

**PENGEMBANGAN *SMART CARD* BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATA PELAJARAN IPA TOPIK
KERANGKA MANUSIA KELAS VIII SMP**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :

FIQRI ALMAJRI
22004131

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

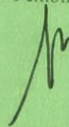
PERSETUJUAN SKRIPSI
PENGEMBANGAN MEDIA *SMART CARD* BERBASIS *AUGMENTED
REALITY* PADA MATA PELAJARAN IPA TOPIK KERANGKA
MANUSIA KELAS VIII SMP

Nama : Fiqri Almajri
NIM/BP : 22004131/2022
Departemen/Prodi : Kurikulum dan Teknologi Pendidikan/
Teknologi Pendidikan
Fakultas : Ilmu Pendidikan

Padang, Juli 2026

Disetujui oleh

Pembimbing,



Dr. Novrianti, M.Pd
NIP. 198011012008012014

Ketua Departemen Kurikulum dan Teknologi Pendidikan,



Dr. Nofri Hendri, M.Pd
NIP. 197811292003121001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

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

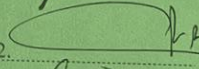
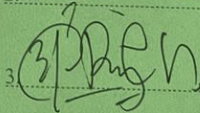
Judul : Pengembangan Media *Smart Card* Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Topik Kerangka Manusia Kelas VIII SMP
Nama : Fiqri Almajri
NIM : 22004131
Departemen/Prodi : Kurikulum dan Teknologi Pendidikan/
Teknologi Pendidikan
Fakultas : Ilmu Pendidikan

Padang, Juli 2026

Tim Penguji,

Nama Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Novrianti, M.Pd
NIP. 198011012008012014
2. Anggota : Alkadri Masnur, S.Kom, M.Kom
NIP. 199201242022031007
3. Anggota : Elsa Masriani, M.Sc
NIP. 199506152024062002

1. 
2. 
3. 

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fiqri Almajri
NIM/BP : 22004131/2022
Departemen/Prodi : Kurikulum dan Teknologi Pendidikan/
Teknologi Pendidikan
Fakultas : Ilmu Pendidikan
Judul : Pengembangan Media *Smart Card* Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Topik Kerangka Manusia Kelas VIII SMP

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul “Pengembangan Media *Smart Card* Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Topik Kerangka Manusia 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, Juli 2026

Menyatakan,



Fiqri Almajri
NIM. 22004131

UCAPAN TERIMA KASIH

Selesainya penulisan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Novrianti, M.Pd. selaku Dosen Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, motivasi, serta bimbingan akademik kepada penulis selama menempuh studi di Universitas Negeri Padang. Nasihat dan perhatian yang Ibu berikan menjadi landasan semangat bagi penulis untuk terus berkembang dan menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Alkadri Masnur, S.Kom, M.Kom. dan Ibu Elsa Masriani, M.Sc. selaku Dosen Pembahas dan Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat berharga dalam penyempurnaan skripsi ini. Setiap catatan dan koreksi yang Ibu sampaikan menjadi bahan refleksi bagi penulis untuk menghasilkan karya yang lebih baik.
3. Bapak Dr. Nofri Hendri, M.Pd. selaku Dosen Validator Media I dan Bapak Septriyon Anugrah, S.Kom, M.Pd.T. selaku Dosen Validator Media II yang telah bersedia meluangkan waktu dan pikirannya untuk melakukan validasi terhadap produk media pembelajaran yang penulis kembangkan. Penilaian dan saran perbaikan yang Ibu berikan menjadi kontribusi yang sangat berarti bagi kelayakan produk ini.
4. Ibu Halimatun Sa'Adiyah, S.Pd. selaku Validator Materi sekaligus Guru Di SMP Negeri 34 Padang yang telah memberikan penilaian mendalam terhadap kesesuaian materi terhadap media.

5. Seluruh peserta didik kelas VIII SMP Negeri 34 Padang yang telah bersedia menjadi subjek uji praktikalitas dalam penelitian ini.
6. Ibu Kepala Sekolah SMP Negeri 34 Padang beserta seluruh staf dan dewan guru yang telah memberikan izin, kemudahan, serta sambutan yang hangat selama penulis melaksanakan penelitian di sekolah tersebut.
7. Teristimewa untuk keluarga tercinta, Ayah Junaidi, Bunda Fitri Nawati, dan adik-adik penulis Najwa Salsabila, Nayla Alkhana Azmi, dan Nacha Lalita Fitri, beserta seluruh keluarga besar yang selalu menjadi rumah terhangat dalam setiap langkah penulis. Terimakasih yang tak terhingga atas cinta tanpa syarat, doa yang tak pernah putus, serta keyakinan yang begitu besar terhadap setiap pilihan dan mimpi-mimpi penulis.
8. *Last but not least*, anak lelaki pertama dan harapan orang tuanya, Fiqri Almajri. Ya, diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya untuk diri sendiri yang telah diam- diam berjuang tanpa henti. Terima kasih telah bekerja keras dan bertahan sejauh ini. Untuk setiap malam yang dihabiskan dalam kelelahan, setiap pagi yang disambut dengan kekhawatiran, namun tetap dijalani dan berhasil dilalui. Terimakasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski banyak hal yang terjadi diluar prediksi. Terima kasih kepada jiwa yang tetap kuat, terimakasih kepada raga yang terus melangkah, meski lelah menghadapi tekanan tapi tetap diperjuangkan. Teruslah belajar dan mensyukuri nikmat yang Tuhan berikan. Tetap semangat untuk terus berusaha, berbahagialah dimanapun kamu berada. Penulis berdoa agar

langkah kecilmu selalu diperkuat, dikelilingi orang-orang baik dan hebat, serta mimpimu satu persatu akan terjawab. Aamiin.

Semoga segala kebaikan, bantuan, dan pengorbanan yang telah diberikan oleh semua pihak tersebut di atas mendapat balasan yang setimpal dari Allah Subhanahu wa Ta'ala. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Teknologi Pendidikan dan Pendidikan IPA di Indonesia.

