

Pengembangan Aplikasi *Augmented Reality Marker Based Tracking* guna Meningkatkan Hasil Belajar Kendali Motor Listrik

Putri Andini Maulana^{*1}, Suhendar¹, Siswo Wardoyo¹

¹Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

*Corresponding Author: putriandini178@gmail.com

Abstract— *Media in education acts as a tool to assist students in understanding the subject matter. Identifying and using the right kind of media can improve the effectiveness of students' learning. Observation data show that students do not understand electric motor control and have difficulty with practical work. Augmented reality is becoming an alternative technology in education to improve learning outcomes. This research aims to develop learning materials by integrating augmented reality with marker-based tracking. The ADDIE model is used as a method for analysis, modeling, improving implementation, and evaluation. Students following the Electrical Engineering study program in the State 4 Vocational High School of Serang City are subject to this study. Expert evaluation of media and content in Augmented reality learning media shows that it is categorized as "very appropriate". Additionally, student performance on the subject of electric motor control is assessed using the Wilcoxon method and N-gain, which reveals a statistically significant improvement after using Augmented reality-based learning media.*

Keywords: *Augmented Reality, ADDIE, Motor Control, Marker*

I. PENDAHULUAN

Pendidikan diprogram untuk meningkatkan kualitas hidup manusia[1]. Pendidikan vokasi digadangkan sebagai pondasi untuk menghadapi persaingan global dunia kerja[2]. Vokasi dalam pendidikan difungsikan agar peserta didik memiliki pemahaman dan kemampuan praktis [3], [4]. Sekolah Menengah Kejuruan sebagai sekolah vokasi terorganisir untuk meminimalisir Tingkat pengangguran terbuka Namun, berpacu pada statistic dari Badan Pusat Statistik [5] tingkat pengangguran terbuka tiga tahun terakhir menempati posisi tertatas di tahun 2024 angka 9,01 % lulusan Sekolah Menengah Kejuruan terindikasi tidak bekerja. Faktor dari fenomena ini salah satunya yaitu terjadinya mismatch dalam pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan menyebabkan menurunnya kualitas pemahaman dan keterampilan siswa sehingga mempengaruhi hasil belajar[6]. Prestasi belajar termasuk sebagai *instrument* ketuntasan hasil belajar[7], [8]. Secara signifikan hasil belajar dipengaruhi oleh konteks dalam mengelola alat pembelajaran karena pemanfaatan piranti yang sesuai bisa mendukung kualitas belajar murid[9], [10].

Observasi penelitian pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 4 Kota Serang ditemukan persoalan dimana siswa kelas 11 TITL kerumitan murid dalam memahami materi kendali motor listrik. Dihilangkan dari peninjauan jika 81,8% murid tekendala untuk menuntaskan praktikum kendali motor listrik yang diakibatkan oleh kurangnya pemahaman teoritis. Hal ini terjadi lantaran 61,8% siswa merasa jenuh saat pembelajaran sehingga terjadi penurunan fokus dan gangguan internal dalam lingkungan belajar. Sehingga 94,5 % murid memerlukan media belajar yang bisa meningkatkan konsentrasi belajar.

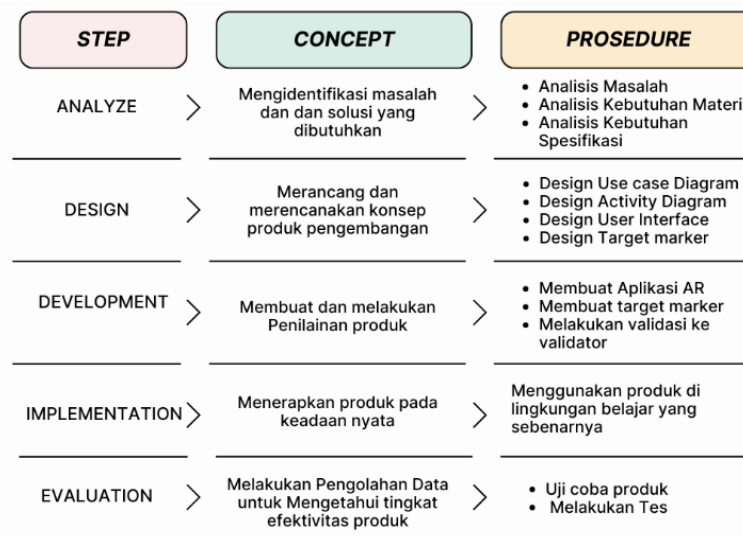
Teknologi pendidikan diyakini mampu menjadi solusi bagi permasalahan yang selama ini dipandang sebagai kendala sistematis[11], [12]. Salah satu bentuk inovasi yang dapat dimanfaatkan adalah teknologi *augmented reality* yang berfungsi meningkatkan relevansi materi pembelajaran. Melalui teknologi ini, siswa dapat memahami berbagai konteks secara lebih nyata serta berinteraksi langsung dengan konten yang disajikan, sehingga pemahaman terhadap materi menjadi lebih mendalam. Selain itu, *augmented reality* juga dapat digunakan untuk memperkenalkan konsep maupun gagasan baru dengan cara yang lebih menarik, sehingga mampu meningkatkan konsentrasi serta antusiasme peserta didik[13]. *Augmented reality* berpotensi besar dalam mengembangkan mutu pendidikan secara menghadirkan lingkup belajar yang interaktif, menerapkan teknologi digital dalam dunia nyata serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran [14], [15]. Dalam konteks ini, *augmented reality* dapat dijadikan sebagai sarana untuk memperkuat pemahaman siswa terhadap karakteristik motor listrik.

