

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *AUGMENTED REALITY*  
MATERI KERAGAMAN FLORA DAN FAUNA DI INDONESIA  
BERBASIS ANDROID UNTUK SISWA KELAS VII SMP IT BINA INSAN  
PAREPARE**



**OLEH**

**MUHAMMAD SYAHRUL MUNIRKADIR  
NIM: 2020203887220013**

**PROGRAM STUDI TADRIS IPS  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PAREPARE**

**2024**

## **SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *AUGMENTED REALITY*  
MATERI KERAGAMAN FLORA DAN FAUNA DI INDONESIA  
BERBASIS ANDROID UNTUK SISWA KELAS VII SMP IT BINA INSAN  
PAREPARE**



## **OLEH**

**MUHAMMAD SYAHRUL MUNIRKADIR  
NIM: 2020203887220013**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
(S.Pd) Pada Program Studi Tadris IPS Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
Islam Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Parepare

**PROGRAM STUDI TADRIS IPS  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PAREPARE**

**2024**

## PERSETUJUAN KOMISI PEMBIMBING

Judul Proposal Skripsi : Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Floran dan Fauna di Indonesia Berbasis Android untuk Siswa Kelas VII SMP IT Bina Insan Parepare

Nama Mahasiswa : M. Syahrul Munir Kadir

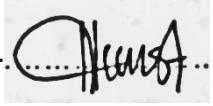
Nomor Induk Mahasiswa : 2020203887220013

Program Studi : Tadris IPS

Dasar Penetapan Pembimbing : SK. Dekan Fakultas Tarbiyah

SK Pembimbing : No.5125 Tahun 2023

Disetujui Oleh

Pembimbing Utama : Nasruddin, M.Pd. (..........)

NIP : 19800429 202321 1 007

Pembimbing Pendamping : Zurahmah, M.Pd (..........)

NIP : 19920318 202203 2 001



### PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI

Judul Skripsi : Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Floran dan Fauna di Indonesia Berbasis Android untuk Siswa Kelas VIII SMP IT Bina Insan Parepare

Nama Mahasiswa : M. Syahrul Munir Kadir

Nomor Induk Mahasiswa : 2020203887220013

Fakultas : Tarbiyah

Program Studi : Tadris IPS

Dasar Penetapan Penguji : B3517/In.39/FTAR.01/PP.00.9/09/2024

Tanggal Kelulusan : 24 Januari 2025

Disahkan oleh Komisi Penguji

Nasruddin, M.Pd

(Ketua)

(.....)

Zurahmah, M.Pd

(Sekretaris)

(.....)

Dr. Ahdar, M.Pd.I

(Anggota)

(.....)

Fuad Guntara, M.Pd

(Anggota)

(.....)

Mengetahui,



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ  
وَالْمُرْسَلِينَ وَعَلَى أَلِهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ أَمَّا بَعْدُ

Puji vngkat penulis panjatkan kehadiran Allah Swt, berkat hidayah taufik dan Amanah-Nya, Shalawat serta salam kepada Nabiullah Muhammad Saw, Nabi sekaligus Rasul yang menjadi panutan kita semua. Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia Berbasis Android Pada Siswa Kelas VII SMP IT Bina Insan Parepare”.

Sebagai rasa vngkat dan vngkata yang tidak ada hentinya penulis mengucapkan terima kasih banyak yang setulus-tulusnya kepada Ibunda tercinta Hj.Haeriah, Ayahanda tercinta Drs. H. Munir Kadir, M.Ag., Saudaraku tercinta Humaerah Munir, S.Pd.I,M.Pd., Wahyuni Munir, S.Pd.I.,M.Pd., Nilam Permatasari Munir, S.Pd.,M.Pd., Fairus Suryani Munir, S.Pd.I.,M.Pd.,Nurmaya Fitriani Munir, S.E.,M.E. dan Kakak Ipar Arfandy Dinsar, S.E.,M.M., Aswar Anas, S.Pd.,M.Pd., dan Zulkifli, S.E. serta sepupu Nurul Istiqamah As’ad, S.Pd., M.Pd. atas dukungan, dorongan, dan doa tulusnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan dan bantuan pemikiran dari berbagai pihak terutama pembimbing yaitu. Bapak Nasruddin, M.Pd.. selaku pembimbing utama dan Ibu Zurrahmah, M.Pd. selaku pembimbing pendamping atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan selama penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Penulis juga mengucapkan dan menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hannani, M.Ag. Sebagai Rektor IAIN Parepare yang telah bekerja keras mengelola vngkatanvn di IAIN Parepare.
2. Ibu Dr. Zulfah, M.Pd. Sebagai Dekan Fakultas Tarbiyah atas pengabdianya telah menciptakan suasana vngkatanvn yang positif bagi mahasiswa (i) IAIN

Parepare.

3. Ibu Dr.Ahdar,M.Pd.I. Sebagai Ketua Prodi Tadris IPS, atas arahan dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik.
4. Ibu Nurleli Ramli, M.Pd. Selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan masukan dan nasihat untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
5. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah yang telah meluangkan waktu dalam mendidik penulis selama studi di IAIN Parepare.
6. Kepala Perpustakaan IAIN Parepare beserta jajarannya yang telah memberikan pelayanan kepada penulis selama menjalani studi di IAIN Parepare.
7. Kepala SMP IT Bina Insan Kota Parepare dan guru IPS serta siswa-siswi kelas VII yang telah berkenan menerima penulis melaksanakan penelitian.
8. Seluruh teman-teman program studi Tadris IPS vingkatan 2020.

Akhir kata, penulis menyampaikan kiranya pembaca berkenan memberikan saran konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini, karena penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna akan tetapi besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

*Aamiin.*

Parepare, 30 Desember 2024

28 Jumadil Akhir 1446 H

Penulis,



M Syahrul Munir Kadir

2020203887220013

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : M Syahrul Munir Kadir  
NIM : 2020203887220013  
Tempat/Tgl. Lahir : Parepare/18 September 2000  
Program Studi : Tadris IPS  
Fakultas : Tarbiyah  
Judul Skripsi : Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia Berbasis Android untuk Siswa Kelas VIII SMP IT Bina Insan Parepare

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar merupakan hasil karya saya sendiri, Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikasi, tiruan, plagiat, atau di buat oleh orang lain sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang di peroleh karenanya batal demi hukum.

Parepare, 30 Desember 2024

Penulis,



M Syahrul Munir Kadir

2020203887220013

## ABSTRAK

M. Syahrul Munir Kadir. *Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia Berbasis Android untuk Siswa Kelas VIII SMP IT Bina Insan Parepare*. (Dibimbing oleh Bapak Nasruddin, M.Pd., dan Ibu Zurrahmah, M.Pd.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengembangan media pembelajaran augmented reality materi keragaman flora dan fauna di Indonesia berbasis android, dan juga untuk mengetahui penggunaan media pembelajaran augmented reality berbasis android materi keragaman flora dan fauna di Indonesia, serta untuk mengetahui hasil uji coba pengalaman pengguna (UEQ) siswa setelah menggunakan media *augmented reality* berbasis android materi keragaman flora dan fauna di Indonesia.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) mengadopsi metode Luther yaitu metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*), Penelitian pengembangan ini diujicobakan terbatas pada kelompok kecil siswa kelas VII. Ar Razzaaq SMP IT Insan Bina Kota Parepare sebanyak 27 siswa tahun ajaran 2023/2024 untuk melihat pengalaman pengguna menggunakan Media ARFNF. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar uji testing, angket validasi ahli media dan ahli materi, serta angket pengalaman pengguna (*User Experience Questionnaire*). Analisis data menggunakan analisis statistik deskriptif dan analisis *UEQ tools version 12*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1).Media pembelajaran augmented reality (AR) terdiri atas 6 tahapan yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution. Sehingga dihasilkan spesifikasi produk yang dikembangkan yaitu. Aplikasi yang bernama ARFNF adalah aplikasi android dengan besar sizenya 100 mb; Aplikasi ARFNF dapat dijalankan pada android minimal OS 8.0; Aplikasi ARFNF terdapat 3 menu yaitu menu utama, menu pengembang, dan menu play; Buku Marker di dalamnya terdapat 14 marker serta penjelasannya yaitu 8 fauna dan 6 flora yang ada di Indonesia. Aplikasi ARFNF telah melalui uji validitas ahli materi sebesar 76 kategori valid dan ahli media sebesar 92 Kategori sangat valid. (2). Penggunaan media pembelajaran ARFNF yaitu pertama mengunduh terlebih dahulu aplikasi melalui link <https://bit.ly/ARFNF>. Setelah aplikasi terpasang maka di dalam aplikasi terdapat 3 menu yaitu menu petunjuk penggunaan, menu pengembang, dan menu play. Untuk menjalankan AR user mengklik menu play, maka akan tampil kamera, kemudian arahkan kamera ke marker yang ada pada buku marker. (3) Secara keseluruhan respon pengguna  $> 0,8$  berarti media ARFNF positif disukai oleh siswa.

**Kata Kunci:** nilai, wisata syariah, budaya, mappadendang

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
PERSETUJUAN KOMISI PEMBIMBING .....	iii
PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Penelitian Terdahulu yang Relevan .....	8
B. Kajian Teori .....	10
C. Kerangka Pikir .....	22
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Pendekatan dan Jenis Penelitian .....	23
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	23
C. Subjek Penelitian .....	25
D. Prosedur Penelitian.....	25
E. Teknik Pengumpulan Data .....	26

F. Instrumen Penelitian .....	26
G. Teknik Analisis Data .....	28
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Pengembangan.....	32
B. Pembahasan .....	57
<b>BAB V. PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	63
B. Saran. ....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	65

## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Nama Tabel	Halaman
2.1	Persamaan dan Perbedaan Penelitian Relevan	10
3.1	Waktu Pelaksanaan Penelitian	24
3.2	Instrumen Lembar Uji Testing Marker	27
3.3	Instrumen Lembar Uji Testing Jarak dan Sudut Kamera	27
3.4	Instrumen Uji Testing Spesifikasi kamera	27
3.5	Instrumen Validator Materi	28
3.7	Instrumen User Experience Quitionare	29
3.8	Kategorisasi Validitas Produk	30
3.9	Transformed Data Pernyataan Positif	30
3.10	Transformed Data Penyataan Negatif	30
4.1	Interpretasi Hasil Evaluasi	33
4.2	Analisis Kebutuhan Sistem	49
4.3	Hasil Testing Marker	52
4.4	Hasil Uji Testing Jarak dan Sudut Kamera	53
4.5	Hasil Uji testing Spesifikasi Android	54
4.6	Hasil Validitas Ahli Materi	55
4.7	Hasil Validitas Media ARFNF	56
	Hasil Analisis UEQ	

## DAFTAR GAMBAR

<b>No. Gambar</b>	<b>Nama Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Kerucut Pengalaman Edgar Dale	12
2.2	Langkah Merender Objek Virtual dalam Dunia Nyata	16
2.3	Flora Daratan Sunda	17
2.4	Flora Indonesia bagian Tengah	18
2.5	Flora tipe Australis	18
2.6	Fauna Asiatis	20
2.7	Fauna Peralihan	21
2.8	Fauna Australis	21
2.9	Kerangka Berpikir	22
3.1	Peta Lokasi SMP IT Bina Insan Parepare	24
3.2	Metode Pengembangan MDLC	25
3.3	Analisis Data UEQ	29
4.1	Perancangan Model Sistem	35
4.2	Animasi 3D Badak	37
4.3	Animasi 3D Gajah	37
4.4	Animasi 3D Penyu	38
4.5	Animasi 3D Kuda	38
4.6	Animasi 3D Harimau	39
4.7	Animasi 3D Rusa	39
4.8	Animasi 3D Orang Utan	40
4.9	Animasi 3D Buaya	40
4.10	Animasi 3D Orchid	41
4.11	Animasi 3D Bunga Raflesia	41
4.12	Animasi 3D Pohon Sagu	42
4.13	Animasi 3D Pohon Bambu	42

4.14	Animasi 3D Pohon Kelapa	43
4.15	Logo Apk ARFNF	44
4.16	Tampilan Menu Utama	45
4.17	Tampilan Menu Petunjuk	45
4.18	Tampilan Menu Pengembang	46
4.19	Play AR Pohon Kelapa	46
4.20	Halaman Sampul Buku Marker	47
4.21	Halaman Petunjuk Penggunaan	48
4.22	Halaman Tujuan Pembelajaran	48
4.23	Halaman Marker	49
4.24	Grafik Benchmark UEQ	57
4.25	Akses Aplikasi ARFNF	57

## DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Instrumen Penelitian	70
2	Hasil Validitas	74
3	Hasil UEQ	79
4	Persuratan	80
7	Dokumentasi	90
8	Biografi Penulis	98

## **PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB LATIN**

Transliterasi kata-kata Arab yang dipakai dalam penyusunan skripsi ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 158/1987 dan 0543b/1987.

### **A. Konsonan**

Huruf	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Tha	Th	te dan ha
ج	Jim	J	Je
ح	Ha	ḥ	ha (dengan titik di bawah)
خ	Kha	Kh	ka dan ha
د	Dal	D	De
ذ	Dhal	Dh	de dan ha
ر	Ra	R	Er
ز	Zai	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan ye
ص	Shad	ṣ	es (dengan titik di bawah)
ض	Dad	ḍ	de (dengan titik di bawah)
ط	Ta	ṭ	te (dengan titik di bawah)

݂	Za	݂	zet (dengan titik di bawah)
݄	݄ain	݄	komater balik keatas
݄	Gain	G	Ge
݄	Fa	F	Ef
݄	Qaf	Q	Qi
݄	Kaf	K	Ka
݄	Lam	L	El
݄	Mim	M	Em
݄	Nun	N	En
݄	Wau	W	We
݄	Ha	H	Ha
݄	Hamzah ah	,	Apostro f
݄	Ya	Y	Ye

Hamzah (݄) yang teletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika terletak ditengah atau diakhir, maka ditulis dengan tanda (').

## B. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
݂	<i>fathah</i>	a	a
݄	<i>kasrah</i>	i	i
݅	<i>dammah</i>	u	u

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
ؒ	<i>fathah dan ya'</i>	ai	a dan i
ؔ	<i>fathah dan wau</i>	au	a dan u

Contoh:

كِيف : *kaifa*

هُول :  *haula*

### C. *Maddah*

*Maddah* atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harakat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
ـ ...   ـ ...	<i>fathah dan alif atau ya'</i>	a	a dan garis di atas
ـ	<i>kasrah dan ya'</i>	i	i dan garis di atas
ـ	<i>dammah dan wau</i>	u	u dan garis di atas

Contoh:

مَات : *mata*

رَمَى : *rama*

قَلَّا : *qila*

يَمُوتُ : *yamutu*

### D. *Ta' Marbutah*

Transliterasi untuk *ta' marbutah* ada dua, yaitu: *ta' marbutah* yang hidup atau mendapat harakat *fathah*, *kasrah*, dan *dammah*, transliterasinya adalah [t].

Sedangkan *marbutah* yang mati atau mendapat harakat sukun, transliterasinya adalah [h].

Kalau pada kata yang berakhir dengan *ta' marbutah* diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang *al-* serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta' marbutah* itu ditransliterasikan dengan ha (h).

Contoh:

رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ	: <i>raudah al-atfa</i>
الْمَدِينَةُ الْفَاضِلَةُ	: <i>al-madinah al-fadilah</i>
الْحِكْمَةُ	: <i>al-hikmah</i>

### *E. Syaddah (Tasydid)*

Syaddah atau *tasydid* yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda *tasydid* ( ـ ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan perulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *syaddah*.

Contoh:

رَبَّنَا	: <i>rabbanaa</i>
نَجَّيْنَا	: <i>najjainaan</i>
الْحَقَّ	: <i>al-haqq</i>
لُّعْمَ	: <i>nu</i> “ <i>ima</i>
عَدُوٌّ	: <i>‘aduwuwun</i>

Jika huruf ى ber- *tasydid* di akhir sebuah kata dan didahului oleh huruf *kasrah* (ـ), maka ia ditransliterasi seperti huruf *maddah* menjadi i.

