

Development of Virtual Reality (VR) as an Interactive Learning Medium for Perspective Drawing Subjects at Vocational High Schools (SMK)

[Pengembangan *Virtual Reality* (VR) Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Gambar Perspektif di SMK]

Adisti Alqur'ani Anggorowati¹⁾, Rahmania Sri Untari^{*2)}

¹⁾Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

E-mail: adistialqurania@gmail.com, rahmania.sriuntari@umsida.ac.id

*E-mail Penulis Korespondensi: rahmania.sriuntari@umsida.ac.id

Abstract. *The limitations of learning modules have become an urgency in the perspective drawing subject as a means of visualizing 3D objects. This study aims to measure the feasibility of expert validation and small-scale trials of VR-based learning media in effectively understanding perspective concepts. The method used in this research is Research and Development (R&D) with a 4D model approach consisting of define, design, development, and disseminate stages. The results of the interactive VR media development show a validity score of 97% from media experts and 96% from material experts, both categorized as "Highly Feasible." Meanwhile, the small-scale trial conducted to evaluate the media resulted in an average percentage of 82%, also classified as "Highly Feasible." Based on these results, the interactive VR-based learning media is deemed highly suitable for supporting perspective drawing instruction in vocational high schools.*

Keywords . *Virtual Reality(VR), Perspective Drawing, Interactive Media*

Abstrak. Keterbatasan modul pembelajaran menjadi urgensi pada mata pelajaran gambar perspektif untuk memvisualisasikan objek 3D. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kelayakan validasi ahli dan uji coba skala kecil media pembelajaran berbasis VR dalam memahami konsep perspektif secara lebih efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model 4D yang terdiri dari *define, design, development*, dan *disseminate*. Hasil pengembangan media pembelajaran berbasis VR menunjukkan bahwa 97% dari ahli media dan 96% dari ahli materi yang termasuk kedalam kategori "Sangat Layak". Uji skala kecil yang dilakukan untuk mengevaluasi media menunjukkan *prosentase* rata – rata sebesar 82% dengan kategori "Sangat Layak". Berdasarkan hasil tersebut maka media pembelajaran berbasis VR dinyatakan sangat layak digunakan untuk mendukung pembelajaran gambar perspektif di SMK.

Kata Kunci . *Virtual Reality (VR), Gambar Perspektif, Media Interaktif*

I. PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah jenjang pendidikan formal tingkat menengah yang berfokus pada pengembangan keterampilan serta kompetensi khusus di berbagai bidang keahlian. Salah satu program keahlian yang ditawarkan di SMK adalah Desain Komunikasi Visual (DKV), tempat siswa dididik untuk menguasai berbagai keterampilan yang relevan dengan pembelajaran yang menitikberatkan pada komunikasi visual dan verbal[1] [2]. Jurusan DKV dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki peran strategis dalam mempersiapkan siswa untuk industri kreatif, namun menghadapi tantangan dalam pemahaman konsep abstrak. Dalam pembelajaran jurusan DKV, terdapat mata pelajaran gambar perspektif yang menjadi keterampilan dasar penting, terutama untuk program studi terkait desain grafis, arsitektur, atau teknik gambar. Namun, banyak siswa mengalami kesulitan memahami konsep perspektif karena pembelajaran sering disampaikan secara teoritis tanpa didukung media visual yang memadai. Modul pembelajaran yang tersedia kerap kali kurang efektif dalam membantu siswa memahami prinsip dasar perspektif secara mendalam, khususnya dalam menggambarkan objek tiga dimensi ke bidang dua dimensi [3].

Modul pembelajaran yang tersedia masih berbentuk teks dan tidak dilengkapi dengan visualisasi interaktif. Akibatnya, siswa kesulitan mempraktikkan konsep perspektif, seperti titik hilang, garis horizon, serta hubungan antara dimensi ruang. Keterbatasan dalam modul ini menyebabkan siswa cenderung hanya menghafal konsep tanpa benar-benar memahami cara menggunakannya untuk menciptakan gambar yang proporsional dan realistis [4]. Dalam kondisi tersebut, siswa sering merasa bosan dan kehilangan motivasi dalam mempelajari gambar perspektif. Mereka juga cenderung bergantung pada penjelasan guru karena kurangnya media belajar mandiri yang memadai untuk

memperdalam pemahaman. Oleh sebab itu, diperlukan inovasi dalam pengembangan media pembelajaran yang lebih interaktif dan sesuai dengan kebutuhan siswa guna mengatasi keterbatasan modul konvensional [5].

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan siswa kelas X DKV di SMK Negeri 2 Buduran, disimpulkan bahwa pada mata pelajaran gambar perspektif, siswa menghadapi berbagai kendala, khususnya terkait modul pembelajaran yang digunakan. Modul yang tersedia cenderung bersifat tekstual dengan penjelasan teori yang kurang mendalam serta minim visualisasi interaktif, sehingga siswa kesulitan memahami prinsip dasar seperti titik hilang (*vanishing point*), garis horizon, dan proporsi. Keterbatasan ini menyebabkan siswa sulit menggambarkan objek tiga dimensi, sehingga materi yang dipelajari terasa abstrak dan sulit diterapkan. Akibatnya, motivasi belajar siswa menurun, dan mereka cenderung bergantung pada penjelasan guru tanpa memiliki media mandiri yang memadai untuk mendalami materi. Sebagai solusi, pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis teknologi dapat menjadi alternatif yang efektif [6].

Pembelajaran interaktif merupakan solusi utama untuk mengatasi berbagai tantangan dalam proses belajar mengajar di kelas [7] [8]. Di era ini, pembelajaran tidak hanya berfokus pada penyampaian informasi, tetapi juga menuntut keterlibatan aktif siswa dalam memahami, mengolah, dan menerapkan materi yang dipelajari. Tantangan tersebut semakin nyata pada mata pelajaran yang membutuhkan keterampilan teknis, seperti gambar perspektif. Media pembelajaran interaktif menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan ini. Media interaktif tidak hanya menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik, tetapi juga memungkinkan siswa belajar secara mandiri dengan panduan yang jelas serta simulasi yang realistis [9]. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah VR sebagai media pembelajaran interaktif menawarkan solusi yang inovatif. VR dipilih karena mampu menghadirkan pengalaman belajar interaktif dan imersif yang mendukung eksplorasi visual mendalam.

