAB III.....	25
A. Jenis Penelitian	25
B. Prosedur Pengembangan	25

C. Data dan Analisis Data	31
BAB IV	38
A. Karakteristik Produk.....	38
1. <i>Define</i>	38
2. <i>Design</i>	40
B. Proses Pengembangan Produk.....	41
3. <i>Development</i>	41
C. Validasi dan Penilaian Produk.....	50
D. <i>Disseminate</i>	53
BAB V	54
A. Kesimpulan.....	54
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
DAFTAR LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Marker Based Tracking	12
Gambar 2. 2 Contoh Face Tracking	13
Gambar 2. 3 Contoh 3D Object Tracking	14
Gambar 2. 4 Alur Kerangka Berpikir	24
Gambar 3. 1 Prosedur Pengembangan Aplikasi Augmented reality Marker based tracking	26
Gambar 4. 1 Tampilan Salah Satu Desain Marker.....	42
Gambar 4. 2 Proses Mengekspor Desain 3D Molekul Senyawa ke Marker Sebagai Image Target.....	43
Gambar 4. 3 Tampilan Awal Aplikasi “Archeon”	43
Gambar 4. 4 Tampilan Menu Scan 3D	44
Gambar 4. 5 Tampilan Menu Materi	45
Gambar 4. 6 Tampilan Menu Kuis.....	46
Gambar 4. 7 Tampilan Menu Petunjuk Penggunaan	47
Gambar 4. 8 Tampilan Menu Informasi Aplikasi	47
Gambar 4. 9 Tampilan Menu Profil Pengembang	48
Gambar 4. 10 Tampilan Google Drive yang Berisi Softfile Marker	49
Gambar 4. 11 Tampilan Kemasan Marker	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Reaksi Pembentukan	18
Tabel 2. 2 Contoh Reaksi Penguraian.....	19
Tabel 2. 3 Contoh Reaksi Penggantian Tunggal.....	20
Tabel 2. 4 Contoh Reaksi Penggantian Ganda.....	20
Tabel 2. 5 Contoh Reaksi Pembakaran	21
Tabel 3. 1 Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Kualitas Augmented reality untuk Ahli Materi	31
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Kualitas Augmented reality untuk Ahli Media	32
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Kualitas Augmented reality untuk Reviewer (guru kimia SMA)	32
Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Instrumen Respon Siswa terhadap Augmented reality	33
Tabel 3. 5 Aturan Pemberian Skor.....	34
Tabel 3. 6 Kriteria Kategori Penilaian Ideal	35
Tabel 3. 7 Aturan Pemberian Skor Respon Siswa	36
Tabel 4. 1 Hasil Wawancara Guru Kimia MAS Yaspi Medan Labuhan.....	39
Tabel 4. 2 Data Hasil Penilaian Kualitas Produk oleh Ahli Materi	50
Tabel 4. 3 Data Hasil Penilaian Kualitas Produk oleh Ahli Media	51
Tabel 4. 4 Data Hasil Penilaian Kualitas Produk oleh Reviewer	51
Tabel 4. 5 Data Hasil Respon Siswa Terhadap Augmented Reality.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	62
Lampiran 2 Lembar Penilaian Ahli Materi.....	64
Lampiran 3 Lembar Penilaian Ahli Media	71
Lampiran 4 Lembar Penilaian Reviewer (Guru Kimia SMA/MA)	79
Lampiran 5 Lembar Hasil Respon Siswa.....	119
Lampiran 6 Perhitungan Kualitas Aplikasi Augmented Reality Berbasis Marker Materi Reaksi Kimia	122

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran kimia sering dianggap sulit oleh siswa karena banyak konsep yang bersifat konseptual dan tidak dapat diamati secara langsung, terutama pada materi reaksi kimia yang membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi (Ikhsan et al., 2025). Pemahaman konsep selalu melibatkan tiga level representasi: makroskopik (apa yang dapat diamati langsung), submikroskopik/partikulat (partikel, atom, ion, molekul), dan simbolik (rumus, persamaan, notasi). Kegagalan menghubungkan ketiga level ini, terutama level submikroskopik, banyak dilaporkan sebagai sumber miskonsepsi dan kesulitan belajar peserta didik dalam konsep-konsep dasar seperti struktur materi, ikatan kimia, dan perubahan wujud (Suparwati, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa konsep-konsep kimia seperti stoikiometri, struktur molekul, dan reaksi kimia menjadi sulit dipahami ketika siswa hanya melihat representasi 2D dari buku tanpa dukungan visualisasi 3D yang memadai (Putra & Yuhelman, 2025). Kesulitan tersebut semakin meningkat akibat terbatasnya kemampuan siswa dalam memahami proses dan interaksi partikel pada tingkat sub-mikroskopik yang tidak dapat diamati secara langsung (Altik, 2023). Banyak siswa mengalami hambatan dalam memahami proses reaksi kimia secara menyeluruh karena lemahnya kemampuan visualisasi konseptual tersebut (Supriadi et al., 2018).

