

Pengembangan Media Pembelajaran ARDI (AR-Digital Book) Berbasis Augmented Reality 3D Animated Pada Materi Induksi Elektromagnetik

Azar Zakaria^{1#}, Indah Sri Wahyuni², Muhammad Satriawan³, Oka Saputra⁴, Muhammad Habibulloh⁵

^{1,3,4,5} Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

²Madrasah Tsanawiyah Negeri 14 Jombang, Jombang, Indonesia

#Email: azarzakaria.21006@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan mengembangkannya buku digital ARDI pada materi fisika induksi elektromagnetik. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan ADDIE, namun terbatas penggunaan ADD, yaitu Analyze, Design, and Development. Buku digital ARDI divalidasi 5 (lima orang), yaitu 1 ahli IT, 2 ahli fisika, dan 2 ahli media pembelajaran. *Analyze* terdiri dari, pemilihan topik, analisis konsep fisika induksi elektromagnetik dan analisis media pembelajaran. *Design* memuat desain animasi 3D berbantuan software blender 3.4 dan augmented reality berbantuan meta spark studio dan player. *Development* memuat pengembangan desain animasi 3D yang disajikan dalam wujud buku digital yang mampu diakses melalui *playstore* maupun *appstore*. Selanjutnya, data hasil uji coba dianalisis secara deskriptif dan data hasil validasi ahli dianalisis dengan menggunakan *content validity ratio* (CVR). Hasil penelitian menunjukkan hasil validasi desain ARDI yang telah dibuat layak dikembangkan dengan respon seluruh validator memberikan nilai 1 (satu) pada 4 (empat) item aspek yang dinilai. Penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran ARDI yang memaparkan fisika induksi elektromagnetik layak digunakan sebagai media baru, kekurangan media ARDi belum menyajikan gamifikasi dan virtual laboratorium yang memerlukan penambahan penyajian konsep fisika. Rekomendasi yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah adanya pengembangan gamifikasi dan virtual laboratorium dalam buku digital ARDI

Kata kunci: Augmented Reality, Media Pembelajaran, Induksi elektromagnetik

Abstract

This study aims to produce and develop ARDI digital books on the physics of electromagnetic induction. The research method used is research and development with the ADDIE development model, but limited use of ADD, namely Analysis, Design, and Development. ARDI digital books were validated by 5 (five people), namely 1 IT expert, 2 physicists, and 2 learning media experts. The analysis consists of selecting topics, analyzing the physics of electromagnetic induction and analyzing learning media. The design features 3D animation designs using Blender 3.4 software and augmented reality using Meta Spark Studio and Player. Development contains the development of a 3D animation design presented in the form of a digital book which can be accessed through the playstore or appstore. Furthermore, the trial results data were analyzed descriptively and the expert validation results data were analyzed using the content validity ratio (CVR). The results showed that the results of the validation of the ARDI design that had been made feasible were developed with the responses of all validators giving a value of 1 (one) in 4 (four) aspect items being assessed. From the research conducted, it can be concluded that ARDI learning media which describes the physics of electromagnetic induction is suitable for use as a new medium, the drawbacks of ARDI media are that it does not yet provide gamification and virtual laboratories that require additional presentation of physics concepts. The recommendations given for further research are the development of gamification and virtual laboratories in ARDI digital books

Keywords: Augmented Reality, Learning Media, Electromagnetic Induction

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang semakin cepat menyebabkan penggunaan mobile android semakin penting bagi masyarakat dan dianggap dapat membantu meningkatkan minat siswa SMA dalam belajar melalui mobile android (Kamaluddin dkk., 2020). Penggunaan pembelajaran interaktif juga dapat membangkitkan fantasi visual dan gerakan yang menarik (Bayu dkk., 2022) dan meningkatkan stabilitas rangkaian emosi saat menerima materi kognitif dengan irama yang teratur, sehingga memudahkan otak untuk mencerna dan mengingat informasi tersebut (Sitorus dkk., 2020).

Menurut Dudung (2020), media yang digunakan dalam pembelajaran interaktif sangat bermanfaat dalam memfasilitasi proses belajar dengan cara menggabungkan fakta dan ide-ide untuk menjelaskan materi. Selain bertanggung jawab dalam menyampaikan pesan atau informasi pembelajaran, media pembelajaran juga memastikan bahwa pesan atau informasi tersebut memiliki makna yang benar. Fungsi utama media pembelajaran adalah sebagai alat bantu pengajaran yang mempengaruhi motivasi, kondisi, dan lingkungan belajar (Pratidhina dkk., 2019). Proses pembelajaran memiliki lima komponen penting, yaitu tujuan, materi, metode, media, dan evaluasi pembelajaran yang saling terkait (Emawati dkk., 2021). Penggunaan media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan memengaruhi psikologis siswa dalam proses belajar, sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep dalam materi pelajaran dan mendorong minat dan motivasi siswa untuk belajar (Aimah dkk., 2021). Namun, penggunaan media harus disesuaikan dengan materi dan taraf siswa sehingga guru harus dapat memilih media yang tepat dan cocok dengan siswa yang diajarkan. Kelebihan penggunaan media pembelajaran adalah sifatnya yang konkret (Darus dkk., 2019), dan dapat mengatasi batasan ruang dan waktu, memperjelas masalah, dan mencegah atau membenarkan kesalahpahaman (Karal dkk., 2020).

Penggunaan media pembelajaran di sekolah masih belum optimal. Salah satu masalah utama pada mata pelajaran fisika adalah kompleksitas konsep yang sulit dipahami oleh sebagian besar siswa (Lee dkk., 2017), kurangnya interaksi dan keterlibatan siswa, serta keterbatasan teknologi (Tascon dkk., 2020). Masalah ini dapat menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami materi dan mencapai hasil belajar yang baik (Manickam dkk., 2022). Oleh karena itu, penting bagi guru dan desainer media pembelajaran untuk memilih media yang tepat, mempertimbangkan integrasi media dengan pembelajaran fisika secara efektif, dan memperhatikan cara mengintegrasikan pembelajaran yang holistik serta

mempertahankan interaksi antara guru dan siswa dalam proses pembelajaran (Sung dkk, 2020).