Berdasarkan kondisi tersebut, riset ini berjudul “Pengembangan Aplikasi *Augmented Reality Marker* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kendali Motor Listrik.” Studi ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berbasis *augmented reality* yang sesuai dengan kebutuhan siswa, menganalisis efektivitas penggunaannya dalam meningkatkan pemahaman materi motor listrik, serta mengevaluasi peningkatan hasil belajar murid sesudah penerapan media tersebut. Sehingga penelitian ini diharapkan menjadi inovasi dalam pengembangan media pembelajaran.

II. METODE PENELITIAN

A. Model Penelitian

Proses pengembangan dari model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) merupakan sebuah model yang bisa digunakan untuk menyusun tahap implementasi secara sistematis sekaligus mencakup evaluasi terhadap materi yang dikembangkan [16], [17]. Dalam studi ini, untuk mengembangkan media belajar difokuskan pada materi di SMKN 4 Kota Serang, khususnya pada komponen motor listrik. Sehingga model ADDIE dijadikan pedoman dalam merancang serta mengimplementasikan media berbasis AR pada konteks pembelajaran yang sesuai. Konsep serta mekanisme yang diterapkan studi ini ada di Gambar 1.



Gambar 1. ADDIE Model

B. Subjek Uji Coba

Dalam studi ini, subjeknya yaitu murid kelas 11 Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan di SMKN 4 Kota Serang. Dengan berfokus terhadap materi kendali motor listrik kelas. Dalam studi ini, kelas yang terlibat yaitu kelas 11-1 serta 11-2. Kelas 11-1 dijadikan subjek utama, lalu kelas 11-2 dijadikan subjek uji instrumen validitas dan reliabilitas. Penentuan ini didasarkan pada pertimbangan jika kedua kelasnya mempunyai karakteristik yang berbeda.

C. Teknik Analisis Data

Informasi sudah didapatkan dalam studi ini dianalisis dengan metode tertentu untuk menjawab permasalahan serta pertanyaan penelitian. Terdapat dua jenis analisis, seperti deskriptif statistik serta kualitatif. Untuk deskriptif kualitatif bermaksud untuk memberi ilustrasi yang mudah murid pahami tentang data yang diperoleh [16]. Teknik ini dimanfaatkan untuk mengintegrasikan hasil observasi, angket, serta wawancara.

Sementara itu, analisis deskriptif statistik merupakan cara sederhana untuk menyajikan data dalam bentuk angka [16]. Metode ini digunakan untuk menilai tingkat efektivitas produk yang dikembangkan serta menentukan batas kelayakannya. Ringkasan hasil dari analisis deskriptif statistik disajikan pada bagian berikut.

1. Uji Praktikalitas serta Kelayakan

Uji ini akan divalidasi oleh ahli maupun refleksi praktis melalui evaluasi yang dilaksanakan dengan skala Likert dari skor 1 - 5. Data interval yang diperoleh akan dianalisa secara menghitung kembali skor berdasarkan jawaban yang diberikan responden. Hasil perhitungan kemudian dikonversi menjadi kategori penilaian sesuai dengan ketentuan yang berlaku, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan [18]

<i>Percentage %</i>	<i>Class</i>
$X > X' + 1.Sbx$	<i>Very suitable</i>
$X' + 1.Sbx > X > X'$	<i>suitable</i>
$X' > X > X - 1.Sbx$	<i>not suitable for use</i>
$X < X' - 1.Sbx$	<i>not very suitable for use</i>

Dimana:

x' = Rerata keseluruhan skor

SBx = Simpangan Baku skor keseluruhan responden

X = skor yang dicapai [18]

Perhitungan rerata praktikalitas dilaksanakan dari rumusan berikut:

$$\bar{x} \text{ (Rata - rata)} = \frac{\sum x \text{ (skor ideal)}}{n \text{ (skor yang diperoleh)}} \times 100\% \quad (1)$$

Sumber: [17]

Hasilnya akan dicantumkan ke Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Praktikalitas [19]