Materi reaksi kimia memerlukan kemampuan siswa untuk memahami bagaimana senyawa berinteraksi, membentuk ikatan baru, atau terurai menjadi zat lain. Kemampuan ini tidak dapat diperoleh hanya melalui penjelasan verbal atau media statis, sehingga siswa membutuhkan dukungan visual yang mampu menggambarkan perubahan partikel secara dinamis. Tanpa visualisasi tersebut, siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami persamaan reaksi, arah perubahan, serta hubungan antara struktur molekul dan jenis reaksi yang terjadi (Nurhayati, 2016). Rendahnya kemampuan siswa dalam menghubungkan representasi kimia menjadi penyebab utama kesulitan memahami konsep reaksi

kimia (Yani & Yerimadesi, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa materi reaksi kimia bersifat konseptual dan membutuhkan teknologi pembelajaran yang mampu menampilkan representasi secara lebih konkret dan interaktif (Apriani et al., 2021).

Teknologi pembelajaran berkontribusi dalam memperbaiki efektivitas serta efisiensi aktivitas edukatif (Widiyono & Millati, 2021). Teknologi pendidikan merupakan penggunaan teknologi untuk menyelesaikan hambatan dalam belajar, mendukung aktivitas pembelajaran, serta mengoptimalkan hasil belajar melalui implementasi proses dan produk teknologi mutakhir yang sesuai (Dopo & Ismaniati, 2016). Teknologi tersebut dapat mentransformasi metode pembelajaran tradisional ke arah yang lebih kontemporer (Nurdyansyah & Aini, 2020). Penerapan pembelajaran yang memanfaatkan teknologi membantu peserta siswa terhindar dari rasa bosan dan lelah saat proses belajar berlangsung (Negara et al., 2019). Di samping itu, teknologi dalam pendidikan mampu mengoptimalkan mutu aktivitas pembelajaran (Na'im, 2019), menumbuhkan antusiasme belajar (Anggraeny et al., 2020), membangkitkan ketertarikan belajar (Budiman, 2017) mendorong motivasi belajar (Hidayat & Khotimah, 2019), dan memperdalam penguasaan konsep pada siswa (Putrawangsa & Hasanah, 2018). Studi yang dilakukan Muali et al., (2018) dan Roswita Hafni, (2021) membuktikan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi sangat membantu siswa dalam menguasai materi dengan lebih optimal. Teknologi pendidikan juga dapat mengurangi tugas guru dalam mentransfer informasi, sehingga mereka memiliki kesempatan lebih besar untuk mendampingi dan menumbuhkan motivasi belajar siswa (Gusmaneli, 2012). Oleh karena itu, teknologi pendidikan memudahkan pendidik dalam meraih sasaran pembelajaran (Cahyaningtyas, 2020). Akan tetapi, pada praktiknya, masih banyak pendidik yang belum mahir dalam menerapkan teknologi pendidikan ke dalam proses pembelajaran (Euis Mukaromah, 2020), dimana hanya sekitar 10-15% guru di Indonesia yang menggunakan teknologi dalam kegiatan kelas (Rahim et al., 2019)

Augmented reality (AR) merupakan jenis media teknologi yang digunakan untuk menggabungkan objek *virtual* berdimensi dua atau tiga dengan lingkungan nyata tiga dimensi, kemudian memproyeksikan objek-objek tersebut dalam bentuk yang tampak nyata (I. P. Sari et al., 2022). Implementasi *augmented reality* menggunakan enam prinsip dasar deteksi gambar yang dikenal sebagai *marker*, memanfaatkan kamera *smartphone* dengan *marker* yang telah dicetak. Media ini membantu memvisualisasikan konsep yang bersifat konseptual agar lebih mudah dipahami. khalayak umum. AR dapat membantu menampilkan konsep yang konseptual untuk pengenalan dan pemahaman objek dengan cara yang mudah diterima siswa (Azuma et al., 2011).

