

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) PADA MATERI INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGAN

Ilham Widia Yusa^{1*}, Purbo Suwasono², Ana Yuniasti Retno Wulandari³, Badrud Tamam⁴, Irsad Rosidi⁵, Mochammad Yasir⁶, Achmad Yusuf Bagus Setiawan⁷

¹ Teacher Professional Education, Graduate School, Malang State University, Malang, Indonesia.

² Physics education, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Malang State University, Malang, Indonesia.

^{3,4,5,6} Department of Science Education, Faculty of Education, Trunojoyo University Madura, Bangkalan, Indonesia.

⁷ Department of Informatics Engineering, Faculty of Engineering, Surabaya State University, Surabaya, Indonesia.

*Corresponding author, email: ilham.widia.2331297@students.um.ac.id

doi: 10.17977/um067.v4.i3.2024.1

Kata kunci

Augmented Reality
Media Pembelajaran
Model Waterfall

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur kelayakan dan respons peserta didik terhadap media pembelajaran AR pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Metode pengembangan media AR menggunakan model pengembangan waterfall yang terdiri dari lima tahap, yaitu analysis, design, code, testing, dan maintenance. Validasi media dilakukan oleh 10 ahli materi dan 10 ahli media, sedangkan respon peserta didik diukur melalui angket yang diisi oleh 30 siswa SMP Negeri 3 Jombang. Hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,834 dan 0,850, dengan kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa media AR valid dan layak untuk diuji coba. Respons peserta didik terhadap media AR memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,311 dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa media AR layak digunakan dan diimplementasikan, khususnya pada pembelajaran IPA.

1. Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dapat diartikan sebagai sekumpulan pengetahuan yang meliputi gejala alam yang tersusun sistematis terdiri atas produk, aplikasi, sikap serta proses (Rahmawati *et al.*, 2020; Rinawati, 2021; Tyas *et al.*, 2020). Qosyim & Priyonggo (2017) menginformasikan bahwa IPA merupakan pengetahuan yang berhubungan erat dengan alam yang diperoleh dari kaidah-kaidah sistematis memuat fakta, konsep, prinsip, dan penemuan yang diimplementasikan dalam pembelajaran IPA. Selain itu, pembelajaran IPA juga mempelajari tentang gejala, fenomena alam serta peristiwa yang ada di lingkungan misalnya interaksi makhluk hidup dan lingkungannya (Fauzan *et al.*, 2017; Yuwono *et al.*, 2020).

Keperluan akan sebuah media pembelajaran dalam pembelajaran IPA sangat penting karena dapat menunjang proses pembelajaran. Kelebihan utama media pembelajaran yaitu mempengaruhi iklim, lingkungan, proses belajar serta kondisi belajar yang diciptakan oleh guru (Ntobuo *et al.*, 2018; Nur *et al.*, 2017). Selain itu, media pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik mengenai suatu topik materi pembelajaran (Aulia *et al.*, 2019; Dewantara, 2019; Hartini *et al.*, 2017; Rahman *et al.*, 2017; Safaruddin *et al.*, 2020), akan tetapi masih banyak pemanfaatan media pembelajaran pada proses belajar mengajar (Widiastika *et al.*, 2021; Widodo *et al.*, 2020), sehingga pembelajaran menjadi monoton dan peserta didik menjadi bosan. Hal inilah yang menjadi salah satu pemicu rendahnya motivasi dan hasil belajar peserta didik (Anggraini *et al.*, 2021). Salah satu media yang dapat dimanfaatkan menjadi media pembelajaran salah adalah *smartphone*.

Maknuni (2020) menuturkan bahwa *smartphone* memiliki keunggulan yaitu memungkinkan proses komputasi sehingga dapat terintegrasi dengan berbagai aktivitas manusia tanpa dibatasi ruang dan waktu, hal inilah yang dapat menarik perhatian penggunanya. Paridawati *et al* (2021) menginformasikan bahwa pada tahun 2014 pengguna *smartphone* di Indonesia sekitar 47 juta jiwa, dimana 79,5% berasal dari kategori usia anak-anak dan remaja. Berdasarkan data terbaru yang dipublikasikan oleh Hootsuite dalam Paridawati *et al* (2021) menyatakan bahwa pada bulan Januari 2018 terdapat 177,9 juta jiwa penduduk Indonesia adalah pengguna aktif *Smartphone* dari jumlah total penduduk 265,4 juta jiwa. Parahnya lagi, di tahun 2020 dari total jumlah penduduk Indonesia 272,1 juta terdapat 175,4 juta jiwa sebagai pengguna aktif *smartphone*. Hal ini ditegaskan oleh survei yang dilakukan oleh kementerian komunikasi dan informasi yang didukung oleh UNICEF dalam Nurningtyas & Ayriza (2021) bahwa pengguna *smartphone* di Indonesia tahun 2018 berada di peringkat ketiga pengguna *smartphone* terbesar di Asia Pasifik. Selain itu, remaja usia 13 sampai 18 merupakan pengguna *smartphone* paling banyak yaitu 80% dari pengguna *smartphone* di Indonesia (Irawan, 2021). Hal ini yang mendasari munculnya pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi (*smartphone*) yang sangat efektif apabila diterapkan pada pembelajaran salah satunya AR.

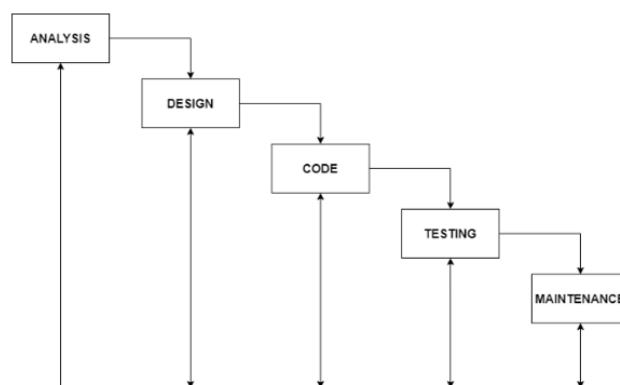
AR disebut sebagai teknologi yang dapat menggabungkan objek 3D dan 2D ke lingkungan nyata (Romadhon *et al.*, 2017; Syawaludin *et al.*, 2019; Yesmaya *et al.*, 2018). Fakhrudin & Kuswidyarko, (2020) menuturkan bahwa AR dapat diakses melalui OS android yang terdapat pada telepon genggam. Pratama *et al* (2020) menegaskan bahwa AR dapat dioperasikan dengan perangkat mobile seperti *smartphone*, tablet dan sebagainya, sehingga peserta didik dapat secara langsung berinteraksi dengan objek AR. Pengembangan media AR didukung oleh beberapa aplikasi lain seperti *blender*, *vuforia*, *unity*, *figma*, *visual studio code* serta bahasa pemrograman misalnya *C sharp*, *C++*, *python* dan *java*.