Contoh:

علیٰ	: 'Ali (bukan 'Aliyy atau 'Aly)
عربیٰ	: 'Arabi (bukan 'Arabiyy atau 'Araby)

## F. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf ال (alif lam ma 'arifah). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa, al-, baik ketika ia diikuti oleh huruf *syamsiyah* maupun huruf *qamariyah*. Kata sandang tidak mengikuti bunyi huruf langsung yang mengikutinya. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

Contoh:

الشَّمْسُ : *al-syamsu* (bukan *asy-syamsu*)

الْزَّلْزَلَةُ : *al-zalzalah* (*az-zalzalah*)

الْفَلْسَفَةُ : *al-falsafah*

الْبَلَادُ : *al-bilaadu*

## Hamzah

Aturan transliterasi huruf hamzah menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi hamzah yang terletak ditengah dan akhir kata. Namun bila hamzah terletak diawal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam Arabia berupa alif.

Contoh:

تَأْمِرُونَ : *ta 'muruna*

النَّوْعُ : *al-nau '*

شَيْءٌ : *syai 'un*

أُمْرٌ : *umirtu*

## G. Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata, istilah atau kalimat Arab yang ditransliterasi adalah kata, istilah atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah atau

kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia, atau sudah sering ditulis dalam tulisan bahasa Indonesia, tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi diatas. Misalnya kata *Al-Qur'an* (dari *al-Qur'an*), *Sunnah*. Namun bila kata-kata tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka mereka harus ditransliterasi secara utuh.

Contoh:

*Fīzilālal-qur'an*

*Al-sunnah qablal-tadwin*

*Al-ibāratbi 'umumal-lafzlābikhususal-sabab*

## **H. Lafzal-Jalalah (الله)**

Kata “Allah” yang didahului partikel seperti huruf jar dan huruf lainnya atau berkedudukan sebagai *mud'a>f ilaih* (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf hamzah.

Contoh:

بِاللهِ دِينُ اللهِ *dinullah*

Adapun *ta' marbutah* di akhir kata yang disandarkan kepada *lafz al-jalalah*, ditransliterasi dengan huruf [t].

Contoh:

هُمْ فِي رَحْمَةِ اللهِ *hum fi rahmatillah*

## **I. Huruf Kapital**

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital, dalam transliterasi ini huruf tersebut digunakan juga berdasarkan pada pedoman ejaan Bahasa Indonesia yang berlaku (EYD).

## **J. Singkatan**

Beberapa singkatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Swt.	= <i>subhanahuwa ta'ala</i>
Saw.	= <i>sallallahu 'alaihi wa sallam</i>
a.s.	= <i>'alaihi al-sallam</i>
H	= Hijriah
M	= Masehi
SM	= Sebelum Masehi
QS.../...:4	= QS al-Baqarah/2:187 atau QS Ibrahim/ ..., ayat 4
HR	= Hadis Riwayat
AR	= Augmented Reality
ARFNF	= Augmented Reality Flora dan Fauna
UEQ	= User Eksperience Quittionaire
R&D	= Research and Development

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Konsep pembelajaran modern/pembelajaran era digital adalah pendekatan dan strategi pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi secara luas untuk meningkatkan proses belajar mengajar, konsep ini menyangkut pemanfaatan berbagai perangkat, aplikasi, platform, dan sumberdaya digital untuk membantu siswa dan guru mencapai tujuan pembelajaran.<sup>1</sup> Dengan demikian akan meningkatkan pengalaman belajar siswa, memperluas aksesibilitas, dan memberikan fleksibilitas dalam proses pembelajaran.<sup>2</sup> Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini salah satunya adalah *augmented reality* (AR).

Dalam dua dekade terakhir, penerapan *augmented reality* (AR) semakin mendapat perhatian.<sup>3</sup> Namun baru pada tahun 1994 Milgram dan Kishino, dan kemudian Azuma pada tahun 1997 yang memberikan definisi akurat tentang teknologi baru ini<sup>4</sup>, sebelum pada tahun 2010 sebagian besar aplikasi *augmented reality* (AR) adalah sistem yang kompleks dan mahal sehingga sulit untuk dilakukan akses karena biayanya yang tinggi dan terbatas, meskipun ada upaya memperluas sistem AR dengan membuat beberapa aplikasi untuk pendidikan

---

<sup>1</sup> Sahib M Saleh, *Media Pembelajaran* (Jawa Tengah: Eureka Media Aksara, 2023).

<sup>2</sup> Jakub Saddam Akbar et al., *Penerapan Media Pembelajaran Era Digital*, 1st ed. (Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023).

<sup>3</sup> Peng Chen et al., “A Review of Using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016,” in *Lecture Notes in Educational Technology*, 2017, 13–18, [https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2).

<sup>4</sup> J. Garzón, “An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education,” *Multimodal Technologies and Interaction*, 2021, <https://doi.org/10.3390/mti5070037>.

sebagai media pembelajaran ternyata tidak berhasil hingga munculnya perangkat mobile seperti smartphone, sehingga sistem AR mendapatkan minat dari komunitas riset dan berkembang ke seluruh dunia menjadikan alat penting yang dapat membantu dalam lingkungan Pendidikan.<sup>5</sup>

*Augmented reality* adalah peluang baru untuk pengajaran, pembelajaran, ataupun penelitian. Menariknya bagi peneliti pendidikan, cara teknologi AR mendukung dan memberikan pembelajaran bermakna, AR dapat dianggap sebagai sebuah konsep bukan jenis teknologi tertentu, artinya AR memainkan peran tambahan, bukan pengganti realitas, dimana objek virtual dapat ditambahkan ke lingkungan nyata dan alat AR dapat ditambahkan dengan memanfaatkan keterjangkauan dunia nyata dengan memberikan informasi tambahan melalui cara informasi kontekstual.<sup>6</sup> Sehingga memberikan pengalaman siswa terhadap realitas.

Media pembelajaran dapat membantu memperkaya pengalaman belajar siswa. Pada pembelajaran IPS (ilmu pengetahuan sosial) seringkali melibatkan konsep-konsep yang abstrak, sedangkan fasilitas yang dimiliki oleh sekolah seperti laboratorium IPS masih sangat terbatas atau bahkan tidak ada sama sekali. Faktanya di semua SMP yang ada di Kota Parepare belum menyediakan sarana tersebut, yang ada hanyalah laboratorium IPA dan komputer. Keterbatasan inilah sehingga diperlukan upaya kolaborasi dari guru-guru dan akademisi yang terlibat perlu

---

<sup>5</sup> J Garzón, “Augmented Reality Applications for Education: Five Directions for Future Research,” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2017, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5_31).

<sup>6</sup> M Alkhattabi, “Augmented Reality as E-Learning Tool in Primary Schools’ Education: Barriers to Teachers’ Adoption,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 12, no. 2 (2017): 91–100, <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i02.6158>.

memikirkan pemilihan media yang inovatif agar dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang dinamis, menarik, dan memotivasi peserta didik untuk memahami berbagai konsep dalam mata pelajaran IPS.

Sebagaimana firman Allah Swt dalam Qs. An-Najm: 39-42:

وَأَن لَّيْسَ لِإِنْسَنٍ إِلَّا مَا سَعَى . وَأَن سَعْيَهُ سَوْفَ يُرَى . ثُمَّ يُجْزِئُهُ الْجَرَاءُ الْأَوْقَنُ . وَأَن إِلَى رَبِّكَ الْمُنْتَهَى

Terjemahnya:

Dan bahwa insan hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya (39). Dan sebenarnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya) (40). Kemudian akan diberi jawaban kepadanya dengan jawaban yang paling sempurna(41). Dan sebenarnya kepada Tuhanmulah akhirnya (segala sesuatu) (42)." (QS. An-Najm : 39-42)<sup>7</sup>

Dari ayat tersebut dapat disimpulkan bahwa pengembangan diri merupakan suatu keharusan bagi manusia agar mampu mengembangkan kreativitas dan inovasi-inovasi yang sesuai dengan perkembangan zaman khususnya bagi guru untuk mampu mengembangkan pengetahuan dan kreativitasnya membuat media pembelajaran sehingga menciptakan lingkungan belajar yang inovatif dan mendukung perkembangan siswa. Dengan demikian, ide pengembangan diri menjadi suatu aspek penting dalam mencapai kualitas belajar yang baik.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ إِسْمَاعِيلَ، وَأَخْبَرَنَا حَلَّالُ بْنُ يَحْيَى حَدَّثَنَا بَشِّي يَرْبُّ بْنُ الْمُهَاجِ رَأَخْبَرَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ بُرْنَيْدَةَ عَنْ أَبِيهِ، قَالَ : قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: "هَلْ تَدْرُونَ مَا مَثُلُّ هَذِهِ وَهَذِهِ؟ وَرَأَى بَحْصَاتَيْنِ قَالُوا اللَّهُ وَرَسُولُهُ أَعْلَمُ، قَالَ هَذَاكُ الْأَمْلُ وَهَذَاكُ الْأَجْلُ". قَالَ أَبُو عِيسَى هَذَا حَدِيثٌ حَسَنٌ غَرِيبٌ مِّنْ هَذَا الْوَجْهِ، (سنن الترمذى). 1992; 468)

<sup>7</sup> Kementerian Agama RI, *At-Thayyib Al-Quran Transliterasi Per Kata Dan Terjemahan Per Kata* (Bekasi: PT. Sinar Abadi, 2022).

Artinya:

Telah menceritakan kepada kami Muhammad bin Isma'il dan telah memberi kabar kepada kami Khollad bin Yahya, telah menceritakan kepada kami Bayir Ibn a-Muhajir telah memberik kabar kepadaku Abdullah bin Buraidah dari ayahnya, beliau berkata: "Rasulullah SAW bertanya kepada para sahabat, Tahukah kalian semua apakah sesuatu ini? Rasulullah SAW sambal melemparkan dua kerikil, para sahabat menjawab, Allah dan Rasul-Nya lah yang lebih tahu, kemudian Rasulullah SAW bersabda "sesuatu" ini adalah angan-angan dan ini adalah ajal". Abu 'Isa berkata: Ini hadits Hasan yang Nampak asing<sup>8</sup>

Dalam Hadits tersebut dapat dipahami bahwa Nabi Muhammad SAW menggunakan dua kerikil itu sebagai media pembelajaran untuk memberikan tanda peringatan umat manusia bahwa kehidupan tidak hanya sekali saja, tetapi masih ada kehidupan lain setelah kehidupan dunia ini, sehingga peran media dalam pembelajaran membantu untuk pemahaman agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Berdasarkan pengamatan penulis di SMP IT Bina Insan Parepare, sekolah ini sangat mendukung pembelajaran yang terintegrasi dengan teknologi, karena didukung oleh fasilitas yang lengkap seperti jaringan internet yang memadai. Berdasarkan analisis materi salah satu tema dalam pelajaran IPS di kelas VII tahun 2023 yaitu keanekaragaman flora dan fauna di Indonesia, untuk membelajarkan siswa mengenai hal tersebut, guru menggunakan buku ajar dan media pembelajaran berupa gambar-gambar di power point, serta video-video. Guru belum pernah menggunakan Augmented Reality dalam proses pembelajarannya. Media AR yang mampu menghadirkan wujud virtual ke dalam dunia nyata peserta didik sehingga

---

<sup>8</sup> Muhammad Ramli, "Media Pembelajaran Dalam Perspektif Al-Quran Dan Hadits," *Ittihad Jurnal Kopertais Wilayah XI Kalimantan* 13, no. 23 (2015): 130–54, [https://idr.uin-antasari.ac.id/4625/1/M%20Ramli\\_Media%20Pembelajaran.pdf](https://idr.uin-antasari.ac.id/4625/1/M%20Ramli_Media%20Pembelajaran.pdf).

Nampak terasa begitu nyata. Namun, kenyataannya tidak semua guru mampu membuat atau mengembangkan media pembelajaran *augmented reality* buatan sendiri karena keterbatasan dan kegiatan lainnya.

Oleh karena itu, perlu penggunaan teknologi AR berpotensi revolusioner untuk cara guru dan siswa berinteraksi, membuka jalan bagi lingkungan belajar yang lebih berpusat pada siswa. Lingkungan belajar dengan media berteknologi tidak hanya menjadi tanggungjawab guru. Sekolah, akademisi dosen ataupun mahasiswa hingga pemerintah perlu bersinergi mewujudkannya. Dengan demikian penulis tertarik untuk mengembangkan media pembelajaran AR materi keragaman flora dan fauna di Indonesia yang berbasis android untuk pembelajaran di tingkat SMP Se-derajat khususnya pada SMP IT Bina Insani Parepare.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah pengembangan media pembelajaran *augmented reality* materi keragaman flora dan fauna di Indonesia berbasis android untuk siswa kelas VII SMP IT Bina Insan Parepare?
2. Bagaimanakah penggunaan media pembelajaran *augmented reality* berbasis android materi keragaman flora dan fauna di Indonesia?
3. Bagaimanakah hasil uji coba pengalaman pengguna siswa setelah menggunakan media *augmented reality* berbasis android materi keragaman flora dan fauna di Indonesia?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengembangan media pembelajaran *augmented reality* materi keragaman flora dan fauna di Indonesia berbasis android untuk siswa kelas VII SMP IT Bina Insan Parepare.
2. Untuk mengetahui penggunaan media pembelajaran *augmented reality* berbasis android materi keragaman flora dan fauna di Indonesia.
3. Untuk mengetahui hasil rancangan uji coba pengalaman pengguna siswa setelah menggunakan media *augmented reality* berbasis android materi keragaman flora dan fauna di Indonesia.

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan kegunaan kepada:

#### 1. Manfaat teoritis

Temuan dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi dan menambah referensi sebagai bahan kajian dan media ajar pada proses pembelajaran IPS khususnya pada materi keragaman flora dan fauna di Indonesia.

#### 2. Manfaat Praktis

##### a. Manfaat Bagi Guru

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan masukan untuk memperbaiki kegiatan pembelajaran khususnya tentang penggunaan media

*augmented reality* sehingga dapat mempermudah dalam mencapai tujuan pembelajaran pada materi keragaman flora dan fauna di Indonesia.

b. Manfaat Bagi Siswa

Produk hasil pengembangan media ini diharapkan dapat memberikan nuansa pembelajaran baru dan dapat memunculkan ketertarikan untuk belajar bagi siswa dengan menggunakan *augmented reality* pada materi keragaman flora dan fauna di Indonesia.

c. Manfaat Bagi Sekolah

Produk hasil pengembangan media *augmented reality* materi keragaman flora dan fauna di Indonesia ini diharapkan menjadi aset pembelajaran bagi sekolah dan sebagai referensi untuk membuat media berbasis teknologi lainnya yang mendukung tercapainya tujuan pembelajaran.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Penelitian Terdahulu yang Relevan**

Ada beberapa penelitian terdahulu yang relevan diantaranya:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmannisa dkk yang berjudul “Rancangan Bangun Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality Memory Card Game* pada Pembelajaran IPS Kelas IV SD” Hasil penelitian menunjukkan bahwa ahli materi yaitu 89,28% dalam kategori Sangat Baik, penilaian ahli bahasa yaitu 92,7% dalam kategori Sangat Baik, penilaian ahli media yaitu 76,38% dalam kategori Baik. Hasil penilaian media oleh guru yaitu 76,38% dalam kategori Baik, penilaian dari siswa yaitu 78,89% dalam kategori Baik. Berdasarkan data yang didapatkan, media pembelajaran berbasis Augmented Reality Memory Card Game layak digunakan dalam pembelajaran keragaman alat musik tradisional dan lagu daerah Indonesia pada pembelajaran IPS.<sup>9</sup>
2. Penelitian yang dilakukan Febriningrum dkk yang berjudul “Pengaruh Aplikasi Assemblr Edu Berbasis *Augmented Reality* Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Sejarah Indonesia Kelas XI IPS SMAN 8 Surabaya”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji efektivitas secara keseluruhan penilaian efektivitas Media Pembelajaran Android Berbasis Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Geografi Kelas X IPS di SMA Negeri 2 Bungo sebesar

---

<sup>9</sup> F Rahmannisa, T Rustini, and Y T Herlambang, “Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Memory Card Game Pada Pembelajaran IPS Kelas 4 SD,” *Jurnal Pendidikan IPS* 3, no. 2 (2023): 62–73, <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.26418/skjpi.v3i2.57571>.