Augmented reality (AR) adalah teknologi canggih yang memberikan solusi bagi pendidik untuk menciptakan pembelajaran yang inovatif, informatif, menarik, dan dapat menampilkan objek virtual 3D secara nyata (Aripin & Suryaningsih, 2019). AR menyediakan interaksi yang lebih dinamis daripada buku, memungkinkan siswa memanipulasi objek atau adegan yang ditampilkan secara bebas dan mengatur kecepatan sesuai preferensi mereka (Estudante & Dietrich, 2020). AR terbukti efektif meningkatkan prestasi belajar (Sahertian & Helilintar, 2017), memotivasi siswa (Cahyaningtyas, 2020) serta memiliki pengembangan yang lebih ekonomis dan praktis (Riskiono et al., 2020). Selain itu, AR dapat menarik perhatian anak-anak melalui penyajian materi dalam format virtual tiga dimensi, membantu mereka memahami materi dengan lebih optimal (Suciliyana & Rahman, 2020). Pengintegrasian AR *marker-based tracking* sebagai media pembelajaran memungkinkan guru menggabungkan visualisasi 3D interaktif dari AR dengan kepraktisannya dalam menyampaikan informasi secara ringkas, menciptakan pembelajaran yang inovatif, efektif, dan lebih menarik bagi siswa.

Pengembangan aplikasi *augmented reality marker-based tracking* yang secara khusus dirancang untuk memvisualisasikan konsep reaksi kimia melalui representasi tiga dimensi yang interaktif dan terstruktur sesuai dengan karakteristik materi. Integrasi evaluasi pembelajaran yang lebih kompleks dibandingkan penelitian sebelumnya. Evaluasi pembelajaran dalam aplikasi ini dirancang secara bertahap

melalui soal interaktif, umpan balik langsung, serta rekap hasil belajar yang memungkinkan guru dan siswa mengetahui tingkat pemahaman konsep reaksi kimia secara lebih mendalam. Selain itu, penelitian ini menghadirkan peningkatan pada aspek tampilan dan fungsi antarmuka pengguna (*user interface*) dengan desain yang lebih intuitif, responsif, dan mudah dioperasikan oleh siswa, sehingga mendukung kenyamanan penggunaan aplikasi. Perpaduan antara evaluasi pembelajaran yang komprehensif dan pengembangan UI yang lebih baik menjadikan aplikasi *augmented reality* ini tidak hanya sebagai media visualisasi, tetapi juga sebagai media pembelajaran interaktif yang efektif dalam membantu siswa memahami konsep reaksi kimia yang bersifat konseptual.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian dikembangkan karena pembelajaran reaksi kimia masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam memvisualisasikan reaksi kimia yang bersifat konseptual dan submikroskopik. Materi reaksi kimia tidak hanya menampilkan perubahan zat secara makroskopik, tetapi juga melibatkan proses pada tingkat partikel (atom, molekul, dan ion) yang tidak dapat diamati secara langsung oleh siswa. Kondisi ini sering menyebabkan miskonsepsi dan rendahnya pemahaman konseptual. Penggunaan media pembelajaran yang masih konvensional seperti buku teks dan papan tulis belum mampu mengintegrasikan representasi submikroskopik secara utuh. Tanpa dukungan media yang interaktif dan visual, siswa cenderung hanya menghafal persamaan reaksi tanpa memahami proses yang sebenarnya terjadi. Pengembangan aplikasi *augmented reality marker-based tracking* menjadi solusi yang relevan karena teknologi ini mampu menampilkan visualisasi tiga dimensi secara *real-time* dan interaktif, sehingga siswa dapat melihat proses pembentukan produk, dan perubahan struktur zat secara lebih konkret.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat beberapa masalah yang diidentifikasi, antara lain:

1. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi reaksi kimia karena sifatnya yang konseptual dan penyampaiannya yang hanya berfokus pada pendekatan teoritis tanpa didukung visualisasi yang memadai.
2. Kurangnya pemahaman guru dalam mengembangkan teknologi *augmented reality* dalam pembelajaran kimia, khususnya reaksi kimia.
3. Media pembelajaran yang menggunakan teknologi *augmented reality* belum banyak dikembangkan dalam dunia pendidikan, khususnya dalam pembelajaran kimia.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dapat diambil suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan media pembelajaran berupa aplikasi *augmented reality marker-based tracking* pada materi reaksi kimia?
2. Bagaimana karakteristik produk media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia?
3. Bagaimana kualitas produk media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia berdasarkan penilaian dari ahli materi, ahli media dan reviewer (guru SMA)?
4. Bagaimana respon siswa terhadap produk media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengembangkan media pembelajaran berupa aplikasi *augmented reality marker-based tracking* pada materi reaksi kimia.
2. Mengetahui karakteristik produk media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia?
3. Mengetahui kualitas produk media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia berdasarkan penilaian dari ahli materi, ahli media dan reviewer (guru SMA).

4. Mengetahui respon siswa terhadap produk media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dikemukakan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Bagi Guru
 - a. Memberikan alternatif media pembelajaran inovatif berbasis *augmented reality* (AR) yang interaktif, visual, dan menarik, sehingga membantu guru menyampaikan materi reaksi kimia secara lebih mudah
2. Bagi Siswa
 - a. Meningkatkan pemahaman, motivasi, dan minat belajar siswa terhadap materi reaksi kimia melalui visualisasi 3D interaktif yang menarik, praktis, dan menyenangkan, sehingga mempermudah pemahaman yang konseptual.
3. Bagi Peneliti Lain
 - a. Memberikan referensi dan inspirasi bagi peneliti lain untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi *augmented reality* dalam bidang pendidikan, khususnya pada mata pelajaran kimia.