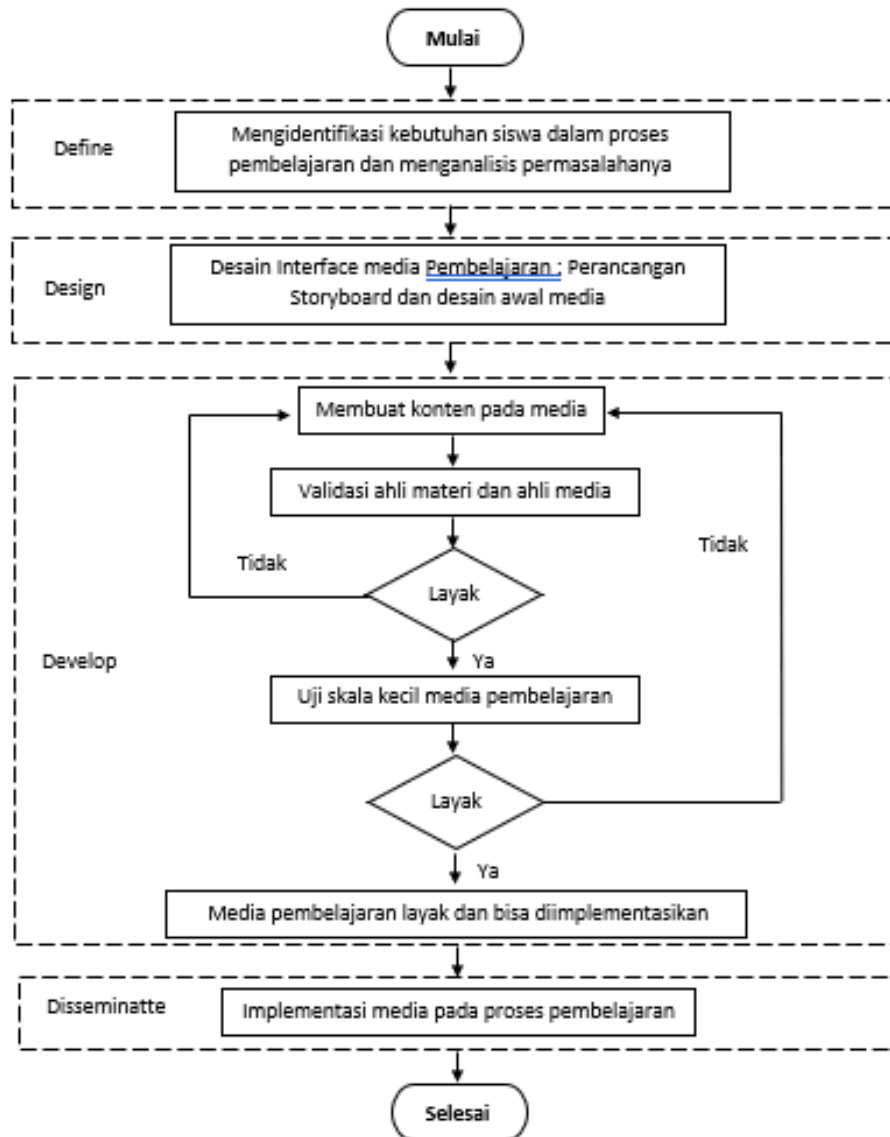
Teknologi seperti VR dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang unik, memungkinkan siswa untuk melihat dan mempraktikkan konsep perspektif dalam lingkungan virtual yang menyerupai realitas [10]. Pendekatan ini membantu siswa memahami materi dengan lebih mendalam, meningkatkan motivasi belajar, serta mengurangi rasa canggung atau ketergantungan pada penjelasan guru. VR merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna merasakan pengalaman interaktif dalam lingkungan virtual yang dirancang secara digital. Dalam konteks pendidikan, teknologi ini dapat digunakan untuk menciptakan simulasi pembelajaran yang imersif dan realistis [11]. VR menawarkan pendekatan baru yang revolusioner dengan menghadirkan pengalaman belajar yang lebih imersif, realistis, dan menarik dibandingkan metode pembelajaran tradisional. Melalui VR, siswa dapat berinteraksi dengan objek tiga dimensi, menjelajahi ruang virtual, serta memahami konsep abstrak secara langsung melalui simulasi visual yang dinamis.

Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan VR di SMK membuka peluang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, terutama dalam bidang kejuruan yang memerlukan keterampilan teknis dan pemahaman mendalam [12] [13] [14]. Teknologi VR memungkinkan siswa merasakan simulasi lingkungan kerja secara realistis tanpa perlu meninggalkan ruang kelas, sehingga pembelajaran menjadi lebih praktis dan aplikatif. Dalam jurusan DKV, VR membantu siswa memahami konsep perspektif dengan lebih jelas melalui pengalaman visual tiga dimensi yang interaktif. Dengan penerapan VR, siswa yang sebelumnya kesulitan memahami materi akibat keterbatasan media tradisional dapat lebih termotivasi dan terlibat aktif dalam proses belajar. Selain itu, teknologi ini mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kreativitas, yang sangat penting di dunia kerja [15]. Oleh karena itu, penggunaan VR sebagai media pembelajaran interaktif merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kualitas pendidikan, terutama dalam bidang yang memerlukan visualisasi tinggi, seperti mata pelajaran gambar perspektif. Teknologi ini memungkinkan siswa mengeksplorasi elemen utama dalam gambar perspektif, seperti garis horizon, titik hilang, dan proporsi, di lingkungan virtual yang menyerupai kenyataan. Dengan VR, siswa dapat melihat dan memahami hubungan dinamis antar elemen tersebut, yang sulit dicapai melalui media pembelajaran tradisional. Melalui pengalaman belajar yang praktis dan langsung, siswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga mengaplikasikannya secara nyata [16]. Pendekatan ini menawarkan pembelajaran yang lebih relevan dan menarik, membantu siswa menguasai materi gambar perspektif dengan lebih efektif. Selain itu, penggunaan VR juga memperkuat keterampilan visualisasi siswa, yang merupakan dasar penting dalam bidang desain komunikasi visual.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan pada latar belakang, tujuan penelitian ini adalah mengukur kelayakan validasi ahli dan uji coba skala kecil media pembelajaran berbasis VR dalam memahami konsep perspektif secara lebih efektif. Penelitian ini diharapkan agar siswa dapat merasa lebih relevan dan mengembangkan gambaran visual melalui berbagai perspektif yang disajikan secara nyata di jurusan DKV. Dengan demikian, hasil yang diharapkan dari pengembangan teknologi VR ini adalah peningkatan motivasi belajar siswa.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metodel R&D dengan model 4D, yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Disseminate*) untuk menghasilkan atau memperbaiki produk agar lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan [17] [18]. Model ini merupakan model pengembangan berbagai jenis media pembelajaran yang umum atau telah banyak digunakan oleh penelitian sebelumnya terkait pengembangan media interaktif di sekolah. Tujuan digunakanya model ini untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis VR pada mata pelajaran gambar perspektif kelas X di SMKN 2 Buduran.