88,06% sehingga tingkat efektivitasnya dapat di interpretasikan sangat efektif digunakan. Kesimpulannya, berdasarkan penilaian beserta masukan ahli serta hasil dari uji coba lapangan Media Pembelajaran Android Berbasis Augmented Reality sebagai media pembelajaran sudah teruji kelayakan, keunggulan, dan dapat digunakan pada proses pembelajaran pada mata pelajaran Geografi Kelas X IPS di SMA Negeri 2 Bungo.<sup>10</sup>

3. Penelitian yang dilakukan oleh M. Arrahmah, dkk tahun 2022 yang berjudul “Perkembangan Media *Augmented Reality* dengan Unity 3D dan Vuforia untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas X IPS SMA Negeri 7 Surakarta (Materi Potensi, Sebaran dan Pemanfaatan Perairan Darat)”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran augmented reality layak untuk digunakan dengan hasil yang baik yang diperoleh dari penilaian validitas ahli materi dan ahli media serta uji coba terhadap kelompok kecil dan kelompok lapangan. Serta media AR efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa dengan peningkatan rata-rata nilai pre-test dan post-test.<sup>11</sup>

Adapun persamaan dan perbedaan penelitian relevan dapat dilihat pada tabel 1.

---

<sup>10</sup> D P Febriningrum and S M Purwaningsih, “Pengaruh Aplikasi Assembler Edu Berbasis Teknologi Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Sejarah Indonesia Kelas XI IPS SMAN 8 Surabaya,” *Ejournal.Unesa.Ac.Id* 13, no. 1 (2022), <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/avatara/article/view/50083>.

<sup>11</sup> M Arrahmah, “Pengembangan Media Augmented Reality Dengan Unity 3D Dan Vuforia Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas X IPS SMA Negeri 7 Surakarta” (2022), <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/92973/>.

**Tabel 2.1.** Persamaan dan Perbedaan Penelitian Relevan

No	Keterangan	Peneliti 1	Peneliti 2	Peneliti 3	Peneliti 4
1	Nama Peneliti	Rahmannisa dkk	Febriningrum dkk	M. Arrahmah, dkk	M. Syahrul Munir
2	Tahun Penelitian	2023	2022	2023	2024
3	Jenis Penelitian	Pengembangan	Kuantitatif	Pengembangan	Pengembangan
4	Metode Penelitian	ADDIE	Pre-Eksperimen	4D	MDLC
5	Materi Penelitian	IPS	Sejarah	IPS SMA	Keanekaragaman flora dan fauna di Indonesia
6	Tingkat/Subjek	Kelas IV SD	Kelas X IPS SMA	Kelas X SMA	Kelas VII SMP

Kebaruan penelitian ini dibandingkan penelitian relevan lainnya adalah: (1) metode pengembangan yang digunakan adalah MDLC; dan (2) dari segi Materi yang dikembangkan ke dalam media *augmented reality* adalah keragaman flora dan fauna di Indonesia.

## B. Kajian Teori

### 1. Media Pembelajaran

Media memiliki konotasi yang luas dan kompleks.<sup>12</sup> Media dalam Bahasa arab adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan, sedangkan media berasal dari Bahasa latin yang secara harpiah berarti “tengah/perantara”, media berasal dari keinginan manusia untuk berkomunikasi yang selalu ingin untuk berekspresi. Menurut Gane dan Brigs (1974) dalam Septy media pembelajaran merupakan alat yang digunakan untuk menyampaikan isi materi pelajaran yang dapat merangsang siswa dalam mengikuti proses

---

<sup>12</sup> Muhammad Yaumi, *Media Dan Teknologi Pembelajaran* (Jakarta: Kencana, 2021).

pembelajaran.<sup>13</sup> kesimpulannya media adalah wadah dari pesan yang oleh sumbernya ingin diteruskan sasaran atau penerima pesan tersebut, materi yang diterima adalah pesan instruksional dan tujuan yang dicapai adalah tercapainya proses belajar

Media pembelajaran merujuk pada segala bentuk alat atau teknologi yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran. Dalam era digital saat ini, media pembelajaran telah mengalami evolusi yang pesat, memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas pendidikan. Melalui penggunaan media pembelajaran yang tepat, guru dapat menciptakan pengalaman belajar lebih menarik, interaktif, dan efisien bagi siswa.<sup>14</sup>

Media pembelajaran meliputi alat yang secara spesifik digunakan untuk menyampaikan isi materi pembelajaran.<sup>15</sup> Media pembelajaran merupakan komponen sumber belajar yang mengandung materi instruksional di lingkungan siswa yang memotivasi siswa untuk belajar. Sumber belajar terdiri atas sumber-sumber yang mendukung proses pembelajaran siswa termasuk system penunjang, materi, dan lingkungan pembelajaran. Sumber belajar mencakup segala yang tersedia untuk membantu individu belajar dan menunjukkan kemampuan dan kompetensinya.<sup>16</sup>

---

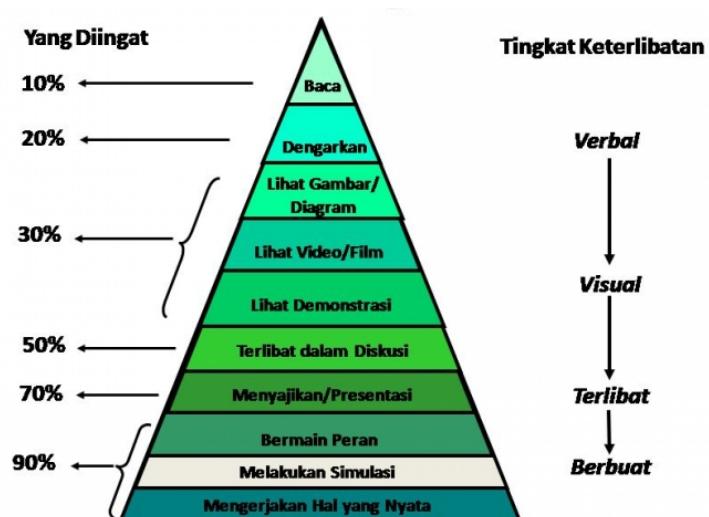
<sup>13</sup> Septi Nurfadillah, *Media Pembelajaran Di Jenjang SD*, 1st ed. (Jawa Barat: CV Jejak, 2021).

<sup>14</sup> Syahruddin Mahmud, *Media Pembelajaran* (Banjarmasin: Lovrinz Publishing, 2023).

<sup>15</sup> Hendra et al., *Media Pembelajaran Berbasis Digital*, 1st ed. (Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023).

<sup>16</sup> Ahmad Suryadi, *Teknologi Dan Media Pembelajaran*, 1st ed. (Jawa Barat: Jejak Publisher, 2020).

Perolehan pengetahuan siswa seperti yang digambarkan oleh Kerucut Pengalaman Edgar Dale (Lihat Gambar 1) bahwa pengetahuan akan semakin abstrak apabila pesan hanya disampaikan melalui kata verbal, hal ini memungkinkan terjadinya verbalisme, artinya siswa hanya akan mengetahui tentang kata tanpa mengetahui dan mengerti makna yang terkandung di dalamnya, hal tersebut akan menciptakan kesalahan persepsi. Oleh karena itu, sebaiknya siswa memiliki pengalaman yang lebih konkrit, pesan yang ingin disampaikan benar-benar dapat mencapai sasaran dan tujuan.<sup>17</sup>



Gambar 2.1. Kerucut Pengalaman Edgar Dale

Media dibagi ke dalam dua kategori yaitu media tradisional dan media teknologi mutakhir.

a. Media Tradisional, meliputi:

- 1) Visual diam yang diproyeksikan, seperti proyeksi opaque, proyeksi overhead, slides, dan filmstrips.

<sup>17</sup> Rusdi Susilana, *Media Pembelajaran (Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, Dan Penilaian)* (Bandung: CV. Wacana Prima, 2018).

- 2) Visual yang tak diproyeksikan, seperti gambar, poster, foto, grafik, diagram, pameran, dan papan info
  - 3) Audio seperti rekam piringan, pita, kaset, dan radio.
  - 4) Penyajian multimedia seperti slide plus suara dan multi-image.
  - 5) Visual dinamis, yang diproyeksi seperti film, televisi, dan video.
  - 6) Cetak, seperti buku teks, modul, teks program, wokbook, dan majalah ilmiah.
  - 7) Permainan, seperti teka-teki, simulasi, dan permainan papan.
  - 8) Realia, seperti model, specimen (contoh), dan manipulatif (peta atau boneka)
- b. Media Teknologi Mutakhir
- 1) Media berbasis telekomunikasi, seperti *teleconference*, kuliah jarak kauh.
  - 2) Media berbasis mikroprosescor, seperti *computer assisted instruction*, permainan computer, system tutor intelijen, interaktif, *hypermedia*, dan compact (video).<sup>18</sup>
2. *Augmented Reality*

*Augmented Reality* atau biasa disingkat dengan AR dalam Bahasa Indonesia disebut realitas bertambah<sup>19</sup>. Ronald T. Azuma dalam Kamiana, mendefenisikan augmented reality ada 3 (tiga) yaitu: (1) *augmented reality* adalah penggabungan dunia nyata dan virtual; (2) *augmented reality* berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (realtime); (3) terdapat integrasi antara benda dalam tiga dimensi, yaitu

---

<sup>18</sup> Ilyas Ismail, *Teknologi Pembelajaran Sebagai Media Pembelajaran*, ed. Syarifuddin, 1st ed. (Makassar: Cendikia Publisher, 2020).

<sup>19</sup> Ani Ismayani, *Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality* (Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2020).

benda maya terintegrasi dalam dunia nyata<sup>20</sup>. Sehingga suatu benda yang sebelumnya hanya dapat dilihat secara dua dimensi, dapat muncul sebagai objek virtual yang digabungkan dalam lingkungan nyata secara *real time*.

Stephen Cawood & Mark Fiala dalam kutipan Brian mendefinisikan *augmented reality* yaitu cara alami untuk mengeksplorasi objek 3D dan data, AR merupakan suatu konsep perpaduan antara virtual reality dengan world reality. Sehingga objek-objek virtual 2D atau 3D seolah-olah terlihat nyata dan menyatu dengan dunia nyata. Pada teknologi AR, pengguna dapat melihat dunia nyata yang ada di sekelilingnya dengan penambahan objek virtual yang dihasilkan oleh komputer.<sup>21</sup>

Cara kerja *augmented reality* yaitu:

- a) Marker Based Tracking merupakan ilustrasi hitam dan putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Komputer akan mengenali posisi dan orientasi marker dan menciptakan dunia virtual 3D yaitu titik (0,0,0) dan 3 sumbu yaitu X, Y, dan Z.
- b) *Markerless Augmented Reality*, metode ini pengguna tidak perlu lagi menggunakan sebuah marker untuk menampilkan elemen-elemen digital. Saat ini markerless *Augmented Reality* banyak dikembangkan oleh perusahaan besar, penggunaan AR ini melalui:

---

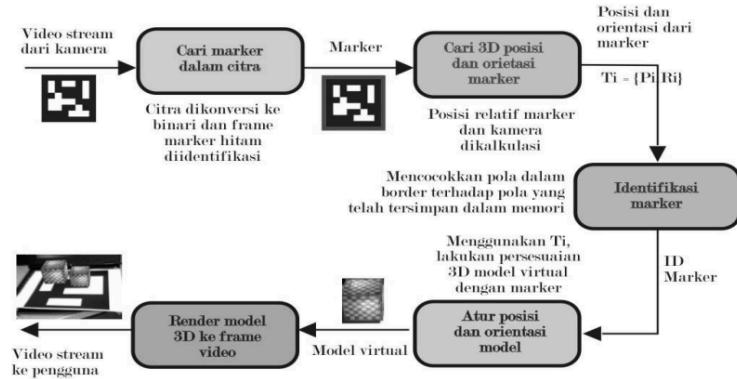
<sup>20</sup> J Martin-Gutierrez, “Editorial: Learning Strategies in Engineering Education Using Virtual and Augmented Reality Technologies,” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2017, <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00630a>.

<sup>21</sup> Brian dkk Yushastara, “Augmented Reality Technology For Learning Book The Introduction Of The Early Childhood Animals in the Virtual” (Yogyakarta, 2012), [http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH\\_publikasi\\_11.22.1369.pdf](http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH_publikasi_11.22.1369.pdf).

- 1) *Face tracking*, merupakan markerless AR yang menggunakan algoritma yang dikembangkan sehingga computer dapat mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali wajah manusia secara umum dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain disekitarnya seperti pohon, rumah, dan benda-benda lainnya.
- 2) *3D object tracking*, mengenali semua bentuk benda yang ada disekitar, seperti mobil, meja, televisi, dll.
- 3) *Motion Tracking*, Teknik ini dapat menangkap Gerakan, motion tracking telah mulai digunakan secara ekstensif untuk memproduksi film-film yang mencoba menstimulasikan gerakan.
- 4) *GPS based tracking* saat ini mulai popular dan banyak dikembangkan pada aplikasi smartphone. Dengan memanfaatkan fitur GPS dan Kompas yang ada dalam smartphone, aplikasi akan mengambil data GPS dan Kompas kemudian menampilkannya dalam bentuk arah yang kita inginkan secara realtime, bahkan ada beberapa aplikasi menampilkannya dalam bentuk 3D.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Ilmawan Mustaqim, "Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran," *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 13, no. 2 (2016): 174.



Gambar 2.2. Langkah-Langkah Merender Objek Virtual dalam Dunia Nyata

### 3. Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia

Indonesia adalah salah satu negara dengan keragaman hayati tertinggi di dunia. Indonesia dikenal dengan kekayaan alamnya yang luar biasa, termasuk keberagaman spesies flora (tumbuhan) dan fauna (hewan). Negara ini terdiri dari berbagai tipe habitat, mulai dari hutan hujan tropis, savana, hingga terumbu karang, yang mendukung keberagaman hayati yang tinggi. Indonesia termasuk tiga besar di dunia Bersama-sama dengan Brazil di Amerika Selatan dan Zaire di Afrika.