Pratama (2020) dalam penelitiannya mengatakan bahwa penerapan AR dapat meningkatkan aktivitas peserta didik, meningkatkan minat peserta didik, dan membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran. AR sangat efektif dan efisien apabila diterapkan dalam pembelajaran (Affriyenni *et al.*, 2020). Ismail (2019) menegaskan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan kontekstual peserta didik, serta peserta didik lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran dalam belajar mandiri tanpa guru. Salah satu materi IPA yang bersifat kontekstual dan konseptual yaitu interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Materi tersebut dapat dijelaskan melalui sebuah AR sehingga pembelajaran menjadi lebih menyenangkan.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman konsep pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya masih rendah karena kurangnya penggunaan media pembelajaran (Dewi *et al.*, 2017). Pembelajaran seharusnya bermakna bukan hanya secara teoritis, tetapi harus mengaitkan pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari (Susanti & Djukri, 2018). Pembelajaran pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya dalam penyampaian masih menggunakan metode konvensional serta guru sangat bergantung pada buku teks untuk mengatur dan menyampaikan materi pembelajaran. Materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya yang kaya akan objek-objek seperti komponen biotik dan abiotik, interaksi dalam ekosistem yang membentuk suatu pola misalnya simbiosis mutualisme, simbiosis komensalisme dan simbiosis parasitisme cocok dihadirkan dalam sebuah tampilan 3D yakni melalui AR dibandingkan hanya gambar, powerpoint serta media 2 dimensi lainnya. Kondisi ini yang melatarbelakangi materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya dalam diintegrasikan dalam media AR. Harapan dengan adanya pengembangan media ini menghasilkan media AR yang layak digunakan terkhusus pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya.

2. Metode

Tujuan penelitian ini yaitu untuk membuktikan kelayakan media AR dan menguji respon peserta terhadap media yang dikembangkan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan model *waterfall*. Prosedur model ini terdiri dari 5 tahap yaitu *analysis*, *design*, *code*, *testing* dan *maintenance* (Irwanto, 2021; Melinda *et al.*, 2021; Sommerville, 2016). Desain pengembangan media AR menggunakan model *waterfall* terdapat dalam **gambar 1** (Sommerville, 2016; Sutresna & Yanti, 2020).



Gambar 1. Model waterfall

Tahap analisis terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan yaitu 1) Analisis kebutuhan perangkat; 2) Analisis kurikulum; 3) analisis karakteristik peserta didik; dan 4) analisis materi pembelajaran. Kedua, tahap desain terdiri dari beberapa kegiatan yaitu 1) pemetaan materi pembelajaran; 2) penentuan format yang diintegrasikan; 3) desain jalannya pengembangan media AR; 4) desain jalannya media AR; serta penentuan fitur dan desain tampilan media AR. Tahap pengkodean meliputi pembuatan *code script* dengan bantuan bahasa pemrograman *C sharp* serta pembuatan bagian-bagian dari media AR yang dikembangkan. Selain itu pada tahap pengkodean terdapat uji coba pada tiap bagian-bagian yang dibuat dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan pada setiap unit kemudian akan dilakukan emendensi (koreksi). Tahap *testing* terdapat beberapa kegiatan 1) uji coba kelayakan media AR meliputi uji validasi ahli materi dan ahli media. Uji validasi bertujuan untuk mengetahui kelayakan media AR yang dilakukan oleh validator ahli materi dan ahli media terdiri dari dosen dan guru IPA yang masing-masing berjumlah 10 orang ahli. 2) Uji respons peserta didik terhadap media AR bertujuan untuk mengetahui hasil respon peserta didik terkait media yang telah dikembangkan. Populasi penelitian pengembangan ini adalah peserta didik SMP Negeri 3 Jombang kelas VII semester genap tahun pelajaran 2021/2022. Sampel yang digunakan yaitu terdiri dari 30 peserta didik disalah satu kelas yang dipilih atas dasar 1) mendapat izin dari sekolah, 2) dapat mengoperasikan *smartphone*, 3) rekomendasi guru mata pelajaran IPA yang memiliki pengetahuan baik terkait materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya, 4) peserta didik sudah mendapatkan materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Terakhir tahap *maintenance* terdiri atas perawatan media AR yang dikembangkan.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1) lembar angket validasi ahli materi yang terdiri dari 7 aspek yakni *content quality, learning goal alignment, feedback and adaptation, motivation*, komponen kelayakan isi, komponen kebahasaan dan komponen penyajian, 2) lembar angket validasi ahli media terdiri dari 6 aspek yaitu desain penampilan, interaksi penggunaan, aksesibilitas, aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas instruksional, dan kualitas teknis, dan 3) lembar angket respon peserta didik yang didalamnya memuat 5 aspek yakni kemudahan penggunaan media, efisiensi waktu, manfaat penggunaan, sebagai pembelajaran mandiri dan daya tarik. Pada lembar respon peserta didik terdapat pernyataan positif (*favorable*) dan pernyataan negatif (*unfavorable*) yang berjumlah 20 item, dimana masing-masing pernyataan terdiri dari 10 item pernyataan positif dan 10 pernyataan negatif. Lembar angket respon peserta didik sebelum digunakan harus melalui validasi ahli dibidangnya. Validasi lembar angket respon peserta didik dilakukan oleh 8 orang validator. Hasil validasi lembar angket respons peserta didik sebesar 0.798 dengan kategori tinggi, maka dapat disimpulkan lembar angket respons peserta didik layak digunakan

Instrumen penelitian yang digunakan menggunakan skala *likert* dengan gradasi nilai 1 sampai 4, sehingga jawaban dari setiap item skala *likert* jika berwujud kata-kata menjadi 1) sangat tidak setuju, 2) tidak setuju, 3) setuju dan 4) sangat setuju (Sugiyono, 2019). Skala *likert* yang digunakan pada nilai lembar validasi media dan respon peserta didik sama, akan tetapi pada nilai skala *likert* untuk angket respon peserta didik ada sedikit modifikasi karena pada lembar angket respons peserta

didik terdapat pernyataan positif (*favorable*) dan pernyataan negatif (*unfavorable*) sehingga nilai skala *likert* untuk pernyataan negative (*unfavorable*) menjadi 1) sangat setuju, 2) setuju, 3) tidak setuju dan 4) sangat tidak setuju, sedangkan pada pernyataan positif (*favorable*) sama dengan nilai skala *likert* lembar validasi media (Cahyani et al., 2020).