ABSTRAK

Fiqri Almajri. 2026. Pengembangan Media *Smart Card* Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Topik Kerangka Manusia Kelas VIII SMP. Skripsi. Fakultas Ilmu Pendidikan. Universitas Negeri Padang

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran IPA pada topik kerangka manusia di kelas VIII SMP, sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi yang bersifat abstrak, terutama mengenai letak dan fungsi tulang pada rangka aksial dan rangka apendikular. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan media pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan mampu memvisualisasikan objek secara nyata melalui teknologi *Augmented Reality* (AR). Penelitian ini bertujuan untuk: mendeskripsikan proses pengembangan media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPA topik kerangka manusia kelas VIII SMP, mengetahui tingkat validitas media yang dikembangkan berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, serta mengetahui tingkat praktikalitas media berdasarkan respon peserta didik.

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang terdiri atas tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas VIII SMP yang berjumlah 29 orang. Instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, dan angket praktikalitas peserta didik. Data dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor rata-rata dan persentase kelayakan media.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* berhasil dikembangkan sesuai dengan tahapan model 4D. Hasil validasi ahli materi memperoleh skor 80 dari skor maksimal 85 dengan persentase 94,12% yang termasuk kategori sangat valid. Hasil validasi ahli media memperoleh persentase sebesar 97,50% dari validator pertama dan 98,75% dari validator kedua dengan kategori sangat valid. Sementara itu, hasil uji praktikalitas oleh peserta didik memperoleh rata-rata skor 4,69 dari skor maksimal 5 dengan persentase 93,80% yang termasuk kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil tersebut, media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada materi kerangka manusia dinyatakan sangat valid dan sangat praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran IPA kelas VIII SMP.

Kata kunci: *Smart Card*, *Augmented Reality*, Kerangka Manusia, IPA, Model 4D, Pengembangan Media Pembelajaran.

ABSTRACT

Fiqri Almajri. 2026. *Development of Augmented Reality-Based Smart Card Media for the Science Subject on the Human Skeleton Topic for Grade VIII Junior High School*. Undergraduate Thesis. Faculty of Education. Universitas Negeri Padang

This research was motivated by the limited instructional media used in science learning on the human skeleton topic in Grade VIII junior high school, which caused students to experience difficulty in understanding abstract material, particularly regarding the location and function of bones in the axial and appendicular skeletons. To address this problem, an innovative and interactive instructional medium capable of visualizing objects realistically through Augmented Reality (AR) technology was needed. This research aims to: describe the process of developing Augmented Reality-based Smart Card media for the science subject on the human skeleton topic in Grade VIII junior high school, determine the validity level of the developed media based on the assessment of material experts and media experts, and determine the practicality level of the media based on student responses.

This study employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D development model, consisting of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The research subjects were 29 Grade VIII junior high school students. The research instruments consisted of a material expert validation sheet, a media expert validation sheet, and a student practicality questionnaire. Data were analyzed using quantitative descriptive analysis techniques by calculating the average score and the media feasibility percentage.

The results showed that the Augmented Reality-based Smart Card media was successfully developed in accordance with the stages of the 4D model. The material expert validation obtained a score of 80 out of a maximum score of 85, with a percentage of 94.12%, categorized as very valid. The media expert validation obtained percentages of 97.50% from the first validator and 98.75% from the second validator, both categorized as very valid. Meanwhile, the practicality test conducted by students obtained an average score of 4.69 out of a maximum score of 5, with a percentage of 93.80%, categorized as very practical. Based on these results, the Augmented Reality-based Smart Card media on the human skeleton topic is declared very valid and very practical for use as an instructional medium in Grade VIII junior high school science learning.

Keywords: Smart Card, Augmented Reality, Human Skeleton, Science, 4D Model, Instructional Media Development

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, nikmat, hidayah, serta karunia-Nya yang tiada terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengembangan Media *Smart Card* Berbasis *Augmented Reality* Pada Mata Pelajaran IPA Topik Kerangka Manusia Kelas VIII SMP”. Shalawat beserta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad Shallallahu ‘Alaihi wa Sallam, yang telah membawa umat manusia dari alam kegelapan menuju alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai hambatan dan rintangan. Namun berkat do’a, bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang tulus, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Padang, 2026

Penulis

Fiqri Almajri

NIM.22004131

DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH	i
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Penelitian	8
C. Tujuan Pengembangan	9
D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan.....	9
E. Manfaat Pengembangan.....	13
F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	14
BAB II KAJIAN PUSTAKA	16
A. Landasan Teori.....	16
B. Kajian Penelitian yang Relevan	38
C. Kerangka Berpikir.....	44
D. Pembatasan Penelitian	47
BAB III METODE PENELITIAN	50
A. Model Penelitian Pengembangan.....	50
B. Prosedur Penelitian Pengembangan.....	51
C. Defenisi Operasional.....	55
D. Uji Coba Produk	58
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	68
A. Hasil Penelitian	68
B. Pembahasan.....	85
C. Keterbatasan Penelitian.....	95
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	98
A. Kesimpulan	98

B. Implikasi	99
C. Rekomendasi.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	105
LAMPIRAN.....	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Nilai Rata-rata Hasil Belajar	5
Tabel 3. 1 Kisi–kisi Angket Ahli Materi	61
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Angket Ahli Media	62
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Angket Respon Peserta Didik.....	63
Tabel 3. 4 Skala Likert	65
Tabel 3. 5 Kriteria Validasi	66
Tabel 3. 6 Skala Likert	66
Tabel 3. 7 Kriteria Praktikalitas	67
Tabel 4. 1 Validasi Ahli Materi.....	77
Tabel 4. 2 Hasil Validasi Media Tahap 1	78
Tabel 4. 3 Validasi Media Tahap 2	80
Tabel 4. 4 Hasil Uji Praktikalitas	82
Tabel 4. 5 Hasil Revisi Produk.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerucut Pengalaman <i>Edgar Dale</i>	22
Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir	46
Gambar 3. 1 Alur Model 4D	52
Gambar 4. 1 Tampilan Sisi Depan Kartu dan Sisi Belakang Kartu	72
Gambar 4. 2 Tampilan Panduan Pengguna dan CP.....	73
Gambar 4. 3 Tampilan dan Materi Kerangka Manusia	73
Gambar 4. 4 Tampilan dan Materi Tengkorak	74
Gambar 4. 5 Tampilan dan Materi Tulang Dada dan Rusuk.....	74
Gambar 4. 6 Tampilan dan Materi Tulang Panggul	75
Gambar 4. 7 Tampilan dan Materi Anggota Gerak Atas dan Materi.....	75
Gambar 4. 8 Tampilan dan Materi Tulang Anggota Gerak Bawah.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Storyboard	109
Lampiran 2 Lembar Validasi Materi	111
Lampiran 3 Angket Validasi Media 1.....	114
Lampiran 4 Angket Validasi Media 2.....	118
Lampiran 5 Angket Praktikalitas.....	126
Lampiran 6 Dokumentasi Validasi Materi	132
Lampiran 7 Dokumentasi Validasi Media.....	133
Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian.....	134
Lampiran 9 Dokumentasi Disseminate	135
Lampiran 10 Surat Izin Penelitian.....	136
Lampiran 11 Surat Balasan Sekolah	137
Lampiran 12 Surat Validasi Instrumen Penelitian.....	138