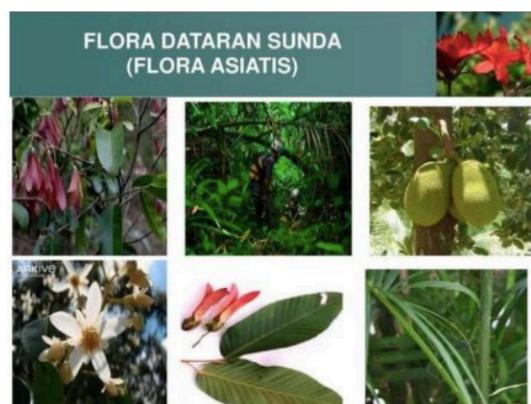
#### a. Keragaman Flora di Indonesia

Istilah flora diartikan sebagai semua jenis tumbuhan yang tumbuh di suatu daerah tertentu. Apabila istilah flora ini dikaitkan dengan life form (bentuk hidup/habitus) tumbuhan, maka akan muncul berbagai istilah seperti flora pohon, flora semak belukar, flora rumput, dll. Apabila flora dikaitkan dengan nama tempatnya maka akan muncul istilah-istilah seperti flora jawa, flora gunung Halimun, dll. Sesuai dengan kondisi lingkungannya, flora di suatu tempat dapat terdiri dari beragam jenis yang masing-masing dapat terdiri dari beragam variasi gen yang hidup di beberapa tempat habitat. Oleh karena itu, munculah istilah

keanekaragaman flora yang mencakup makna keanekaragaman genetik dari jenis, dan keanekaragaman habitat dimana jenis-jenis flora tersebut tumbuh.<sup>23</sup>

Jenis-jenis flora di Indonesia dibagi berdasarkan lokasi di wilayah Indonesia:

- 1) Flora di Indonesia bagian barat, adalah tipe Asiatis (memiliki kesamaan dengan benua Asia, dengan ciri-ciri: Memiliki berbagai jenis tumbuhan kayu yang berharga (Jati, Meranti, Kruing, Mahoni, beringin, dll) Selalu hijau sepanjang tahun, bersifat heterogeny. Terdapat tumbuhan endemic hanya ada di daerah tersebut) yaitu Reflesia Arnoldi di Sumatra. Banyak Kawasan hutan mangrove (di Pantai Timur Sumatra, pantai Barat dan selatan Kalimantan, pantai Barat dan Jawa)



Gambar 2.3. Flora Daratan Sunda

- 2) Flora di Indonesia bagian tengah yang ada hanyalah hutan semusim/hutan homogen yang tidak begitu lebat, bahkan di Nusa Tenggara yang ada hanyalah sabana (padang rumput yang luas dengan tumbuhan kayu di sana-sini) dan

---

<sup>23</sup> Triyani Suprihatin, "Bahan Ajar IPS Kelas VII," *SMP Negeri 2 Kraksaan* (Probolinggo: SMP Negeri 2 Kraksaan, September 8, 2022), <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/569569-1673336576.pdf>.

stepa (tanah kering yang hanya ditumbuhi semak belukar). Tumbuhan Palma, Cemara, dan Pinus.



Gambar 2.4. Flora Indonesia bagian Tengah

3) Flora di Indonesia bagian timur adalah tipe Australis (memiliki kesamaan dengan benua Australia) yang didominasi hutan hujan tropis, dimana jenis floranya memiliki kesamaan dengan flora dibenua Australia. Flora ciri khas dikawasan ini ialah Anggrek.



Gambar 2.5. Flora tipe Australis

Flora di Indonesia dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok:

a) Indo Malayan

Meliputi Kawasan Indonesia bagian barat (Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, dan Bali).

b) Indo Australia

Meliputi Kawasan Indonesia bagian timur (Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua).<sup>24</sup>

b. Keragaman Fauna di Indonesia

Fauna menurut KBBI adalah seluruh kehidupan hewan suatu habitat, daerah, atau strata geologi tertentu.<sup>25</sup> Kata Fauna juga berasal dari Bahasa Latin yang artinya alam hewan. Fauna di Indonesia, dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

- 1) Fauna Indonesia bagian barat (Asiatis) meliputi wilayah Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan. Ciri-ciri fauna asiatis yaitu mamalia ukuran besar (Harimau, Gajah, Tapir), berbagai jenis kera (Babon), Jenis ikan air tawar, sedikit burung berwarna (Burung Enggang), reptile, fauna endemic (Badak bercula satu, burung Merak, Jalak, Bali, dan Orang Utan).

---

<sup>24</sup> Wahyu Annisa, *Mengenal Aneka Flora & Fauna Indonesia*, 1st ed. (Jakarta: Lakzana Kids, 2016).

<sup>25</sup> Ernawati Waridah, *Kamus Bahasa Indonesia* (Bmedia, 2017).



Gambar 2.6. Fauna Asiatis

2) Fauna di Indonesia Bagian tengah (Peralihan) mencakup Kepulauan Wallace yaitu Sulawesi, Timor, Nusa Tenggara, serta sejumlah pulau-pulau kecil sekitar. Memiliki ciri khas tersendiri disbanding Indonesia bagian Barat ataupun Timur. Contohnya burung Maleo, Anoa, Komodo, dan Babi Rusa. Kuda, Monyet saba, beruang, sapi, dan banteng, sedangkan reptile seperti biawak, buaya, dan ular, sedangkan jenis burung seperti kakatua, nuri, maleo, burung dewata. Perbedaan karakteristik fauna antara Indonesia Bagian Barat dengan Indonesia Bagian Tengah dibatasi garis khayal yaitu garis Wallacea.



Gambar 2.7. Fauna Peralihan

3) Fauna Indonesia bagian Timur (Australis) fauna Indonesia Bagian timur atau disebut tipe Australic tersebar diwilayah Paupa Halmahera, dan Kepulauan Aru. Memiliki ciri-ciri mamalia berukuran kecil. (Walaby, Possum) memiliki satu jenis kera, hewan berkantung (kanguru), banyak terdapat burung-burung yang berbulu indah, sedikit jenis ikan tawar, kadal, salamander, Fauna Endemik (Cendrawasih dan Kasuari). Perbedaan Karakteristik fauna antara Indonesia bagian tengah dengan Indonesia Timur dibatasi dengan garis khayal yaitu garis Webber.<sup>26</sup>

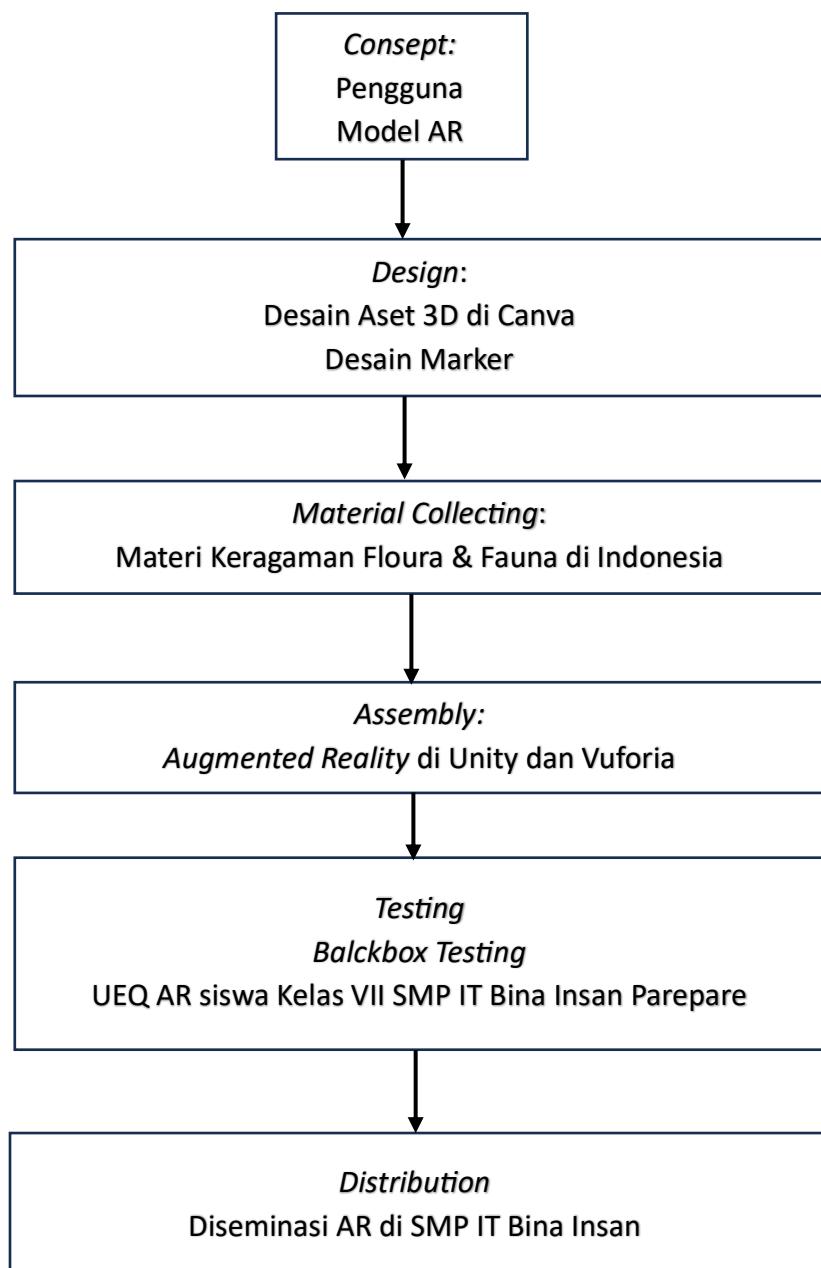


Gambar 2.8. Fauna Australis

<sup>26</sup> Hadiani Nur, "Bahan Ajar Ilmu Pengetahuan Sosial Kelas VII" (SMPN Terbuka Astambul, October 2021), <https://www.scribd.com/document/600697229/BAHAN-AJAR-KELAS-7-OCTOBER>.

### 3. Kerangka Pikir

Berdasarkan latar belakang masalah dan kajian teori, maka kerangka berpikir dalam penelitian ini yaitu:



Gambar 2.9. Kerangka Berpikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Pendekatan dan Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan metode pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Tahapan MDLC sebagai berikut:

1. Tahap pengkonseptan (*concept*)
2. Tahap perancangan (*design*)
3. Tahapan pengumpulan bahan (material collecting)
4. Tahap pembuatan (*assembly*)
5. Tahap pengujian (*testing*)
6. Tahap pendistribusian (*distribution*)<sup>27</sup>

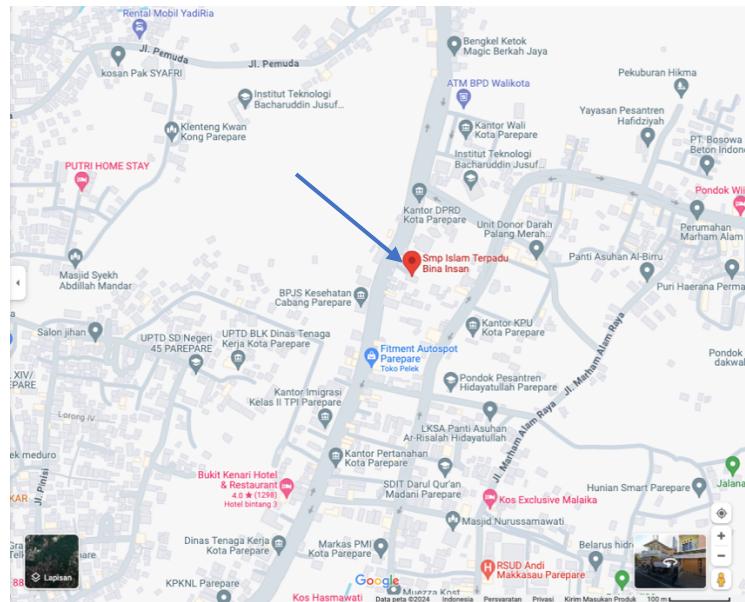
Pemilihan metode pengembangan MDLC yaitu MDLC memiliki kerangka kerja yang terstruktur dan prosedur tahapan yang fleksibel untuk mengembangkan aplikasi multimedia.

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian di SMP IT Bina Insan Kota Parepare yang beralamat di Jl. Jenderal Sudirman Parepare. Pemilihan Lokasi penelitian ini karena belum adanya media AR dalam pembelajaran IPS, dan di sekolah ini fasilitas akses internet sangat baik.

---

<sup>27</sup> D S B Ginting et al., “Implementation of Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Method in Smart Comic Learning Based on Augmented Reality,” in *2023 7th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)*, 2023, 116–21, <https://doi.org/10.1109/ELTICOM61905.2023.10443166>.



Gambar 3.1. Peta Lokasi SMP IT Bina Insan Parepare

Penelitian ini rencana waktunya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Waktu Pelaksanaan Penelitian

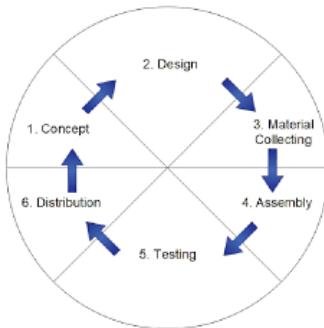
No	Kegiatan	Bulan __ Tahun 2024/2025					
		9	10	11	12	1	2
1	Tahap pengkonseptan						
2	Tahap perancangan						
3	Tahap pengumpulan bahan						
4	Tahap Pembuatan						
5	Tahap Pengujian						
6	Tahap Pendistribusian						
7	Penyusunan Hasil Penelitian						

### C. Subjek Penelitian

Penelitian pengembangan ini diujicobakan terbatas pada kelompok kecil siswa kelas VII. Ar Razzaaq SMP IT Insan Bina Kota Parepare sebanyak 20 siswa tahun ajaran 2023/2024 untuk melihat pengalaman pengguna menggunakan Media *Augmented Reality* pada Pembelajaran IPS Materi Keanekaragaman Flora dan Fauna di Indonesia.

### D. Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian ini dengan mengikuti alur pengembangan metode MDLC, seperti terlihat pada gambar:



Gambar 3.2. Metode Pengembangan MDLC

1. Tahap pengkonseptan yang akan dilakukan dilakukan yaitu tahap menentukan tujuan pengembangan dan siapa pengguna program, dan menentukan model *augmented reality* yang akan digunakan yaitu *marker based tracking* dengan menggunakan software *Unity* dan *Vuforia*.
2. Tahap perancangan yang akan dilakukan yaitu membuat perancangan model sistem, *story board*, *model interface*, dan desain marker.

3. Tahap pengumpulan materi yang akan dilakukan yaitu pengumpulan materi aset 3D flora dan fauna.
4. Tahap pembuatan yang akan dilakukan yaitu membuat Aplikasi *Augmented Reality* (menu *loading*, menu utama, menu mulai AR, menu *download*, menu petunjuk, dan menu pembembang), pada tahapan ini juga akan di buat juga marker AR dalam bentuk buku marker.
5. Tahap uji testing, pada tahap ini pengujian dengan menggunakan black box testing aplikasi/program dijalankan dan dilihat apakah ada kesalahan atau tidak. Uji testing marker, uji testing jarak dan sudut kamera, uji testing spesifikasi android. Setelah itu akan divalidasi oleh validator ahli media dan ahli materi. Kemudian dilakukan testing pada pengguna untuk melihat pengalaman pengguna saat menggunakan AR.
6. Tahap *distribution* yang akan dilakukan yaitu menyimpan aplikasi pada *drive* kemudian didistribusikan produk AR pada sekolah tempat meneliti.

## **E. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu:

1. Observasi, untuk mengumpulkan data uji *testing* berupa uji *testing marker*, uji *testing* jarak dan sudut kamera, uji testing spesifikasi android.
2. Angket, untuk mengumpulkan data validitas produk dari ahli media dan ahli materi, serta mengumpulkan data *user experience* (pengalaman pengguna).

## **F. Instrumen Penelitian**

Berdasarkan pengumpulan data, maka instrument penelitian ini yaitu:

1. Lembar Observasi Uji testing AR

a. Uji *testing* marker

**Tabel 3.1.** Instrumen Lembar Uji *Testing Marker*

No	Marker	Deskripsi	Hasil		
			3D	Suara	Teks
1	Flora				
2	Fauna				

b. Uji *testing* jarak dan sudut kamera

**Tabel 3.2.** Instrumen Lembar Uji Testing Jarak dan Sudut Kamera

Jarak antara Kamera dan Marker	Kemiringan			Keterangan
	0 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	
1,5 meter				
1,25 meter				
1 meter				
0,5 meter				
0,25 meter				

c. Uji *testing* spesifikasi perangkat kamera

**Tabel 3.3** Instrumen Uji Testing Spesifikasi kamera

No	Jenis HP Android	Spesifikasi Mobile	Keterangan
1	Oppo		
2	Samsung		
3	Vivo		
4	Realme		
5	Xiomi		

2. Lembar Validasi

a. Ahli Materi

**Tabel 3.4.** Instrumen Validator Materi

No	Indikator	Nomor Butir
1	Kelengkapan Materi	1
2	Kesesuaian Tujuan Pembelajaran	2,3

3	Keluasan/Kedalaman Materi	4, 5,6
4	Keakuratan Materi	7,8

b. Ahli Media

**Tabel 3.5.** Instrumen Validator Media

No	Indikator	Butir Pernyataan
1	Kualitas Desain Media	1,2,3
2	Fungsi dan Interaktivitas	4,5
3	Keseuaian Tekhnologi	6,7
4	Penggunaan multimedia	8,9
5	Kepraktisan	10,11

3. *User Experience Questionare*

**Tabel 3.6.** Instrumen *User Experience Questionare*

Aspek	Butir Pernyataan
Daya Tarik ( <i>Attractiveness</i> )	1,12,14,16,24,25
Kejelasan ( <i>Perspicuity</i> )	2,4,13,21
Efisiensi ( <i>Efficiency</i> )	9,20,22,23
Ketepatan ( <i>Dependability</i> )	8,11,17,19
Stimulasi ( <i>Stimulation</i> )	5,6,7,18
Kebaruan ( <i>Novelty</i> )	3,10,15,26

**G. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Analisis Data Kualitatif

Analisis data kualitatif yang dilakukan yaitu menganalisis data saran dan masukan dari validator materi dan validator media, serta hasil observasi dari hasil uji balckbox testing.