F. Asumsi dan Batasan Pengembangan

Asumsi dan batasan dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Asumsi Pengembangan
 - a. Pembelajaran berupa aplikasi *augmented reality marker-based tracking* yang dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA pada materi reaksi kimia.
 - b. Media pembelajaran berupa aplikasi *augmented reality marker-based tracking* pada materi reaksi kimia belum banyak dikembangkan
 - c. Ahli materi memiliki pemahaman yang baik tentang kebenaran konsep kimia pada materi reaksi kimia.

- d. Ahli media memiliki pemahaman yang baik tentang standar kualitas media pembelajaran berupa aplikasi *augmented reality marker-based tracking*.
 - e. Guru kimia SMA/MA memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep materi reaksi kimia serta media pembelajaran *augmented reality marker-based tracking*.
2. Batasan Pengembangan
- a. Media Pembelajaran berupa *augmented reality marker-based tracking* dikembangkan hanya untuk materi reaksi kimia submateri jenis-jenis reaksi kimia
 - b. Visualisasi 3D dalam aplikasi *augmented reality marker-based tracking* mencakup 5 jenis reaksi kimia
 - c. *Marker* pada *augmented reality marker-based tracking* berjumlah tiga puluh *marker*.
 - d. Media pembelajaran *augmented reality marker-based tracking* hanya dapat di *download* di *Android* dan belum terdapat di *Playstore*
 - e. Media pembelajaran *augmented reality marker-based tracking* bersifat *offline* karena belum tersedia *hosting* dan *database* yang digunakan.
 - f. Media pembelajaran *augmented reality marker-based tracking* akan di respon oleh 59 siswa SMA/MA kelas 10.
 - g. Media Pembelajaran *augmented reality marker-based tracking* yang dikembangkan dilakukan uji coba terbatas

G. Definisi Istilah

1. Metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan atau menyempurnakan suatu produk, serta menguji keefektifan produk tersebut melalui langkah-langkah sistematis seperti analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, uji coba, revisi, dan implementasi hingga

produk terbukti layak dan dapat dipertanggungjawabkan dalam praktik, khususnya di bidang pendidikan (Ade Rahayu, 2025).

2. Media pembelajaran adalah segala sesuatu (alat, bahan, atau saluran) yang digunakan sebagai perantara untuk menyalurkan pesan atau informasi pembelajaran dari guru/sumber belajar kepada peserta didik sehingga membantu terjadinya proses belajar (Rais et al., 2024).
3. *Augmented reality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen virtual (teks, gambar, video, objek 3D, suara) secara langsung dan interaktif, sehingga persepsi pengguna terhadap lingkungan nyata menjadi “diperkaya” atau ditambah informasi digital (Mendoza-Ramírez et al., 2023)
4. *Marker-based tracking* adalah metode pelacakan dalam *Augmented reality* (AR) yang menggunakan penanda visual (*marker*) dua dimensi sebagai acuan untuk menempatkan dan menampilkan objek virtual di dunia nyata (Gita Amanda & Siti Sundari, 2025)
5. Reaksi kimia dalam kimia SMA dipahami sebagai perubahan zat yang menghasilkan zat baru dengan susunan partikel berbeda, dan dinyatakan secara ringkas dalam bentuk persamaan reaksi. Persamaan reaksi ini merupakan aspek simbolik kimia yang mewakili proses pada tingkat makroskopik (gejala yang tampak, misalnya perubahan warna, gas, endapan) dan submikroskopik (tumbukan dan penataan ulang atom, ion, atau molekul yang tidak tampak langsung) (Sodanango et al., 2021)

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengembangan media pembelajaran berupa aplikasi *archeon augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia dilakukan menggunakan model 4D yang meliputi tahap *define, design, development, dan disseminate*. Tahap *define* berfokus pada analisis kebutuhan dan materi, tahap *design* pada perancangan konsep dan struktur aplikasi, serta tahap *development* pada pembuatan objek dan animasi 3D, perancangan *marker*, integrasi menggunakan *Chemsketch, JavaMOL, Blender, Vuforia, Microsoft Visual Studio* dan *Unity* serta validasi dan revisi produk hingga diperoleh aplikasi yang layak digunakan. Tahap *disseminate* dilakukan melalui penyebaran produk secara terbatas.
2. Karakteristik produk media pembelajaran yang dikembangkan berupa aplikasi *augmented reality marker-based tracking* pada materi reaksi kimia dirancang sebagai media interaktif yang mampu menampilkan visualisasi proses reaksi kimia secara *real time* dalam bentuk objek tiga dimensi. Aplikasi ini memungkinkan siswa mengamati pergerakan partikel, proses pemutusan dan pembentukan ikatan, serta perubahan zat pada tingkat submikroskopik yang sebelumnya sulit dibayangkan. Produk dilengkapi dengan fitur pemindaian *marker*, animasi 3D, narasi atau penjelasan materi, serta soal evaluasi untuk mengukur pemahaman konsep siswa.
3. Media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia submateri jenis-jenis reaksi kimia memiliki kualitas yang sangat baik berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan reviewer, dengan rincian persentase keidealan sebesar 90%, 95,38%, dan 89,41%.