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan adalah proses aktualisasi peserta didik melalui berbagai pengalaman dalam belajar. Hal ini memiliki arti bahwa berhasil tidaknya sebuah pencapaian tujuan pendidikan yaitu salah satunya tergantung pada proses belajar yang dialami siswa selama proses belajar mengajar berlangsung. Tujuan pendidikan nasional di Indonesia ialah mengembangkan potensi siswa agar memiliki kekuatan spiritual, kepribadian, kecerdasan dan keterampilan (Pasaribu, 2017). Menurut Sutrisno (2016:29) pendidikan merupakan aktivitas yang bertautan dan meliputi berbagai unsur yang berhubungan era tantara unsur satu dengan unsur yang lain. Pendidikan memiliki hubungan dengan tuntutan perkembangan zaman yang mana sering kali memunculkan persoalan baru dalam bidang pendidikan, misalnya proses belajar mengajar di dalam kelas masih kurang efektif disebabkan pengajar kurang menyesuaikan perkembangan zaman yang dihadapi. Persoalan tersebut dapat mempengaruhi kualitas pendidikan di indonesia terutamanya, sehingga diperlukan solusi untuk mengatasinya. Peningkatan kualitas pendidikan bisa dilaksanakan dengan meningkatkan keefektifan dari suatu proses belajar mengajar, dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin mendorong Upaya pembaharuan dalam pemanfaatan hasil teknologi dalam proses belajar mengajar.

Teknologi dalam pendidikan kini berperan sebagai katalis inovasi dalam menciptakan lingkungan belajar yang efektif dan fleksibel. Menurut UNESCO (2021), integrasi teknologi dalam pendidikan bertujuan untuk memperluas akses terhadap pembelajaran, meningkatkan kualitas pembelajaran, serta menciptakan ekosistem pendidikan yang inklusif dan adaptif terhadap perkembangan zaman.

Perkembangan global dalam dunia pendidikan diharapkan mampu beradaptasi melalui transformasi metode pembelajaran yang lebih interaktif, kolaboratif, dan berorientasi pada pemanfaatan teknologi. Sejalan dengan tuntutan tersebut, Indonesia sebagai negara berkembang juga menghadapi tantangan besar dalam menyiapkan generasi muda yang tidak hanya menguasai ilmu pengetahuan, tetapi sekaligus memiliki tingkat literasi digital yang tinggi.

Seiring dengan perkembangan tersebut, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran menunjukkan kemajuan yang signifikan, mulai dari penggunaan media digital sederhana seperti presentasi dan video pembelajaran hingga penerapan teknologi canggih seperti *virtual reality* dan *augmented reality*. *Augmented Reality (AR)* merupakan salah satu inovasi teknologi yang memiliki potensi besar dalam bidang pendidikan karena mampu memadukan dunia nyata dengan objek virtual tiga dimensi (3D) secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan peserta didik berinteraksi secara langsung dengan objek pembelajaran melalui visualisasi yang lebih realistis. Dengan demikian, AR tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga berkontribusi

dalam meningkatkan pemahaman konseptual terhadap materi yang bersifat abstrak. Azuma (2018) menyatakan bahwa penerapan AR dalam pendidikan dapat meningkatkan keterlibatan belajar (*engagement*), mempercepat proses kognitif, serta memberikan pengalaman belajar multisensori yang sulit diperoleh melalui media pembelajaran konvensional.

Kurikulum Merdeka yang mulai diterapkan di Indonesia sejak tahun 2022 memberikan fleksibilitas bagi guru untuk merancang pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa dan konteks sekolah. Kurikulum ini menekankan pembelajaran berbasis kompetensi dan pengalaman nyata. Dalam Capaian Pembelajaran (CP) mata pelajaran IPA, siswa diharapkan mampu menjelaskan struktur dan fungsi organ tubuh manusia serta memahami keterkaitannya dengan sistem kehidupan. Oleh karena itu, guru dituntut untuk menciptakan pembelajaran yang memfasilitasi eksplorasi, kolaborasi, dan berpikir kritis. Salah satu strategi yang dapat mendukung pencapaian capaian pembelajaran tersebut adalah melalui penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi yang dapat menampilkan visualisasi tiga dimensi dari objek yang dipelajari, seperti kerangka manusia.