Banyak desainer media pembelajaran menggunakan teknologi augmented reality dan video pembelajaran karena media ini cocok untuk meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam belajar mata pelajaran fisika (Ramadhan dkk, 2021). Studi lain juga menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran interaktif seperti simulasi Gambar dan game juga efektif ketika diterapkan (Islami dkk, 2017). Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang tepat dan inovatif dapat membantu mengatasi masalah dalam memahami konsep fisika (Gaigher dkk, 2022).

Sejauh ini penelitian yang dinilai relevan terkait penggunaan augmented reality dalam pembelajaran fisika disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Relevan

Penulis	Penelitian objektif	Hasil Penelitian
Guntur dkk., 2020	menjabarkan hubungan teknologi AR dalam meningkatkan pemecahan masalah dan spasial keterampilan melalui studi teori.	hasil positif diperoleh dalam menerapkan AR teknologi untuk pemecahan masalah dan spasial keterampilan
Wulandari dkk., 2021	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap pengaruh augmented reality pada model pembelajaran fisika.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa keputusan untuk mengintegrasikan teknologi augmented reality dalam model pembelajaran mampu mendukung proses dan hasil belajar siswa.
Suprpto dkk., 2023	Pengembangan aplikasi game Adventuring Physics yang valid dan praktis pada pembelajaran fisika.	<i>Adventure game</i> yang diintegrasikan dengan <i>augmented reality</i> lebih terfokus pada game keadaan petualangan pada materi elektrostatis, desain augmented reality masih 2D berupa foto dan

		video. Penulis menyatakan aplikasi ini perlu diuji keefektifan dipembelajaran fisika
Muliyati dkk., 2021	Pengembangan buku topik Augmented Reality elastisitas untuk media pembelajaran	Desain 2D berupa Gambar dan video dibatasi satu arah. Konsep fisika yang diberikan terbatas pada susunan pegas seri-paralel
Fidan & Tuncel, 2019	Menyelidiki pengaruh model PBL berbantuan teknologi AR terhadap prestasi belajar dan sikap terhadap fisika mata pelajaran sebagai bagian dari IPA pendidikan	Hasil percobaan menunjukkan bahwa penerapan teknologi AR dalam model PBL meningkatkan prestasi belajar siswa dan sikap politik terhadap fisika.
Risdianto dkk., 2019	Penggunaan teknologi augmented reality pada materi rangkaian listrik dan optik geometris yang dikembangkan sudah valid dan teruji dengan persentase rata-rata uji validitas yaitu 86,74% yang termasuk dalam kategori sangat baik namun belum terdapat contoh desain yang dikembangkan	antusias mahasiswa selaku pengguna media augmented reality pada saat praktikum.
Fitriyah dkk., 2020	Pengembangan media pembelajaran fisika pada materi optik geometri berbasis augmented reality dengan unity dan Vuforia terbatas desain 3D non animasi dan belum dikemas dalam buku digital	Media yang disajikan kepada 20 responden mahasiswa memperoleh hasil kelayakan sebesar 89,57% dan perlu dikembangkan untuk tahap penyempurnaan media

Media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa dan dapat membantu siswa untuk lebih memahami konsep-konsep fisika secara lebih mudah dan menarik. Penelitian yang dilakukan oleh Sugihartono dan Suyitno (2020) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis augmented reality dapat meningkatkan hasil belajar fisika pada siswa (Karal dkk., 2020). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nurhasanah (2018) menunjukkan bahwa penggunaan video pembelajaran dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa dalam mata pelajaran fisika. Data penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang interaktif seperti simulasi dan game dapat meningkatkan hasil belajar dan minat belajar siswa pada mata pelajaran fisika (Islami dkk., 2017). Oleh karena itu, pengembangan media pembelajaran yang sesuai dan inovatif dapat membantu mengatasi permasalahan pada kesulitan mata pelajaran fisika. Peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang terkait dengan materi induksi elektromagnetik (Kuhn dkk., 2020). Beberapa kesulitan yang sering dihadapi antara lain: (1) Kesulitan dalam memahami konsep medan magnet dan medan listrik; (2) Kesulitan dalam memahami konsep arus induksi dan Hukum Faraday; (3) Kesulitan dalam menghitung arus induksi dan tegangan induksi pada suatu konduktor (Mantri et al, 2020); (4) Kesulitan dalam memahami konsep elektromagnetik dan transformator; (5) Kesulitan dalam menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi teknologi di kehidupan sehari-hari (Kloos et al, 2018).

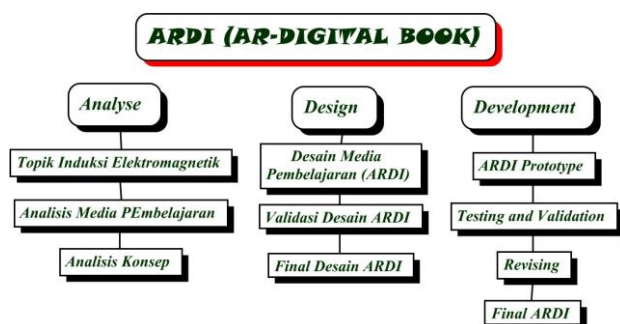
Penelitian yang dilakukan oleh Husna et al. (2018) menunjukkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang terkait dengan materi induksi elektromagnetik, terutama pada konsep arus induksi dan Hukum Faraday. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Suparmi et al. (2019) menunjukkan bahwa siswa juga mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi teknologi di kehidupan sehari-hari (Kloos et al, 2014). Beberapa faktor yang mempengaruhi kesenjangan sosial dalam penggunaan teknologi augmented reality dalam pendidikan di Indonesia antara lain: (1) Aksesibilitas teknologi belum dimiliki semua sekolah di Indonesia memiliki akses terhadap teknologi augmented reality yang diperlukan untuk implementasi dalam pembelajaran; (2) Infrastruktur seperti jaringan internet dan listrik yang belum merata di seluruh wilayah Indonesia dapat mempengaruhi kesediaan sekolah untuk mengadopsi teknologi augmented reality; (3) Keterbatasan sumber daya manusia yang terampil dalam

penggunaan teknologi augmented reality dapat membatasi penggunaannya dalam pendidikan di Indonesia. (4) Kesenjangan sosial-ekonomi: Siswa dari latar belakang sosial-ekonomi rendah mungkin memiliki akses yang terbatas terhadap teknologi augmented reality, sehingga memperburuk kesenjangan sosial dalam pembelajaran.