2. Analisis Data Kuantitatif

Data validitas ahli materi dan media akan di analisis dengan menggunakan statistik deskriptif yaitu persentasi rata-rata:<sup>28</sup>

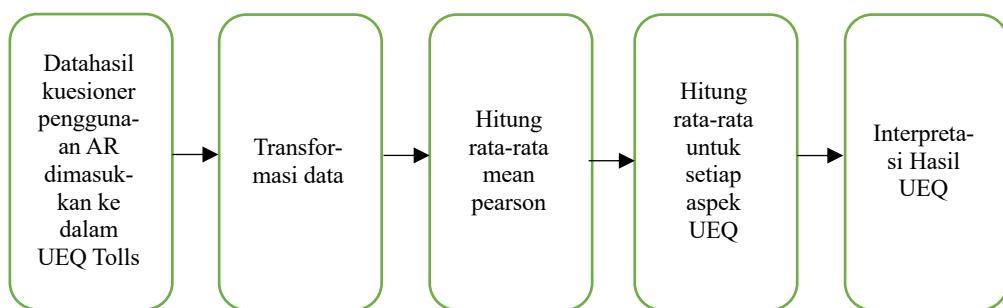
$$Persentasi = \frac{Skor\ validator}{skor\ maksimal} \times 100\%$$

Data hasil presentasi kemudian di kategorisasikan. Berikut ini tabel kategorisasi validitas ahli.

**Tabel 3.7.** Kategorisasi Validitas Produk

Interval	Kategorisasi
0 - 20	Validitas Sangat Rendah
21 - 40	Validitas Rendah
41 - 60	Validitas Sedang
61 - 80	Validitas Tinggi
81 - 100	Validitas Sangat Tinggi

Analisis data UEQ menggunakan UEQ Tools<sup>29</sup>. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.3.** Analisis Data UEQ

Hasil dari data quisioner dimasukkan ke DAT untuk proses transformasi data dengan urutan nilai (apabila atribut pertanyaan dinilai “positif” kiri atau kanan

<sup>28</sup> N P Munir et al., “Development of Mathematics Student Worksheets Through the Approach Model Eliciting Activities (MEAs) on the Triangle Material,” *Journal of Physics: Conference Series* 1940, no. 1 (June 1, 2021): 012097, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012097>.

<sup>29</sup> Martin Schrepp, “User Experience Questionnaire Handbook,” 2023, [www.ueq-online.org](http://www.ueq-online.org).

dari daftar kuesioner yang diacak memiliki tujuan agar meminimalkan kecenderungan dari jawaban para responden, responden memberikan jawaban atas 26 atribut pernyataan dengan poin skala 1 – 7.

**Tabel 3.8.** Transformed Data Pernyataan Positif

Poin skala penelitian	1	2	3	4	5	6	7	
Tidak Praktis	o	o	o	o	o	o	o	Praktis
Nilai setelah transformed data	-3	-2	-1	0	1	2	3	

Jawaban dari para responden di skala dari -3 yang artinya setuju atas istilah negative pada atribut pertanyaan +3 yang artinya setuju dengan istilah positif pada atribut pertanyaan. Sebaliknya bernilai + 3 sampai -3 jika pernyataan negatif.

**Tabel 3.9.** Transformed Data Pernyataan Negatif

Poin skala penelitian	1	2	3	4	5	6	7	
Kreatif	o	o	o	o	o	o	o	Monoton
Nilai setelah transformed data	3	2	1	0	-1	-2	-3	

Hasil dari transformed data, kemudian dikelola untuk menghasilkan gambaran pengalaman pengguna AR. Selanjutnya pada set data benchmark, perhitungan mean dan varians. Standar dalam penentuan skala mean yaitu:

**Tabel 3.10.** Interpretasi Hasil Evaluasi

Interval	Interpretasi
-0,8 – 0,8	Netral
> 0,8	Positif
< -0,8	Negatif

Metode UEQ menggunakan standar Benchmark digunakan untuk memberikan gambaran kualitas aplikasi yang telah dirancang.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Yoseu Herawaty, “Analisis User Experience Pada Tiktok Menggunakan Metode User Experience Questionnaire (UEQ),” *Jurnal Ilmiah Komputasi* 21, no. 4 (December 30, 2022), <https://doi.org/10.32409/jikstik.21.4.3108>.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Pengembangan**

Penelitian ini dilaksanakan di kelas VIII SMP IT Bina Insan Kota Parepare.

Hasil utama dari penelitian dan pengembangan ini berupa media pembelajaran augmented reality flora dan fauna di Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini mengacu pada model pengembangan Luther yaitu MDLC, yang mencakup 6 tahapan: pengkonseptan, perencanaan, pengumpulan materi, pembuatan, uji testing, dan distribusi.

Berikut adalah detail dari setiap tahap pengembangan berdasarkan metode MDLC.

##### **1. Hasil Tahap Pengkonseptan (Concept)**

Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah:

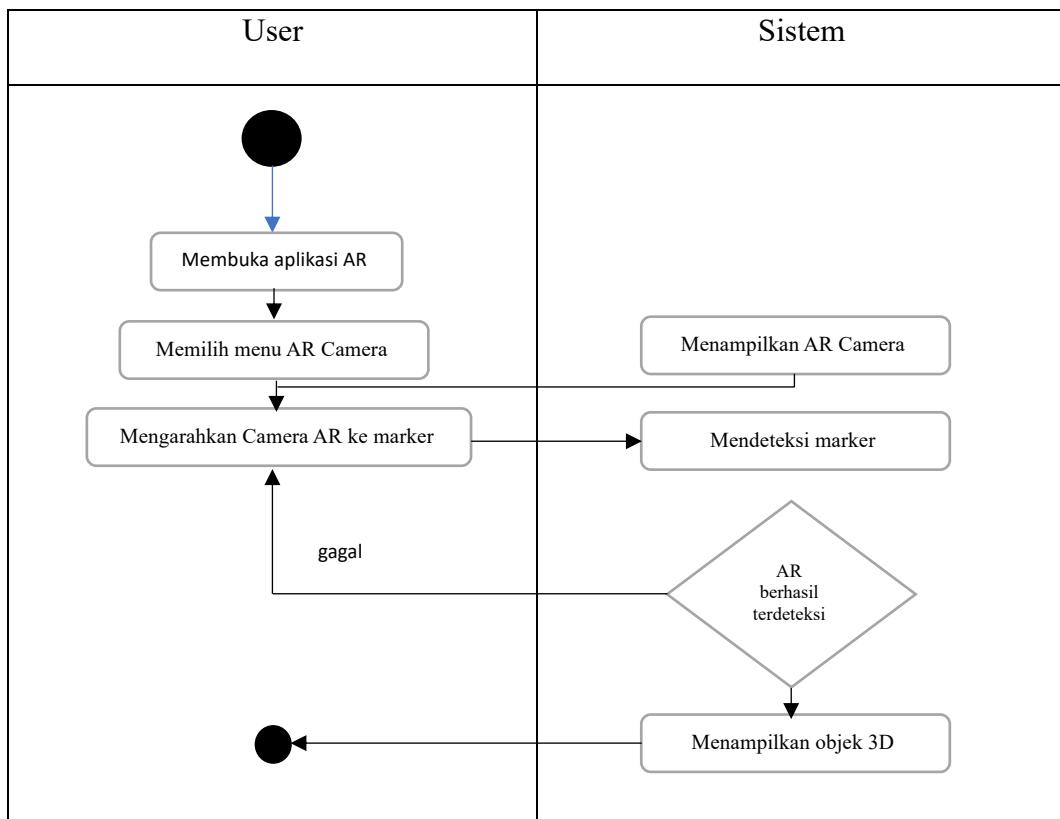
a. Konsep *Augmented Reality*

Analisis sistem konsep augmented reality yang akan digunakan :

1) Kebutuhan Sistem

Sistem yang berjalan merupakan gambaran bagaimana sebuah sistem digunakan. Sistem yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel. 4.1 Analisis Kebutuhan Sistem



## 2) Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional ini terdiri atas beberapa fungsi utama yang saling berkaitan dan mendukung satu sama lainnya, meliputi:

- User yang menggunakan aplikasi media bangun flora dan fauna ini, dengan cara menggunakan gawai dan menggunakan buku augmented reality sebagai marker yang telah disiapkan.
- Media edukasi ini dapat dishare (dibagikan) kesesama android.

## 3) Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional yang dimaksud adalah kebutuhan tidak langsung terkait dengan fitur-fitur di dalam system. Seperti:

- Kebutuhan spesifikasi, kebutuhan yang dibuat membutuhkan spesifikasi android dengan OS (operating system) minimum android 8.0.
- Kebutuhan hardware, berupa: Laptop Asus Tuf Gaming F15 yang spesifikasinya yaitu prosesor Intel core i7-12700H, sistem operasi windows 11 Home, RAM 16 GB, Graphic Card NVIDIA Geforce RTX 3050. Android berbagai brand.
- Kebutuhan Software, berupa: *Software Unity (64-bit); Vuforia Engine SDK, Canva, Visual Studio Code, Android Software Development (SDK)*.

b. Pembelajaran IPS

Pembelajaran IPS di Kelas VII berdasarkan hasil wawancara dengan guru IPS SMP IT Bina Insan diperoleh informasi bahwa “materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia membutuhkan visualisasi 3Dimensi agar anak bisa melihat langsung bentuk dari berbagai macam flora dan fauna yang dimiliki Indonesia sehingga tujuan pembelajaran bisa tercapai. Oleh karena itu, peneliti memilih materi ini untuk dikembangkan menjadi media pembelajaran augmented reality.

Analisis tujuan pembelajarannya yaitu:

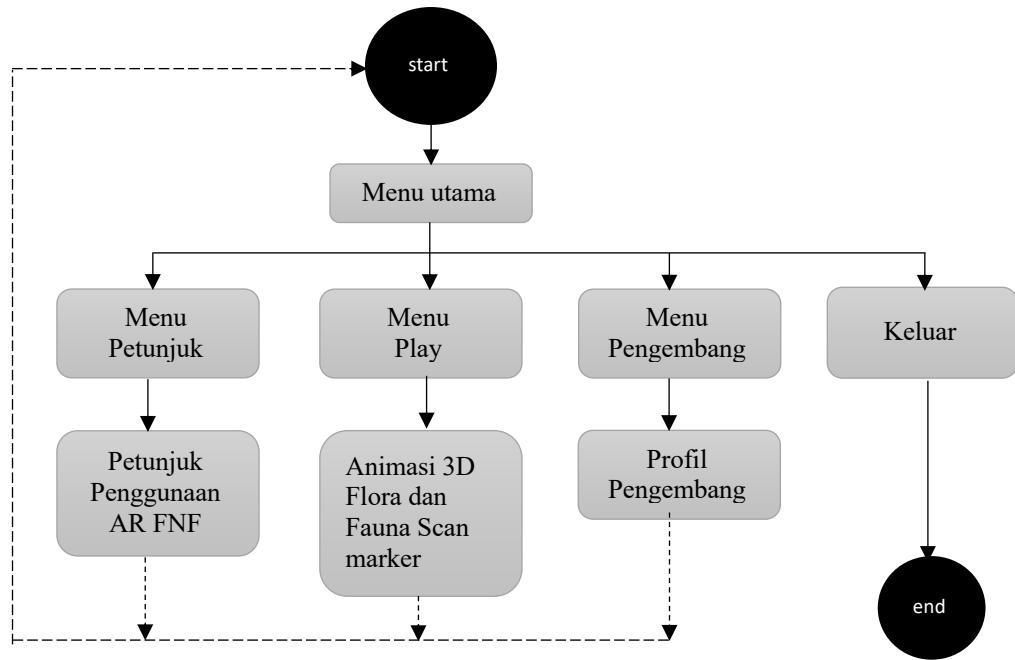
- 1) Menjelaskan persebaran flora dan fauna di Indonesia
- 2) Menjelaskan konsep garis wallace dan weber.
- 3) Membandingkan karakteristik flora dan fauna Indonesia bagian Barat, Tengah dan Timur

**2. Hasil Tahap Perancangan (*design*)**

Tahap design dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. Perancangan model system

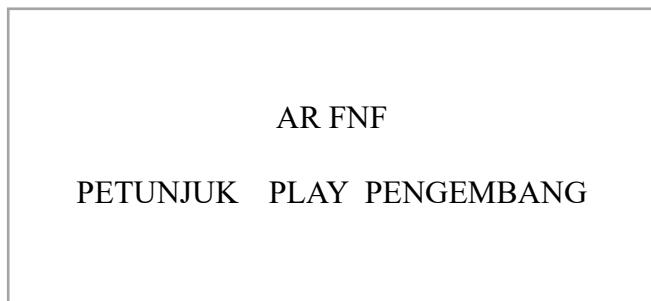
Diagram activity di bawah ini menjelaskan tentang alur kerja rancangan aplikasi dengan sistem berjalan.



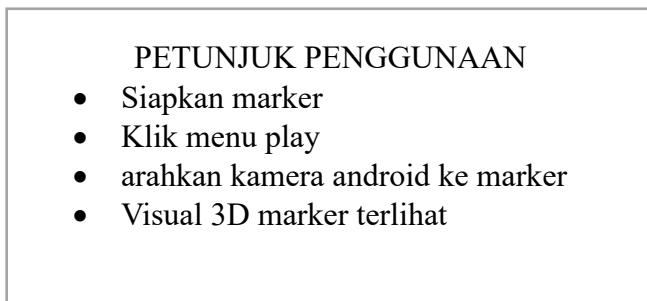
Gambar 4.1 Perancangan Model Sistem

b. Perancangan Model Interface

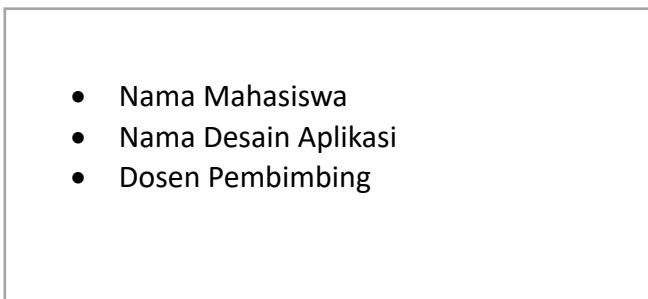
1) Rancangan desain interface menu loading



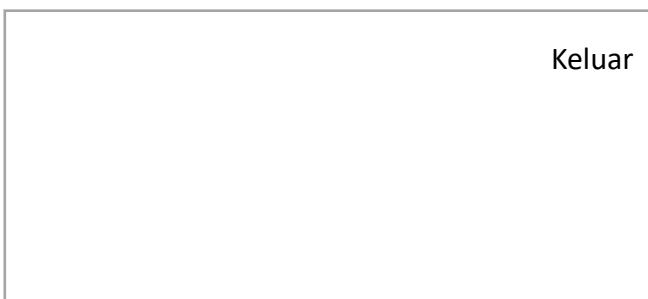
2) Rancangan desain interface menu petunjuk penggunaan



3) Rancangan desain interface menu pengembang (developer aplikasi AR)



4) Rancangan desain menu play



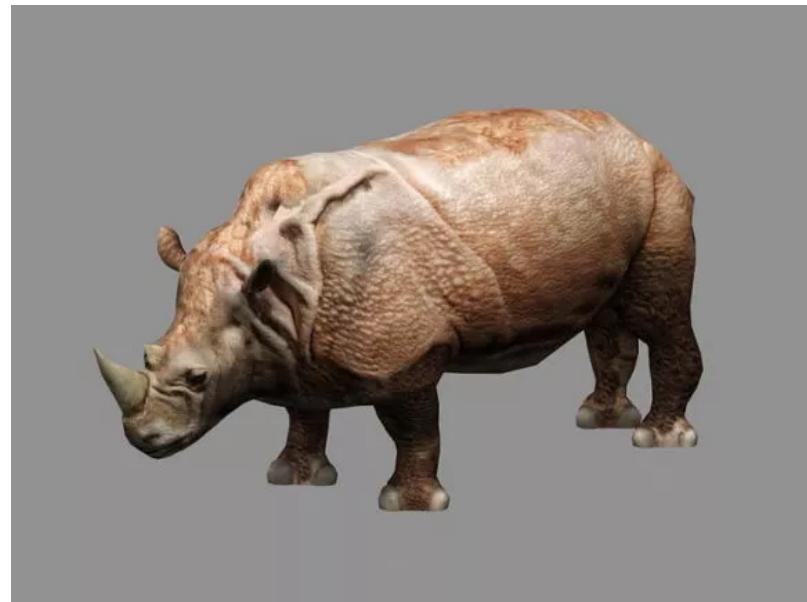
c. Desain buku marker

Desain buku marker terdiri atas sampul dan kata pengantar, dengan ukuran A4, orientasi landscape, dan terdiri atas 2 Bab yaitu Bab I Fauna dan Bab II Flora.