Analisis data dilakukan dengan tujuan untuk mengukur dan mengetahui kelayakan serta respon peserta didik terhadap media AR. Hasil analisis berupa data kuantitatif dalam bentuk persentase yang diperoleh dari rumus koefisien Aiken's V dengan formula **rumus 1** (Bashooir & Supahar, 2018).

$$V = \frac{\Sigma(S)}{[n(c-1)]} \quad (1)$$

Keterangan:

$$S = r - lo$$

r = angka yang diberikan oleh penilai

lo = angka penilaian validasi terendah

c = angka penilaian validasi yang tertinggi

n = banyaknya ahli atau praktisi yang melakukan penilaian

i = bilangan bulat dari 1,2,3 sampai ke *n*

Interpretasi hasil rumus Aiken's V adalah 0 sampai 1. Nilai validasi Aiken dapat dilihat pada **tabel 1** yang telah disesuaikan dengan tabel validasi Aiken's V (Aiken, 1985) untuk 10 validator.

Tabel 1. Kategori validasi media

No	Validitas Indeks	Kriteria
	$V \geq 0,81$	Tinggi
	$0,731 \leq V < 0,80$	Sedang
	$V \leq 0,73$	Rendah

Selanjutnya persentase rata-rata tiap aspek respon peserta didik dapat dicari dengan **rumus 2** (Kurniati et al., 2018).

$$\bar{x} \text{ keseluruhan} = \frac{\text{Jumlah rata-rata skor setiap aspek}}{\text{banyak aspek}} \quad (2)$$

Konversi skor rata-rata yang telah diperoleh pada tiap aspek dan keseluruhan menggunakan kriteria skala 4 (Admadiani & Irfa'i, 2016) pada **tabel 2**.

Tabel 4. Kriteria respon peserta didik

No	Rentang	Kategori
	> 3,25 s.d 4	Sangat Baik
	> 2,5 s.d 3,25	Baik
	> 1,75 s.d 2,5	Kurang baik
	1 s.d 1,75	Tidak baik

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tahap Analisis

Tahap *analysis* pada pengembangan media AR terdiri atas analisis kebutuhan perangkat, analisis kebutuhan perangkat lunak merupakan aktivitas awal dari siklus hidup pengembangan

sebuah perangkat lunak (media pembelajaran). Usmaedi *et al* (2020) menginformasikan bahwa, pada analisis kebutuhan perangkat *develop* melakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan apa saja yang dibutuhkan saat proses pengembangan sebuah produk (media pembelajaran). Hasil analisis kebutuhan perangkat terdiri dari *software*, *hardware* serta sumber aset. *Software* yang digunakan dalam pengembangan media AR yaitu a) *windows microsoft* digunakan untuk mengelolah, mengkombinasikan serta menyimpan data, b) *figma*, sebuah aplikasi berbasis web yang digunakan untuk mendesain *interface* atau *prototype* projek aplikasi yang akan dikembangkan, c) *unity*, salah satu *game engine* yang digunakan untuk membuat dan mengoperasikan game yang telah dibuat, d) *blender* yang digunakan untuk mengedit aset 3D AR yang digunakan dalam aplikasi yang akan dikembangkan, e) *vuforia* digunakan membantu membuat aplikasi AR pada android atau *mobile phones* (iOS android) sehingga dapat disebarluaskan ke berbagai macam telepon genggam dan f) *visual Studio Code* digunakan untuk memudahkan dalam mengedit bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan media AR, dalam hal ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah *c sharp* (C#). Selanjutnya *hardware* yang digunakan dalam pengembangan media AR adalah a) Storage 25GB yang digunakan Sebagai tempat penyimpanan untuk menginstal perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan, serta menjadi tempat penyimpanan project media AR, b) RAM 12GB berfungsi untuk menyimpan program atau data yang diakses ketika computer sedang aktif, c) *Nvidia GeForce Mx130* 2GB berfungsi membantu menerjemahkan atau mengubah sinyal digital dari computer menjadi tampilan grafis pada layer monitor, d) Intel Core i5 8250U digunakan untuk memproses semua kegiatan yang dilakukan computer, e) laptop digunakan untuk mengembangkan media AR, serta f) *smartphone* digunakan untuk mengoperasikan media AR yang telah dibuat. Terakhir sumber aset terdiri dari a) *Freepik*, sebuah situs yang menyediakan stok desain animasi 3D, desain vector atau foto (gambar) yang akan diintegrasikan pada media AR yang dikembangkan, b) *Sketchfab*, platform pemberdaya cara baru dalam berkreasi model 3D dan memudahkan siapa saja untuk mengumumkan serta menggunakan konten atau topik model 3D dalam format misalnya web, AR dan VR, serta c) youtube digunakan mencari video yang di inputkan kedalam aplikasi AR yang dibuat.

Kegiatan kedua pada tahap analisis adalah analisis kurikulum, analisis kurikulum dilakukan dengan menguraikan dan memahami karakteristik kurikulum yang digunakan dalam sekolah khususnya jenjang SMP yaitu kurikulum 2013 revisi tahun 2017. Pada tahap analisis kurikulum diperoleh hasil Kompetensi Inti (KI) yang digunakan untuk merumuskan kompetensi dasar. Kompetensi dasar yang digunakan yaitu KD 3.7 menganalisis interaksi makhluk hidup dan lingkungannya serta dinamika populasi akibat interaksinya dan KD 4.7 menyajikan hasil pengamatan terhadap interaksi makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya kelas VII SMP. Selanjutnya mengkaji kompetensi dasar (KD) untuk merumuskan indikator pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang akan diintegrasikan pada media AR.