Gambar 1. Alur Pengembangan Model 4D

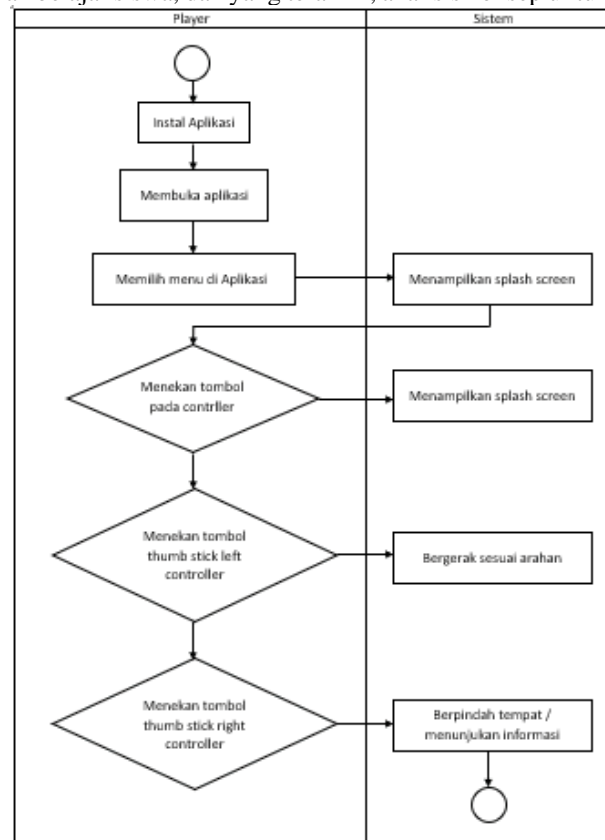
1) Tahap *Define*

Tahapan ini bertujuan untuk merumuskan masalah dan kebutuhan pembelajaran di kelas, sesuai dengan hasil observasi yang diperoleh, sebagai dasar untuk pengembangan bahan pembelajaran [19]. Proses ini mencakup analisis awal hingga analisis akhir untuk mendefinisikan masalah dan sasaran media. Tahap analisis dimulai dengan analisis siswa melalui metode wawancara dan observasi untuk mengenali karakteristik serta memahami kebutuhan mereka. Selanjutnya, dilakukan analisis tugas untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar siswa, dan yang terakhir adalah analisis konsep untuk memastikan materi yang sesuai.

2) Tahap *Design*

Pada tahapan ini fokus untuk membuat prototipe awal rancangan dengan dasar sesuai analisis pada tahap sebelumnya. Tahap perancangan membutuhkan beberapa Langkah yang perlu dilakukan yaitu :

- a) Menyusun alur rancangan awal, Proses ini meliputi analisis awal hingga akhir untuk mendefinisikan masalah dan sasaran media. Tahap analisis dimulai dengan kajian terhadap siswa melalui wawancara dan observasi, untuk mengenali karakteristik serta memahami kebutuhan mereka. Selanjutnya, dilakukan analisis tugas untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar siswa, dan yang terakhir, analisis konsep untuk memastikan kesesuaian materi.



Gambar 2. Flowchart VR

- b) Perancangan *Storyboard*: pada tahap perancangan *storyboard*, langkah pertama adalah menetapkan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, yang mencakup pemahaman konsep dasar gambar perspektif, seperti titik hilang, garis horizon, dan proporsi objek dalam ruang tiga dimensi. Selanjutnya, alur pembelajaran dikembangkan dengan memanfaatkan ruang tiga dimensi dalam VR. Siswa akan diajak untuk menjelajahi lingkungan virtual yang menampilkan berbagai contoh aplikasi perspektif, seperti bangunan atau objek arsitektural. Alur ini juga melibatkan aktivitas interaktif yang memungkinkan siswa untuk mengubah posisi objek, sudut pandang, serta mempraktikkan konsep perspektif dengan mengatur titik hilang dan garis horizon secara langsung.
- c) Pembuatan Prototipe Awal: tahap pembuatan prototipe awal fokus pada pengembangan media VR dengan perangkat lunak seperti *Unity* atau *blender* untuk menciptakan ruang tiga dimensi yang realistis. Model objek 3D seperti bangunan dan furnitur dibuat untuk menunjukkan konsep perspektif, dan siswa dapat melihat keterangan objek serta mengubah sudut pandang. Kontrol interaktif, seperti joystick atau gerakan tangan, memungkinkan interaksi lebih mudah.
- d) Perancangan Instrumen Evaluasi: dilakukan untuk mengukur efektivitas media VR dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi gambar perspektif.

3) Tahap *Develop*

Tahap ini bertujuan untuk merealisasikan desain yang telah dirancang menjadi produk pembelajaran yang siap diuji. Pada tahap ini, pembuatan produk dilakukan berdasarkan prototipe yang telah dirancang sebelumnya. Produk ini kemudian divalidasi oleh para ahli, termasuk ahli materi, media, dan desain pembelajaran, untuk memastikan kesesuaian isi, efektivitas media, serta daya tariknya. Setelah proses validasi, revisi produk awal dilakukan berdasarkan masukan yang diterima, diikuti oleh uji coba terbatas kepada sekelompok kecil pengguna dengan uraian uji kelayakan media yang meliputi isi, tampilan, dan interaktivitas media. Kelayakan isi mencakup kesesuaian materi dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran, sementara tampilan dinilai berdasarkan desain visual, kejelasan elemen, dan kenyamanan pengguna. Aspek interaktivitas melibatkan evaluasi terhadap responsivitas dan

kemudahan navigasi dalam menggunakan media. Uji tersebut dilakukan pada lima siswa kelas X jurusan DKV di SMKN 2 Buduran. Umpan balik dari uji coba ini digunakan untuk melakukan revisi lanjutan, sehingga produk yang dihasilkan menjadi lebih efektif dan siap untuk tahap selanjutnya.