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu bidang studi yang sangat membutuhkan dukungan media interaktif dalam pembelajarannya. IPA adalah ilmu yang mempelajari gejala alam secara sistematis melalui metode ilmiah yang mencakup pengamatan, eksperimen, dan analisis data. Pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah,

pemahaman konseptual, serta sikap ilmiah siswa terhadap fenomena alam. Berdasarkan Permendikbudristek Nomor 7 Tahun 2022 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah, pembelajaran IPA pada jenjang SMP harus mampu mengembangkan kemampuan siswa dalam memahami struktur, fungsi, dan sistem kehidupan makhluk hidup serta fenomena fisis di sekitarnya. Salah satu materi yang lebih mudah dipahami jika ditampilkan secara nyata adalah sistem rangka manusia karena memerlukan pemahaman tentang struktur tulang, jenis-jenis tulang, serta hubungan antarbagian dalam sistem gerak manusia yang tidak mudah dipahami hanya melalui teks atau gambar dua dimensi. Selain itu, beberapa materi IPA kelas VIII SMP lain yang juga lebih mudah dipahami jika ditampilkan secara nyata antara lain sistem pencernaan manusia, sistem pernapasan manusia, sistem peredaran darah, getaran, gelombang, dan bunyi, serta tekanan zat dan sistem tata surya yang memuat konsep abstrak dan sulit diamati secara langsung. Namun, materi sistem rangka manusia dipilih sebagai fokus pembelajaran karena memiliki tingkat abstraksi tinggi tetapi sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa, menjadi dasar pemahaman sistem gerak dan kesehatan tubuh, serta memiliki karakteristik yang sangat sesuai untuk divisualisasikan melalui media interaktif tiga dimensi seperti Smart Card berbasis augmented reality yang kamu kembangkan, sehingga dapat membantu siswa kelas VIII SMP memahami konsep secara lebih konkret, menarik, dan bermakna

Berdasarkan hasil wawancara, peneliti memperoleh data nilai berupa hasil capaian belajar siswa kelas VIII B pada mata pelajaran IPA.

Tabel 1. 1 Nilai Rata-rata Hasil Belajar

No	Kelas	Jumlah Siswa	Rata-Rata	KKTP	Jumlah siswa yang mencapai KKTP	Jumlah siswa yang tidak mencapai KKTP
1	VIII A	32	82.00	80	24	8
2	VIII B	32	83,50	80	26	6
3	VIII C	32	72,40	80	11	21

Sumber: Guru Mata Pelajaran IPA Kelas VIII

Berdasarkan data hasil belajar pada tabel, diketahui bahwa standar Kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan sekolah adalah 80. Kelas VIII A dan VIII B masing-masing memiliki rata-rata nilai 82,00 dan 83,50 yang telah melampaui KKTP, namun masih terdapat beberapa siswa yang belum mencapai ketuntasan. Sementara itu, kelas VIII C memiliki rata-rata nilai 72,40 yang berada di bawah standar KKTP, dengan jumlah siswa tidak tuntas lebih banyak dibandingkan siswa tuntas. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi IPA belum merata, terutama pada kelas VIII C, yang diduga disebabkan oleh kesulitan siswa dalam memahami konsep secara mendalam dan kecenderungan menghafal materi tanpa memahami keterkaitan konsep, sehingga diperlukan inovasi media pembelajaran yang lebih interaktif untuk membantu meningkatkan capaian belajar siswa sesuai standar KKTP.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti pada tanggal 27 – 29 Oktober 2025 di kelas VIII SMP Negeri 34 Kota Padang, proses pembelajaran IPA masih didominasi oleh metode ceramah dengan penggunaan

media pembelajaran yang bersifat konvensional, seperti buku teks dan gambar dua dimensi. Suasana pembelajaran cenderung satu arah, interaksi antara guru dan siswa masih terbatas, dan sebagian siswa tampak kurang fokus serta kurang antusias mengikuti pembelajaran, khususnya pada materi sistem rangka manusia yang membutuhkan kemampuan visualisasi tinggi. Guru lebih banyak menyampaikan materi secara verbal dengan bantuan buku paket dan gambar dua dimensi yang terdapat pada slide presentasi. Kegiatan pembelajaran berlangsung satu arah, di mana guru menjelaskan konsep, sementara siswa mencatat dan mendengarkan. Aktivitas diskusi dan eksplorasi mandiri siswa masih terbatas, serta penggunaan media interaktif belum diterapkan secara optimal.

Selain itu, pada saat penyampaian materi sistem rangka manusia, guru menjelaskan nama-nama tulang, fungsi, dan jenis sendi melalui gambar statis tanpa menggunakan model konkret atau alat peraga tiga dimensi. Kondisi ini menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam membayangkan bentuk dan letak tulang secara spasial. Akibatnya, sebagian siswa cenderung menghafal istilah tanpa memahami hubungan struktur dan fungsi secara menyeluruh. Hal ini diduga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi belum meratanya capaian hasil belajar, terutama pada kelas VIII C yang memiliki persentase ketuntasan paling rendah.

Dengan demikian, data hasil belajar yang menunjukkan masih adanya siswa yang belum mencapai KKTP tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan individu siswa, tetapi juga berkaitan dengan pendekatan pembelajaran yang

digunakan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi media pembelajaran yang mampu menghadirkan visualisasi konkret, meningkatkan keterlibatan aktif siswa, serta menggeser pola pembelajaran dari yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) menjadi lebih berpusat pada siswa (*student-centered*).

Di sisi lain, hasil observasi juga menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki *smartphone* berbasis Android dan sekolah memiliki fasilitas pendukung berupa jaringan internet yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran. Namun, pemanfaatan teknologi tersebut belum digunakan secara optimal sebagai media pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang dan kebutuhan akan media pembelajaran inovatif yang interaktif, praktis, dan sesuai dengan karakteristik siswa. Oleh karena itu, pengembangan *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* dinilai relevan untuk membantu visualisasi materi kerangka manusia, meningkatkan minat belajar siswa, serta mendukung pembelajaran IPA berbasis teknologi sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

Dengan demikian, data nilai siswa yang menunjukkan adanya variasi capaian belajar, hasil observasi kelas yang menggambarkan rendahnya keterlibatan siswa, serta hasil wawancara dengan guru yang menegaskan kebutuhan terhadap media interaktif, semuanya memperkuat urgensi dilakukannya penelitian pengembangan ini. Inovasi berupa *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* menjadi solusi potensial untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap topik kerangka manusia, meningkatkan minat

belajar IPA, serta mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis teknologi sesuai dengan semangat Kurikulum Merdeka.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan *Smart Card* Berbasis *Augmented Reality* pada Mata Pelajaran IPA Topik Kerangka Manusia Kelas VIII SMPN 34 Padang”

B. Rumusan Penelitian

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

1. Bagaimana proses pengembangan *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada mata Pelajaran IPA Topik kerangka manusia kelas VIII SMP?
2. Bagaimana pengembangan *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* yang valid pada mata pelajaran IPA topik kerangka manusia kelas VIII SMP?
3. Bagaimana praktikalitas penggunaan *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada mata Pelajaran IPA topik kerangka manusia kelas VIII SMP?
4. Bagaimana penyebaran produk *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada mata Pelajaran IPA topik kerangka manusia kelas VIII SMP?

C. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan media pembelajaran *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada mata pelajaran IPA topik kerangka manusia kelas VIII SMP.
2. Untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan berdasarkan hasil validasi dari ahli materi dan ahli media.
3. Untuk mengetahui tingkat kepraktisan media pembelajaran *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* berdasarkan hasil uji coba terbatas terhadap guru dan siswa.
4. Untuk mengetahui proses penyebaran produk *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada mata Pelajaran IPA topik kerangka manusia kelas VIII SMP

D. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* (AR) pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) topik Kerangka Manusia untuk peserta didik kelas VIII SMP. Produk ini dikembangkan dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) sebagai media pembelajaran inovatif yang memadukan kartu edukatif dengan teknologi *Augmented Reality* untuk membantu peserta didik memahami struktur kerangka manusia secara lebih

konkret, interaktif, dan menarik. Adapun spesifikasi produk yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Bentuk Produk

Produk berupa seperangkat *Smart Card* berukuran A6 (10,5 cm × 14,8 cm) yang dicetak menggunakan kertas Art Carton 260–310 gsm agar kuat, tahan lama, dan nyaman digunakan dalam proses pembelajaran.

2. Desain *Smart Card*

Smart Card dirancang dalam bentuk kartu dua sisi (bolak-balik) dengan desain visual yang menarik, menggunakan kombinasi warna yang kontras, ilustrasi yang jelas, serta tata letak yang sesuai dengan karakteristik peserta didik SMP.

3. Tampilan Bagian Depan Kartu

Bagian depan kartu memuat:

- a. Gambar atau ilustrasi bagian tulang yang dipelajari.
- b. Nama bagian tulang.
- c. Marker atau QR Code *Augmented Reality*.
- d. Logo atau identitas media *Smart Card*.

4. Tampilan Bagian Belakang Kartu

Bagian belakang kartu memuat:

- a. Nama tulang atau bagian rangka.
- b. Letak tulang dalam sistem rangka manusia.
- c. Fungsi utama tulang.

- d. Penjelasan singkat materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami peserta didik.

5. Materi Pembelajaran

Materi yang disajikan dalam *Smart Card* disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka Fase D dan berfokus pada kerangka manusia berdasarkan letaknya, meliputi:

- a. Pengertian sistem rangka manusia.
- b. Rangka aksial yang terdiri atas:
 - 1) Tulang tengkorak (*cranium*)
 - 2) Tulang belakang (*vertebrae*)
 - 3) Tulang rusuk (*costae*)
 - 4) Tulang dada (*sternum*)
- c. Rangka apendikular yang terdiri atas:
 - 1) Gelang bahu
 - 2) Tulang anggota gerak atas
 - 3) Gelang panggul
 - 4) Tulang anggota gerak bawah
 - 5) Fungsi masing-masing bagian rangka dalam tubuh manusia.

6. Fitur *Augmented Reality* (AR)

Setiap *Smart Card* dilengkapi dengan marker atau QR Code yang terhubung dengan objek *Augmented Reality*. Ketika dipindai menggunakan aplikasi Assemblr EDU melalui smartphone, akan muncul objek tiga dimensi (3D) secara real-time.

7. Objek 3D yang Ditampilkan

Objek AR yang ditampilkan berupa model tiga dimensi kerangka manusia dan bagian-bagian tulang yang dapat diamati dari berbagai sudut pandang. Objek dilengkapi dengan label nama tulang sehingga memudahkan peserta didik dalam mengidentifikasi bagian-bagian rangka.

8. Perangkat Lunak yang Digunakan

Pengembangan produk menggunakan beberapa aplikasi pendukung, yaitu:

- a. Canva untuk mendesain *Smart Card*.
- b. Assemblr EDU untuk membuat dan mengintegrasikan konten *Augmented Reality*.
- c. Smartphone Android sebagai perangkat untuk menjalankan fitur AR.

9. Cara Penggunaan Produk

- a. Peserta didik membuka aplikasi Assemblr EDU pada smartphone.
- b. Peserta didik memilih fitur pemindai (scanner).
- c. Marker atau QR Code pada *Smart Card* dipindai menggunakan kamera smartphone.
- d. Objek tiga dimensi (3D) akan muncul pada layar perangkat.
- e. Peserta didik mengamati objek 3D dan membaca informasi yang terdapat pada *Smart Card*.

10. Karakteristik Produk

- a. Interaktif karena menggabungkan media cetak dan teknologi digital.
- b. Visual karena menampilkan objek kerangka manusia dalam bentuk tiga dimensi.

- c. Praktis karena dapat digunakan kapan saja melalui smartphone.
- d. Menarik karena memadukan gambar, warna, dan teknologi AR.
- e. Mendukung pembelajaran mandiri maupun pembelajaran di kelas.

11. Output Produk

- a. Produk akhir yang dihasilkan berupa:
- b. Paket *Smart Card* materi kerangka manusia.
- c. Konten *Augmented Reality* berbentuk objek 3D.
- d. QR Code atau marker yang terintegrasi dengan objek AR.
- e. Panduan penggunaan media bagi guru dan peserta didik.

Dengan spesifikasi tersebut, media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan diharapkan mampu membantu peserta didik memahami materi kerangka manusia secara lebih konkret, meningkatkan minat belajar, serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna.

E. Manfaat Pengembangan

Hasil penelitian pengembangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu :

1. Secara teoritis

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan atau rekomendasi bagi pengembangan media yang dapat dimanfaatkan dalam pelaksanaan pembelajaran khususnya pada pembelajaran IPA

2. Secara Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat secara praktis sebagai berikut :

- a. Bagi peserta didik, hasil dari penelitian pengembangan dapat dimanfaatkan peserta didik sebagai sumber belajar dan memahami materi lebih dalam.
- b. Bagi peserta didik, hasil dari penelitian ini dapat menjadi acuan tenaga pendidik dalam memilih berbagai macam media yang dapat digunakan dan dimanfaatkan dalam pelaksanaan pembelajaran.
- c. Bagi peneliti, penelitian ini membantu peneliti menambah wawasan dan pengetahuan untuk menghasilkan media yang inovatif untuk pembelajaran.
- d. Bagi peneliti lanjutan, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dan acuan untuk penelitian selanjutnya.