4. Media pembelajaran aplikasi *augmented reality marker-based tracking* materi reaksi kimia, submateri jenis-jenis reaksi kimia, mendapat respons positif dari siswa sebagaimana tercermin dari persentase respons siswa yang mencapai 94,35%, menandakan tingkat penerimaan yang sangat baik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas, peneliti berharap penelitian terkait pengembangan aplikasi *augmented reality marker-based tracking* dapat dikembangkan lebih lanjut lagi, baik dari bidang pendidikan kimia maupun bidang pendidikan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student Perceptions Using *Augmented reality* And 3D Visualization Technologies In Chemistry Education. *Journal Of Science Education And Technology*, 30(1), 87–96. <https://doi.org/10.1007/S10956-020-09880-2>
- Ade Rahayu. (2025). Metode Penelitian Dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis Dan Tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470. <https://doi.org/10.54259/Diajar.V4i3.5092>
- Agus Rustamana, Khansa Hasna Sahl, Delia Ardianti, & Ahmad Hisyam Syauqi Solihin. (2024). Penelitian Dan Pengembangan (Research & Development) Dalam Pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 2(3), 60–69. <https://doi.org/10.61132/Bima.V2i3.1014>
- Agustian, N., & Salsabila, U. H. (2021). Peran Teknologi Pendidikan Dalam Pembelajaran. *ISLAMIKA*, 3(1), 123–133. <https://doi.org/10.36088/Islamika.V3i1.1047>
- Alisia Zahroatul Baroroh, Diyah Andini Kusumastuti, & Rahmat Kamal. (2024). Pemanfaatan Teknologi Dalam Pembelajaran. *Perspektif: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Bahasa*, 2(4), 269–286. <https://doi.org/10.59059/Perspektif.V2i4.1952>
- Altik, F. (2023). *Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Ditinjau Dari Kemampuan Representasi Matematis Siswa*. Undergraduate Thesis.
- Andriadi, A., & Saputra, A. (2021). Pengembangan Model Pembelajaran Gerak Dasar Melompat Berbasis Permainan Untuk Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Jasmani Indonesia*, 17(1), 41–47. <https://doi.org/10.21831/Jpji.V17i1.35422>
- Andriansyah, B., Pratama, R. D., & Sari, M. (2019). Implementasi Unity 3D Untuk Pengembangan Aplikasi Android Berbasis *Augmented reality*. *Jurnal Teknologi Dan Informatika*, 12(1), 55–64.
- Anggraeny, D., Nurlaili, D. A., & Mufidah, R. A. (2020). Analisis Teknologi Pembelajaran Dalam Pendidikan Sekolah Dasar. *FONDATIA*, 4(1), 150–157. <https://doi.org/10.36088/Fondatia.V4i1.467>
- Ani, N., & Lazulva. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Augmented reality* (AR) Pada Materi Struktur Atom Untuk Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 5(2), 45–52.
- Apriani, R., Harun*, A. I., Erlina, E., Sahputra, R., & Ulfah, M. (2021). Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi Dengan Bantuan Teknologi *Augmented reality* Untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(4), 305–330. <https://doi.org/10.24815/Jipi.V5i4.23260>
- Ariano, D., & Harjoko, A. (2013). Sistem Pendeteksian *Marker* Pada Analisis Gait Menggunakan Pengolahan Citra Digital. *IJEIS*, 3, 137–146.