Berdasarkan penerapan media pembelajaran yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya terkait augmented reality (AR) dan modul ajar fisika. Peneliti menawarkan produk untuk membantu proses pembelajaran fisika agar lebih interaktif yang dikhususkan pada materi induksi elektromagnetik dengan nama ARDI (*AR-Digital Book*) yang memuat desain AR 3D animated yang dikemas dalam buku digital berbasis aplikasi yang dapat diakses melalui android dan IOS. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan dan mengembangkan buku digital ARDI berbasis augmented reality (AR) pada materi fisika induksi elektromagnetik

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah Research and Development yang merupakan suatu proses untuk menghasilkan produk baru yang dapat dipertanggung jawabkan. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE, model yang terdiri dari lima tahapan yaitu, Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Penelitian pengembangan ADDIE yang hanya sampai tahap Development karena tujuan penelitian ini sebatas mengembangkan dan menghasilkan suatu media pembelajaran yang valid untuk diimplementasikan berdasarkan penilaian validator dan ujicoba terbatas. Adapun desain penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Flowchart ARDI Model pengembangan ADD

Tahap-tahap penelitian pengembangan yaitu tahap analisis mencakup analisis terhadap pengembangan produk yang dilakukan terdiri dari analisis topik, analisis media pembelajaran, dan analisis konsep fisika yang digunakan pada ARDI yang dikembangkan. Tahap design yaitu mendesain draft media ajar fisika elastisitas

diwujudkan dengan augmented reality (AR) desain 3D dalam bentuk buku digital, mendesain lembar validasi ahli media dan ahli materi. Validasi instrumen yang digunakan berupa rubrik penilaian produk yang diberikan kepada ahli materi dan ahli media. Tahap development yaitu mengembangkan media yang menghasilkan sebuah produk berupa AR 3D Object terkait materi elastisitas yang dikemas dalam buku digital yang dapat dijadikan sebagai media ajar dalam menyampaikan konsep fisika materi induksi elektromagnetik. Terkait ujicoba, yaitu (1) mengunduh ARDI melalui playstore dan Appstore; (2) keterkaitan desain animasi AR dalam konsep elastisitas, Selanjutnya alat yang dikembangkan divalidasi ahli dan diujicoba untuk mengetahui keberfungsian. Selanjutnya, berdasarkan hasil validasi dan ujicoba dilakukan perbaikan (Islami & Gusmida, 2017).

Data dikumpulkan dengan menggunakan lembar validasi ahli dan lembar ujicoba alat. Validasi ahli dilakukan oleh 5 orang ahli yang terdiri dari 1 orang ahli IT, 2 orang ahli media pembelajaran dan 2 ahli fisika. Selanjutnya, data hasil ujicoba dianalisis secara deskriptif dan data hasil validasi ahli dianalisis dengan menggunakan content validity ratio (CVR). Nilai CVR menurut Wilson, Pan dan Schumsky (2012) dapat dihitung dengan persamaan 1 sebagai berikut:

$$CVR = \frac{n - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \dots (1)$$

Keterangan :

N = Jumlah pakar panel

n = Jumlah pakar panel yang mengatakan sesuai

Media dikatakan layak jika nilai CVR hitung > CVR kritis, di mana menurut Wilson, Pan dan Schumsky (2012) untuk rater 5 orang maka nilai CVR kritisnya 4 orang. Artinya media dikatakan layak digunakan apabila semua rater (5 orang) harus menjawab iya dan sebaliknya terdapat salah satu rater yang menjawab tidak, maka media tersebut belum layak digunakan dan perlu direvisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Analisis

Pemilihan topik

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait topik induksi elektromagnetik yang cenderung bermasalah dalam penerapan media yang telah dikembangkan. Salah satu permasalahan yang sering muncul adalah kesulitan siswa dalam memahami konsep dasar terkait dengan induksi elektromagnetik. Konsep ini memerlukan pemahaman yang cukup tentang medan magnet, medan listrik, arus listrik, dan perhitungan daya listrik. Siswa seringkali kesulitan dalam memahami konsep ini karena

sifatnya yang abstrak dan kompleks. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk membantu siswa dalam memahami konsep dasar tersebut dengan menggunakan metode pembelajaran yang efektif.

Selain itu, permasalahan lainnya yang muncul adalah kurangnya ketersediaan bahan ajar yang lengkap dan sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Hal ini dapat menghambat siswa dalam mempelajari konsep-konsep dasar terkait dengan induksi elektromagnetik secara lebih efektif. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menyediakan bahan ajar yang lengkap dan sesuai dengan kurikulum untuk memudahkan siswa dalam mempelajari konsep dasar tersebut.

Selain itu, siswa juga seringkali kesulitan dalam menghubungkan konsep-konsep fisika dengan aplikasinya di kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh, dalam topik induksi elektromagnetik, siswa mungkin kesulitan untuk memahami bagaimana konsep tersebut digunakan dalam pembangkit listrik atau dalam teknologi pengapian mesin mobil. Kurangnya pemahaman mengenai aplikasi konsep-konsep fisika ini dapat menghambat siswa dalam memahami pentingnya belajar fisika dan motivasi mereka untuk mempelajarinya, sehingga topik induksi elektromagnetik dipilih dengan maksud untuk membantu siswa dalam memahami materi. Uji coba yang dilakukan terbatas pada desain visualisasi AR yang menganimasikan object 3D terkait hukum Faraday, fluks magnetik, induktansi diri, hukum Lenz, dan contoh penerapan induksi elektromagnetik di dunia nyata yang dilengkapi dengan pengantar audio sebagai penunjang penjelasan terkait komponen materi yang dipaparkan.

Analisis media ajar

Pada tahap ini dilakukan analisis sejauh mana media ajar terkait topik induksi elektromagnetik yang telah dikembangkan. Media yang berhasil dikembangkan terkait media ajar berbasis animasi AR belum mengacu dengan kesesuaian penggunaan AR yang seharusnya dianimasikan 3D. Penelitian yang dimaksud sebagai contoh, seperti: (1) buku digital AR terkait materi teori kinetik yang disajikan dalam 2D dan video 2D; (2) integrasi game adventure physics dan AR-digital book, dalam desain AR masih menggunakan 2D dan video (Suprpto dkk., 2023). Berdasarkan hasil jurnal yang dicari masih menunjukkan hasil nihil yang menyajikan desain augmented reality animasi 3D dalam pembelajaran fisika terkait topik induksi elektromagnetik yang dikemas dalam buku digital, sehingga media pembelajaran yang dikembangkan peneliti dapat dikategorikan baru.