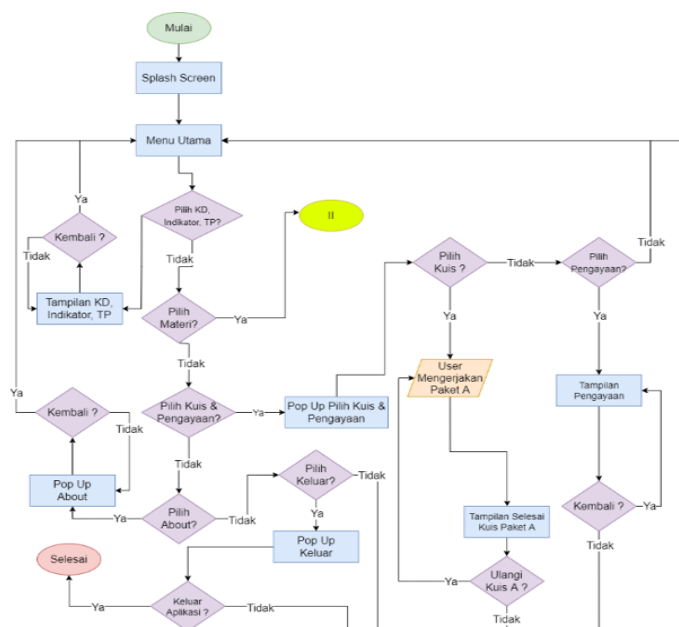
Ketiga analisis karakteristik peserta didik, analisis karakter peserta didik diperoleh melalui wawancara dengan guru IPA dan observasi. Hasil wawancara dan observasi yaitu 1) minimnya penggunaan media pembelajaran, 2) penggunaan media pembelajaran hanya bergantung pada kreativitas guru, 3) pemahaman konsep peserta didik pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya kurang, 4) peserta didik lebih tertarik menggunakan media pembelajaran saat proses pembelajaran dan 5) peserta didik lebih termotivasi saat proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran. Terakhir analisis materi pembelajaran, analisis materi pembelajaran dilakukan dengan cara mengidentifikasi materi utama yang perlu disampaikan kepada peserta didik melalui mengumpulkan dan memilih materi yang relevan serta menyusunnya secara sistematis.

3.2. Tahap desain

Tahap ini fokus pada proses perencanaan pembuatan program meliputi pertama pemetaan materi pembelajaran, kegiatan pemetaan materi pembelajaran ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan materi yang terdapat pada jenjang SMP, selain itu dilakukannya kegiatan ini untuk mengetahui batasan materi yang di masukan kedalam media AR yang dikembangkan. Penentuan format bertujuan untuk memudahkan dalam penyusunan atau pengembangan media AR. Format media meliputi ukuran audio, gambar, video serta objek 3D yang akan disisipkan kedalam media yang dikembangkan. Ketiga desain jalannya tahap pengembangan media AR, desain jalannya pengembangan media AR merupakan gambaran bagaimana proses mengembangkan sebuah aplikasi perangkat lunak yang akan dibuat. Desain jalannya pengembangan terdiri dari beberapa kegiatan

yaitu 1) identifikasi masalah, 2) studi literatur, 3) perancangan pengembangan aplikasi dan 4) pengembangan aplikasi.

Keempat desain jalannya media AR, desain jalannya media AR merupakan kegiatan yang dilakukan pada tahap desain dengan tujuan 1) mengetahui bagaimana jalanya cerita atau aplikasi AR yang akan dikembangkan, 2) tidak kebingungan dalam menentukan skema atau konsep aplikasi AR yang dibuat. Pada kegiatan ini dibantu oleh bahasa pemrograman *C sharp* dan *visual studio code* untuk merealisasikannya. Desain jalannya media AR yaitu berupa *flowchart* dapat dilihat pada **gambar 2**.



Gambar 2. Flowchart jalannya media AR

Terakhir penentuan fitur dan desain tampilan media AR, penentuan fitur dan desain tampilan media AR dibantu oleh aplikasi *figma*. *Figma* bertugas mendesain tampilan *interface* yang muncul ketika *user* (pengguna) memainkan media AR yang dikembangkan. Selain itu, fitur-fitur diperlukan agar *user* (pengguna) dengan mudah mengakses menu yang disediakan pada media AR misalnya menu materi pembelajaran, menu kuis dan pengayaan atau menu tentang aplikasi. Selanjutnya desain tampilan AR yang dibuat disesuaikan dengan usia peserta didik kelas VII, meliputi warna, ikon, font huruf, tombol serta simbol yang akan digunakan.

3.3. Tahap pengkodean

Pengkodean merupakan kegiatan menstranslasikan desain yang telah dibuat sebelumnya kedalam perangkat lunak (Dermawan & Hartini, 2017). Proses pegkodean kedalam perangkat lunak dibantu oleh *C sharp* sebagai bahasa pemrograman dan *visual studio code* sebagai *software* bahasa pemrograman. Hasil dari pengkodean bahasa *C sharp* ini yaitu *script*. *Script* merupakan bahasa penerjemah setiap perintah dan kompilasi kode dalam satu rangkaian proses yang integratif sehingga sangat memungkinkan munculnya pola perjalanan sebuah media secara dinamis saat diakses. Hasil *script* pengkodean *C sharp* dan *visual studio code* terdiri dari 1) *PopUpMateri.cs* untuk mengatur sebuah animasi muncul dari bawah sampai atas, 2) *SoalScript.cs* untuk mengatur jawaban yang ada pada setiap soal, 3) *PapanSkor.cs* untuk memberi nilai skor kuis pada papan skor, 4) *ObjectControl.cs* untuk mengatur munculnya 3D *Object* pada media AR, 5) *Nama3D.cs* untuk mengatur keterangan nama 3D *Object* yang muncul, 6) *Hyperlink.cs* untuk memberikan fungsi pada tombol ketika diklik agar membuka *link* yang diberikan, 7) *DialogGroup.cs* untuk mengatur animasi munculnya sebuah *pop up* dialog seperti *pop up* yakin keluar, 8) *BoxNomorSoal.cs* untuk mengatur nomor soal yang ada pada kuis agar *user* bisa melewati soal sesuai yang diinginkan *user*, 9) *BankSoalNew.cs* untuk mengatur jalannya soal pada kuis, 10) *animation_button.cs* untuk mengatur animasi ketika tombol diklik dan mengatur suara ketika tombol diklik dan terakhir 11) *canvas_transisi.cs* untuk mengatur animasi dan jalannya perpindahan antar *scene* atau halaman. Selanjutnya pada tahap pengkodean terdapat uji coba atau testing. Uji coba dilakukan untuk

mengetahui kesalahan yang terjadi pada setiap bagian yang telah dibuat, apabila terjadi permasalahan pada setiap bagian yang dibuat maka akan dilakukan emendasi (koreksi). Hasil uji coba pada tahap pengkodean digunakan untuk koreksi sementara pada tiap-tiap bagian pada media AR agar tidak terjadi kesalahan (*error*) saat media dilakukan uji coba pada tahap *testing* dapat dilihat pada **tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Uji coba media pada tahap pengkodean