<i>Percentage %</i>	<i>Class</i>
100-81	<i>very practical</i>
61-80	<i>practical</i>
41-60	<i>quite practical</i>
21-40	<i>not practical</i>
1-20	<i>Very impractical</i>

2. Perhitungan Nilai N-Gain

Persamaan berikut digunakan untuk menganalisis efektivitas media belajar yang diujikan dengan didasarkan hasil pre-posttest seperti berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor pretest}} \quad (2)$$

Sumber: Hake dalam [20] Hasil ini bisa diinterpretasikan sebagai data kualitatif dalam memahami tingkat efektivitas. Dalam menguraikan rerata hasil N-gain, bisa dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Presentase Efektivitas [21]

<i>Percentage %</i>	<i>Class</i>
Lebih dari 76	<i>very effective</i>
75 sampai 56	<i>effective</i>
55 sampai 40	<i>ineffective</i>
Kurang dari 40	<i>very ineffective</i>

3. Uji Validitas dan Reabilitas Instrumen

a. Uji Validitas

Uji ini berupa skala yang menggambarkan tingkat sebuah komponen sanggup mengukur apa yang semestinya diukur[22]. Instrumen dalam konteks riset dimaknai sebagai alat yang digunakan peneliti untuk mendapati informasi yang relevan dengan tujuan [16]. Uji yang diterapkan yaitu:

1) Validitas Isi

Setelah peneliti memiliki pemahaman yang baik mengenai metodologi penelitian, tahap validasi isi dilakukan pada awal proses penilaian oleh para ahli. Tujuan dari validasi ISI adalah untuk menilai tingkat ketepatan data yang tercantum dalam instrument.

2) Validitas Empiris

Berdasarkan temuan penelitian, dilakukan uji validitas empiris terhadap instrumen, yang kemudian dianalisis menggunakan rumus Product Moment. Uji ini bermaksud memahami tingkat sebuah instrument sanggup mengukur aspek yang hendak diteliti. Rumus yang dipakai yaitu:

$$r_{xy} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (3)$$

Instrumen dalam studi ini yaitu tes serta indikator respon pengguna. Instrumen tes disusun dalam bentuk 30 soal serta 15 butir pernyataan yang berfungsi sebagai alat ukur dalam proses pembelajaran murid. Sehingga wajib dilaksanakan percobaan pendahuluan sebelum instrumen digunakan pada penelitian utama. Validasi instrumen dilakukan dengan melibatkan sampel dari kelas 11-2 dari 27 murid. Namun, karena 5 di antaranya sedang melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL), maka total peserta dalam studi ini yaitu 22 murid.

Untuk memastikan validitas instrumen, r hitung wajib melebihi r tabel. Penentuan r tabel dilaksanakan secara mempertimbangkan total sampel percobaan sejumlah 22 orang, serta menerapkan tingkat sig 0,05 atau 5%. Dari total sampel ($df = N - 2$) serta signifikansi tersebut, diperoleh r tabel 0,423. Suatu soal dikatakan sah apabila dihasilkan r hitung $> r$ tabel. berdasarkan 30 soal pre-posttest yang diuji, didapatkan 20 soal (sah) serta 10 soal tidak sah. Penggunaan soal yang sah bisa mengukur sesuai yang diinginkan, melainkan untuk soal yang tidak sah tidak bisa diterapkan, sehingga tak dipergunakan. Hasil uji tervaliditas setiap butir pernyataan pada angket diasumsikan valid serta bisa dijadikan media pengukur berdasarkan pengujian validasi instrumen angket pengguna. Melalui angket tersebut, dapat diketahui tingkat sensitivitas serta respon pengguna terhadap media belajar.

b. Uji Reabilitas Instrumen

Dari asumsi [23] Uji ini berfungsi menampilkan alat yang dipakai dalam riset bisa dipercaya untuk menghimpun informasi yang diperlukan. [16], [22]. Uji ini diterapkan dengan KR-21 (Kuder-Richardson) disebabkan skor yang didapati 0 atau 1. Dengan rumusan berikut:

$$r_i = \frac{k}{k-1} - \left\{ 1 - \frac{M-(k-M)}{kV_t} \right\} \quad (4)$$

Dimana:

r_i = reabilitas instrumen

k = total item

M = mean skor total

V_t = Varian total

Dari rumus tersebut, jika dihasilkan nomornya $> 0,7$, dicirikan instrumentnya "reliabel". Angket yang dipakai para ahli serta pengguna menerapkan rumusan Alpha, seperti berikut.

$$r_i = \frac{k}{k-1} - \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_b^2} \right\} \quad (5)$$

Dimana:

r_i = reabilitas instrumen

k = total item

$\sum \sigma_b^2$ = Jumlah varian butir

V_t = Varian total

Semua instrumen menghasilkan $> 0,7$, dibuktikan dari pengujian reabilitas instrumen angket respons murid dihasilkan $0,871 > 0,7$, yang mencirikan instrumennya "reliabel".