Hasil angket yang telah diperoleh dan telah diisi oleh masing masing bidangnya kemudian data akan dihitung menggunakan rumus yang diadaptasi [20] sebagaimana persamaan (1), diterima v_a adalah validitas Ahli atau responden. TS_e adalah total Skor yang diperoleh serta TS_h adalah total skor maksimal yang diharapkan, dengan rumus sebagai berikut:

$$V_a = \frac{TS_e}{TS_h} \times 100\% \quad (1)$$

Instrumen yang digunakan untuk mengukur kelayakan media pembelajaran berbasis VR adalah kuisioner dengan kriteria penentuan tingkat kelayakan yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan

Prasentas (%)	Tingkat Kelayakan
81 – 100	Sangat Layak
61 – 80	Layak
41 -60	Cukup Layak
21 – 40	Kurang Layak
0 - 20	Tidak Layak

Indikator validasi yang dilakukan oleh ahli materi mencakup enam aspek penilaian, yaitu pemahaman teoritis, keterampilan praktis, kreativitas, analisis karya, penggunaan media, dan aplikasi dalam desain yang dilengkapi dengan 20 sub indikator sebagaimana tercantum pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Indikator Penilaian Ahli Materi

No	Indikator	Sub Indikator
1	Pemahaman Teoritis	<ol style="list-style-type: none"> Media VR menyajikan konsep perspektif satu titik. Media VR menyajikan konsep perspektif dua titik. Media VR menyajikan konsep perspektif tiga titik. Media VR menyajikan prinsip dasar perspektif.
2	Keterampilan Praktis	<ol style="list-style-type: none"> Pemahaman bentuk sesuai sudut pandang satu titik. Pemahaman bentuk sesuai sudut pandang dua titik. Pemahaman bentuk sesuai sudut pandang tiga titik. Media VR memungkinkan siswa menghasilkan proporsi akurat.
3	Kreativitas	<ol style="list-style-type: none"> Memberikan kebebasan siswa menerapkan teknik perspektif. Membantu siswa menciptakan ilusi ruang. Memadukan teknik perspektif dengan elemen desain.
4	Analisis Karya	<ol style="list-style-type: none"> Membantu analisis keunggulan siswa pada karyanya. Membantu analisis kekurangan siswa pada karyanya. Membantu siswa mengidentifikasi perspektif terhadap ilusi ruang.
5	Penggunaan Media	<ol style="list-style-type: none"> Media VR mudah digunakan pada proses pembelajaran. Media VR menyediakan navigasi yang sesuai. Media VR memberikan simulasi 3D yang menarik pelajaran gambar perspektif.
6	Aplikasi Desain	<ol style="list-style-type: none"> Memungkinkan siswa menerapkan teknik perspektif dalam desain interior. Memungkinkan siswa menerapkan teknik perspektif dalam desain arsitektur. Memahami pengaruh perspektif terhadap persepsi ruang.

Tabel 3 merupakan Indikator validasi yang dilakukan oleh ahli media mencakup lima aspek penilaian, yaitu kualitas data, *interaktivitas*, *usabilitas*, kedalaman pengalaman, dan kualitas visual dalam aspek media berupa VR yang dilengkapi dengan 24 sub indikator.

Tabel 3. Indikator Penilaian Ahli Media

No	Indikator	Sub Indikator
1	Kualitas Data	1. Kejelasan penyampaian data. 2. Relevansi data dengan tujuan pembelajaran. 3. Kelengkapan informasi. 4. Konsistensi data.
2	Interaktivitas	1. Responsivitas sistem. 2. Kemudahan eksplorasi di dalam VR. 3. Variasi fitur yang <i>interaktif</i> . 4. Relevansi interaksi dengan tujuan pembelajaran. 5. Ketersediaan umpan balik atau <i>feedback</i> .
3	Usabilitas	1. Kemudahan navigasi di dalam VR. 2. Ketersediaan <i>user interface</i> . 3. Kemampuan cara menggunakan VR. 4. Minimnya <i>bug</i> atau gangguan teknis. 5. Kecepatan sistem dalam memuat konten.
4	Kedalaman pengalaman	1. Keterlibatan pengguna secara emosional dengan VR. 2. Realisme lingkungan VR. 3. Konsistensi pengalaman pengguna dengan dunia nyata. 4. <i>Immersive experience</i> yang dirasakan.
5	Kualitas visual	1. Ketajaman resolusi <i>grafis</i> . 2. Realisme visual dari objek dalam lingkungan VR. 3. Konsistensi elemen visual dengan tema. 4. Kesesuaian elemen visual dengan pengalaman pengguna. 5. Kualitas pencahayaan dan bayangan dalam VR. 6. Keseimbangan warna dan detail tekstur.

Tabel 4 merupakan indikator penilaian yang dilakukan melalui uji skala kecil terhadap 5 siswa kelas X DKV di SMKN 2 Buduran Sidoarjo dengan 6 indikator yaitu keterampilan gambar perspektif, pemahaman konsep, kreativitas, analisis karya, partisipasi aktif, dan motivasi minat belajar. Sehingga dijabarkan kedalam 24 sub Indikator.

Tabel 4. Indikator Uji Skla Kecil

No	Indikator	Sub Indikator
1	Keterampilan gambar perspektif	1. VR membantu memahami gambar perspektif satu titik, dua titik, dan tiga titik 2. VR mempermudah mengidentifikasi proporsi dan titik lenyap 3. VR memvisualisasikan detail hubungan antar garis dan elemen gambar 4. VR memperlihatkan contoh perspektif yang mendukung
2	Pemahaman konsep	1. VR membantu memahami perbedaan antara perspektif satu titik, dua titik, dan tiga titik 2. VR membantu memahami sudut pandangan perspektif 3. VR memberikan pemahaman visualisasi yang dinamis
3	Kreativitas	1. VR memberikan inspirasi untuk menggunakan teknik perspektif 2. VR menarik untuk dicoba diterapkan dalam desain 3. VR memungkingkan menciptakan variasi perspektif 4. VR mendukung eksplorasi desain
4	Analisis Karya	1. VR membantu menganalisis keunggulan gambar siswa 2. VR membantu menganalisis kekurangan gambar siswa 3. VR memberikan contoh analisis perspektif yang relevan 4. VR membantu mengevaluasi efektivitas gambar perspektif untuk menciptakan ilusi kedalaman
5	Partisipasi aktif	5. VR membantu memahami pengaruh perspektif terhadap ruang 1. VR membuat siswa lebih aktif dalam belajar 2. VR memberikan ruang berdiskusi dengan teman 3. VR meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar mengajar
6	Motivasi minat belajar	1. VR meningkatkan minat belajar siswa terhadap gambar perspektif 2. VR membuat proses belajar menjadi menyenangkan 3. VR memberikan motivasi untuk belajar lebih dalam tentang gambar perspektif 4. VR memberikan pengalaman belajar yang menarik

4) Tahap *Disseminate*

Tahapan ini merupakan langkah akhir yang bertujuan untuk mengenalkan dan menyebarluaskan produk kepada pengguna. Pada penelitian ini hanya dilakukan pada tahap development dikarenakan adanya keterbatasan waktu dan sarana, oleh karena itu penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *Development* [21].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh maka akan disajikan berdasarkan model yang telah diterapkan sebelumnya, yaitu model 4D. Setiap tahap akan dijelaskan secara rinci, termasuk analisis mendalam terhadap hasil yang telah dicapai.