No	Test Case	Skenario Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji	
				Sesuai	Tidak Sesuai
	Halaman <i>splash screen</i>	Melihat splash screen saat masuk pada media AR	Tidak terjadi loading lama	V	
	Halaman menu utama	Melakukan uji pada tombol-tombol menu utama	Masing-masing tombol mengarah sesuai dengan halaman yang dituju	V	
	Halaman kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran	Melakukan scroll pada halaman ini dan pengecekan kesesuaian antar KD, indikator dan Tujuan pembelajaran	Tombol scroll tidak mengalami gangguan (ngelike) dan KD, indikator serta tujuan pembelajaran sesuai	V	
	Halaman menu materi	Melakukan uji pada tombol-tombol menu	Masing-masing tombol mengarah sesuai dengan halaman yang dituju		V
	Halaman tentang aplikasi	Melihat kesesuaian konten menu dan melakukan uji tombol kembali ke menu utama	Konten menu sesuai dan tombol dapat digunakan dan kembali ke menu utama	V	
	Halaman tentang kuis pengayaan	Melihat kesesuaian konten kuis dan pengayaan serta tombol respon salah atau benar pada kuis	Konten sesuai serta tombol respon sesuai dengan jawaban salah atau benar	V	
	Marker AR	Melakukan pindah/ scan AR camera terhadap maker objek	Ketika pindah AR camera pada marker muncul objek virtual yang sesuai	V	

3.4. Tahap testing

Tahap *testing* (pengujian) dilakukan uji validasi isi dan konten oleh ahli materi dan media untuk mengetahui kelayakan media AR yang sudah dikembangkan. Validasi melibatkan ahli materi, ahli media dan guru IPA. Validasi ahli materi dilakukan dengan tujuan agar materi yang digunakan baik dan layak digunakan oleh peserta didik (Prihandini *et al.*, 2021). Validasi ahli materi dilaksanakan oleh ahli media dan guru IPA yang berjumlah 10 orang validator. Data yang diperoleh dari validasi ahli materi berupa persentase kelayakan dapat dilihat pada **tabel 6**.

Tabel 6. Hasil uji validasi ahli materi

No	Aspek	Nilai V tiap aspek	Keterangan
1	Kualitas Isi	0.795	Sedang
2	Penyelarasan Tujuan Pembelajaran	0.844	Tinggi
3	Umpan Balik dan Adaptasi	0.833	Tinggi
4	Motivasi	0.791	Sedang
5	Komponen Kelayakan Isi	0.822	Tinggi
6	Komponen Kebahasaan	0.878	Tinggi
7	Komponen Penyajian	0.878	Tinggi
Vrata-rata		0.834	Tinggi

Berdasarkan **tabel 6** hasil validasi ahli materi secara rata-rata ($V_{rata-rata}$) sebesar 0.834 dengan kategori tinggi dan layak digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian Buchori *et al* (2017) dan Ahied *et al* (2020) bahwa media pembelajaran sebelum digunakan harus dilakukan uji aspek materi pada media yang dikembangkan. Selanjutnya, Berdasarkan hasil validasi ahli materi dapat diketahui

bahwa pada aspek komponen kebahasaan dan aspek komponen penyajian mendapatkan hasil yang tertinggi, sedangkan pada aspek komponen motivasi dan aspek kualitas isi mendapatkan hasil yang sedang. Hal ini dikarenakan pada aspek komponen kebahasaan dan aspek komponen penyajian bahasa yang digunakan jelas, sederhana dan singkat, serta penyajian media AR sesuai dengan perkembangan IPTEK dan memudahkan peserta didik dalam memahami materi. Sedangkan pada aspek komponen motivasi dan aspek kualitas isi memperoleh nilai sedang karena pada kedua aspek ini banyak dilakukan revisi meliputi penyesuaian media AR agar dapat memotivasi peserta didik, serta menampilkan pembelajaran yang nyata pada media AR yang dikembangkan, sedangkan pada aspek kualitas isi perlu diperbaiki seperti ada beberapa materi yang kurang detail, banyak kesalahan penulisan dan typo. Hasil saran dan komentar validator meliputi 1) memperbaiki materi komponen abiotik dan komponen biotik, 2) menghapus materi yang berlebihan seperti netralisme dan predasi yang dijelaskan 2 kali, 3) menambahkan materi penyebab berkurangnya keanekaragaman makhluk hidup, 4) mengubah video penjelasan materi animasi menjadi video nyata dalam kehidupan sehari-hari, serta 5) menambahkan materi yang berkaitan dengan usaha pelestarian makhluk hidup beserta video penjelasannya.

Validasi ahli media dilakukan dengan tujuan agar media yang dihasilkan layak digunakan (Prihandini *et al.*, 2021) dan sesuai dengan indikator yang telah ditentukan. Validasi ahli media dilaksanakan oleh ahli media dan guru IPA yang berjumlah 10 orang validator. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada **tabel 7**.

Tabel 7. Hasil validasi ahli media

No	Aspek	Nilai V tiap aspek	Keterangan
1	Desain Penampilan	0.837	Tinggi
2	Interaksi pengguna	0.819	Tinggi
3	Aksesibilitas	0.811	Tinggi
4	Kualitas Isi dan Tujuan	0.933	Tinggi
5	Intruksional	0.889	Tinggi
6	Kualitas Teknis	0.811	Tinggi
V rata-rata		0.850	Tinggi

Hasil validasi ahli media secara rata-rata ($V_{rata-rata}$) sebesar 0.850 dengan kategori tinggi dan layak. Selain itu media AR ini telah melalui proses dan evaluasi yang sangat ketat, sekaligus melalui perbaikan kecil pada tiap-tiap unit agar menghasilkan media AR yang baik. Revisi atau perbaikan pada media meliputi 1) membedakan indikator dan tujuan pembelajaran pada setiap pertemuan, 2) mengubah letak tombol AR dibawah penjelasan materi secara langsung, 3) memberikan title saat 3D objek muncul dan meberikan latar belakang pada 3D objek, 4) menambahkan objek yang lebih bermacam-macam, 5) menambahkan tombol pilihan skip pada soal kuis, 6) menambahkan menu pada petunjuk penggunaan berkaitan dengan download marker, 7) mengganti marker dengan yang lebih baik. Berdasarkan hasil validasi ahli media dapat diketahui bahwa pada aspek kualitas isi dan tujuan memperoleh hasil validasi tertinggi, sedangkan pada aspek kualitas teknis dan aksesibilitas memperoleh hasil yang terendah. Hal ini dikarenakan pada kualitas isi dan tujuan media AR mengacu pada kurikulum IPA SMP kelas VII tentang materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Selain itu, inti pembahasan yang digunakan mengacu pada kedalaman, keluasan materi yang ada pada buku peserta didik dan guru kemudian disesuaikan dengan buku atau refrensi yang kredible, kemudian penyajian materi, tampilan audio, gambar serta video sistematis sehingga memperoleh hasil validasi sangat tinggi. Sedangkan pada aspek kualitas teknis dan aksesibilitas memperoleh nilai validasi ahli media sedang diantara aspek lainnya, hal ini dikarenakan beberapa tampilan pada media AR khususnya pada saat animasi 3D muncul kurang adanya keterangan dan judul (*title*), ada beberapa teks pada media AR yang typo atau salah ketik sehingga berpengaruh pada hasil validasi terakhir tombol *skip* atau lewati pada kuis dan pengayaan yang juga mempegaruhi nilai validasi ahli media. Hal ini sejalan dengan Asyhari & Silvia (2016) bahwa media pembelajaran harus memenuhi kelayakan dan bersifat edukatif. Pratama *et al* (2020) serta Yovan dan Kholiq (2022) bahwa media AR pembelajaran merupakan media layak dan valid digunakan dalam pembelajaran IPA. Dewi *et al* (2017) dan Ahied *et al* (2020) menegaskan bahwa, uji kelayakan dan kevalidan suatu media perlu dilakukan agar dapat digunakan dan dapat digunakan untuk meningkatkan kognitif peserta didik.