Analisis konsep fisika yang digunakan dalam media

Konsep fisika yang digunakan dalam media adalah konsep induksi elektromagnetik yang memuat substansi hukum Faraday, hukum Lenz, induktansi diri, fluks magnetik, dan penerapan konsep tiap substansi di dunia nyata. Hukum Faraday adalah salah satu konsep penting dalam fisika, terutama dalam kaitannya dengan induksi elektromagnetik. Hukum ini ditemukan oleh Michael Faraday pada tahun 1831 dan menyatakan bahwa perubahan fluks magnetik dalam suatu kawat penghantar akan menghasilkan tegangan listrik yang proporsional dengan laju perubahan fluks magnetik tersebut.

EMF (Electromotive Force) adalah tegangan listrik yang dihasilkan, Φ (Flux) adalah fluks magnetik, dan dt adalah waktu. Tanda negatif menunjukkan bahwa arah tegangan yang dihasilkan adalah sebaliknya dari arah perubahan fluks magnetik.

Hukum Faraday sangat penting dalam aplikasinya dalam berbagai teknologi modern, seperti pada generator listrik, motor listrik, dan transformator. Hukum Faraday juga memberikan pemahaman dasar tentang hubungan antara medan magnet dan medan listrik, serta pentingnya konsep fluks magnetik dalam menghasilkan tegangan listrik.

Hukum Lenz menyatakan bahwa arus listrik yang dihasilkan dari induksi elektromagnetik selalu berlawanan arah dengan perubahan fluks magnetik yang menyebabkannya. Secara sederhana, hukum Lenz dapat dijelaskan dengan contoh sebagai berikut: jika sebuah magnet didekatkan ke kawat penghantar, maka medan magnet akan memengaruhi elektron dalam kawat dan menyebabkan arus listrik mengalir. Menurut hukum Lenz, arus listrik yang dihasilkan akan selalu mengalir dalam arah yang berlawanan dengan perubahan medan magnet yang menyebabkannya.

Hukum Lenz sangat penting dalam berbagai aplikasi teknologi modern seperti transformator, generator listrik, dan motor listrik. Hukum ini memastikan bahwa arus listrik yang dihasilkan dalam induksi elektromagnetik dapat digunakan secara efisien dan meminimalkan kerugian energi. Hukum Lenz juga memberikan pemahaman dasar tentang hukum kekekalan energi dan pentingnya menjaga keseimbangan energi dalam sistem elektromagnetik.

Induktansi diri adalah konsep penting dalam fisika yang berkaitan dengan sifat-sifat elektromagnetik dari kumparan atau kawat penghantar. Konsep ini mengacu pada kemampuan suatu kumparan atau kawat penghantar untuk menghasilkan tegangan listrik pada dirinya sendiri ketika arus listrik mengalir melaluinya.

Secara matematis, induktansi diri dapat dinyatakan sebagai rasio antara fluks magnetik yang dihasilkan oleh

arus listrik yang mengalir melalui kawat penghantar tersebut dan besar arus listrik itu sendiri.

Induktansi diri sangat penting dalam aplikasinya dalam berbagai teknologi modern, seperti pada transformator dan motor listrik. Dalam transformator, induktansi diri digunakan untuk mengubah tegangan listrik AC dari satu tingkat ke tingkat yang lain dengan menggunakan kumparan dengan induktansi diri yang berbeda. Sedangkan pada motor listrik, induktansi diri digunakan untuk menghasilkan medan magnetik yang diperlukan untuk memutar rotor.

Fluks magnetik adalah konsep penting dalam fisika yang mengacu pada jumlah medan magnet yang melewati suatu daerah tertentu dalam ruang. Konsep ini berkaitan erat dengan induksi elektromagnetik dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan matematis yang menghubungkan medan magnetik, luas permukaan dan sudut antara medan magnetik dan permukaan. Secara matematis, fluks magnetik dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\Phi = B.A.\cos(\theta) \quad \dots (2)$$

di mana Φ adalah fluks magnetik, B adalah medan magnetik, A adalah luas permukaan yang terkena medan magnetik, dan θ adalah sudut antara medan magnetik dan permukaan.

Fluks magnetik sangat penting dalam berbagai aplikasi teknologi modern, seperti pada transformator, generator listrik dan motor listrik. Dalam transformator, fluks magnetik digunakan untuk mengubah tegangan listrik AC dari satu tingkat ke tingkat yang lain dengan menggunakan kumparan dengan fluks magnetik yang berbeda. Dalam generator listrik, fluks magnetik digunakan untuk menghasilkan arus listrik dengan menggerakkan konduktor melalui medan magnetik. Sedangkan dalam motor listrik, fluks magnetik digunakan untuk memutar rotor dengan menggunakan medan magnetik yang dihasilkan oleh kumparan.

Tahap Desain **Desain animasi 3D**

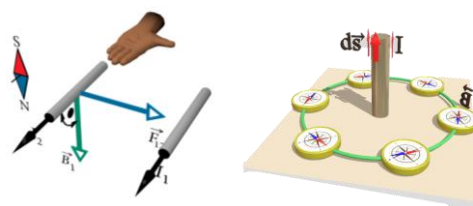
Pada tahap ini dilakukan media yang dikembangkan dengan mempertimbangkan beberapa hasil analisis pada tahap *Analyse* yang mencakup pemaparan hukum Faraday, hukum Lenz, induktansi diri, dan fluks magnetik. Adapun desain awal media yang dikembangkan menggunakan software Blender 3.4 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain 3D menggunakan software blender 3.4

Fitur yang tersedia dalam software Blender tipe 3.4 sangat lengkap. Namun, hanya beberapa preset yang digunakan untuk membuat desain 3D. Sebagai contoh desain 3D yang disajikan merupakan fluks magnetik yang dibuat dan dilengkapi dengan gambar tangan dan kutub utara selatan sebagai penunjuk arah. Menu awal Blender, desainer disajikan sebuah kubus sebagai media yang akan dipotong searah sumbu x, y, dan z sesuai objek yang diinginkan tentunya dengan ketelitian yang sesuai, menduplikat kubus dengan menekan **Shift+D**, menggunakan preset **metallic** untuk daya penajaman dan **glitter** pada object, **texture** untuk pewarnaan, **surface**, **mist pass**, **viewport**, dan menu **custom** untuk menunjang rendering layer.