F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Pengembangan media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* (AR) ini diasumsikan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret, interaktif, dan bermakna bagi peserta didik. Melalui visualisasi objek tiga dimensi (3D) kerangka manusia yang ditampilkan secara *real-time* menggunakan teknologi *Augmented Reality*, media ini diasumsikan mampu membantu peserta didik memahami materi kerangka manusia, khususnya rangka aksial dan rangka apendikular, yang selama ini

cenderung bersifat abstrak apabila hanya disampaikan melalui buku teks atau gambar dua dimensi.

Penggunaan *Smart Card* yang dipadukan dengan teknologi AR tidak hanya membantu peserta didik mengenali letak, bentuk, dan fungsi bagian-bagian tulang secara lebih jelas, tetapi juga diasumsikan dapat meningkatkan minat, motivasi, dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Selain itu, media ini diharapkan dapat mendukung guru dalam menyajikan materi IPA secara lebih menarik, inovatif, dan sesuai dengan perkembangan teknologi digital sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal.

2. Keterbatasan Pengembangan

- a. Penelitian ini dibatasi hanya pada pengembangan media pembelajaran *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* pada topik kerangka manusia, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi untuk seluruh materi dalam mata pelajaran IPA.
- b. Pengujian media dilakukan dalam skala terbatas (uji coba kelompok kecil) karena menyesuaikan dengan keterbatasan waktu, sumber daya, dan jadwal pembelajaran sekolah.
- c. Penggunaan media bergantung pada ketersediaan perangkat smartphone berbasis Android dan kemampuan perangkat untuk menjalankan aplikasi AR secara optimal.

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Proses pengembangan multimedia interaktif ini menggunakan model 4D (*Define, Design, Development, Dessiminate*). Penelitian ini menghasilkan produk *smart card* berbasis *augmented reality* yang terdiri dari teks, gambar, dan animasi 3D yang dapat disesuaikan dengan tujuan pembelajaran. Media yang dihasilkan juga didukung dengan materi dan animasi 3D yang dapat menarik perhatian siswa, sehingga siswa dapat langsung berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran.
2. Hasil uji validitas pada media *smart card* berbasis *augmented reality* yang telah dikembangkan pada aspek materi yang diuji validitas materi oleh validator materi memperoleh kategori sangat valid dengan skor 80 dengan skor maksimal 85 dan presentase 94,12%. Aspek media yang diuji oleh 2 validator memperoleh skor 74 dan skor maksimal 75 memperoleh presentase 98,67% dengan kualifikasi “Sangat Valid” oleh validator 1 dan oleh validator 2 memperoleh skor 74 dengan skor maksimal 75 memperoleh presentase 98,67% dengan kualifikasi “Sangat Valid”.
3. Hasil uji praktikalitas peserta didik memperoleh skor rata-rata 4,69 dengan skor maksimal 5 dan presentase 93,79% dengan kualifikasi “Sangat

Praktis” yang mencakup aspek tampilan media, penyajian materi, kemanfaatan, dan kemudahan penggunaan.

B. Implikasi

Secara praktis, media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan memberikan implikasi langsung bagi berbagai pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran IPA di SMP, sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

Media *Smart Card* berbasis AR terbukti memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan bermakna bagi peserta didik kelas VIII SMP. Uji praktikalitas yang melibatkan 29 peserta didik di SMP Negeri 34 Padang menghasilkan persentase 93,79% dengan kategori "Sangat Praktis". Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik mampu menggunakan media secara mandiri dengan kemudahan yang tinggi, baik di lingkungan sekolah maupun di luar sekolah melalui perangkat *smartphone* Android.

Materi kerangka manusia yang sebelumnya dinilai abstrak dan sulit divisualisasikan kini dapat dipahami secara lebih konkret melalui visualisasi objek 3D yang muncul secara *real-time* saat peserta didik memindai *marker*/QR Code pada kartu. Pengalaman belajar multisensori yang diperoleh melalui media ini berimplikasi pada peningkatan motivasi, rasa ingin tahu, dan kemandirian belajar peserta didik.

2. Bagi Pendidik

Hasil penelitian ini berimplikasi pada perluasan alternatif media pembelajaran berbasis teknologi yang dapat digunakan oleh guru IPA kelas VIII SMP. Media *Smart Card* berbasis AR dapat menjadi solusi atas keterbatasan media pembelajaran konvensional yang selama ini digunakan, terutama untuk materi-materi yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi tiga dimensi seperti sistem rangka manusia.

Selain itu, penggunaan media ini tidak memerlukan perangkat khusus yang mahal, cukup dengan smartphone Android yang dimiliki peserta didik dan aplikasi Assemblr EDU yang dapat diunduh secara gratis. Hal ini memudahkan guru untuk mengintegrasikan teknologi AR ke dalam proses pembelajaran tanpa membutuhkan infrastruktur yang kompleks.

3. Bagi Satuan Pendidikan

Keberhasilan pengembangan media *Smart Card* berbasis AR di SMP Negeri 34 Padang memberikan implikasi bahwa sekolah perlu mendukung dan memfasilitasi inovasi media pembelajaran berbasis teknologi oleh guru-guru. Pengadaan jaringan internet yang stabil di sekolah menjadi faktor pendukung utama agar peserta didik dapat mengakses konten AR dengan optimal selama proses pembelajaran berlangsung.

Selain itu, hasil uji praktikalitas yang sangat tinggi (93,79%) mengimplikasikan bahwa media ini layak dijadikan sebagai salah satu sumber belajar resmi yang dilengkapi dalam perangkat ajar di sekolah. Hal ini sejalan dengan upaya penerapan Kurikulum Merdeka yang mendorong satuan pendidikan untuk mengembangkan dan memanfaatkan media pembelajaran inovatif yang kontekstual dan berbasis teknologi.