Hasil uji coba respons peserta didik setelah menggunakan media AR interaksi makhluk hidup dan lingkungannya yang telah dilakukan di SMP Negeri 3 Jombang dengan jumlah 30 peserta didik dapat dilihat pada **tabel 8**.

Tabel 8. Hasil uji respons peserta didik

No	Aspek	Nilai Tiap Aspek	Keterangan
1	Kemudahan Penggunaan	3.233	Baik
2	Efisiensi Waktu	3.333	Sangat Baik
3	Manfaat Penggunaan	3.267	Sangat Baik
4	Sebagai pembelajaran Mandiri	3.275	Sangat Baik
5	Daya Tarik	3.483	Sangat Baik
Rata-rata		3.311	Sangat Baik

Hasil analisis secara keseluruhan, respon peserta didik berkaitan dengan penggunaan media AR materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya memperoleh hasil rata-rata sebesar 3,311 yang berada pada kategori sangat baik. Berdasarkan hasil analisis angket respon peserta didik dapat diketahui bahwa aspek daya tarik memperoleh presentase tertinggi, hal ini dikarenakan media AR dianggap baru dan berbeda dari media yang pernah digunakan di sekolah. Sedangkan pada aspek kemudahan penggunaan memperoleh presentase paling rendah, hal ini mengindikasikan ada beberapa peserta didik yang belum bisa mengoperasikan media AR pada smartphonenya misalnya *error* waktu penggunaan media AR seperti loading lama serta munculnya AR yang membutuhkan waktu lama.

Media AR yang sudah dikembangkan di samping dinyatakan valid juga memperoleh respon yang sangat baik dari peserta didik. Habibati *et al* (2019) menginformasikan bahwa adanya media AR mampu memahami materi pelajaran yang disampaikan guru dengan mudah. Kemudahan dalam menggunakan media AR dikarenakan didalam media AR memberikan nuansa pembelajaran yang menarik, nyata dan berkesan, hal inilah yang dapat memicu peserta didik dengan mudah memahami materi interaksi makhluk hidup. Ismail *et al* (2019) menegaskan bahwa media AR mampu peserta didik lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran serta sebagai sumber belajar secara mandiri karena didalamnya terdapat fitur-fitur yang memudahkan peserta didik. Hal ini sesuai dengan teori behavior Thondrike bahwa media AR dapat memberikan stimulus dan respon kepada peserta didik. Ketertarikan peserta didik untuk mempelajari materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya melalui media AR merupakan salah satu bentuk respon yang hakikatnya membentuk sebuah asosiasi yang baik antara kesan dan tingkah laku, selain itu respon peserta didik yang sangat baik setelah menggunakan media AR adalah akibat dari proses belajar yang menyenangkan dan berkesan dan dapat diterima oleh peserta didik (Amsari & Mudjiran, 2018). Utami *et al* (2021) menginformasikan bahwa konsep media AR mampu menciptakan suasana pembelajaran yang menarik dan menyenangkan, selain itu dengan adanya tampilan objek 3D menciptakan suasana belajar yang lebih nyata dan mampu menarik fokus peserta didik, serta memberikan kesan baik, hal ini juga ditegaskan oleh Romadhon *et al* (2017) bahwa media AR mampu memvisualisasikan materi dengan 3D semenarik mungkin. Pratama *et al* (2020) menegaskan bahwa media AR mampu meningkatkan minat, AR sangat efektif dan efisien apabila diterapkan dalam pembelajaran (Affriyenni *et al.*, 2020).

3.5. Tahap Maintenance

Perjalanan terakhir dari pengembangan media AR materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya adalah *maintenance*. *Maintenance* ialah melakukan pengoprasian seperti pemeliharaan, penyesuaian atau perubahan dengan situasi yang sebenarnya (Puspita *et al.*, 2019). Melinda *et al* (2021) menginformasikan bahwa, pada tahap *maintenance* merupakan proses penggulangan pengembangan mulai dari analisis sampai *maintenance*, akan tetapi hal ini dilakukan untuk perubahan media AR yang sudah ada tidak membuat media baru. Tahap *maintenance* dilakukan setelah tahap uji coba selesai. Perbaikan yang dilakukan pada media AR tidak terlalu banyak dan mengubah isi konten secara signifikan. Pembenahan media AR yang dilakukan hanya memperbaiki sebagian kecil dari fitur sudah ada agar menjadi lebih baik misalnya 1) ukuran media AR yang terlalu besar yang berdampak pada pengoprasian media AR menjadi lambat, sehingga perlu

dilakukan pengompresan media AR yang dikembangkan agar menjadi lebih kecil. 2) sorot kamera yang tidak langsung keluar animasi AR. Kaniawati *et al* (2021) menginformasikan bahwa, sorot kamera pada marker juga dipengaruhi oleh resolusi kamera pengguna, sehingga perlu bantuan senter dalam penggunaannya. Hal ini dikarenakan marker yang dibuat kurang jelas atau kualitasnya kurang baik, sehingga solusinya perlu dibuat marker yang memiliki kualitas baik. 3) *Scroll* pada materi sedikit terganggu, hal ini dikarenakan kesalahan pada tahap pengkodean sehingga perlu dilakukan perbaikan pengkodean agar lebih baik. Kelebihan media AR materi interaksi makhluk hidup yaitu 1) dapat menghadirkan 3D animasi yang seakan-akan nyata atau *real time*, 2) terdapat kuis dan pengayaan yang dapat membantu peserta didik dalam melatih kemampuan pengetahuannya khususnya pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya, 3) terdapat berbagai fitur yang dapat memudahkan peserta didik memahami materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya, 4) terdapat audio pada media AR yang dapat meningkatkan daya tarik dan berbeda dengan media AR yang lain, serta 5) mudah digunakan dan dipahami. Selain memiliki kelebihan media AR materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya memiliki kekurangan yaitu 1) memiliki ukurannya yang terlalu besar, sehingga perlu RAM minimal 2 GB untuk mengoperasikannya, selain itu hal ini berdampak pada kinerja media AR pada *smartphone* atau *handphone*. 2) kamera *smartphone* harus normal dan dalam kondisi yang baik dengan ukuran 11 sampai 16 MP kategori sedang, jika tidak maka akan mengganggu munculnya objek 3D pada media AR. Hal inilah yang harus diperhatikan dalam menggunakan media AR.