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dari dari riset serta pengalisan-an setiap variabel dalam studi ini didasarkan dengan contoh ADDIE, dijabarkan dengan *detail* menjadi berikut.:

1. Analysis

a. Analisis masalah

Dari hasil analisisnya, didapati 69,1% murid yang belum paham materi mengenai motor listrik, serta 83,6% murid belum menguasai penerapan praktis rancangan kendali. Pada umumnya, guru masih menggunakan media berupa slide *PowerPoint* yang berisi teks dan gambar dua dimensi. Akan tetapi, hasil temuan menampilkan jika sekitar 80% murid lebih mudah memahami materi jika diberikan berbentuk animasi atau video. Hal ini menggambarkan keutamaan dari pengembangan media belajar secara interaktif. Sehingga dalam studi ini akan fokus untuk mengembangkan aplikasi *augmented reality* untuk dijadikan media belajar supaya bisa mengembangkan interaktivitas serta memperkuat pemahaman murid terhadap komponen kendali motor listrik.

b. Analisa Materi

Dalam pendekatan terhadap materi, peneliti mengidentifikasi berkas yang relevan. Berkas tersebut termasuk modul belajar, hasil yang diharapkan dari target belajar, SKKNI No 304 Tahun 2019 mengenai Instalasi Pemanfaatan Energi Listrik. Dimana hasilnya dirangkum dan dimuat dalam aplikasi.

c. Analisa Spesifikasi

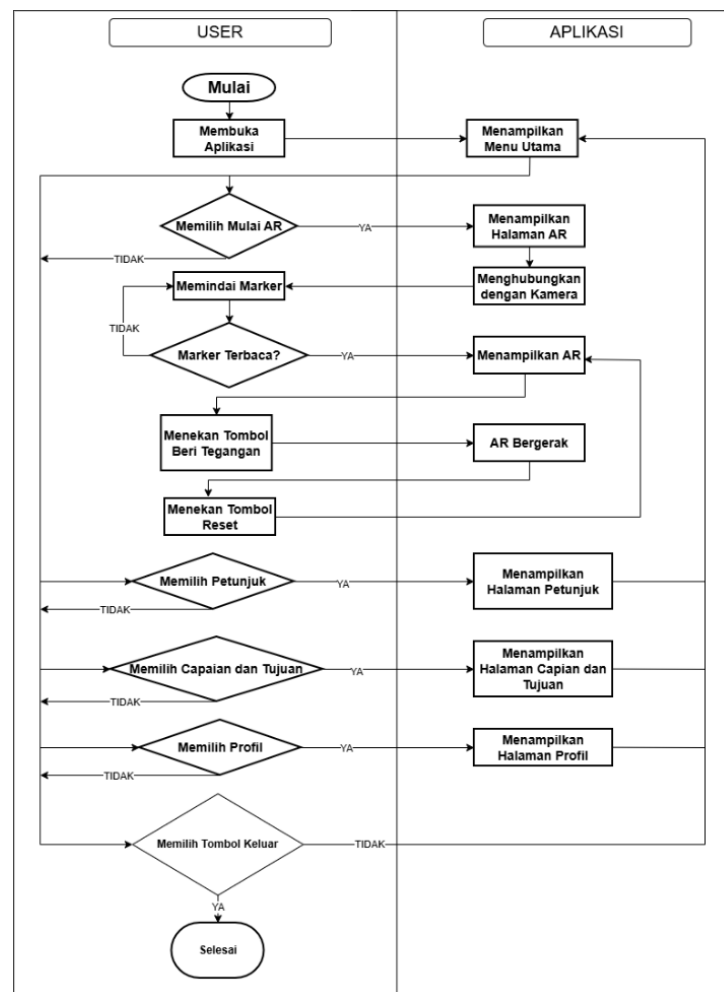
Tujuan analisa ini yaitu mengidentifikasi spesifikasi yang diperlukan dalam proses pengembangan. Analisis dilakukan dalam tiga keperluan seperti: mengenai perangkat lunak untuk menentukan jenis *software* yang sesuai, analisis kebutuhan perangkat keras untuk menentukan *hardware* yang akan digunakan, serta analisis kebutuhan perangkat pendukung agar pengguna dapat memperoleh hasil terbaik dari proses pengembangan.

2. Design / Perancangan

Design ini diperuntukan bagi pengembangan media belajar dengan basis *augmented reality*. Perancangannya akan menerapkan diagram kelakuan sistem sebagai penggambaran hubungan aktor dengan fungsi utama aplikasi. *Activity Diagram* menggambarkan alur kegiatan pengguna selama berada atau menggunakan aplikasi tersebut yang tercantum dalam Gambar 2 dan 3.