3.1. *Define*

Tahap pertama model 4D, kami melakukan penelitian mendalam untuk memahami tantangan yang dihadapi siswa kelas X DKV 3. Fokus utama adalah mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap 10 siswa kelas X DKV 3 di SMK Negeri 2 Buduran, ditemukan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan objek 3D menjadi gambar 2D. Kesulitan ini berdampak pada kemampuan mereka dalam menggambar dengan teknik perspektif yang tepat. Terutama, banyak siswa merasa bingung dalam memahami konsep perspektif satu titik, dua titik, dan tiga titik. Hambatan ini menunjukkan bahwa mereka kesulitan menghubungkan teori yang dipelajari dengan praktik menggambar perspektif.

Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Gambar Perspektif mengungkapkan bahwa proses pembelajaran di kelas menggunakan modul dan media presentasi *PowerPoint* (PPT) untuk mendukung pemahaman materi. Namun, pendekatan ini belum sepenuhnya efektif dalam membantu siswa memahami konsep perspektif secara nyata. Guru juga menekankan perlunya media pembelajaran tambahan yang lebih interaktif untuk memperkuat visualisasi siswa terhadap objek perspektif. Oleh karena itu, identifikasi ini menegaskan pentingnya inovasi media pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami teknik perspektif dengan lebih baik dan juga mampu memvisualisasikan objek yang akan digambar sehingga dipilihlah VR sebagai media yang dapat menampilkan visual objek [22]. Berdasarkan kajian tersebut menyatakan bahwa VR memudahkan siswa untuk merepresentasikan visual dari berbagai sudut pandang untuk mempermudah perspektif satu titik, dua titik, tiga titik dan juga teknik gambar lainnya.

3.2. *Design*

3.3.1 Kebutuhan Materi

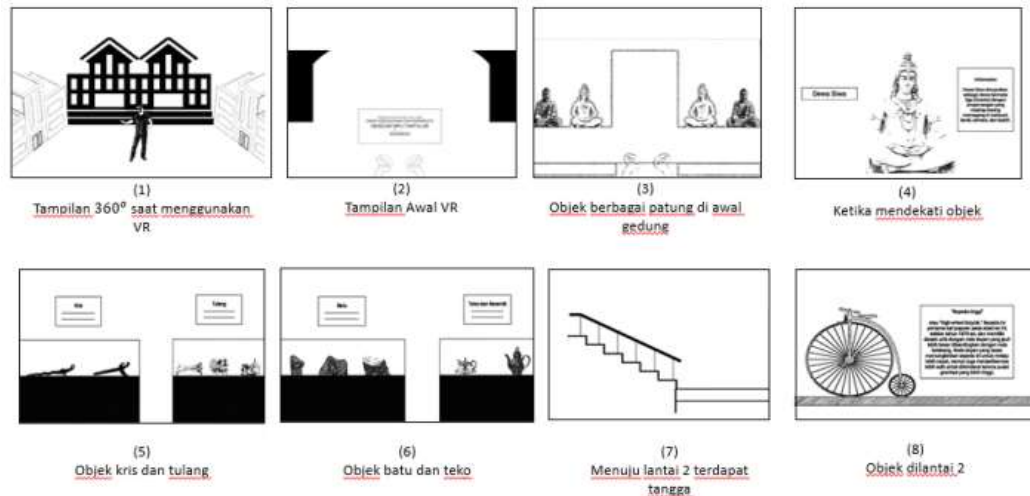
Kebutuhan materi pada tahap design dilakukan dengan cara merancang objek sesuai dengan teknik-teknik perspektif dan gambar perspektif berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) sesuai dengan kurikulum Merdeka tahun 2025 yang digunakan oleh siswa kelas X di SMKN 2 Buduran Sidoarjo [23]. Desain kebutuhan materi ini bertujuan untuk memastikan materi yang disajikan sesuai dengan kompetensi yang harus dicapai siswa, yaitu mampu memahami dan menerapkan perspektif satu titik, dua titik, tiga titik dan juga teknik gambar perspektif lain yang harus diterapkan pada menggambar 2D, sehingga objek di VR dirancang berdasarkan pada penerapan kebutuhan materi yang diperlukan.

Objek yang dirancang mencakup tiga jenis perspektif utama: perspektif satu titik, dua titik, dan tiga titik. Untuk perspektif satu titik, objek yang didesain melibatkan elemen sederhana seperti ruangan dengan furnitur dasar agar siswa dapat memahami konsep garis horizon, titik hilang, dan bidang yang diterapkan pada desain VR. Pada perspektif dua titik, objek yang dirancang melibatkan bangunan sederhana atau struktur geometris seperti bentuk balok dan kubus yang ada pada objek di VR agar membantu siswa memahami cara menempatkan dua titik hilang pada garis horizon. Sementara itu, untuk perspektif tiga titik, objek berupa bangunan tinggi atau menara dirancang untuk melatih siswa memvisualisasikan dimensi tambahan dari sudut pandang vertikal. Ketiga jenis perspektif ini diambil dari penerapan teknik perspektif yang ada di ATP mata pelajaran gambar perspektif.

Rancangan ini disusun dengan memperhatikan ATP karena media pembelajaran VR harus mencakup pembelajaran bertahap mulai dari konsep dasar hingga penerapan teknik menggambar yang sesuai tujuan pembuatan media pembelajaran [24]. Setiap desain objek dengan informasi tambahan, termasuk ilustrasi proses, sejarah, pengertian, dan pembuatannya. Media pembelajaran juga dirancang agar siswa dapat mempraktikkan teknik ini secara bertahap, baik secara manual maupun dengan bantuan teknologi, guna mendukung pemahaman yang lebih mendalam dan meningkatkan keterampilan visualisasi mereka.

3.3.2 *Storyboard*

Setelah mendapatkan materi yang akan diterapkan pada VR, selanjutnya yaitu melakukan perancangan design dengan menggunakan *storyboard*. *Storyboard* yang menjadi dasar rancangan pada tahapan desain kali ini terdapat pada Gambar 3 yang terdiri dari 8 gambar.