4. Kesimpulan

Media AR pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya telah berhasil dikembangkan, diuji validasi oleh ahli materi dan ahli media, serta mendapatkan respons positif dari peserta didik, sehingga layak digunakan. Media ini dapat diakses melalui *smartphone* kapan saja dan di mana saja, memungkinkan peserta didik mempelajari materi pembelajaran sesuai kebutuhan mereka. Saran bagi peneliti lainnya adalah: 1) Media AR yang telah dikembangkan mengalami sedikit permasalahan dalam pengaplikasiannya. Oleh karena itu, disarankan bagi pengembang aplikasi AR selanjutnya untuk lebih menekankan pada tahap analisis kebutuhan perangkat dan analisis permasalahan agar tidak terjadi permasalahan yang sama. 2) Pengembangan media AR ini menggunakan beberapa aplikasi seperti Unity, Figma, Blender, Vuforia, dan Visual Studio Code agar hasilnya lebih maksimal. Peneliti yang ingin mengembangkan media berbasis AR dapat menggunakan aplikasi serupa atau aplikasi lain yang mampu menghasilkan AR dengan kualitas yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Admadianti, N. T., & Irfa'i, M. A. (2016). Pengembangan Modul Teknologi Mekanik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Teknik Pemesinan Smk Negeri 3 Buduran Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 5(2), 62–67.
- Affriyenni, Y., Swalaganata, G., Mustikasari, V. R., & Fitriyah, I. J. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika pada Materi Optik Geometri Berbasis Augmented Reality dengan Unity dan Vuforia. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 4(2), 160–174. <https://doi.org/10.31331/jipva.v4i2.1301>
- Ahied, M., Muharrami, L. K., Fikriyah, A., & Rosidi, I. (2020). Improving students' scientific literacy through distance learning with augmented reality-based multimedia amid the covid-19 pandemic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 499–511. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.26123>
- Aiken, L. (1985). Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–141. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0013164485451012>
- Amsari, D., & Mudjiran, M. (2018). Implikasi Teori Belajar E. Thondrike (Behavioristik) Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Basicedu: Research & Learning in Elementary Education*, 2(2), 52–60.
- Anggraini, P., Panjaitan, R., & Wahyuni, E. (2021). Development of Magazine As A Learning Media On Endocrine System. *Jurnal Pena Sains*, 8(2), 64–71.
- Asyhari, A., & Silvia, H. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Berupa Buletin Dalam Bentuk Buku Saku Untuk Pembelajaran Ipa Terpadu. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 05(1), 1–13. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.100>
- Aulia, L. N., Susilo, S., & Subali, B. (2019). Upaya peningkatan kemandirian belajar siswa dengan model problem-based learning berbantuan media Edmodo. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 69–78. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.18707>
- Bashooir, K., & Supahar, S. (2018). Validitas dan Reliabilitas Instrumen Asesmen Kinerja Literasi Sains Pelajaran Fisika Berbasis STEM. *Jurnal Pendidikan Dan Evaluasi Pendidikan*, 22(2), 219–230.
- Buchori, A., Setyosari, P., Wayan Dasna, I., & Ulfa, S. (2017). Mobile augmented reality media design with waterfall model for learning geometry in college. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(13), 3773–3780.

- Cahyani, A., Listiana, I. D., & Larasati, S. P. D. (2020). Motivasi Belajar Siswa SMA pada Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Islam*, 3(1), 123–140.
- Dermawan, J., & Hartini, S. (2017). Implementasi Model Waterfall Pada Pengembangan Sistem Informasi Perhitungan Nilai Mata Pelajaran Berbasis Web Pada Sekolah Dasar Al-Azhar Syifa Budi Jatibening. *Jurnal Paradigma*, 19(2), 142–147. <https://doi.org/10.1093/nq/s5-VII.159.37-a>
- Dewantara, D. (2019). Improving Students' Learning Outcome: Implementaton Mind Mapping Method With Goconqr. *Jurnal Pena Sains*, 6(2). <https://doi.org/10.21107/jps.v6i2.6017>
- Dewi, I. S., Sunarno, W., & Dwiastuti, S. (2017). Natural Sciences Module Based on Scientific Approaches to Improve Cognitive Accomplishment of 7 th Graders Junior. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5(3), 102–107.
- Fakhrudin, A., & Kuswidyanarko, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Ipa Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality Sebagai Upaya Mengoptimalkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Muara Pendidikan*, 5(2), 771–776. <https://doi.org/10.52060/mp.v5i2.424>
- Fauzan, M., Gani, A., & Syukri, M. (2017). Penerapan Model Problem Based Learning Pada Pembelajaran Materi Sistem Tata Surya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 5(1), 27–35.
- Habibati, H., Hasan, M., & Fitri, N. R. (2019). Pengembangan Media Buletin Menggunakan Coreldraw X7 pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(1), 23–33. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v7i1.13514>
- Hartini, S., Misbah, Dewantara, D., Oktovian, R. A., & Aisyah, N. (2017). Developing learning media using online prezi into materials about optical equipments. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 313–317. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.10102>
- Irawan, E. P. (2021). Sosialisasi pendamping penggunaan Smartphone Terhadap Anak. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 4(2), 123–131.
- Irwanto, I. (2021). Perancangan Media Game Edukasi Untuk Mata Pelajaran Fisika Dengan Menggunakan Model Waterfall Di SMK Negeri 2 Kota Serang. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(11), 2311–2322.
- Ismail, A., Festiana, I., Hartini, T. I., Yusal, Y., & Malik, A. (2019). Enhancing students' conceptual understanding of electricity using learning media-based augmented reality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032049>
- Kaniawati, M., Abidin, Y., & Rahkmayanti, F. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality Pocket Book dalam Pengenalan Huruf Siswa Kelas I Sekolah Dasar. *Journal of Multiliteracies*, 1(2), 76–87. <https://ejournal.multiliterasi.com/index.php/journal-multiliterasi/article/view/14%0Ahttps://ejournal.multiliterasi.com/index.php/journal-multiliterasi/article/download/14/18>
- Kurniati, K., Prahmana, R. C. I., Makur, A. P., & Jelatu, S. (2018). Math Comics, Vectors, and the Strategy of Preview, Question, Read, Reflect, Recite, Review (PQ4R). *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 8(3), 159–174. <https://doi.org/10.30998/formatif.v8i3.2716>
- Maknuni, J. (2020). Pengaruh Media Belajar Smartphone Terhadap Belajar Siswa Di Era Pandemi Covid-19. *Indonesian Education Administration and Leadership Journal (IDEAL)*, 2(2), 94–106.
- Melinda, S., Maulana, A. R., Fahrezi, K., Nurhaliza, N., & Mulyati, S. (2021). Penerapan Model Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web sebagai Sistem Pengolahan Nilai Siswa. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 4(2), 98–102. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v4i2.10196>
- Ntobuo, N. E., Arbie, A., & Amali, L. N. (2018). The development of gravity comic learning media based on gorontalo culture. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 246–251. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i2.14344>
- Nur, I., Mukti, C., & Nurcahyo, H. (2017). Developing Computer- Based Biology Learning Media to Improve the Students' Learning Outcom. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 137–149.
- Nurningtyas, F., & Ayriza, Y. (2021). Pengaruh Kontrol Diri terhadap Intensitas Penggunaan Smartphone pada Remaja. *Jurnal Acta Psychologia*, 3(1), 14–20.
- Paridawati, I., Daulay, M. I., & Amalia, R. (2021). Persepsi Orangtua Terhadap Penggunaan Smartphone pada Anak Usia Dini di Desa Indrasakti Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar. *JOURNAL ON TEACHER EDUCATION Research & Learning in Faculty of Education*, 2(2), 28–34.
- Pratama, Y., Akhlis, I., & Linuwih, S. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Arts Berbasis Android Pada Materi Tata Surya Untuk Smp. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 9(1), 73–78. <https://doi.org/10.15294/upej.v9i1.38283>
- Prihandini, T. F., Elmunsyah, H., & Ar Rosyid, H. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality pada mata pelajaran teknik animasi 2D/3D kompetensi keahlian multimedia Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 1(1), 17–26. <https://doi.org/10.17977/um068v1n1p17-26>
- Puspita, A., Fahmi, M., & Yuningsih, Y. (2019). Perancangan dan Pembuatan Aplikasi E-Learning Menggunakan Model Waterfall Pada Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Riset Informatika*, 1(4), 173–180.
- Qosyim, A., & Priyonggo, F. V. (2017). Penerapan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Flash. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(2), 38–44. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa/article/view/3089>