### **3. Hasil Tahap Pengumpulan Materi (*Material Collecting*)**

Pada tahapan ini peneliti mengumpulkan materi untuk marker pada animasi augmented reality. Melalui tinjauan literatur materi keragaman flora dan fauna di Indonesia dan penelusuran animasi 3 Dimensi pada web (<https://free3d.com/3d-models/animated-fbx>; <https://open3dmodel.com/id/> ). Pemilihan marker flora dan fauna sangat terbatas dengan type *fbx*, sehingga hanya dipilih 14 animasi 3D free.

a. Animasi 3D Badak



Gambar 4.2 Animasi 3D Badak

Sumber: <https://media.open3dmodel.com/2022/06/Animated-Rhinoceros-Rig.jpeg>

b. Animasi 3D Gajah



Gambar 4.3 Animasi 3D Gajah

Sumber: [https://open3dmodel.com/id/3d-models/realistic-elephant-with-tusk\\_351444.html#s1](https://open3dmodel.com/id/3d-models/realistic-elephant-with-tusk_351444.html#s1)

c. Animasi 3D Penyu



Gambar 4.4. Animasi 3D Penyu

Sumber: <https://media.open3dmodel.com/img/79/78074-sea-turtle-sea-animal-3d-model.jpg>

d. Animasi 3D Kuda



Gambar 4.5. Animasi 3D Kuda

Sumber: <https://id.3dexport.com/3dmodel-horse-503007.htm>

e. Animasi 3D Harimau



Gambar 4.6 Animasi 3D Harimau

Sumber: [https://open3dmodel.com/id/3d-models/bengal-tiger-animation\\_31882.html](https://open3dmodel.com/id/3d-models/bengal-tiger-animation_31882.html)

f. Animasi 3D Rusa



Gambar 4.7 Animasi 3D Rusa

Sumber: [https://open3dmodel.com/id/3d-models/little-deer-animal\\_352076.html](https://open3dmodel.com/id/3d-models/little-deer-animal_352076.html)

g. Animasi 3D Orang Utan



Gambar 4.8 Orang Utan

Sumber: <https://creazilla.com/media/3d-model/3863777/orangutan>

h. Animasi 3D Buaya



Gambar 4.9. Animasi 3D Buaya

Sumber: [https://open3dmodel.com/id/3d-models/3d-model-animated-crocodile-rig-2\\_120268.html](https://open3dmodel.com/id/3d-models/3d-model-animated-crocodile-rig-2_120268.html)

i. Animasi 3D Orchid



Gambar 4.10 Animasi 3D Orchid  
Sumber: <https://www.turbosquid.com/3d-models/orchid-1185801>

j. Animasi 3D Bunga Rafflesia



Gambar 4.11 Animasi 3D Bunga Raflesia  
Sumber: <https://sketchfab.com/tags/rafflesia>

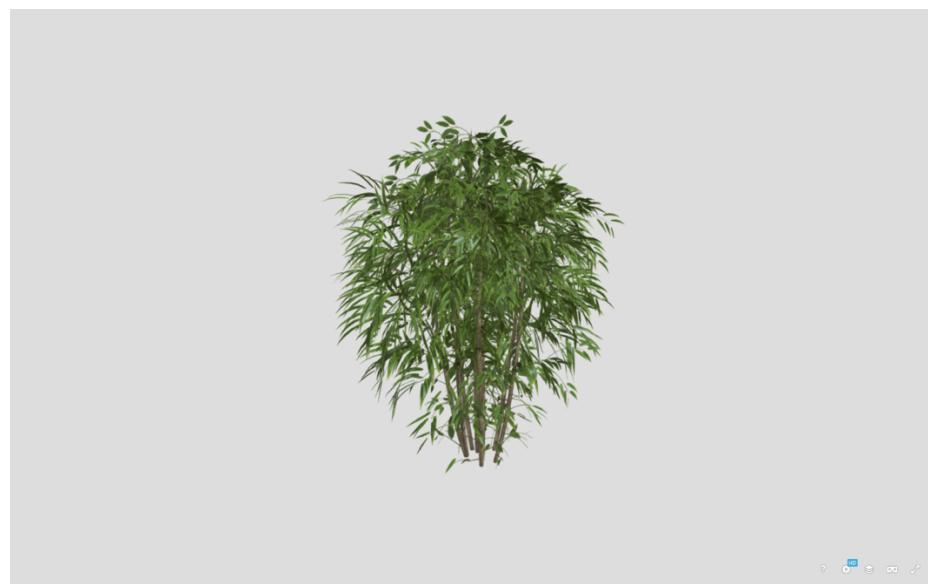
k. Animasi 3D Pohon Sagu



Gambar 4.12 Animasi 3D Pohon Sagoo

Sumber: <https://sketchfab.com/3d-models/sago-palm-game-ready-low-poly-baked-textures-85c86658224a4fe493f0f35091635555>

l. Animasi 3D Pohon Bambu



Gambar 4.13 Animasi 3D Pohon Bambu  
Sumber: <https://sketchfab.com/3d-models/bamboo-b2e6f889630e4ab593376a151836a3e1>

m. Animasi 3D Pohon Kelapa



Gambar 4.14 Animasi 3D Pohon Kelapa

Sumber: <https://sketchfab.com/3d-models/coconut-palm-26e787f2ff2e4c0fb004c3b0210805a3>

#### 4. Hasil Tahap Pembuatan (*Assembly*)

Hasil pembuatan berdasarkan tahap rancangan, maka hasil produk dari penelitian ini adalah media pembelajaran augmented reality flora dan fauna yang peneliti beri nama (ARFNF).

##### a. Aplikasi ARFNF

Aplikasi ARFNF dikembangkan melalui *software unity* dengan Langkah-langkah pembuatan:

- 1) 14 marker diupload di *Vuforia engine*.
- 2) Desain menu utama, menu petunjuk, dan menu pengembang melalui canva.
- 3) Membuat 4 Scene, *Scene* Menu Utama, *Scene* Menu Petunjuk Penggunaan, *Scene* Menu Pengembang, dan *scene* menu play.

- 4) Mengaktifkan button (tombol) melalui visual studio code.
- 5) Mengupload 14 animasi 3D ke dalam unity.
- 6) Menambah backsound latar menu utama dan backsound latar menu play.
- 7) Membuat panel (deskripsi materi masing-masing marker).
- 8) Mengaktifkan AR Camera.
- 9) Membuilding aplikasi android.
- 10) Download aplikasi pada android

Hasil pada android seperti terlihat pada gambar di bawah:

1) Logo Aplikasi ARFNF

Desain logo aplikasi melalui canva, tampil pada saat loading aplikasi menuju menu utama. Berikut hasil logo



Gambar 4.15 Logo Apk ARFNF

2) Menu Utama

Pada menu utama menampilkan teks nama aplikasi, dan beberapa tombol yaitu tombol play, tombol ke menu petunjuk penggunaan, tombol pengembang (developer), serta tombol exit (keluar)



Gambar 4.15 Tampilan Menu Utama

### 3) Menu Petunjuk

Halaman menu petunjuk atau disimbolkan dengan tombol (?) pada menu petunjuk (about) merupakan cara menggunakan aplikasi augmented reality, setelah membacanya maka terdapat tombol “back” untuk Kembali ke menu utama.



Gambar 4.16 Tampilan Menu Petunjuk

### 4) Menu Pengembang

Halaman menu pengembang AR atau disimbolkan dengan tombol (!), berisi nama mahasiswa peneliti, nama dosen pembimbing, dan nama desain AR.



Gambar 4.17 Tampilan Menu Pengembang

##### 5) Menu Play

Pada halaman menu play menampilkan AR Camera, dengan mengarahkan ke marker aplikasi yang sudah dimasukkan ke dalam Vuforia engine yang akan menampilkan objek 3 Dimensi, dan di halaman juga terdapat panel penjelasan dari animasi 3D, juga terdapat tombol “back” untuk Kembali. Pada menu play terdapat backsound “Birds forest” (sumber: <https://pixabay.com/id/music/meditasi-spiritual-birds39-forest-20772/>)



Gambar 4.18 Play AR Pohon Kelapa

### **b. Buku Marker**

Buku marker adalah buku yang berisi marker dan penjelasan tentang flora dan fauna di Indonesia. Terdiri atas 32 halaman, yaitu halaman sampul, petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran dan marker AR serta materi.

#### 1) Halaman Sampul

Halaman sampul di desain di canva, dengan tampilan teks judul dan nama peneliti.



Gambar 4.19 Halaman Sampul Buku Marker

#### 2) Halaman Petunjuk Penggunaan

Pada halaman petunjuk penggunaan menampilkan link download aplikasi dan QR Code, serta cara menggunakan marker.



Gambar 4.20 Halaman Petunjuk Penggunaan

### 3) Halaman Tujuan Pembelajaran

Halaman tujuan pembelajaran mencakup tujuan pembelajaran yang ingin dicapai pada pembelajaran keragaman flora dan fauna di Indonesia.



Gambar 4.21 Halaman Tujuan Pembelajaran

### 4) Halaman Marker

Halaman marker menampilkan gambar yang akan discan oleh kamera AR untuk menampilkan animasi 3D.



Gambar 4.22 Halaman Marker

## 5. Hasil Tahap uji testing

Pada tahapan ini metode pengujian dengan black box testing aplikasi/program dijalankan dan dilihat apakah ada kesalahan atau tidak, apakah sudah sesuai rancangan atau tidak. Berikut ini hasil uji testing Media ARFNF.

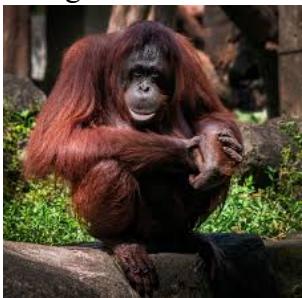
### a. Hasil Testing marker

Uji testing marker dilakukan untuk melihat apakah marker dapat tertangkap langsung oleh kamera dan menampilkan objek secara 3D dan apakah ukurannya proporsional, serta apakah teks terbaca dengan jelas. Berikut ini hasil testing 14 marker.

Tabel 4.2 Hasil Testing Marker

No	Marker	Hasil	
		3D	Teks
1	Badak 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai

No	Marker	Hasil	
		3D	Teks
2	Gajah 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
3	Penyu 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
4	Kuda 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
5	Harimau 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
6	Rusa 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai

No	Marker	Hasil	
		3D	Teks
7	Orang Utan 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
8	Buaya 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
9	Bunga Orchid 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
10	Bunga Rafflesia 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
11	Pohon Sagu 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
12	Pohon Palm 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai

13	Pohon Bambu 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai
14	Pohon Kelapa 	Berhasil ditampilkan	Objek 3D dengan teks sesuai

Sumber: Olahan Data

### b. Hasil testing Jarak dan Sudut Kamera

Hasil testing jarak dan sudut kamera dilakukan untuk melihat sampai derajat kemiringan dan ketinggian berapa meterkah marker masih bisa terlihat jelas.

Tabel 4.3. Hasil Uji Testing Jarak dan Sudut Kamera

Jarak antara Kamera dan Marker	Kemiringan			Keterangan
	0 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	
1,5 meter	-	-	-	Tidak berhasil ditampilkan
1,25 meter	-	-	-	Tidak berhasil ditampilkan
1 meter	✓	✓	✓	Berhasil ditampilkan
0,5 meter	✓	✓	✓	Berhasil ditampilkan
0,25 meter	✓	✓	✓	Berhasil ditampilkan

Sumber: Olahan Data

### c. Hasil Testing Spesifikasi Android

Uji testing pada spesifikasi perangkat mobile yang dilakukan pada beberapa merk gawai yang sering digunakan, untuk melihat apakah aplikasi dapat berjalan di

dengan melihat spesifikasi RAM, kamera depan dan kamera belakang, serta OS versi Androidnya.

Tabel 4.4 Hasil Uji testing Spesifikasi Android

No	Jenis HP Android	Spesifikasi Mobile	Keterangan
1	Oppo F11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 4 GB</li> <li>• Kamera Depan 16 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 48 MP</li> <li>• OS: Android 9.0</li> </ul>	Aplikasi terpasang dan beroperasional dengan baik
2	Samsung A31	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 4 GB</li> <li>• Kamera Depan 8 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 48 MP</li> <li>• OS: Android 10.0</li> </ul>	Aplikasi terpasang dan beroperasional dengan baik
3	Vivo Y56	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 8 GB</li> <li>• Kamera Depan 16 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 50 MP</li> <li>• OS: Android 13.0</li> </ul>	Aplikasi terpasang dan beroperasional dengan baik
4	Readmi 10s	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 8 GB</li> <li>• Kamera Depan 13 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 64 MP</li> <li>• OS: Android 11.0</li> </ul>	Aplikasi terpasang dan beroperasional dengan baik
5	Xiomi Note 9 Pro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 8 GB</li> <li>• Kamera Depan 16 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 64 MP</li> <li>• OS: Android 10.0</li> </ul>	Aplikasi terpasang dan beroperasional dengan baik
6	Oppo Reno 7z	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 8 GB</li> </ul>	Aplikasi terpasang dan

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamera Depan 16 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 64 MP</li> <li>• OS: Android 12.0</li> </ul>	beroperasional dengan baik
7	Redmi Note 10 Pro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ram 8 GB</li> <li>• Kamera Depan 16 MP</li> <li>• Kamera Belakang: Dual Camera 108 MP</li> <li>• OS: Android 13.0</li> </ul>	Aplikasi terpasang tapi tidak beroperasi dengan baik AR Camera tidak terdeteksi

Sumber: Olahan Data

#### d. Hasil Validitas Produk

##### 1) Validitas Ahli Materi

Validitas ahli materi diberikan kepada 2 orang ahli materi yaitu guru IPS SMP IT Bina Insan Parepare dan dosen tadris IPS IAIN Parepare.