Gambar. 2. Perancangan Digram Kelakuak Sistem



Gambar. 3. Perancangan Activity Diagram

3. Development / Pengembangan

Tahap ini berperan krusial dalam suatu riset. Dengan bertujuan menghasilkan produk akhir yang dapat digunakan sebagai pegujian. Pada tahap ini, konsep yang sebelumnya sudah dirangkai akan diciptakan menjadi sebuah produk nyata. Aplikasi *Augmented Reality* untuk materi kendali motor listrik berupa produk yang ingin dikembangkan. Selanjutnya, produk yang dihasilkan dievaluasi oleh pengguna serta sebagian ahli (materi, media) secara menggunakan komponen yang sudah disusun untuk mengukur tingkat validitas dan reliabilitas.

Dalam proses pembuatan perangkat lunak ini digunakan beberapa aplikasi pendukung. Blender 3D digunakan untuk membuat objek tiga dimensi dalam format FBX, Unity 3D berfungsi sebagai *game engine*, CorelDraw digunakan dalam pembuatan antarmuka perangkat lunak dan *marker*, sedangkan Vuforia SDK dimanfaatkan untuk mengintegrasikan teknologi *augmented reality*. Hasil dari proses pengembangan ini ditampilkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar. 4. Aplikasi *Marker Augmented Reality*



Gambar. 5. *Target Marker*

a. Justifikasi Ahli Media.

Justifikasi data pada media belajar yang dikembangkan dilaksanakan dosen ahli Teknik Elektronika serta satu praktisi yang berprofesi sebagai guru profesional di Sekolah Menengah Kejuruan dengan kompetensi keahlian Teknik Elektro Industri. Aspek yang dinilai dalam justifikasi meliputi tampilan, isi, serta kualitas kebermanfaatan media. Justifikasi dilakukan menggunakan 15 pernyataan, hasilnya bisa dicermati di bawah ini



Gambar. 6. Penilaian Ahli Media

Hasil rerata untuk skor dari media sejumlah 54,3%, yang masih berada di bawah skor ideal yaitu 60 serta di bawah batas minimum skor 15. Berdasarkan hasil analisis juga terlihat bahwa validasi data oleh ahli media menghasilkan rerata sejumlah 37,5 dengan simpangan baku 7,5. Jika dikonversi dengan Tabel 1 maka skor rata-ratanya dikategorikan "Sangat Layak" dipakai untuk mengajar kendali motor listrik.

b. Hasil Justifikasi Ahli Materi

Justifikasi dilakukan oleh tiga orang ahli yang berasal dari instansi berbeda. Seorang pelatih di Balai Pembinaan bidang teknik elektro, bersama dengan dua pakar lainnya yang merupakan guru di Sekolah Menengah Kejuruan jurusan Teknik Ketenagalistrika. Justifikasi dilakukan menggunakan 10 pernyataan, hasilnya bisa dicermati di bawah ini



Gambar. 7. Penilaian Ahli Materi

Hasil rerata aspek materi sejumlah 39,3, dengan skor ideal minimal 40 serta skor terendah 10. Selain itu, hasil analisis juga memperlihatkan bahwa validasi data oleh ahli materi menghasilkan skor keseluruhan rata-rata sebesar 25 dengan simpangan baku 5. Penetapan tingkat kelayakan materi diperoleh dengan konfersi nilai ke dalam Tabel 1 dimana $X > X' + (1.Sbx)$ dihasilkan rerata yang dikategorikan "sangat layak" untuk dijadikan media belajar.

4. Implementations / Implementasi

Pretest akan dilaksanakan terlebih dahulu untuk memahami kemampuan awal murid sebelum melaksanakan implementasi. Tujuan dari tahap ini untuk memahami bagaimana media yang dikembangkan bisa diterapkan untuk praktik belajar melalui pengamatan terhadap cara siswa menginterpretasikan media tersebut. Aplikasi kemudian didistribusikan dan dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran pada materi kendali motor listrik, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6. Dengan menggunakan aplikasi *Augmented Reality*, siswa memperoleh kesempatan untuk mempelajari materi secara lebih interaktif.

Sesudah berakhirnya implementasi, murid dibagikan angket guna menilai relevansi media belajar dengan absis *augmented reality*. Penggunaan pre-posttest bermaksud mengukur pencapaian hasil belajar murid sesudah menerapkan media, sedangkan angket bertujuan untuk mengevaluasi kepraktisan, kelayakan, serta penerimaan murid pada media yang dikembangkan. Sehingga hasil yang diperoleh akan meliputi aspek afektif, kognitif, serta pengalaman belajar siswa secara menyeluruh.