- Arif, M. (2025). *Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Mekanisme Pernapasan Manusia Berbasis Augmented reality Menggunakan Algoritma Occlusion Based (Studi Kasus: SD Negeri Maleber)*. Universitas Kuningan.
- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Menggunakan Teknologi *Augmented reality* (AR) Berbasis Android Pada Konsep Sistem Saraf. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), 47. <https://doi.org/10.35580/Sainsmat82107192019>
- Azuma, R., Billinghurst, M., & Klinker, G. (2011). Special Section On Mobile *Augmented reality*. *Computers & Graphics*, 35(4), Vii–Viii. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2011.05.002>
- Br Ginting, S. L., Ginting, Y. R., & Aditama, W. (2017). *Augmented reality* Sebagai Media Pembelajaran Stimulasi Bayi Menggunakan Metode *Marker* Berbasis Android. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 7(1). <https://doi.org/10.34010/Jamika.V7i1.631>
- Budiman, H. (2017). Peran Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Pendidikan. *Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(1), 31. <https://doi.org/10.24042/Atjpi.V8i1.2095>
- Cahyaningtyas, A. S. (2020). Pembelajaran Menggunakan Augment Reality Untuk Anak Usia Dini Di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(1), 20. <https://doi.org/10.33394/Jtp.V5i1.2850>
- Defina, D. (2018). Model Penelitian Dan Pengembangan Materi Ajar BIPA (Bahasa Indonesia Bagi Penutur Asing). *Indonesian Language Education And Literature*, 4(1), 36. <https://doi.org/10.24235/leal.V4i1.3012>
- Desierto, A. J. R., & Recina, A. S. A. (2019). *Goonar: A Bilingual Children Storybook Through Augmented reality Technology Using Unity With Vuforia Framework*. University Of Mindanao.
- Djafar, S., & Novian, D. (2021). Implementasi Teknologi *Augmented reality* Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Perangkat Keras Komputer. *Jambura Journal Of Informatics*, 3(1), 44–57. <https://doi.org/10.37905/Jji.V3i1.10440>
- Dopo, F. B., & Ismaniati, C. (2016). Persepsi Guru Tentang Digital Natives, Sumber Belajar Digital Dan Motivasi Memanfaatkan Sumber Belajar Digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.21831/tp.V3i1.8280>
- Eka Ardianto, Wiwien Hadikurniawati, & Edy Winarno. (2021). *Augmented reality* Objek 3 Dimensi Dengan Perangkat Artoolkit Dan Blender. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 17, 107–117.
- Elfitra, Mansyur, A., & Taufik, M. I. (2021). Student Perceptions Of *Augmented reality* (AR) Media In Calculus Courses. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1819(1), 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1819/1/012033>
- Estudante, A., & Dietrich, N. (2020). Using *Augmented reality* To Stimulate Students And Diffuse Escape Game Activities To Larger Audiences. *Journal Of Chemical Education*, 97(5), 1368–1374. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00933>

- Euis Mukaromah. (2020). Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dalam Meningkatkan Gairah Belajar Siswa. *Indonesian Journal Of Education Management And Administration Review*.
- Fauzan, M. N., & Kautsar, M. (2023). Literatur Review *Augmented reality* Sebagai Media Promosi Dengan Metode *Marker Based Tracking*. *Nuansa Informatika*, 17(2), 83–93. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v17i2.16>
- Gita Amanda, & Siti Sundari. (2025). Perancangan *Augmented reality* Untuk Pembelajaran Gerakan Senam Aerobik Menggunakan Metode *Marker-Based Tracking*. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, 4(2), 566–575. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i2.488>
- Gumster, M. (2015). *Blender For Dummies (2nd Ed.)*. Wiley.
- Gusmaneli, G. (2012). Dampak Teknologi Pendidikan Terhadap Peranan Guru Di Masa Depan. *Al-Ta Lim Journal*, 19(2), 166–172. <https://doi.org/10.15548/jt.v19i2.18>
- Haviz, M. (2016). Research And Development; Penelitian Di Bidang Kependidikan Yang Inovatif, Produktif Dan Bermakna. *Ta'dib*, 16(1). <https://doi.org/10.31958/jt.v16i1.235>
- Hidayat, N., & Khotimah, H. (2019). Pemanfaatan Teknologi Digital Dalam Kegiatan Pembelajaran. *Jppguseda / Jurnal Pendidikan & Pengajaran Guru Sekolah Dasar*, 2(1), 10–15. <https://doi.org/10.33751/jppguseda.v2i1.988>
- Hilman, H. (2024). *Augmented reality Marker-based tracking-Based Sebagai Media Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Pada Buku Pembelajaran Ipa Tingkat Sekolah Dasar Penerbit Insan Cendekia Mandiri*. Universitas Putra Indonesia YPTK .
- Ikhsan, J., Marpaung, A., Sa'adah, S., & Mamluaturrahmatika, A. (2025). *Model Dan Visualisasi Dalam Pembelajaran Kimia*. CV Eureka Media Aksara.
- Johan, J. R., Iriani, T., & Maulana, A. (2023). Penerapan Model Four-D Dalam Pengembangan Media Video Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil Dan Perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(06), 372–378. <https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i6.455>
- Kartini, K. S., Labasariyani, N. L. P., Abenk, M. I. S., & Putra, I. N. T. A. (2025). Analisis Perbandingan Efektivitas *Augmented reality Marker-Based* Dan *Markerless* Pada Media Pembelajaran Struktur Tumbuhan. *Digital Transformation Technology*, 5(1), 301–309. <https://doi.org/10.47709/digitech.v5i1.6343>
- Kurniawan, N. (2017). Pengembangan *Augmented reality* Sebagai Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Pneumatik Di Smk. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 14(2). <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v14i2.10443>
- Liono, H., Huda, C., & Supardi, Z. I. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Augmented reality* Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 21(2), 110–118.
- Lutfiani, H. A., Yandari, I. A. V., & Yuhana, Y. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Augmented reality* Pada Materi Bangun Ruang Di Kelas VI SD. *JIKAP: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 8(1).