Tabel 4.5 Hasil Validitas Ahli Materi

No	Indikator	Pernyataan	Skor Validitas	
			V1	V2
1	Kelengkapan Materi	Keseuaian materi pada Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia dengan Capaian Pembelajaran	4	4
2	Kesesuaian Tujuan Pembelajaran	Keseuaian materi pada Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia Tujuan Pembelajaran	4	4
		Keseuaian materi pada Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia dengan Alur Tujuan Pembelajaran	4	4

3	Keluasan/Kedalaman Materi	Kedalaman materi pada media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia sebagai bekal untuk mempelajari materi berikutnya	3	4	
		Materi yang dipilih sesuai dengan gambar yang digunakan			
		Tingkat kesulitan materi sesuai dengan tingkat Fase D.			
4	Keakuratan Materi	Materi Flora yang disajikan sudah akurat	4	4	
		Materi Fauna yang disajikan sudah akurat	4	4	
		Materi yang disajikan dalam media AR dapat dipertanggungjawabkan sesuai literatur rujukan	4	3	
		Jumlah	34	35	
Rata-Rata Persentasi			75	77	
Rata-Rata			76		
Interpretasi			Valid		

Sumber: Olahan Data

## 2) Validitas Ahli Media Pembelajaran

Validasi ahli media pembelajaran diberikan kepada 1 orang dosen Pendidikan Matematika IAIN Parepare. Berikut ini hasil dari validasi media ARFNF.

Tabel 4.6 Hasil Validitas Media ARFNF

No	Indikator	Pernyataan	Skor
1	Kualitas Desain Media	Desain antarmuka mearik dan sesuai dengan materi	4
		Tata letak elemen mudah dipahami	4
		Pemilihan warna, font, dan animasi 3D mendukung kenyamanan visual	4
2	Fungsi dan Interaktivitas	Fitur Augmented reality berfungsi dengan baik	5
		Media interaktif dan responsive terhadap pengguna	5

		Navigasi mudah digunakan	5	
3	Kesesuaian teknologi	Aplikasi kompatibel dengan perangkat android manapun	5	
		Tidak terdapat bug/eror saat penggunaan	4	
4	Penggunaan multimedia	Ilustrasi, animasi 3D, dan teks mendukung pemahaman materi.	4	
		Kualitas animasi sesuai dengan standar pembelajaran	4	
5	Kepraktisan	Media mudah diakses dan di instal	4	
		Tidak memerlukan perangkat tambahan yang kompleks	4	
		Size aplikasi tidak mengambil ruang penyimpanan yang tinggi	3	
Jumlah			55	
Rata-Rata Persentasi			92	
Interpretasi			Sangat Valid	

Sumber: Olahan Data

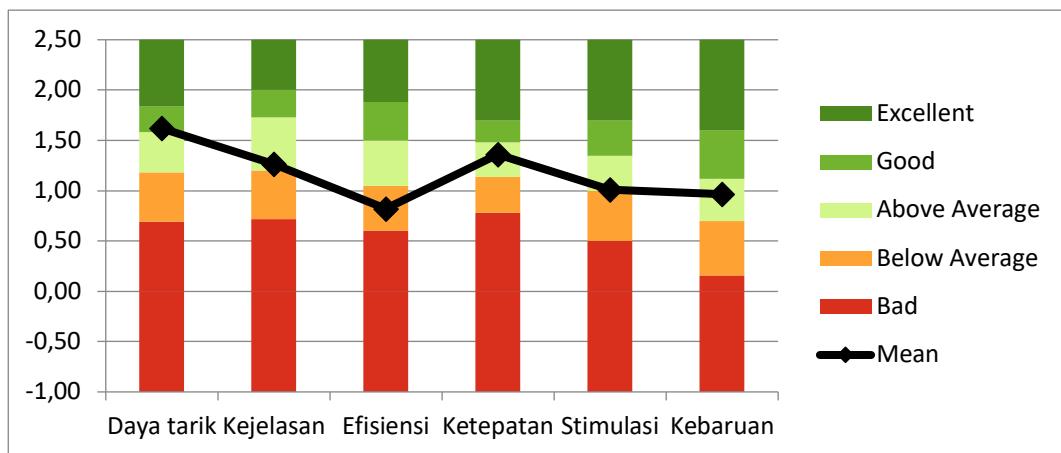
#### e. Hasil *User Eksperience Quittionare* (UEQ)

Dari 27 data siswa kelas VII SMP IT Bina Insan hanya 21 siswa yang mengisi angket pengalaman pengguna, berdasarkan hasil analisis Data *UEQ Version 12* diperoleh informasi bahwa:

Tabel 4.7 Hasil Analisis UEQ

Scale	Mean	Comparisson to benchmark	Interpretation
Daya tarik	1,62	Good	10% of results better, 75% of results worse
Kejelasan	1,26	Above Average	25% of results better, 50% of results worse
Efisiensi	0,82	Below Average	50% of results better, 25% of results worse
Ketepatan	1,36	Above Average	25% of results better, 50% of results worse
Stimulasi	1,01	Above Average	25% of results better, 50% of results worse
Kebaruan	0,96	Above Average	25% of results better, 50% of results worse

Sumber: Data Olahan



Gambar 4.23 Grafik Benchmark UEQ

### 1. Hasil Tahap distribusi

Produk yang dikembangkan yaitu media pembelajaran Augmented reality materi keragaman flora dan fauna di Indonesia yang diberi nama media ARFNF ini didistribusikan melalui link <https://bit.ly/ARFNF> serta melalui Qrcode:



Gambar 4.24 Akses Aplikasi ARFNF

## B. Pembahasan

### 1. Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Materi Keragaman Flora dan Fauna di Indonesia berbasis android

Media pembelajaran augmented reality (AR) dikembangkan dengan mengadopsi metode pengembangan Luther yaitu MDLC (Multimedia Development life Cycle) terdiri atas 6 tahapan yaitu *concept, design, material*

*collecting, assembly, testing, and distribution.* Pertama, pada tahapan *concept* peneliti melakukan konsep terhadap: (a) kebutuhan sistem yaitu alur interaksi *user* dan sistem yang akan dikembangkan, kebutuhan fungsional yaitu user yang menggunakan aplikasi media flora dan fauna ini, dengan cara menggunakan gawai dan menggunakan buku augmented reality sebagai marker yang telah disiapkan. (b) kebutuhan non-fungsional meliputi kebutuhan spesifikasi yaitu spesifikasi android dengan OS (operating system) minimum android 8.0, kemudian kebutuhan hardware yaitu Laptop merk ASUS TAF yang digunakan mengembangkan media, serta kebutuhan software yang membantu dalam mengembangkan AR , dan konsep materi AR seperti canva, vuforian engine, unity, studio visual code. Dalam konteks pembelajaran keragaman flora dan fauna di Indonesia, penting untuk menetapkan tujuan yang spesifik, seperti meningkatkan pengetahuan siswa tentang spesies endemik. Menurut teori pembelajaran, tujuan yang jelas dapat membantu siswa fokus dan termotivasi<sup>31</sup>.

Pada tahapan kedua yaitu desain yang dilakukan adalah mendesain model system, model interface dan desain buku marker. Sebuah studi oleh Zhang menunjukkan bahwa desain antarmuka yang intuitif dapat meningkatkan pengalaman pengguna dan hasil belajar<sup>32</sup>.

Pada tahapan ketiga, yaitu *material collecting* (mengumpulkan materi) yang dilakukan adalah mengumpulkan animasi 3D dengan type file fbx, karena

---

<sup>31</sup> S Waite-Stupiansky, “Jean Piaget’s Constructivist Theory of Learning,” *Theories of Early Childhood Education: Developmental, Behaviorist, and Critical*, 2017, <https://doi.org/10.4324/9781315641560>.

<sup>32</sup> Z Zhang, “An Augmented Reality-Based Multimedia Environment for Experimental Education,” *Multimedia Tools and Applications* 80, no. 1 (2021): 575–90, <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09684-x>.

keterbatasan animasi 3D flora dan fauna sehingga peneliti hanya mendapatkan 14 marker yaitu 8 marker fauna dan 6 marker flora. Dalam konteks keragaman flora dan fauna di Indonesia, pengumpulan materi harus dilakukan dengan cermat agar mencakup berbagai aspek, seperti deskripsi spesies, habitat, dan pentingnya konservasi. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020), Indonesia memiliki lebih dari 17.000 spesies tumbuhan dan 1.500 spesies hewan yang perlu dilestarikan. Pengumpulan materi juga harus mempertimbangkan aspek interaktivitas. Dalam media pembelajaran AR, siswa dapat berinteraksi dengan objek 3D, yang dapat meningkatkan pengalaman belajar mereka. Misalnya, siswa dapat melihat bagaimana Rafflesia arnoldii tumbuh dan berkembang dalam habitat aslinya melalui model 3D yang dihasilkan dari pengumpulan data yang baik. Ini sejalan dengan teori pembelajaran aktif, di mana siswa belajar lebih baik ketika mereka terlibat langsung dalam proses belajar.<sup>33</sup>

Pada tahapan ke empat, yaitu assembly (pembuatan) peneliti membuat aplikasi AR di unity dengan fitur menu utama, menu petunjuk penggunaan, menu pengembang, serta menu play. Kemudian di building ke android dengan besar kapasitas aplikasi ARFNF adalah 100 mb. Penggunaan perangkat lunak pengembangan AR seperti Unity3D atau Vuforia juga memegang peranan penting dalam tahap perakitan. Software ini memungkinkan pengembang untuk membuat konten AR yang interaktif dan dapat diakses dengan mudah melalui perangkat Android.

---

<sup>33</sup> S Waite-Stupiansky, “Jean Piaget’s Constructivist Theory of Learning,” *Theories of Early Childhood Education: Developmental, Behaviorist, and Critical*, 2022, <https://doi.org/10.4324/9781003288077-2>.

Pada tahapan kelima, uji testing, peneliti melakukan uji blackbox testing yaitu dengan menguji marker yang hasilnya ke 14 marker bisa menampilkan objek 3D secara jelas, kemudian uji testing terhadap kamera dan jarak diperoleh bahwa marker hanya terbaca batas ketinggian 1 meter dan sudut pandang  $60^0$ . Selanjutnya uji testing pada spesifikasi hp diperoleh informasi bahwa aplikasi tidak terbaca pada merk Redmi Note 10 Pro mungkin disebabkan resolusi kamera yang tinggi. Menurut Junaidi, pengujian pengguna dapat membantu mengidentifikasi masalah dalam desain dan fungsi sebelum media diluncurkan secara resmi.<sup>34</sup>

Setelah itu media diberikan kepada ahli untuk diketahui validitas (kelayakannya) pada ahli media dan ahli materi. Hasil diperoleh valid untuk ahli materi dan sangat valid oleh ahli media. Kemudian dilakukan uji coba pada siswa di SMP IT Bina Insan Kelas VII.

Kemudian yang terakhir adalah tahapan keenam, yaitu ditribusi media masih terbatas melalui link google drive yaitu <https://bit.ly/ARFNF>. Menurut Statista (2021), jumlah pengguna smartphone di Indonesia terus meningkat, sehingga distribusi media pembelajaran berbasis Android memiliki potensi besar untuk menjangkau audiens yang lebih luas.

## 2. Penggunaan Media Pembelajaran Augmented Reality

Media pembelajaran augmented reality materi flora dan fauna dapat digunakan pada android dengan spesifikasi OS 8.0, size yang diperlukan yaitu 100 mb. Pengguna android dengan mengunduh terlebih dahulu aplikasi melalui link

---

<sup>34</sup> A R Junaidi et al., “Usability Testing of Developed Virtual Reality Environment to Enhance Communication Skills for Children with Low Functioning Autism Spectrum Disorder,” 2022 2nd ..., 2022, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9759890/>.

<https://bit.ly/ARFNF>. Setelah aplikasi terpasang maka di dalam aplikasi terdapat 3 menu yaitu menu petunjuk penggunaan, menu pengembang, dan menu play. Untuk menjalankan AR user mengklik menu play, maka akan tampil kamera, kemudian arahkan kamera ke marker yang ada pada buku marker, misal: untuk melihat AR Badak maka arahkan kamera ke marker badak, maka akan muncul animasi 3D dari badak secara langsung di dunia nyata secara riil time, dan secara bersamaan muncul kotak panel penjelasan dari marker badak yaitu jenis-jenis badak yang ada di Indonesia. Setelah itu maka untuk keluar dari aplikasi dengan menekan button exit.

Salah satu contoh penggunaan AR yang paling terkenal adalah aplikasi Pokémon GO, yang diluncurkan pada tahun 2016. Aplikasi ini berhasil menarik perhatian jutaan pengguna di seluruh dunia dan menciptakan fenomena budaya baru.<sup>35</sup> Keberhasilan aplikasi ini menunjukkan bahwa AR dapat menciptakan pengalaman menarik yang dapat meningkatkan interaksi pengguna dengan dunia di sekitarnya.

### 3. Hasil User Experiece Quittionare

Peneliti mengujicobakan media pembelajaran ARFNF pada siswa kelas VII SMP IT Bina Insan Parepare, jumlah siswa sebanyak 27 orang, namun peneliti hanya mendapatkan 21 siswa pada saat itu. Peneliti meminta siswa untuk mengunduh aplikasi ARFNF dan mendemonstrasikan langsung penggunaan ARFNF kepada siswa. Setelah itu peneliti meminta siswa untuk mengisi *quittionare*

---

<sup>35</sup> P A Rauschnabel, “An Adoption Framework for Mobile Augmented Reality Games: The Case of Pokémon Go,” *Computers in Human Behavior* 76 (2017): 276–86, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.030>.

pada lembaran angket yang telah dibagikan. Sebelum mengisi peneliti menjelaskan cara mengisi angket kepuasan pengguna.

Dari hasil analisis data melalui “analisis UEQ Tools Version 12” diperoleh hasil yaitu pada indikator daya Tarik rata-ratanya sebesar 1,62 kategori Good, selanjutnya pada indikator kejelasan diperoleh rata-rata 1,26 di atas rata-rata, indikator efisiensi 0,82 di bawah rata-rata, indikator ketepatan 1,36 kategori di atas rata-rata, indikator stimulasi rata-rata 1,01 kategori di atas rata-rata, dan indikator kebaruan rata-rata 0,96 kategori di atas rata-rata. Secara keseluruhan respon pengguna  $> 0,8$  berarti media ARFNF positif disukai oleh siswa. Penelitian oleh Pew Research Center (2019) menunjukkan bahwa generasi milenial dan Gen Z lebih terbuka terhadap penggunaan teknologi baru, termasuk AR.<sup>36</sup>

---

<sup>36</sup> Yohanes Hendro Pranyoto, Dedimus Berangka, and Francisco Noerjanto, “Touching Hearts and Minds: Contextualizing Catechesis for the Millennial and Gen Z Generations,” *JURNAL PASTORAL KATEKETIK* 1, no. 1 (June 11, 2024): 9–21, <https://doi.org/10.70343/3f8czy21>.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis data, maka Kesimpulan dalam penelitian ini yaitu:

1. Media pembelajaran augmented reality (AR) dikembangkan dengan mengadopsi metode pengembangan Luther yaitu MDLC (Multimedia Development life Cycle) terdiri atas 6 tahapan yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution*. Sehingga dihasilkan spesifikasi produk yang dikembangkan yaitu. (1) Aplikasi yang bernama ARFNF adalah aplikasi android dengan besar sizenya 100 mb; (2) Aplikasi ARFNF dapat dijalankan pada android minimal OS 8.0; (3) Aplikasi ARFNF terdapat 3 menu yaitu menu utama, menu pengembang, dan menu play; (4) Buku Marker di dalamnya terdapat 14 marker serta penjelasannya yaitu 8 fauna dan 6 flora yang ada di Indonesia. Aplikasi ARFNF telah melalui uji validitas ahli materi sebesar 76 kategori valid dan ahli media sebesar 92 Kategori sangat valid.
2. Penggunaan media pembelajaran ARFNF yaitu pertama mengunduh terlebih dahulu aplikasi melalui link <https://bit.ly/ARFNF>. Setelah aplikasi terpasang maka di dalam aplikasi terdapat 3 menu yaitu menu petunjuk penggunaan, menu pengembang, dan menu play. Untuk menjalankan AR user mengklik menu play, maka akan tampil kamera, kemudian arahkan kamera ke marker yang ada pada buku marker, misal: untuk melihat AR Badak maka arahkan

kamera ke marker badak, maka akan muncul animasi 3D dari badak secara langsung di dunia nyata secara riil time, dan secara bersamaan muncul kotak panel penjelasan dari marker badak yaitu jenis-jenis badak yang ada di Indonesia. Kemudian untuk keluar dari aplikasi dengan menekan button exit.