Gambar. 8. Implementasi di SMKN 4 Kota Serang

Tabel 4. Hasil Penilaian Penggunaan Berdasarkan Aspek

Aspek	Persentase
Kualitas Tampilan	99%
Kualitas Praktik	95%
Kualitas Substansi	98%
Kegunaan	97%

Hasil penilaian dari pengguna serta perolehan skor termuat dalam Tabel 4. Dengan rerata capaian sejumlah 97% pada aspek yang diamati, aplikasi A R ini dinilai efektif sebagai media pembelajaran. Selain itu, penggunaan AR dapat diakses melalui *smartphone* sehingga memudahkan siswa dalam pemanfaatannya.

5. Evaluation/ Evaluasi

Proses evaluasi dilakukan untuk menentukan seberapa efektif penggunaan realitas *augmented* untuk diterapkan pada murid terhadap pembahasan materi yang sudah ditentukan. Gambar 7 menunjukkan penggunaan data dalam menghitung hasil pembelajaran murid, yang menunjukkan perbandingan nilai *pre-posttest*. Data ini akan dianalisa untuk menghasilkan temuan statistik. Tabel 8 juga menggambarkan hasil perhitungan.



Gambar. 9. Penerapan *Pretest* dan *Posttest*

Tabel 5. Statistik Hasil Belajar

	PRETEST	POSTEST
Mean	42.29	76.30
Median	42.50	80.00

Dari Tabel 5, menghasilkan rerata pretest 42,29 serta posttest 76,30. Tabel 5 menampilkan peningkatan dari hasil pembelajaran murid. Namun, hal ini diperkuat oleh uji normalitas.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
PRETEST	.961	23	.482
POSTEST	.891	23	.017

Diterapkannya pengujian normalitas Shapiro-Wilk disebabkan total sampelnya relatif kecil. Dihasilkan jika data pretest menyebar normal sesuai Tabel 6 lalu data posttest tidak menyebar normal sebab mendapati hasil sig

0,017 < 0,05. Kondisi ini menyebabkan analisis parametrik tidak dapat digunakan, sehingga dipilih analisis statistik non-parametrik terhadap dua sampel untuk memahami perbandingan signifikan antar hasil kedua tes. Dasar studi ini berfokus pada hipotesis jika ada perbandingan signifikan antar kedua tes. Hasil ujinya tercantum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Non-Parametrik Wilcoxon

POSTEST - PRETEST	
Z	-4.231 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Dari Tabel 7 menghasilkan sig 0,0000 hingga 0,0005. Ini menandakan jika ada perbandingan signifikan antar kedua test, selaras pada hipotesis yang diuji. Temuan ini memperlihatkan peningkatan hasil belajar yang ditunjukkan dari perbedaan hasil kedua tes. Berikutnya dilaksanakan evaluasi efektivitas dengan memakai rerata hasil N-gain. Dari hasil Tabel 7 menguatkan jika hipotesisnya diterima, yakni ada perbandingan antar kedua tes. Bisa diasumsikan jika skor hasil belajarnya meningkat. Hasil rerata N-gain kemudian digunakan sebagai indikator untuk mengukur tingkat efektivitas media pembelajaran¹¹ menghasilkan rerata N-gain 0,5933 nilai tersebut termasuk dalam kategori peningkatan pada tingkat sedang. Berdasarkan kriteria efektivitas, media pembelajaran ini bisa disebut cukup efektif untuk mengembangkan keahlian kendali motor listrik, dengan skor persentase 59,33%.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, pembahasan penelitian ini dapat dijelaskan melalui tiga aspek utama, yaitu proses pengembangan, tingkat kelayakan, dan tingkat efektivitas media pembelajaran berbasis augmented reality. Ketiga aspek tersebut menunjukkan keterkaitan antara kualitas produk yang dikembangkan dengan dampaknya terhadap proses pembelajaran dan peningkatan hasil belajar peserta didik.

Proses pengembangan media pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan model ADDIE yang terdiri atas tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Tahap analisis difokuskan pada identifikasi permasalahan pembelajaran yang dihadapi serta kebutuhan peserta didik terhadap media yang lebih interaktif dan kontekstual. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik membutuhkan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan materi secara konkret, menarik, dan mudah dipahami. Selanjutnya pada tahap perancangan, dilakukan penyusunan konsep media yang meliputi desain antarmuka, struktur materi, alur penggunaan aplikasi, serta integrasi teknologi augmented reality dalam pembelajaran. Tahap ini menjadi landasan dalam menghasilkan media yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan tujuan pembelajaran.