- Mardapi, A. (2008). *Pengukuran, Penilaian, Dan Evaluasi Pendidikan*. Parama Publishing.
- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martinez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. De J., & Vargas-Martínez, A. (2023). *Augmented reality: Survey. Applied Sciences*, 13(18), 10491. <https://doi.org/10.3390/app131810491>
- Muali, C., Islam, S., Bali, M. E. I., Hefniy, Baharun, H., Mundiri, A., Jasri, Moh., & Fauzi, A. (2018). Free Online Learning Based On Rich Internet Applications; The Experimentation Of Critical Thinking About Student Learning Style. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1114, 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012024>
- Mufida, M. K., & Harun, M. (2018). Aplikasi Pengenalan Hewan Lindung Menggunakan *Augmented reality* Dengan Metode Marker Based Tracking. *Journal Of Digital Education, Communication, And Arts (DECA)*, 1(1), 34–43. <https://doi.org/10.30871/Deca.V1i1.595>
- Mustika, Ceppi Gustiar Rampengan, Rheno Sanjaya, & Sofyan. (2016). Implementasi *Augmented reality* Sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Creative Information Technology Journal (CITEC Journal)*, 2.
- Na'im, Z. (2019). Relevansi Teknologi Pendidikan Dan Mutu Pendidikan. *Evaluasi: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 3(2), 273–287. <https://doi.org/10.32478/Evaluasi.V3i2.296>
- Negara, H. R. P., Syaharuddin, S., Kurniawati, K. R. A., Mandailina, V., & Santosa, F. H. (2019). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Melalui Pemanfaatan Media Belajar Berbasis Android Menggunakan Mit App Inventor. *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 2(2), 42. <https://doi.org/10.31764/Jpmb.V2i2.887>
- Nelson, S., Darni, R., & Haris, F. (2022). Development *Augmented reality* (AR) Learning Media For Pencak Silat Course At Faculty Of Sports And Science Universitas Negeri Padang. *Educational Administration: Theory And Practice*, 28(01), 37–46. <https://doi.org/10.17762/Kuey.V28i01.322>
- Nurdyansyah, N., & Aini, Q. (2020). Peran Teknologi Pendidikan Pada Mata Pelajaran Matematika Kelas Iii Di Mi Ma'arif Pademonegoro Sukodono. *At-Thullab: Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 1(1), 124. <https://doi.org/10.30736/Atl.V1i1.81>
- Nurhayati, N. D. (2016). *Penerapan Metode Pembelajaran Team Assisted Individualization (Tai) Dilengkapi Media Handout Untuk Peningkatkan Prestasi Belajar Dan Interaksi Sosial Siswa Pada Materi Pokok Tata Nama Senyawa Kimia Dan Persamaan Reaksi Kimia Kelas X2 SMA*.
- Pardomuan, R., & Sulistyowati, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented reality* (AR) Untuk Pengenalan Musik Modern Jurusan Musik Gereja STAKPN Sentani. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*.
- Prayitno, K., Sunardi, & Yuliansyah, H. (2025). Implementasi *Markerless Location-Based* Untuk Aplikasi *Augmented reality* Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 12(1), 47–56. <https://doi.org/10.25126/Jtiik.2025129193>