4. Bagi Pengembang Media Pembelajaran

Penelitian ini berimplikasi pada berkembangnya wawasan tentang cara mengintegrasikan teknologi AR ke dalam media fisik yang sederhana namun efektif. Model pengembangan 4D yang digunakan terbukti memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terprogram dalam menghasilkan produk media yang valid dan praktis. Proses validasi dua tahap yang dilakukan oleh ahli media menunjukkan pentingnya iterasi dan revisi produk berdasarkan masukan ahli untuk menghasilkan media yang berkualitas tinggi.

C. Rekomendasi

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian pengembangan media *Smart Card* berbasis *Augmented Reality* ini, peneliti mengajukan beberapa rekomendasi kepada berbagai pihak sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik

Peserta didik direkomendasikan untuk memanfaatkan media *Smart Card* berbasis AR secara mandiri sebagai sumber

belajar tambahan di luar jam pelajaran. Mengingat media ini dapat diakses kapan saja dan di mana saja menggunakan smartphone, peserta didik hendaknya membiasakan diri menggunakannya sebagai sarana mengulang dan memperdalam pemahaman materi kerangka manusia secara interaktif dan menyenangkan.

2. Bagi Pendidik

- a. Guru IPA kelas VIII SMP direkomendasikan untuk menggunakan media *Smart Card* berbasis AR sebagai media pendamping dalam pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran mandiri di luar kelas.
- b. Guru disarankan untuk terlebih dahulu memperkenalkan cara penggunaan aplikasi Assemblr EDU kepada peserta didik sebelum memulai kegiatan pembelajaran dengan media *Smart Card* agar proses pemindaian *marker*/QR Code berjalan lancar dan efisien.
- c. Guru dapat mengembangkan variasi aktivitas pembelajaran menggunakan *Smart Card* berbasis AR, misalnya melalui kegiatan eksplorasi mandiri, diskusi kelompok berbasis pengamatan objek 3D, hingga kuis identifikasi bagian-bagian rangka.
- d. Guru disarankan untuk mengombinasikan penggunaan media *Smart Card* berbasis AR dengan model pembelajaran aktif

seperti *Problem Based Learning* (PBL) atau pembelajaran kooperatif agar keterlibatan peserta didik semakin optimal.

3. Bagi Satuan Pendidikan

- a. Pihak sekolah direkomendasikan untuk mendukung penerapan media *Smart Card* berbasis AR dengan memastikan ketersediaan jaringan internet yang stabil di lingkungan sekolah, khususnya di ruang kelas yang digunakan untuk mata pelajaran IPA.
- b. Sekolah disarankan untuk mengalokasikan dana pengadaan media pembelajaran berbasis teknologi dalam anggaran tahunan, termasuk penyediaan paket kartu cetak *Smart Card* yang dapat dipinjamkan kepada peserta didik selama satu semester.
- c. Kepala sekolah dan wakil kurikulum direkomendasikan untuk menjadikan media *Smart Card* berbasis AR sebagai contoh praktik baik (*best practice*) yang dapat disebarluaskan kepada sekolah-sekolah lain di wilayah setempat, sebagaimana yang telah dilakukan dalam tahap *Disseminate* penelitian ini ke SMP Negeri 15 Padang.

4. Bagi Peneliti Selanjutnya

- a. Peneliti selanjutnya direkomendasikan untuk melanjutkan penelitian ke tahap uji *efektivitas* guna mengukur pengaruh media *Smart Card* berbasis AR terhadap hasil belajar, motivasi

belajar, dan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara terukur dan terstruktur.

- b. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan media *Smart Card* berbasis AR untuk materi IPA kelas VIII lainnya yang juga memiliki tingkat abstraksi tinggi, seperti sistem pencernaan manusia, sistem pernapasan manusia, sistem peredaran darah, getaran dan gelombang, atau sistem tata surya.
- c. Peneliti berikutnya disarankan untuk memperluas cakupan subjek uji coba tidak hanya pada satu sekolah, tetapi juga pada beberapa sekolah dengan karakteristik yang berbeda agar tingkat generalisasi produk semakin tinggi.
- d. Peneliti selanjutnya dapat mempertimbangkan pengembangan media *Smart Card* berbasis AR dengan konten yang lebih interaktif, misalnya dengan menambahkan fitur *quiz* terintegrasi dalam platform AR, animasi naratif yang lebih lengkap, atau dukungan suara penjelasan berbahasa Indonesia untuk setiap tulang yang divisualisasikan.
- e. Peneliti yang akan datang juga disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan platform AR alternatif selain Assemblr EDU, seperti Metaverse atau ZapWorks, untuk membandingkan kualitas visualisasi dan kemudahan penggunaan dalam konteks pembelajaran IPA di tingkat SMP.

DAFTAR PUSTAKA

- Amali, K., Kurniawati, Y., & Zulhiddah, Z. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis sains teknologi masyarakat pada mata pelajaran IPA di sekolah dasar. *Journal of Natural Science Integration*, 2(2), 191–202.
- Anwar, I. Y., Sugiarso, B. A., & Sengkey, R. (2022). Animasi interaktif pembelajaran sistem gerak meliputi rangka tubuh dan tulang. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1).
- Arikunto (2012). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arsyad, A. (2014). *Media Pembelajaran Edisi Revisi 16*. Jakarta: Rajawali
- Arsyad, A. (2020). *Media pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Aryanti, F., Tresnawati, C., Nurkanti, M., & Suhaerah, L. (2022). Efektivitas pemanfaatan aplikasi 3D (Vet & Skeleton Anatomy) sistem rangka berbasis Android untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 7(2).
- Aziz, S. M. (2021). *Pengembangan flash card sebagai media pembelajaran berbasis augmented reality (AR) pada mata pelajaran biologi materi sistem gerak kelas XI MIPA di SMAN 1 Krembung Kabupaten Sidoarjo* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember].
- Azizah, N. (2022). Penggunaan media Smart Card untuk meningkatkan hasil belajar IPA pada materi sistem peredaran darah. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 7(2), 55–63.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Azuma, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2018). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 38(4), 56–78.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56–63.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research: An introduction*. New York: Longman.
- Campbell, N. A., Urry, L. A., & Cain, M. L. (2018). *Biology: A global approach* (11th ed.). Pearson Education.
- Carin, A. A., & Sund, R. B. (2018). *Teaching science through discovery* (Rev. ed.). Boston: Pearson.
- Dadek Arywiantari, A. A. (2015). Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4d pada Pembelajaran Ipa di Smp negeri 3 Singaraja. *e-Journal Edutech Undiksha*, 3(1).
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada Mencapai Tujuan Pembelajaran. Yogyakarta: Gava Media
- Daryanto. (2013). *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting dalam mencapai Tujuan Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.