Tahap pengembangan merupakan proses mewujudkan rancangan yang telah disusun menjadi produk media pembelajaran berbasis augmented reality yang siap digunakan. Pada tahap ini dilakukan pembuatan konten, pemrograman aplikasi, serta integrasi objek virtual yang dapat berinteraksi dengan lingkungan nyata. Hasil pengembangan menghasilkan media pembelajaran yang interaktif, inovatif, dan mudah dioperasikan. Selanjutnya pada tahap implementasi, media pembelajaran diterapkan secara langsung dalam proses pembelajaran untuk mengetahui respon pengguna dan efektivitas penggunaannya. Tahap evaluasi dilakukan secara menyeluruh untuk menilai kelebihan, kekurangan, serta dampak penggunaan media terhadap proses pembelajaran. Evaluasi ini mencakup penilaian ahli, respon pengguna, serta hasil belajar peserta didik setelah menggunakan media yang dikembangkan.

Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis augmented reality yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi media maupun materi. Penilaian ahli media menunjukkan bahwa aspek tampilan, interaktivitas, navigasi, dan kemudahan penggunaan telah sesuai dengan standar pengembangan media pembelajaran yang baik. Sementara itu, penilaian ahli materi menunjukkan bahwa isi materi yang disajikan telah relevan dengan kurikulum, tujuan pembelajaran, serta karakteristik peserta didik [11], [12]. Kesesuaian antara materi, tampilan, dan fungsi media ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan dapat digunakan secara optimal dalam mendukung proses pembelajaran. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis augmented reality yang dikembangkan dinyatakan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran di kelas [13], [16].

Selain aspek kelayakan, media pembelajaran yang dikembangkan juga menunjukkan tingkat kepraktisan yang tinggi. Pengguna memberikan respon positif terhadap kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, serta fleksibilitas akses media melalui perangkat smartphone. Kemudahan akses ini memungkinkan peserta didik untuk memanfaatkan media pembelajaran secara mandiri sesuai dengan kebutuhan dan kenyamanan mereka. Penggunaan teknologi augmented reality yang memadukan objek virtual dengan lingkungan nyata juga memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa teknologi augmented reality mampu meningkatkan motivasi belajar siswa melalui visualisasi

grafis yang menarik dan interaktif [13]. Selain itu, penggunaan perangkat mobile sebagai media akses memberikan fleksibilitas bagi siswa dalam mengakses materi pembelajaran kapan saja dan di mana saja.

Dari aspek efektivitas, penggunaan media pembelajaran berbasis augmented reality menunjukkan adanya peningkatan pemahaman dan hasil belajar peserta didik setelah penerapan media dalam pembelajaran. Media augmented reality mampu menyajikan materi secara visual dan kontekstual sehingga membantu peserta didik memahami konsep yang sebelumnya bersifat abstrak. Pengalaman belajar yang interaktif juga mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa penggunaan augmented reality dalam pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan menarik [14], [15]. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis augmented reality yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek kelayakan dan kepraktisan, tetapi juga mampu memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran dan hasil belajar peserta didik secara keseluruhan..

IV. PENUTUP

Hasil studi ini menampilkan jika aplikasi AR bisa dijadikan media belajar dalam materi Kendali Motor Listrik di SMKN 4 Kota Serang. Untuk mengembangkan modelnya berfokus pada model ADDIE dengan menghasilkan produk akhir berupa objek 3D dan materi interaktif yang dapat diakses melalui *smartphone*, sehingga memudahkan siswa dalam penggunaannya. Hasil validasinya mengindikasikan jika kategori penilaian berada sangat dekat dengan skor rerata pada standar minimal. Evaluasi siswa sebagai pengguna juga memberikan hasil positif dengan capaian yang mengindikasikan bahwa aplikasi ini bermanfaat dan praktis. Lebih lanjut, hasil uji Wilcoxon memperlihatkan ada perbandingan signifikan antar kedua tes, lalu dihasilkan rerata N-gain yang dikategorikan cukup efektif. Dari hasil ini, bisa diasumsikan jika aplikasi *augmented reality* yang dimodifikasi sebagai media pembelajaran mampu meningkatkan hasil pembelajaran serta pemahaman murid pada materi Kendali Motor Listrik. Media ini bisa mengembangkan kontribusi serta motivasi murid untuk belajar serta memudahkan murid untuk mencermati konsep abstrak.