- Putra, R. A., & Yuhelman, N. (2025). *Augmented reality* Dalam Pembelajaran Kimia Sebagai Media Untuk Meningkatkan Literasi Digital Peserta Didik: Studi Literatur. *BIOCHEPHY: Journal Of Science Education*, 5(1), 231–244. <https://doi.org/10.52562/Biochephy.V5i1.1619>
- Qomariah, I. N., & Mistianah, M. (2021). Pengembangan Media Ispring Suite 8 Dengan Model Think Pada Mata Kuliah Genetika. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 108. <https://doi.org/10.17977/Um052v12i2p108-113>
- Rahim, F. R., Suherman, D. S., & Murtiani, M. (2019). Analisis Kompetensi Guru Dalam Mempersiapkan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Era Revolusi Industri 4.0. *JURNAL EKSAKTA PENDIDIKAN (JEP)*, 3(2), 133. <https://doi.org/10.24036/Jep/Vol3-Iss2/367>
- Rais, M., Muhammad Yaumi, & Yusuf T, M. (2024). Studi Literatur Terminologi Media Dan Teknologi Pembelajaran (Sejarah Dan Perbedaan Istilah). *Aksiologi : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*. <https://doi.org/10.47134/Aksiologi.V5i2.236>
- Rajiman Andrianus Sirait, & Ester Yunita Dewi. (2024). Peran Teknologi Pembelajaran Pada Desain Pembelajaran. *Jurnal Budi Pekerti Agama Kristen Dan Katolik*, 2(4), 232–242. <https://doi.org/10.61132/Jbpakk.V2i4.773>
- Riskiono, S. D., Susanto, T., & Kristianto, K. (2020). *Augmented reality* Sebagai Media Pembelajaran Hewan Purbakala. *Krea-TIF*, 8(1), 8. <https://doi.org/10.32832/Kreatif.V8i1.3369>
- Rohman, A. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan*. Pustaka Belajar.
- Roswita Hafni. (2021). Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Pendidikan Online . *Sintesa* .
- Sahertian, J., & Helilintar, R. (2017). Pengembangan Aplikasi Mobile *Augmented reality* Sebagai Media Pembelajaran Biologi Materi Sel. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 3(1), 49–53. <https://doi.org/10.34128/Isi.V3i1.70>
- Sari, A. K., Ningsih, P. R., Ramansyah, W., Kurniawati, A., Siradjuddin, I. A., & Sophan, M. K. (2020). Pengembangan Kompetensi Guru Smkn 1 Labang Bangkalan Melalui Pembuatan Media Pembelajaran *Augmented reality* Dengan Metaverse. *Panrita Abdi - Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 4(1), 52. <https://doi.org/10.20956/Pa.V4i1.7620>
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Hazidar, A. H., & Basri, M. (2022). Pengenalan Bangun Ruang Menggunakan *Augmented reality* Sebagai Media Pembelajaran. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4), 209–215. <https://doi.org/10.56211/Helloworld.V1i4.142>
- Sodanango, P. Y., Munzil, M., & Sumari, S. (2021). Analisis Model Mental Peserta Didik SMA Dalam Memahami Konsep Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(10), 1543. <https://doi.org/10.17977/Jptpp.V6i10.15048>
- Subana, & Sudrajat. (2000). *Statistik Pendidikan*. Pustaka Setia.
- Suciliyana, Y., & Rahman, L. O. A. (2020). *Augmented reality* Sebagai Media Pendidikan Kesehatan Untuk Anak Usia Sekolah. *Jurnal Surya Muda*, 2(1), 39–53. <https://doi.org/10.38102/Jsm.V2i1.51>

- Sukma, M., Fauziah, R. N., & Raisal, A. Y. (2025). Revolusi Pembelajaran Tata Surya Di Sekolah Dasar: *Augmented reality* Sebagai Media Digital Interaktif Abad 21. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3).
- Suparwati, N. M. A. (2022). Analisis Reduksi Miskonsepsi Kimia Dengan Pendekatan Multi Level Representasi: Systematic Literature Review. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(2), 341–348. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.591>
- Supriadi, S., Ibnu, S., & Yahmin, Y. (2018). Analisis Model Mental Mahasiswa Pendidikan Kimia Dalam Memahami Berbagai Jenis Reaksi Kimia. *Jurnal Pijar Mipa*, 13(1), 1–5. <https://doi.org/10.29303/jpm.v13i1.433>
- Supriyono, N., & Rozi, F. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan *Augmented reality* Berbasis Android. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1). <https://doi.org/10.29100/jipi.v3i1.652>
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional Development For Training Teachers Of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington, Indiana.
- Todino, M. D. (2025). Educational Technologies. *Encyclopedia*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010023>
- Valentino, R. (2017). Pengenalan Blender Sebagai *Software* Open Source Untuk 3D . *Creation Suite*, 9(2), 123–130.
- Widiyono, A., & Millati, I. (2021). Peran Teknologi Pendidikan Dalam Perspektif Merdeka Belajar Di Era 4.0. *Journal Of Education And Teaching (JET)*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.51454/jet.v2i1.63>
- Yalmiadi, Rahma Yanti, Toni Indrayadi, & Wahyudi Rahmat. (2021). Diagnosing Effect Of English Novels On Augmenting EFL Learners' Language Skills And Competencies. *Polingua (Scientific Journal Of Linguistics, Literature And Language Education)*, 10, 31–41.
- Yani, S. H. Y., & Yerimadesi. (2023). Validitas Dan Praktikalitas Modul Reaksi Kimia Berbasis Guided Discovery Learning Terintegrasi Etnosains Untuk Fase E SMA. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 13(2), 436–444. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.986>