Dalam tahap penajaman desain objek animasi dapat dilakukan penambahan duplikat kubus yang telah disesuaikan **axis-cropping** sehingga desain object yang muncul lebih tajam dan halus. Setelah membuat desain object 3D sesuai preset yang diperlukan, desainer harus memilih tombol **file** untuk mengimpor desain dengan format **glb**, **gltx**, dan **fbx**. Format yang disarankan peneliti adalah **glb**, keunggulan impor menggunakan **glb** adalah tersedia menu **include** untuk **custom normal**, **custom properties**, **import enums AS**, dan **image search** untuk menjaga preset agar tidak cacat, kemudian tersedia menu **vertex colors** dan disimpan dengan **sRGB** untuk mempertahankan kemurnian pewarnaan pada tekstur gambar untuk menghindari pemudaran, lalu **transform** diharuskan **scale** sebesar **1.00** dan **decal offset** **0.00** untuk kestabilan object, kemudian yang terakhir mencentang kolom **animation** agar animasi yang telah dibuat dapat berfungsi sebelum meng-impor object animasi 3D seperti Gambar 3.



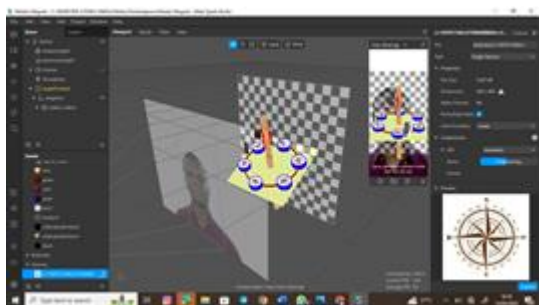
Gambar 3. Desain Animasi 3D setelah Tahap *Import glb* untuk Fluks Magnet dan Hukum Faraday

Desain augmented reality

Pada tahap ini, desain animasi 3D dikembangkan dan di substitusi ke software meta spark studio untuk di integrasikan menjadi desain augmented reality. Adapun preset yang diperlukan untuk membuat desain AR 3D object. Designer perlu memindai desain animasi 3D menunggakan preset targettracker0 dengan men-draghere objek yang akan digunakan, kemudian mengatur desain posisi dan pewarnaan melalui asset material, textures, shader, script, block, playback controller. Menu texture untuk memberi warna dan dapat meng-input warna dari sumber-sumber tertentu apabila ada, pada asset material diperlukan preset reticle untuk mengatur type shade dan diffuse, icon dan glitch untuk mengatur peletakkan icon dan pemberian glitch atau jeda pada wujud desain sebagai pengkondisian saat scan desain dilakukan agar lebih natural, kemudian script adalah Bahasa pemrograman yang diperlukan untuk mengatur desain objek untuk mampu muncul saat dilakukan scanning.

Kemudian asset block sebagai wadah untuk meletakkan posisi desain animasi 3D dimunculkan setelah tahap *scanning object* Gambar telah ditentukan, kemudian edit asset playback controller untuk mem-play desain animasi yang muncul dengan jangka waktu yang diinginkan, peneliti menggunakan jangka waktu object muncul sekitar 10 detik.

Selain penggunaan asset tools, designer wajib melakukan aktivasi device terkait visible light untuk mengatur pencahayaan dan saturasi objek yang muncul agar objek tidak pecah atau white screen dan penambahan lain terkait tools microphone untuk memunculkan isian suara tentang objek animasi 3D tersebut. Selain itu fungsi objek Gambar manusia sebagai latar belakang yang bertujuan untuk mengetahui posisi pengguna saat menggunakan animasi 3D tersebut



Gambar 4. Desain AR *Magnetic object*

Setelah selesai, designer perlu menekan menu publish untuk meng-import hasil AR yang telah dibuat dan memilih menu barcode sebagai langkah untuk mempermudah menampilkan desain animasi 3D. output barcode sangat disarankan karena tidak perlu khawatir apabila FPS Camera atau tingkat pencahayaan sekitar

lokasi scanning rendah dan sangat stabil digunakan seperti Gambar 5. Dan yang terakhir, designer perlu melakukan pemilihan opsi *AR in the word* dengan harapan desain yang dibuat muncul secara realtime sesuai waktu yang ditetapkan dan tidak memerlukan media apapun sebagai pijakan.

Validasi

Pada tahap ini, augmented reality desain animasi 3D divalidasi oleh 5 (lima) orang validator, diantaranya 1(satu) orang ahli IT, 2 (dua) orang ahli media pembelajaran, dan 2 (dua) orang ahli fisika. Komponen yang divalidasi adalah (1) kesesuaian alat yang didesain dengan konsep fisika yang digunakan; (2) keberfungsian ARDI (*AR-digital book*); (3) Estimasi efisiensi output yang dihasilkan ARDI; (4) kelayakan ARDI sebagai media ajar.

Tabel 2. Hasil validasi ahli pada desain media

Aspek penilaian	Validator					Jumlah	CVR
	1	2	3	4	5		
Ketepatan penggunaan AR pada konsep Fisika	1	1	1	1	1	5	1
Kesesuaian desain awal dengan ARDI yang dihasilkan	1	1	1	1	1	5	1
Kemudahan penggunaan ARDI	1	1	1	1	1	5	1
Tampilan ARDI yang menarik	1	1	1	1	1	5	1
Kelayakan ARDI untuk media ajar	1	1	1	1	1	5	1

Berdasarkan hasil validasi bahwa desain ARDI yang telah dibuat layak dikembangkan. Hal ini ditunjukkan oleh Tabel 1, bahwa seluruh validator memberikan nilai 1 pada item aspek yang dinilai. Namun, sebelum dikembangkan perlu memperhatikan beberapa catatan penting, yaitu : (1) desain animasi 3D yang dikembangkan harus jelas dan sesuai karena akan mempengaruhi pemahaman konsep fisika induksi elektromag-netik saat diimplementasikan ke siswa; (2) perlu pengemasan produk dari AR 3D animated berupa buku digital untuk digunakan sebagai media pembelajaran interaktif dan mudah untuk diakses dan diunduh melalui playstore maupun Appstore; (3) perlu buku panduan atau pengantar terkait tata cara pengoprasian media pembelajaran ARDI yang ditujukan kepada siswa dan guru mata pelajaran fisika.