REFERENSI

- [1] S. Halean, N. Kandowanko, and S. Y. V. I. Goni, "Peranan Pendidikan Dalam Meningkatkan Sumber Daya Manusia Di SMA Negeri 1 Tampan Amma Di Talaud," *Jurnal Holistik*, vol. 14, no. 2, 2021.
- [2] Suhendar, H. D. Surjono, Slamet, and Priyanto, "The Effectiveness of the Zipgrade-Assisted Learning Outcomes Assessment Analysis in Promoting Indonesian Vocational Teachers' Competence," *International Journal of Innovation*, vol. 11, no. 5, 2020.
- [3] S. Wardoyo, M. Septiani, N. Fauziah, F. Wiherdiansyah, and Z. Akbar, "Pengaruh Keterkaitan Kompetensi Guru Smk Terhadap Daya Saing Lulusan Dalam Dunia Industri: *Systematic Literature Review*," *Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan*, vol. 3, no. 4, 2023, doi: 10.20961/ji.
- [4] P. F. Achta and M. Muslim, "Analisis Peran Pendidikan Vokasi Dalam Pengembangan Industri Halal di Indonesia," *RISALAH IQTISADIIYAH: Journal of Sharia Economic*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.steiarrisalah.ac.id/index.php/stei>
- [5] BPS, "Taraf Pengangguran Terbuka Didasarkan Pendidikan, 2021-2023," Badan Pusat Statistik.
- [6] A. Mukhlason, T. Winanti, and Eppy Yundra, "Menganalisa Instrument SMK Yang Menyumbang Pengangguran Tertinggi Di Jawa Timur," *JVTE: Journal of Vocational and Technical Education*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [7] K. G. Harahap *et al.*, "Dampak Pemakaian Media Belajar Pada Pembelajaran Murid," *Journal on Education*, vol. 06, no. 03, pp. 17218–17223, 2024.
- [8] S. Nurfadhillah, D. A. Ningsih, P. R. Ramadhania, and U. N. Sifa, "Fungsi Media Belajar Untuk Menambah Minat Pembelajaran Murid SDN Kohod III," 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa>
- [9] D. Arumsari, "Dampak Media Belajar Serta Keahlian Mengelola Kelas Pada Minat Pembelajaran Murid SMKN 5 Madiun," *Jurnal Akuntansi dan Pendidikan*, vol. 6, no. 1, 2017.
- [10] H. Suryaningsih and Z. Septikasari, "Analisa Penerapan Media Belajar Pada Hasil Pembelajaran SDN Jumeneng Lor," *Jurnal PGSD Indonesia*, vol. 10, no. 2, 2024, [Online]. Available: <https://journal.upy.ac.id/index.php/JPI58>

- [11] A. Banarsari, D. Rizki Nurfadilah, and A. Zainul Akmal, "Penerapan Teknologi Abad 21 Sektor Pendidikan," *SHEs: Conference Series*, vol. 6, no. 1, 2022, [Online]. s: <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- [12] R. R. Maharani and Y. Saputri, "Menganalisa Dampak serta Fungsi Teknologi Disektor Pendidikan," *Morfologi: Jurnal Ilmu Pendidikan, Bahasa, Sastra dan Budaya*, vol. 2, no. 3, pp. 83–90, May 2024, doi: 10.61132/morfologi.v2i3.614.
- [13] T. N. Fitria, "VR & AR Technology: Educational Developer Review Media," *International Journal of Computer and Information System (IJCIS) Peer Reviewed-International Journal*, vol. 04, no. 1, pp. 2745–9659, 2023, [Online]. Available: [https://ijcis.net/index.php/ijcis/index](https://ijcis.net/index.php/ijcis/indexJournalIJCIShomepage-https://ijcis.net/index.php/ijcis/index)
- [14] F. F. S. Kinik, "Additional learning facts: Trend In-depth Research," *EJERCongress (International Eurasian Educational Research Congress)*, pp. 273–291, 2023.
- [15] R. Mochamad, A. Trikotama, M. Nazwan Nurrohman, and D. K. Hutajulu, "Utilization of AR in the education sector," *Hipkin Journal of Educational Research*, vol. 1, no. 3, pp. 263–274, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal-hipkin.or.id/index.php/hipkin-jer/>
- [16] A. Hamzah, *Metode Penelitian dan Pengembangan (Uji Produk Kuantitatif dan Kualitatif Proses dan Hasil)*. Malang: Literasi Nusantara, 2019.
- [17] Sugiono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [18] D. Mardapi, *Teknik Penyusunan Instrumen Tes dan Non Tes*. yogyakarta: Mitra Cendikia, 2008.
- [19] H. Ferdiansyah, A. Haling, and Nurhikmah, "Inovasi Interaktif Multimedia Untuk Belajar Interaksi & Simulasi Digital," *Indonesia Journal of Learning Education and Counseling*, vol. 3, no. 2, 2021, doi: 10.31960/ijolec.
- [20] O. Hardiyantari, "Inovasi Interaktif Multimedia Dari Dinamika Pada Pembelajaran Teknik Jaringan & Komputer Pada Murid SMK Kelas X," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 4, no. 1, 2017.
- [21] H. Agustini, R. Gustian Nugraha, N. Hanifah, P. Guru, and S. Dasar, "Dampak Penerapan Media Padlet ULIK (Interaktif Ular Tangga Kreatif) Pada Hasil Pembelajaran IPAS Murid IV SD," *Journal of Education Research*, vol. 5, no. 1, 2024.
- [22] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. 2014.
- [23] E. P. Widoyoko, *Teknik Penyusunan Instrument Penelitian*. Pustaka Belajar, 2012.