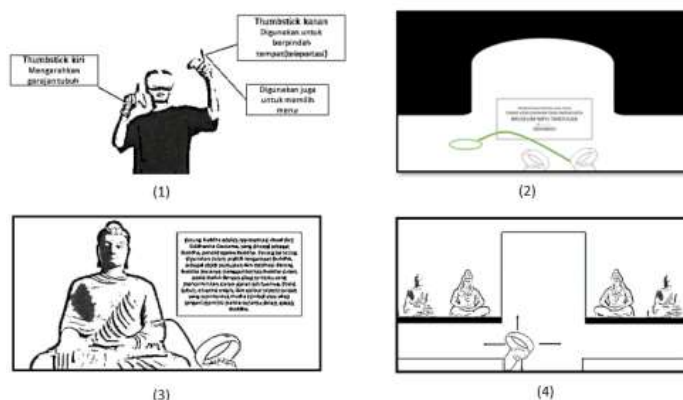


Gambar 3. Storyboard

Gambar (1) menunjukkan tampilan 360° yang ada saat kita pertama kali memasuki ruang VR dimana disajikan banyak gedung disekeliling kita sehingga pengguna bisa melihat perspektif gedung dari posisi yang diinginkan untuk memperhatikan perspektif satu titik, dua titik, tiga titik. Gambar (2) menampilkan tampilan awal dimana posisi kita berada maka akan ada tulisan tempat kita sedang berada serta terdapat juga alamat lengkap dan gapura besar sebagai awal tempat untuk memasuki objek objek didalamnya. Gambar (3) tampilan ini merupakan tampilan awal ketika kita memasuki gedung yang berisikan objek-objek benda didalamnya pada bagian depan gedung didesain memiliki objek berupa patung patung yang dapat digunakan sebagai objek perspektif gambar untuk anak-anak. Gambar (4) pada vr ini didesain juga bahwa setiap objek memiliki informasi yang ditampilkan di sebelahnya untuk menambah wawasan bagi anak – anak SMK sehingga bisa belajar sekaligus merealisasikan objek 3D. Gambar (5) merupakan objek – objek lain yang di taruh di dalam kaca, terdapat di dalam gedung ada kris dan juga tulang belulang manusia sebagai objek 3D lainnya. Gambar (6) Menunjukkan adanya objek objek 3D lain yang di taruh di dalam kaca seperti Batu kuno dan teko. Gambar (7) merupakan tangga yang di desain sehingga pengguna dapat melihat objek – objek 3D lainnya yang berada di gedung lantai 2, hal ini di buat untuk memisahkan objek diatas dan dibawah. Gambar (8) menunjukan desain objek benda 3D lain yang ada dilantai 2.

3.3.3 Skenario Penggunaan Aplikasi

Terdapat satu skenario penggunaan aplikasi yang dirancang untuk digunakan dengan perangkat VR Meta Quest 2, yang dilengkapi kontroler berbasis sensor gerak untuk memberikan pengalaman interaksi virtual yang imersif dan intuitif. Pengguna dapat memilih untuk menggunakan aplikasi ini dalam posisi duduk atau berdiri, sesuai preferensi dan kenyamanan, sehingga dapat menyesuaikan dengan durasi penggunaan. Kontroler kanan dirancang khusus untuk fitur teleportasi, memungkinkan pengguna berpindah ke lokasi yang diinginkan dengan mudah melalui penunjukan titik tertentu di lingkungan virtual, dilengkapi indikator visual untuk memastikan lokasi tujuan dengan akurasi. Sementara itu, kontroler kiri digunakan untuk navigasi manual, seperti bergerak maju, mundur, ke kiri, atau ke kanan, dengan sensitivitas tinggi yang memberikan respons presisi terhadap input pengguna, sehingga pengguna dapat menjelajahi lingkungan virtual secara detail seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Task Skenario VR

Gambar 4 mendeskripsikan tentang Sensor gerak pada kontroler mendukung gerakan tangan yang intuitif, memungkinkan pengguna untuk menunjuk, menjangkau objek, atau berinteraksi dengan elemen virtual secara alami dan bebas hambatan. Selain itu, lingkungan virtual dalam aplikasi ini dirancang untuk merespons secara dinamis terhadap input pengguna, memberikan pengalaman eksplorasi yang lebih realistis dan mendalam. Desain seperti ini memberikan fleksibilitas dan kenyamanan bagi pengguna, baik untuk eksplorasi mendalam saat berdiri maupun pengalaman imersif tanpa rasa lelah saat duduk, sehingga cocok untuk kebutuhan belajar teknik perspektif, visualisasi objek 3D, atau simulasi interaktif lainnya yang memerlukan keterlibatan penuh pengguna [25].

3.3. Develop

Tahapan *Develop* memerlukan beberapa tahapan untuk membuat aplikasi VR sebagai penunjang pembelajaran gambar perspektif bagi siswa SMK jurusan DKV. Tahapan akan disampaikan secara detail dan jelas mulai dari proses pengembangan, hasil pengembangan, hingga tahapan validasi dan uji.

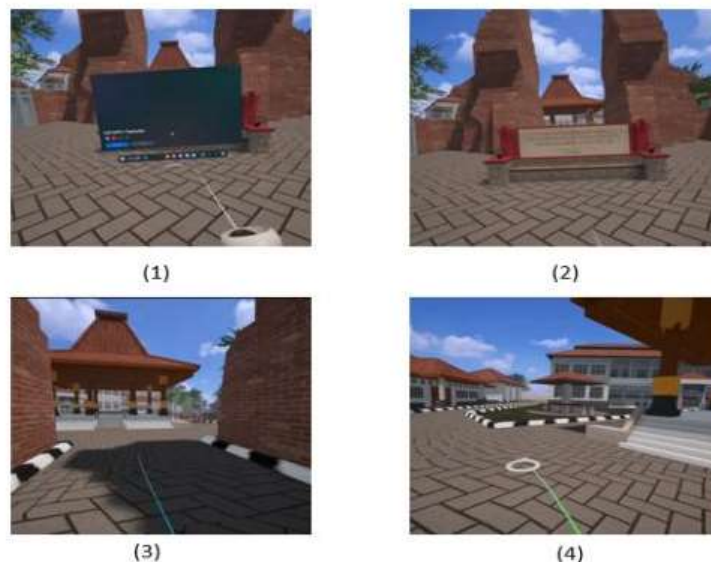
3.3.1 Proses Pengembangan

Pengembangan aplikasi VR memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai untuk menghasilkan performa optimal dan pengalaman pengguna yang nyaman. Dari sisi perangkat keras, digunakan satu set komputer dengan spesifikasi tinggi, termasuk prosesor generasi terbaru, kartu grafis kelas atas, RAM besar, dan penyimpanan cepat (SSD), untuk mendukung kebutuhan grafis yang kompleks. Hal ini bertujuan memastikan *frame per second* (FPS) yang stabil, karena FPS yang rendah dapat menyebabkan ketidaknyamanan, seperti pusing dan kelelahan mata [26]. Selain itu, perangkat keras VR dilengkapi dengan dua sensor pada *thumbstick* kiri dan *thumbstick* kanan, yang dirancang untuk bergerak menjelajahi dunia didalam VR dan meningkatkan interaksi pengguna dalam lingkungan virtual.