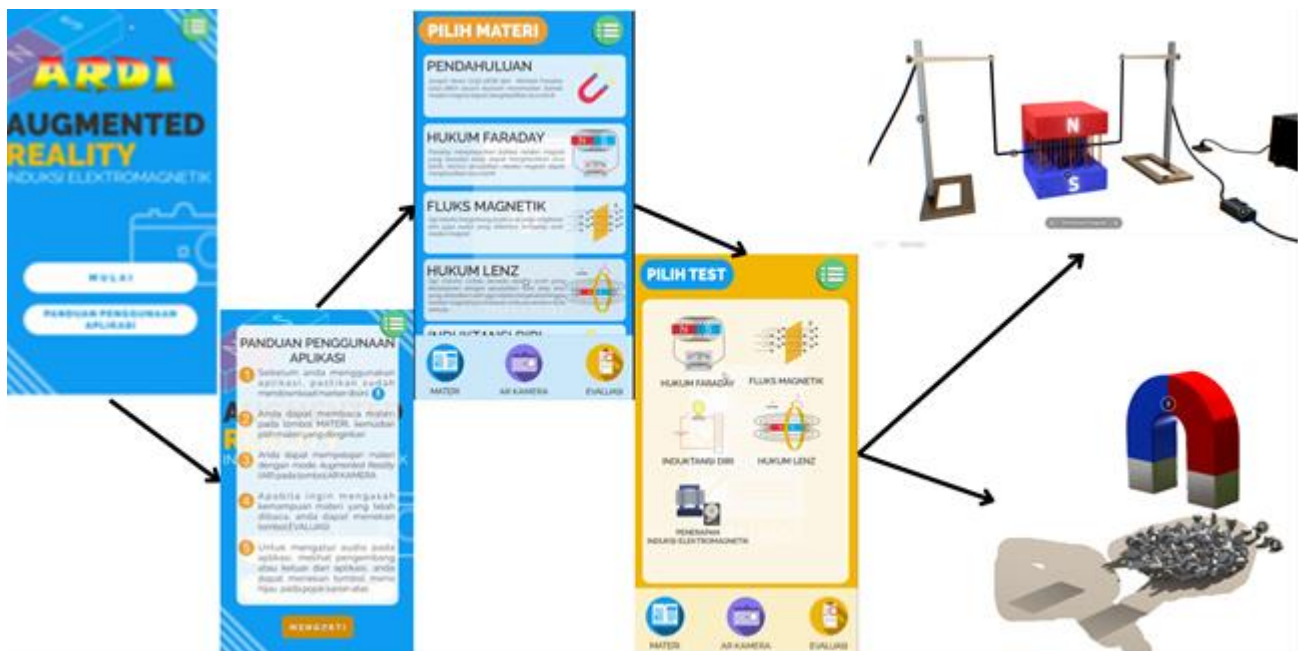
Tahap Pengembangan

Pembuatan buku digital ARDI 3D animated

Pembuatan *AR-Digital Book* diawali dengan mengumpulkan bahan AR animasi 3D yang telah dibuat dan beberapa konsep fisika induksi elektromagnetik, seperti: (1) Hukum Faraday; (2) Hukum Lenz; (3)

Induktansi Diri; (4) Fluks Magnetik. Desain ARDI (AR-Digital Book) menggunakan software unity Hub versi

alfa tahun 2023. Desain buku digital ARDi memuat komponen sebagai berikut,



Gambar 5. Desain Buku Digital ARDI

Menu awal disajikan tombol mulai dan panduan penggunaan aplikasi ARDI, menu panduan penggunaan aplikasi memuat penjelasan secara singkat untuk menu materi, AR kamera, dan Evaluasi. Dalam menu materi disajikan penjelasan konsep materi fisika induksi elektromagnetik berupa konsep hukum faraday yang berisi contoh penerapan dan persamaan dari hukum tersebut, untuk menu AR kamera disajikan tombol scan barcode untuk men-*scan* barcode yang disajikan dalam bentuk print out sesuai dengan kolom materi yang diberikan. Selanjutnya, menu evaluasi diberikan latihan soal untuk menguji pemahaman pengguna aplikasi setelah mengakses materi dan AR kamera.

Finishing ARDI

Tahap ini dilakukan dengan bantuan software AIR SDK. Untuk menggunakan AIR SDK untuk publikasi ARDI (AR-Digital Book) ke aplikasi playstore maupun Appstore, berikut langkah yang digunakan peneliti untuk upload, yaitu: (1) Persiapkan materi ARDI, Pertama-tama, harus menyiapkan materi ARDI, yaitu file buku digital yang akan diterbitkan dengan fitur augmented reality (AR). Pastikan file tersebut sudah siap dan terintegrasi dengan konten AR yang sesuai dan pastikan bahwa file aplikasi ARDI yang sudah jadi telah siap dan telah dicompile dengan benar menggunakan Air SDK; (2) Unduh dan pasang AIR SDK, Setelah materi ARDI siap, unduh dan pasang Air SDK pada laptop; (3) Buat akun pengembang, untuk mempublikasikan aplikasi di Play