3. Hasil UEQ yaitu pada indikator daya tarik rata-ratanya sebesar 1,62 kategori good, selanjutnya pada indikator kejelasan diperoleh rata-rata 1,26 di atas rata-rata, indikator efisiensi 0,82 di bawah rata-rata, indikator ketepatan 1,36 kategori di atas rata-rata, indikator stimulasi rata-rata 1,01 kategori di atas rata-rata, dan indikator kebaruan rata-rata 0,96 kategori di atas rata-rata. Secara keseluruhan respon pengguna  $> 0,8$  berarti media ARFNF positif disukai oleh siswa

## **B. Saran**

1. Salah satu tantangan utama dalam penerapan AR di pendidikan adalah kurangnya keterampilan dan pengetahuan guru dalam menggunakan teknologi ini. Guru perlu dilatih untuk merancang aktivitas pembelajaran yang memanfaatkan AR. Dengan memberikan guru keterampilan yang diperlukan, mereka akan lebih percaya diri dalam mengintegrasikan AR ke dalam pengajaran.
2. Perlunya penelitian lanjutan untuk mengembangkan konten AR yang dapat digunakan untuk menampilkan data dan fakta menarik tentang spesies-spesies flora dan fauna, seperti habitat, perilaku, dan peran mereka dalam ekosistem.
3. Perlunya penelitian lanjutan tentang efektifitas media ARFNF terhadap pemahaman keragaman flora dan fauna di Indonesia

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an Al-Karim.
- Alkhattabi, M. "Augmented Reality as E-Learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption." *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 12, no. 2 (2017): 91–100. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i02.6158>.
- Annisa, Wahyu. *Mengenal Aneka Flora & Fauna Indonesia*. 1st ed. Jakarta: Lakzana Kids, 2016.
- Arrahmah, M. "Pengembangan Media Augmented Reality Dengan Unity 3D Dan Vuforia Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas X IPS SMA Negeri 7 Surakarta," 2022. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/92973/>.
- Chen, Peng, Xiaolin Liu, Wei Cheng, and Ronghuai Huang. "A Review of Using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016." In *Lecture Notes in Educational Technology*, 13–18, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2).
- Febriningrum, D P, and S M Purwaningsih. "Pengaruh Aplikasi Assembler Edu Berbasis Teknologi Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Sejarah Indonesia Kelas XI IPS SMAN 8 Surabaya." *Ejournal.Unesa.Ac.Id* 13,no.1(2022). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/avatara/article/view/50083>.
- Garzón, J. "An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education." *Multimodal Technologies and Interaction*, 2021. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>.
- . "Augmented Reality Applications for Education: Five Directions for Future Research." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5_31).
- Ginting, D S B, R Arrahmi, M A A R Saragih, M D Arbani Asfi Dalimunthe, Jernih, and A Cahyani. "Implementation of Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Method in Smart Comic Learning Based on Augmented Reality." In *2023 7th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)*, 116–21, 2023. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM61905.2023.10443166>.
- Hendra, Hery Afriadi, Tanwir, and Noor Hayati. *Media Pembelajaran Berbasis Digital*. 1st ed. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- Herawaty, Yoseu. "Analisis User Experience Pada Tiktok Menggunakan Metode User Experience Questionnaire (UEQ)." *Jurnal Ilmiah Komputasi* 21, no. 4 (December 30, 2022). <https://doi.org/10.32409/jikstik.21.4.3108>.
- Ismail, Ilyas. *Teknologi Pembelajaran Sebagai Media Pembelajaran*. Edited by Syarifuddin. 1st ed. Makassar: Cendikia Publisher, 2020.
- Ismayani, Ani. *Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2020.

- Jakub Saddam Akbar, Meiliah Ariani, Zulhawaty, and Haryani. *Penerapan Media Pembelajaran Era Digital*. 1st ed. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- Junaidi, A R, M Irwan, J Yuwono, and ... “Usability Testing of Developed Virtual Reality Environment to Enhance Communication Skills for Children with Low Functioning Autism Spectrum Disorder.” 2022 2nd ... , 2022. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9759890/>.
- Kementerian Agama RI. *At-Thayyib Al-Quran Transliterasi Per Kata Dan Terjemahan Per Kata*. Bekasi: PT. Sinar Abadi, 2022.
- Mahmud, Syahruddin. *Media Pembelajaran*. Banjarmasin: Lovrinz Publishing, 2023.
- Martin-Gutierrez, J. “Editorial: Learning Strategies in Engineering Education Using Virtual and Augmented Reality Technologies.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2017. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00630a>.
- Muhammad Yaumi. *Media Dan Teknologi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana, 2021.
- Munir, N P, A Anas, Sunarti, N R Mursalin, and I Natsir. “Development of Mathematics Student Worksheets Through the Approach Model Eliciting Activities (MEAs) on the Triangle Material.” *Journal of Physics: Conference Series* 1940, no. 1 (June 1, 2021): 012097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012097>.
- Mustaqim, Ilmawan. “Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran.” *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 13, no. 2 (2016): 174.
- Nur, Hadiani. “Bahan Ajar Ilmu Pengetahuan Sosial Kelas VII.” SMPN Terbuka Astambul, October 2021. <https://www.scribd.com/document/600697229/BAHAN-AJAR-KELAS-7-OKTOBER>.
- Nurfadillah, Septi. *Media Pembelajaran Di Jenjang SD*. 1st ed. Jawa Barat: CV Jejak, 2021.
- Pranyoto, Yohanes Hendro, Dedimus Berangka, and Francisco Noerjanto. “Touching Hearts and Minds: Contextualizing Catechesis for the Millennial and Gen Z Generations.” *JURNAL PASTORAL KATEKETIK* 1, no. 1 (June 11, 2024): 9–21. <https://doi.org/10.70343/3f8czy21>.
- Rahmannisa, F, T Rustini, and Y T Herlambang. “Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Memory Card Game Pada Pembelajaran IPS Kelas 4 SD.” *Jurnal Pendidikan IPS* 3, no. 2 (2023): 62–73. <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.26418/skjpi.v3i2.57571>.
- Ramli, Muhammad. “Media Pembelajaran Dalam Perspektif Al-Quran Dan Hadits.” *Ittihad Jurnal Kopertais Wilayah XI Kalimantan* 13, no. 23 (2015): 130–54. [https://idr.uin-antasari.ac.id/4625/1/M%20Ramli\\_Media%20Pembelajaran.pdf](https://idr.uin-antasari.ac.id/4625/1/M%20Ramli_Media%20Pembelajaran.pdf).
- Rauschnabel, P A. “An Adoption Framework for Mobile Augmented Reality Games: The Case of Pokémon Go.” *Computers in Human Behavior* 76 (2017): 276–86. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.030>.
- Saleh, Sahib M. *Media Pembelajaran*. Jawa Tengah: Eureka Media Aksara, 2023.

- Schrepp, Martin. "User Experience Questionnaire Handbook," 2023. [www.ueq-online.org](http://www.ueq-online.org).
- Suprihatin, Triyani. "Bahan Ajar IPS Kelas VII." *SMP Negeri 2 Kraksaan*. Probolinggo: SMP Negeri 2 Kraksaan, September 8, 2022. <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/569569-1673336576.pdf>.
- Suryadi, Ahmad. *Teknologi Dan Media Pembelajaran*. 1st ed. Jawa Barat: Jejak Publisher, 2020.
- Susilana, Rusdi. *Media Pembelajaran (Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, Dan Penilaian)*. Bandung: CV. Wacana Prima, 2018.
- Waite-Stupiansky, S. "Jean Piaget's Constructivist Theory of Learning." *Theories of Early Childhood Education: Developmental, Behaviorist, and Critical*, 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315641560>.
- \_\_\_\_\_. "Jean Piaget's Constructivist Theory of Learning." *Theories of Early Childhood Education: Developmental, Behaviorist, and Critical*, 2022. <https://doi.org/10.4324/9781003288077-2>.
- Waridah, Ernawati. *Kamus Bahasa Indonesia*. Bmedia, 2017.
- Yushastara, Brian dkk. "Augmented Reality Technology For Learning Book The Introduction Of The Early Childhood Animals in the Virtual." Yogyakarta, 2012. [http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH\\_publikasi\\_11.22.1369.pdf](http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH_publikasi_11.22.1369.pdf).
- Zhang, Z. "An Augmented Reality-Based Multimedia Environment for Experimental Education." *Multimedia Tools and Applications* 80, no. 1 (2021): 575–90. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09684-x>.
- Alkhattabi, M. "Augmented Reality as E-Learning Tool in Primary Schools' Education: Barriers to Teachers' Adoption." *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 12, no. 2 (2017): 91–100. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i02.6158>.
- Annisa, Wahyu. *Mengenal Aneka Flora & Fauna Indonesia*. 1st ed. Jakarta: Lakzana Kids, 2016.
- Arrahmah, M. "Pengembangan Media Augmented Reality Dengan Unity 3D Dan Vuforia Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas X IPS SMA Negeri 7 Surakarta," 2022. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/92973/>.
- Chen, Peng, Xiaolin Liu, Wei Cheng, and Ronghuai Huang. "A Review of Using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016." In *Lecture Notes in Educational Technology*, 13–18, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2).
- Febriningrum, D P, and S M Purwaningsih. "Pengaruh Aplikasi Assembler Edu Berbasis Teknologi Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Sejarah Indonesia Kelas XI IPS SMAN 8 Surabaya." *Ejournal.Unesa.Ac.Id* 13, no. 1 (2022). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/avatara/article/view/50083>.
- Garzón, J. "An Overview of Twenty-Five Years of Augmented Reality in Education." *Multimodal Technologies and Interaction*, 2021. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>.

- \_\_\_\_\_. “Augmented Reality Applications for Education: Five Directions for Future Research.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2017. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60922-5_31).
- Ginting, D S B, R Arrahmi, M A A R Saragih, M D Arbani Asfi Dalimunthe, Jernih, and A Cahyani. “Implementation of Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Method in Smart Comic Learning Based on Augmented Reality.” In *2023 7th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)*, 116–21, 2023. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM61905.2023.10443166>.
- Hendra, Hery Afriadi, Tanwir, and Noor Hayati. *Media Pembelajaran Berbasis Digital*. 1st ed. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- Herawaty, Yoseu. “Analisis User Experience Pada Tiktok Menggunakan Metode User Experience Questionnaire (UEQ).” *Jurnal Ilmiah Komputasi* 21, no. 4 (December 30, 2022). <https://doi.org/10.32409/jikstik.21.4.3108>.
- Ismail, Ilyas. *Teknologi Pembelajaran Sebagai Media Pembelajaran*. Edited by Syarifuddin. 1st ed. Makassar: Cendikia Publisher, 2020.
- Ismayani, Ani. *Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2020.
- Jakub Saddam Akbar, Meiliah Ariani, Zulhawaty, and Haryani. *Penerapan Media Pembelajaran Era Digital*. 1st ed. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- Junaidi, A R, M Irvan, J Yuwono, and ... “Usability Testing of Developed Virtual Reality Environment to Enhance Communication Skills for Children with Low Functioning Autism Spectrum Disorder.” 2022 2nd ..., 2022. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9759890/>.
- Kementerian Agama RI. *At-Thayyib Al-Quran Transliterasi Per Kata Dan Terjemahan Per Kata*. Bekasi: PT. Sinar Abadi, 2022.
- Mahmud, Syahruddin. *Media Pembelajaran*. Banjarmasin: Lovrinz Publishing, 2023.
- Martin-Gutierrez, J. “Editorial: Learning Strategies in Engineering Education Using Virtual and Augmented Reality Technologies.” *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2017. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00630a>.
- Muhammad Yaumi. *Media Dan Teknologi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana, 2021.
- Munir, N P, A Anas, Sunarti, N R Mursalin, and I Natsir. “Development of Mathematics Student Worksheets Through the Approach Model Eliciting Activities (MEAs) on the Triangle Material.” *Journal of Physics: Conference Series* 1940, no. 1 (June 1, 2021): 012097. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012097>.
- Mustaqim, Ilmawan. “Pemanfaatan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran.” *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 13, no. 2 (2016): 174.
- Nur, Hadiani. “Bahan Ajar Ilmu Pengetahuan Sosial Kelas VII.” SMPN Terbuka Astambul, October 2021.

- <https://www.scribd.com/document/600697229/BAHAN-AJAR-KELAS-7-OKTOBER>.
- Nurfadillah, Septi. *Media Pembelajaran Di Jenjang SD*. 1st ed. Jawa Barat: CV Jejak, 2021.
- Pranyoto, Yohanes Hendro, Dedimus Berangka, and Francisco Noerjanto. “Touching Hearts and Minds: Contextualizing Catechesis for the Millennial and Gen Z Generations.” *JURNAL PASTORAL KATEKETIK* 1, no. 1 (June 11, 2024): 9–21. <https://doi.org/10.70343/3f8czy21>.
- Rahmannisa, F, T Rustini, and Y T Herlambang. “Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Memory Card Game Pada Pembelajaran IPS Kelas 4 SD.” *Jurnal Pendidikan IPS* 3, no. 2 (2023): 62–73. <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.26418/skjpi.v3i2.57571>.
- Ramli, Muhammad. “Media Pembelajaran Dalam Perspektif Al-Quran Dan Hadits.” *Ittihad Jurnal Kopertais Wilayah XI Kalimantan* 13, no. 23 (2015): 130–54. [https://idr.uin-antasari.ac.id/4625/1/M%20Ramli\\_Media%20Pembelajaran.pdf](https://idr.uin-antasari.ac.id/4625/1/M%20Ramli_Media%20Pembelajaran.pdf).
- Rauschnabel, P A. “An Adoption Framework for Mobile Augmented Reality Games: The Case of Pokémon Go.” *Computers in Human Behavior* 76 (2017): 276–86. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.030>.
- Saleh, Sahib M. *Media Pembelajaran*. Jawa Tengah: Eureka Media Aksara, 2023.
- Schrepp, Martin. “User Experience Questionnaire Handbook,” 2023. [www.ueq-online.org](http://www.ueq-online.org).
- Suprihatin, Triyani. “Bahan Ajar IPS Kelas VII.” *SMP Negeri 2 Kraksaan*. Probolinggo: SMP Negeri 2 Kraksaan, September 8, 2022. <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp/569569-1673336576.pdf>.
- Suryadi, Ahmad. *Teknologi Dan Media Pembelajaran*. 1st ed. Jawa Barat: Jejak Publisher, 2020.
- Susilana, Rusdi. *Media Pembelajaran (Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, Dan Penilaian)*. Bandung: CV. Wacana Prima, 2018.
- Waite-Stupiansky, S. “Jean Piaget’s Constructivist Theory of Learning.” *Theories of Early Childhood Education: Developmental, Behaviorist, and Critical*, 2017. <https://doi.org/10.4324/9781315641560>.
- \_\_\_\_\_. “Jean Piaget’s Constructivist Theory of Learning.” *Theories of Early Childhood Education: Developmental, Behaviorist, and Critical*, 2022. <https://doi.org/10.4324/9781003288077-2>.
- Waridah, Ernawati. *Kamus Bahasa Indonesia*. Bmedia, 2017.
- Yushastara, Brian dkk. “Augmented Reality Technology For Learning Book The Introduction Of The Early Childhood Animals in the Virtual.” Yogyakarta, 2012. [http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH\\_publikasi\\_11.22.1369.pdf](http://repository.amikom.ac.id/files/NASKAH_publikasi_11.22.1369.pdf).
- Zhang, Z. “An Augmented Reality-Based Multimedia Environment for Experimental Education.” *Multimedia Tools and Applications* 80, no. 1 (2021): 575–90. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09684-x>.