Dari sisi perangkat lunak proses pengembangan dimulai dengan mendesain objek 3D di *Blender*, di mana detail objek dan desain interior dibuat dengan presisi tinggi untuk menciptakan objek virtual yang realistis dan menarik. Setelah itu, dirancang juga visualisasi *thumbstick* yang muncul dalam tampilan VR untuk memudahkan pengguna memahami dan mengontrol pergerakan mereka di dalam aplikasi. Selanjutnya, model yang dibuat di *Blender* diintegrasikan ke dalam *Unity 3D*, yang berperan sebagai game engine untuk membangun aplikasi secara keseluruhan, termasuk navigasi, interaksi, dan pengaturan mekanisme gerakan. Kombinasi perangkat keras berkinerja tinggi dan perangkat lunak canggih ini memungkinkan pengembangan aplikasi VR yang responsif dan nyaman, dengan fokus pada stabilitas grafis dan kemudahan penggunaan [27].

3.3.2 Hasil Pengembangan

Pada tahapan hasil aplikasi VR ini disajikan dengan tampilan awal bar hitam sebagai penanda bahwa aplikasi telah berhasil dimuat dan siap digunakan.



Gambar 5. Tampilan Awal VR

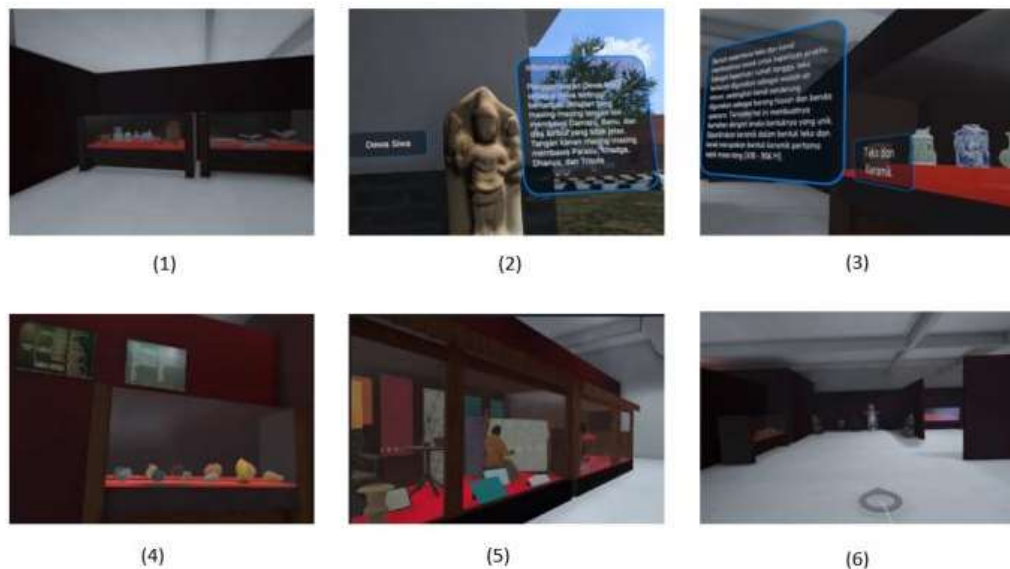
Tampilan ini memberikan indikasi kepada pengguna bahwa sistem sedang memproses masuk ke dunia virtual seperti pada Gambar (1). Gambar (2) merupakan tampilan berikutnya, pengguna akan disambut dengan tulisan lokasi awal dan nama tempat di dunia virtual, yang berfungsi untuk memberikan orientasi awal kepada pengguna mengenai posisi mereka. Tulisan ini dirancang agar mudah dibaca dan terlihat jelas di tengah layar, memastikan pengguna memahami lingkungan yang akan mereka jelajahi. Gambar (3) pengguna akan melihat bangunan awal berupa gedung

pendopo yang dirancang dengan detail, memungkinkan eksplorasi dari berbagai sisi untuk memahami perspektif satu titik, dua titik, dan tiga titik pada detail bangunan. Pengguna dapat bergerak mengelilingi pendopo dan mengamati elemen seperti pilar, atap, serta ruang di sekitarnya. Selanjutnya pada tampilan Gambar (4) dunia virtual diperluas dengan kehadiran beberapa gedung lainnya, yang dirancang dengan variasi bentuk dan fungsi untuk menciptakan suasana lingkungan yang dinamis dan menarik.



Gambar 6. Desain *Thumbstick* Kanan dan *Thumbstick* Kiri

Gambar 6 merupakan desain dari *thumbstick* kanan dan *thumbstick* kiri yang digunakan sebagai kontroler gerak pengguna di lingkungan VR.



Gambar 7. Objek

Gambar (1) menunjukkan objek objek berjajar mulai dari buku dan vas. Gambar (2) menunjukkan objek patung yang dapat menampilkan nama patung serta informasi tambahan pagi pengguna seperti sejarah, pembuatan, dan informasi lain. Gambar (3) merupakan perspektif teko dan keramik dari satu titik hilang. Gambar (4) merupakan objek lain seperti bebatuan yang memiliki volume ruang. Gambar (5) menunjukan perspektif satu titik dari arah sudut untuk menunjukan objek berupa batik. Gambar (6) menunjukan ruangan yang dipenuhi dengan objek beberapa patung untuk dapat dilihat dari berbagai sisi untuk menambah objek praktik 3D siswa di SMK sehingga lebih bervariasi. Objek-objek ini dirancang tidak hanya sebagai dekorasi, tetapi juga untuk menciptakan pengalaman belajar di dunia virtual [28].



Gambar 8. Objek Berdimensi

VR pada mediapembelajaran gambar perspektif ini dilengkapi dengan adanya objek tangga sebagai bangunan berdimensi untuk dapat diterapkan sesuai teknik VR satu titik hilang, dua titik hilang, dan tiga titik hilang sesuai dengan Gambar (1). Objek sepedajuga ditambahkan untuk dapat diamati oleh pengguna Gambar (2). Merupakan objek sepeda tinggi yang jika didekati akan menampilkan informasi tambahan. Objek ditempatkan secara strategis untuk memberikan pengalaman visual yang lebih mendalam seperti pada Gambar (3).

3.3.3 Tahap Validasi dan Uji

Produk yang telah dikembangkan kemudian menjalani proses validasi guna menilai kelayakan dari media VR yang telah dibuat. Validator yang terlibat dalam proses ini adalah ahli media dan ahli materi. Hasil validasi dari ahli media menunjukkan bahwa media ini memenuhi standar kualitas dalam hal tampilan dan navigasi, sementara validasi dari ahli materi menegaskan bahwa konten yang disajikan telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan mampu mendukung pemahaman konsep perspektif [29]. Penilaian dilakukan berdasarkan instrumen yang telah disusun peneliti pada tahapan metode skor yang diberikan oleh masing-masing validator kemudian dikategorikan untuk menentukan tingkat kelayakan produk tersebut. Berikut merupakan hasil penilaian validasi dari ahli media dan materi sesuai Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Validasi Ahli

No	Validator	Hasil	Tingkat Kelayakan
1	Ahli Media	97 %	Sangat Layak
2	Ahli Materi	96 %	Sangat Layak

Hasil validasi aplikasi VR menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran ini telah memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan penilaian dari ahli media dan ahli materi. Berdasarkan tabel hasil validasi, **ahli media** memberikan penilaian sebesar **97%**, yang termasuk dalam kategori **sangat layak** tanpa adanya tambahan revisi dari ahli media. Sementara **ahli materi** memberikan penilaian sebesar **96%**, yang juga berada pada kategori **sangat layak**. Penilaian ini mencerminkan kualitas media pembelajaran dari segi desain, teknis, dan substansi materi yang disajikan.