Store dan App Store, harus membuat akun pengembang di masing-masing platform. Jika belum memiliki akun, daftar untuk membuat akun; (4) persiapkan konten aplikasi ARDI, termasuk deskripsi, gambar, dan video untuk diunggah ke Play Store dan App Store; (4) Selanjutnya, buat proyek baru pada Air SDK dengan memilih "File" > "New" > "Project". Pada jendela "New Project", pilih "ActionScript Mobile Project", lalu beri nama proyek dan tentukan direktori tempat menyimpan proyek; (5) Selanjutnya, tambahkan library AR ke dalam proyek. Library AR bisa didapatkan dari pengembang AR yang digunakan. Misalnya, jika menggunakan Vuforia, dapat mengunduh library Vuforia dan menambahkannya ke dalam proyek; (6) Setelah itu, tambahkan materi ARDI yang sudah disiapkan ke dalam proyek. Materi ARDI bisa berupa gambar, video, atau animasi yang terintegrasi dengan konten buku digital; (7) Selanjutnya, tambahkan kode AR untuk menampilkan konten AR saat pengguna membaca buku digital. Kode AR bisa ditambahkan pada file ActionScript atau HTML yang terhubung dengan konten ARDI; (8) Uji coba aplikasi, Setelah selesai menambahkan kode AR, uji coba aplikasi dengan menggunakan simulator atau perangkat fisik untuk memastikan aplikasi berfungsi dengan baik; (9) Setelah persiapan konten aplikasi selesai, buat package aplikasi menggunakan Air SDK. Pastikan untuk mengikuti panduan dan persyaratan dari Play Store dan App Store untuk menentukan konfigurasi package aplikasi; (10) Setelah package aplikasi selesai dibuat,

unggah aplikasi ke Play Store dan App Store. Pastikan untuk mengikuti prosedur dan persyaratan yang ditetapkan oleh platform. Dalam proses ini, peneliti akan diminta untuk memasukkan deskripsi, gambar, dan video tentang aplikasi ARDI; (11) Setelah package aplikasi selesai dibuat, unggah aplikasi ke Play Store dan App Store. Pastikan untuk mengikuti prosedur dan persyaratan yang ditetapkan oleh platform. Dalam proses ini, peneliti akan diminta untuk memasukkan deskripsi, gambar, dan video tentang aplikasi ARDI; (12) Setelah mengunggah aplikasi ARDI, harus menunggu persetujuan dari pihak platform. Proses persetujuan ini bisa memakan waktu beberapa hari hingga beberapa minggu tergantung pada kebijakan platform; (13) Setelah aplikasi ARDI disetujui, publikasikan aplikasi di Play Store dan App Store. Pastikan untuk menyertakan informasi penting dan petunjuk penggunaan untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan aplikasi ARDI.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa media ajar yang dikembangkan berupa prototype ARDI (*AR-Digital Book*) layak digunakan sebagai media ajar untuk mengkomunikasikan konsep induksi elektromagnetik melalui desain animasi 3D berupa augmented reality yang dikemas dalam buku digital. Kekurangan dalam penelitian ini adalah proses pengembangan ARDI terbatas pada penyajian konsep fisika dan desain animasi 3D augmented reality dalam buku digital dan belum tersaji virtual laboratorium dan tahap pembuatan memerlukan waktu sekitar 5 bulan bahkan lebih dari estimasi yang ditetapkan. Implikasi penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai contoh awal dalam pengembangan media pembelajaran dan dapat dijadikan sebagai model dalam mengembangkan ARDI dengan sempurna sehingga peserta didik tidak perlu melakukan praktikum secara real laboratorium dan cukup menggunakan media yang peneliti kembangkan saja. Rekomendasi penelitian selanjutnya, menjelaskan konsep yang kurang jelas, AR 3D Animated, Virtual Lab, dan Gamifikasi dalam buku digital ARDI (*AR-Digital Book*).

DAFTAR PUSTAKA

Siahaan, A. D., Medriati, R., & Risdianto, E. (2019). Pengembangan penuntun praktikum fisika dasar ii menggunakan teknologi augmented reality pada materi rangkaian listrik dan optik geometris. *Jurnal Kumbaran Fisika*, 2(2 Agustus), 91-98. <https://doi.org/10.33369/jkf.2.2.91-98>

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.

- Abdusselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407-424. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1766550>
- Adam, A. S., & Suprpto, N. (2019). One-stop physics e-book package development for senior high school learning media. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 14(19), 150. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i19.10761>
- Al-Emran, M., Mezhuyev, V., & Kamaludin, A. (2020). Towards a conceptual model for examining the impact of knowledge management factors on mobile learning acceptance. *Technology in Society*, 61, 101247.
- Ashamuddin, H. B., Abdullah, N. S. Y., & Darus, M. M. (2019). Mi-em: Mobile-based learning through moodle apps for electromagnetism. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(10), 3405-3410. <http://www.ijstr.org/final-print/oct2019/Mi-em-Mobile-based-Learning-Through-Moodle-Apps-For-Electroma-gnetism.pdf>
- Barbara, N. K. R., & Bayu, G. W. (2022). Powtoon-based animated videos as learning media for science content for grade IV elementary school. *International Journal of Elementary Education*, 6(1), 29-37. <https://doi.org/10.23887/ijee.v5i4.39821>
- Buhungo, T. J., Supartin, S., Arbie, A., Setiawan, D. G. E., Djou, A., & Yunus, M. (2023). Learning Tools Quality of Problem-Based Learning Model in Contextual Teaching and Learning Approach on Elasticity and Hooke's Law Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1092-1098. DOI: [10.29303/jppipa.v9i3.3127](https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.3127)
- Cai, S., Chiang, F. K., Sun, Y., Lin, C., & Lee, J. J. (2017). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interactive Learning Environments*, 25(6), 778-791. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1181094>
- Calabuig-Moreno, F., González-Serrano, M. H., Fombona, J., & Garcia-Tascon, M. (2020). The emergence of technology in physical education: A general bibliometric analysis with a focus on virtual and augmented reality. *Sustainability*, 12(7), 2728. <https://doi.org/10.3390/su12072728>
- Chang, K. E., Zhang, J., Huang, Y. S., Liu, T. C., & Sung, Y. T. (2020). Applying augmented reality in physical education on motor skills learning. *Interactive Learning Environments*, 28(6), 685-697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636073>
- Coetzee, C., Rollnick, M. & Gaigher, E. (2022). Teaching Electromagnetism for the First Time: a Case Study of Pre-service Science Teachers'