- Rahman, A. Z., Hidayat, T. N., & Yanuttama, I. (2017). Media Pembelajaran IPA Kelas 3 Sekolah Dasar Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2017*, 5(1), 43–47. <http://ojs.amikom.ac.id/index.php/semnasteknomedia/article/view/1797>
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Faustine, S., Syarah, S., Ibrahim, I., & Mawarni, P. C. (2020). Pengembangan Literasi Sains Dan Identitas Budaya Siswa Melalui Pendekatan Etno-Pedagogi Dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Edusains*, 12(1), 54–63. <https://doi.org/10.15408/es.v12i1.12428>
- Rinawati. (2021). Peningkatan Hasil Belajar IPA Pada Materi Tata Surya Melalui Metode Demonstrasi di Kelas IX . 3 SMP Negeri 14 Kota Dumai. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2), 3796–3804.
- Romadhon, E. N., Anra, H., & Pratiwi, H. S. (2017). Penerapan Augmented Reality Berbasis android Sebagai Media Pembelajaran Sel Penyusun Jaringan pada Sistem Gerak dalam Mata Pelajaran Biologi (Studi Kasus : SMA Negeri 7 Pontianak). *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi (JUS TIN)*, 1(2), 89–92.
- Safaruddin, Degeng, I. N. S., Setyosari, P., & Murtadho, N. (2020). The effect of PJBL with WBL media and cognitive style on students' understanding and science-integrated concept application. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 384–395. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.24628>
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education Limited 2016.
- Sugiyono, S. (2019). *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Alfabeta.
- Susanti, N., & Djukri, D. (2018). Pengembangan modul biologi materi pokok ekosistem berbasis aktivitas siswa di pondok pesantren untuk menanamkan sikap spiritual dan kemandirian siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(1), 66.
- Sutresna, J., & Yanti, F. (2020). Sistem Pembelajaran Agama Islam Berbasis Web Untuk Tingkat SD Menggunakan Model Waterfall Dipesantren Tahfidz Daarul Qur'an-Tangerang. *JOAIIA: Journal of Artificial Intelligence and Innovative Applications*, 1(3), 125–130. <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JOAIIA/index>
- Syawaludin, A., Gunarhadi, & Rintayati, P. (2019). Enhancing elementary school students' abstract reasoning in science learning through augmented reality-based interactive multimedia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 288–297. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.19249>
- Tyas, R. A., Wilujeng, I., & Suyanta, S. (2020). Pengaruh pembelajaran IPA berbasis discovery learning terintegrasi jajan lokal daerah terhadap keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 114–125. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.28459>
- Usmaedi, U., Fatmawati, P. Y., & Karisman, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Aplikasi Augmented Reality Dalam Meningkatkan Proses Pengajaran Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 6(2), 489–499. <https://doi.org/10.31949/educatio.v6i2.595>
- Utami, F., Rukiyah, R., & Andika, W. D. (2021). Pengembangan Media Flashcard Berbasis Augmented Reality pada Materi Mengenal Binatang Laut. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 1718–1728. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i2.933>
- Widiastika, M. A., Hendracipta, N., & Syachruroji, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Android pada Konsep Sistem Peredaran Darah di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu Research & Learning in Elementary Education*, 5(1), 47–64.
- Widodo, W., Sudibyo, E., Suryanti, Sari, D. A. P., Inzannah, & Setiawan, B. (2020). The effectiveness of gadget-based interactive multimedia in improving generation z's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 248–256. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.23208>
- Yesmaya, V., T, J. D., Aspurua, K., & Prasetyo, I. (2018). Perancangan Aplikasi Ensiklopedia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *Jurnal Telematika*, 13(1), 27–32.
- Yovan, R. A. R., & Kholiq, A. (2022). Pengembangan Media Augmented Reality Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Abstrak Siswa SMA pada Materi Medan Magnet. *PENDIPA: Journal of Science Education*, 6(1), 80–87.
- Yuwono, G. R., Sunarno, W., & Aminah, N. S. (2020). Pengaruh Kemampuan Berpikir Analitis Pada Pembelajaran Berbasis Masalah (Pbl) Terhadap Hasil Belajar Ranah Pengetahuan. *Jurnal Edusains*, 12(1), 106–112. <https://doi.org/10.15408/es.v12i1.11659>