- Daryanto. (2016). *Media pembelajaran: Peranannya sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Desriana, B., & Budiningsih, C. A. (2018). Audiobook Pembelajaran Mata Kuliah Literatur Berdasarkan Perspektif Behavioral Untuk Meningkatkan Pemahaman Bahasa Jerman. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 140-150.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2005). *The systematic design of instruction*. Boston: Pearson.
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. M. Spector et al. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735–745). Springer.
- Fuada, Syifaul. (2015). “Pengujian Validasi Alat Peraga Pembangkit Sinyal (Oscillator) Untuk Pembelajaran Workshop. “In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan.”
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2018). *Textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Hamdani. (2011). *Strategi belajar mengajar*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Hartono. (2019). *Metodologi Penelitian*. Riau: Zanafa Publishing
- Haya, N. (2019). Pengembangan media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa SMP. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 21(2), 134–145.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2019). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Educational Psychologist*, 54(3), 215–235.
- Huang, T. K., Yang, C. H., Hsieh, Y. H., Wang, J. C., & Hung, C. C. (2018). Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 34(4), 243–248.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer.
- Kemendikbudristek. (2022). *Capaian pembelajaran mata pelajaran ilmu pengetahuan alam fase D (SMP/MTs)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Khoirunnisa, S., Fatih, M., & Wafa, K. (2024). Pengembangan media flashcard berbasis augmented reality pada materi tata surya siswa kelas V SDN Sumberdiren 01 Garum. *Jurnal Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(2), 45–56.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2019). *Human anatomy & physiology* (11th ed.). Pearson Education.
- Maydiantoro, A. (2021). *Model-Model Penelitian Pengembangan (Research & Development)*.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329.

- Munadi, Y. (2018). *Media pembelajaran: Sebuah pendekatan baru*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Munir. (2022). *Pembelajaran digital berbasis teknologi informasi dan komunikasi*. Bandung: Alfabeta.
- Novrianti. (2016). Teknik pengembangan dan evaluasi program pembelajaran berbasis multimedia interaktif. *Jurnal Educative: Journal of Educational Studies*, 1(1), 45–60. <https://doi.org/10.30983/educative.v1i1.123>
- Novrianti. (2018). E-modul computer based learning sebagai e-resource digital literacy bagi mahasiswa. *Jurnal Educative: Journal of Educational Studies*, 3(1), 58–71. <https://doi.org/10.30983/educative.v3i1.646>
- Novrianti. (2021). Kahoot app as a digital evaluation alternative for online learning. *Jurnal Educative: Journal of Educational Studies*, 6(1), 84–94. <https://doi.org/10.30983/educative.v6i1.4646>
- Perdana, G. R., Antara, P. A., & Trisna, G. A. P. S. (2022). Media augmented reality untuk meningkatkan kemampuan metakognitif IPA siswa kelas V SD. *Jurnal Media dan Teknologi Pendidikan*, 2(2), 52–60.
- Plomp. T., & Nieveen, N.(2013). *An Introduction To Educational Research Design*. Enschede: Netzdruk.
- Prasetyo, E. (2021). Pengembangan media Smart Card berbasis proyek pada pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 23–32.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.
- Rahmawati, A. J., Gunahardi, G., & Muchtaron, M. (2023). Augmented reality for teaching cell materials in biology for undergraduate students. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 6(3), 475–481.
- Rahmawati, D. (2020). Analisis kesulitan siswa dalam mempelajari sistem rangka manusia. *Jurnal Pendidikan Biologi Nusantara*, 3(2), 75–84.
- Rizkyani, A. A., Unaenah, E., & Azdi, M. (2022). Pengembangan media pembelajaran IPA materi rangka manusia metode Montessori siswa kelas V SD Negeri Binong II Kecamatan Curug Kabupaten Tangerang. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(5).
- Rohani, M., & Sutopo, H. (2021). Penggunaan model visualisasi tiga dimensi untuk meningkatkan pemahaman struktur tubuh manusia. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 50–60.
- Rustaman, N. Y. (2019). *Pembelajaran IPA berbasis inkuiri dan konstruktivisme*. Bandung: UPI Press.
- Safa, H. B., & Hardiyantari, O. (2025). Pengembangan media pembelajaran materi sistem pernapasan manusia berbasis augmented reality. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, 15(1), 64–77.
- Sanjaya, W. (2021). *Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Santika, A. (2023). *Pengembangan augmented reality berbasis Android dalam pembelajaran IPA SMP/MTs pada materi sistem pencernaan* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau].

- Sugiyono. (2019). Metode penelitian dan pengembangan (research and development/ r&d). Bandung: Alfabeta.
- Sukardi, S. (2022). Hambatan belajar siswa pada materi anatomi manusia dan solusi pembelajarannya. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 110–120.
- Suryani, N., & Supriyanto, A. (2020). Pengembangan media Smart Card dalam meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(1), 12–25.
- Sutrisno, E. (2016). *Manajemen sumber daya manusia*. Jakarta: Media Group.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Indiana University.
- Trianto. (2010). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana
- Trianto. (2018). *Model pembelajaran terpadu: Konsep, strategi, dan implementasinya dalam kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Winarno, S. (2019). Desain komunikasi visual dalam pengembangan media pembelajaran. *Jurnal Desain dan Teknologi Pendidikan*, 4(2), 102–110.
- Yuliani, E., & Hidayat, M. (2021). Analisis kesulitan belajar siswa SMP pada materi sistem rangka manusia. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran*, 8(3), 145–154.
- Zakiyah, H. S., & Utami, W. S. (2023). Aplikasi sistem rangka manusia untuk pembelajaran biologi berbasis augmented reality. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(3).