- Enacted Pedagogical Content Knowledge. *Res Sci Educ* 52, 357–378. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09948-4>
- Denetiere, S., Saad, H., Vernay, Y., Rault, P., Martin, C., & Clerc, B. (2019). Supporting energy transition in transmission systems: an operator's experience using electromagnetic transient simulation. *IEEE Power and Energy Magazine*, 17(3), 48-60. <https://doi.org/10.1109/MPE.2019.2897179>
- Dudung, A. (2020). Ethnopedagogy Integration with Mobile Learning to Improve Students' Learning Achievement in Remote Areas. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1687-1697.
- Elfeky, A. I. M., & Masadeh, T. S. Y. (2016). The Effect of Mobile Learning on Students' Achievement and Conversational Skills. *International Journal of higher education*, 5(3), 20-31.
- Erlina, R., Risdianto, E., Hamdani, D., Fathurrochman, I., Efendi, R., & Pranansa, A. G. (2022). An Analysis of Needs Response to the Development of E-Module Material Elasticity and Hooke Law at Lebong Regency High School. *JMKSP (Jurnal Manajemen, Kepemimpinan, dan Supervisi Pendidikan)*, 7(1), 163-187. <http://repository.iaincurup.ac.id/id/eprint/691>
- Firmansyah, J., & Suhandi, A. (2021). Critical thinking skills and science process skills in physics practicum. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1806, No. 1, p. 012047). IOP Publishing. DOI 10.1088/1742-6596/1806/1/012047
- Fuady, I., Sutarjo, M. A. S., & Ernawati, E. (2021). Analysis of students' perceptions of online learning media during the Covid-19 pandemic (Study of e-learning media: Zoom, Google Meet, Google Classroom, and LMS). *Randwick International of Social Science Journal*, 2(1), 51-56. <https://doi.org/10.47175/rissj.v2i1.177>
- Guarese, R., Andreasson, P., Nilsson, E., & Maciel, A. (2021). Augmented situated visualization methods towards electromagnetic compatibility testing. *Computers & Graphics*, 94, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2020.10.001>
- Gusmida, R., & Islami, N. (2017). The development of learning media for the kinetic theory of gases using the ADDIE model with augmented reality. *Journal of Educational Sciences*, 1(1), 1-10. <https://ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/viewFile/4425/4235>
- Hikmatovna, Fayzieva Zarifa. (2021). The Methodology Of Teaching Physics Electromagnetism Lectures. *The American Journal of Applied Sciences*, 3(01), 104–117. <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume03Issue01-16>
- Huang, K. T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., & Fordham, J. (2019). Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(2), 105-110. <https://doi.org/10.1089/cyber.2018.0150>
- Humairah, N., Muchtar, Z., & Sitorus, M. (2020, November). The development of android-based interactive multimedia for high school students. In *The 5th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2020)* (pp. 113-119). Atlantis Press.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Kaliampos, G., Panditos, P., Grivopoulos, K., & Ravanis, K. (2021). Teaching electromagnetism: interviewing three Greek high-school teachers. *Mediterranean Journal of Education*, 1(2), 66-77. <https://doi.org/10.26220/mje.3796>
- Kim, J. J., Wang, Y., Wang, H., Lee, S., Yokota, T., & Someya, T. (2021). Skin electronics: next-generation device platform for virtual and augmented reality. *Advanced Functional Materials*, 31(39), 2009602. <https://doi.org/10.1002/adfm.202009602>
- Kristanto, Andi. 2016. *Media Pembelajaran*. Surabaya : Bintang Surabaya
- Liu, Y., Sathishkumar, V. E., & Manickam, A. (2022). Augmented reality technology based on school physical education training. *Computers and Electrical Engineering*, 99, 107807. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107807>
- Moreno-Guerrero, A. J., Alonso García, S., Ramos Navas-Parejo, M., Campos-Soto, M. N., & Gómez García, G. (2020). Augmented reality as a resource for improving learning in the physical education classroom. *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 3637. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103637>
- Muhfiyanti, M., Mulyadi, D., & Aimah, S. (2021). Android-based mobile learning media in teaching reading of report texts. *Getsempeña English Education Journal*, 8(1), 177-191. DOI:10.46244/GEEJ.V8I1.1311
- Munfaridah, N., Avraamidou, L., & Goedhart, M. (2021). The use of multiple representations in undergraduate physics education: what do we know and where do we go from here?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), em1934. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9577>

- Pambayun, B., Wirjawan, J. V., Wijaya, A., Untung, G. B., & Pratidhina, E. (2019). Designing mobile learning app to help high school students to learn simple harmonic motion. *International Journal on Social and Education Sciences*, 1(1), 24-29.
- Prasetya, F., Fajri, B. R., Syahri, B., Ranuharja, F., Fortuna, A., & Ramadhan, A. (2021). Improved learning outcomes of CNC programming through Augmented Reality jobsheet learning media. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 21(3), 221-233. <https://doi.org/10.24036/invo.tek.v21i3.957>
- Radu, I., & Schneider, B. (2019). What can we learn from augmented reality (AR)? Benefits and drawbacks of AR for inquiry-based learning of physics. In *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-12). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300774>
- Radu, I., & Schneider, B. (2022). How Augmented Reality (AR) Can Help and Hinder Collaborative Learning: A Study of AR in Electromagnetism Education. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. DOI: 10.1109/TVCG.2022.3169980
- Sholihin, M., Sari, R. C., Yuniarti, N., & Ilyana, S. (2020). A new way of teaching business ethics: The evaluation of virtual reality-based learning media. *The International Journal of Management Education*, 18(3), 100428. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100428>
- Singh, G., Mantri, A., Sharma, O., Dutta, R., & Kaur, R. (2019). Evaluating the impact of the augmented reality learning environment on electronics laboratory skills of engineering students. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(6), 1361-1375. <https://doi.org/10.1002/cae.22156>
- Siregar, S. D., Khairina, N., & Robin, R. (2020). Making Physics Learning Media Based On HOTS For SMP Levels. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 63-67. <https://doi.org/10.35335/MANTIK.VOL4.2020.979.PP1690-1694>
- Zulkifli, Z., Azhar, A., & Syaflita, D. (2022). Application Effect of PhET Virtual Laboratory and Real Laboratory on the Learning Outcomes of Class XI Students on Elasticity and Hooke's Law. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 401-407. DOI: [10.29303/jppi.pa.v8i1.1274](https://doi.org/10.29303/jppi.pa.v8i1.1274)
- Satriawan, M., & Rosmiati, R. (2022). Simple Floating Ocean Wave Energy Converter: Developing Teaching Media to Communicating Alternative Energy. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 12(1), 1-13. <http://dx.doi.org/10.26740/jpps.v12n1.p.1-13>