Tabel 6. Hasil Uji Skala Kecil

No	Nama	Hasil	Tingkat Kelayakan
1	RPA	84 %	Sangat Layak
2	MWAS	82 %	Sangat Layak
3	BMP	78 %	Layak
4	NKAT	74 %	Layak
5	AAA	90 %	Sangat Layak
Rata - Rata		82 %	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 6. Hasil uji skala kecil yang dilakukan kepada 5 anak kelas X di jurusan DKV menunjukkan penilaian terhadap kelayakan media yang dikembangkan memperoleh rata – rata prosentase sebesar 82% kategori “Sangat layak”. Penilaian ini mempertimbangkan kesesuaian konten dengan kompetensi dasar, keakuratan materi, serta kemampuan media dalam menyajikan konsep perspektif secara jelas dan mendalam [30]. Dari hasil yang diperoleh, tiga peserta memberikan skor yang masuk dalam kategori “Sangat Layak”, dengan rincian RPA memperoleh skor 84%, MWAS memperoleh 82%, dan AAA memperoleh 90%. Sementara itu, dua peserta lainnya memberikan skor dalam kategori “Layak”, yaitu BMP dengan skor 78% dan NKAT dengan skor 74%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas peserta menilai media yang dikembangkan memiliki kualitas yang baik dan layak digunakan.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan terkait pengembangan media pembelajaran berbasis VR untuk mata pelajaran gambar perspektif dengan menerapkan teknik perspektif gambar 2D kelas X di SMK Negeri 2 Buduran Sidoarjo, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian media pembelajaran VR menggunakan model 4D dan telah diuji kelayakan.

1. Hasil penilaian kelayakan oleh ahli media menunjukan presentase validitas sebesar 97 % dengan kategori “Sangat Layak”, tanpa adanya revisi pada media. Uji kelayakan pada ahli materi mendapatkan validitas hasil sebesar 96% dengan kategori “Sangat Layak”.

2. Uji skala kecil pada 5 siswa kelas X DKV untuk mengevaluasi kualitas, efektivitas dan kelayakan media mendapatkan hasil *presentase* rata – rata sebesar 82% dengan kategori “Sangat Layak”. Media pembelajaran interaktif berbasis VR dapat dikatakan layak sehingga dapat digunakan untuk pembelajaran pada mata pelajaran gambar perspektif untuk memvisualisasikan objek 3D kedalam bentuk 2D sesuai dengan teknik perspektif gambar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur dan segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hiyahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel yang berjudul “Pengembangan Virtual Reality (VR) Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Gambar Perspektif di SMK” dapat diselesaikan. Artikel ini disusun sebagai syarat untuk melaksanakan program Sarjana (S1) pada prodi Pendidikan Teknologi Informasi di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, dukungan, dan bimbingan dalam penyusunan artikel ini. Selain itu, ucapan terimakasih kepada SMK Negeri 2 Buduran Sidoarjo, guru DKV yang telah memberikan kesempatan untuk dapat melakukan penelitian ini. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna bagi pembaca serta pengembangan ilmu pengetahuan di bidang terkait. Akhir kata, semoga karya ini dapat memberikan dampak positif dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

REFERENSI

- [1] G. Bayu and S. Putra, “Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Untuk Siswa Jurusan Desain Komunikasi Visual Di Smk Ti Bali Global Denpasar,” vol. 4, no. 2, pp. 204–210, 2023.
- [2] H. Prasetyani, K. Kurniawati, and D. Purnamasari, “Literature Review: Keterkaitan Pelaksanaan Kurikulum Merdeka Di Smk Jurusan Desain Komunikasi Visual Dengan Kebutuhan Dunia Kerja,” *J. Lang. Lit. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 75–78, 2024.
- [3] N. A. Rahmani, A. Yusuf, N. W. Izzati, and N. A. Aqilla, “Relevansi Filsafat Konstruktivisme Dalam Meningkatkan Pendidikan Siswa Di Era Digital,” *Genta Mulia*, vol. 15, no. 1, pp. 36–47, 2023.
- [4] S. P. Vannisa, A. Wulandari, A. Rahayu, D. Primadona, and S. Annur, “Analisis Faktor-Faktor Yang Menghambat Para Guru Saat Menerapkan Kurikulum Merdeka Di Sd Negeri 3 Lumpatan,” *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 7, no. 3, pp. 6748–6752, 2024.
- [5] L. Kanti, S. F. Rahayu, E. Apriana, and E. Susanti, “Analisis Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality dengan Model POE2WE Pada Materi Teori Kinetik Gas: Literature Review,” *J. Pendidik. dan Ilmu Fis.*, vol. 2, no. 1, p. 75, 2022.
- [6] A. Hendi, C. Caswita, and E. Y. Haenilah, “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Strategi Metakognitif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis siswa,” *J. Cendekia J. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 2, pp. 823–834, 2020.
- [7] A. Fauzan Dianta, C. Devi, W. Sarinastiti, and Z. F. Akbar, “Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Virtual Reality Menggunakan Video 360°,” *Poditif J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–28, 2023.
- [8] L. H. Risqiyain and E. Purwanta, “Pengembangan Multimedia Interaktif Informasi Karier untuk Meningkatkan Kematangan Karier Siswa Sekolah Menengah Kejuruan,” *J. Kaji. Bimbing. dan Konseling*, vol. 4, no. 3, p. 88, 2019.
- [9] D. Shalikhah, Norma Dewi, “Media Pembelajaran Interaktif Lectora Inspire Sebagai Inovasi Pembelajaran,” *War. LPM*, vol. 20, no. 1, pp. 9–16, 2019.
- [10] I. Arkadiantika, W. Ramansyah, M. A. Effindi, and P. Dellia, “Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Reality Pada Materi Pengenalan Termination Dan Splicing Fiber Optic,” *J. Dimens. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 8, no. 1, p. 29, 2020.
- [11] Charles Charles, Delvian Yosuky, Tio Sania Rachmi, and Eryc Eryc, “Analisa Pengaruh Virtual Reality Terhadap Perkembangan Pendidikan Indonesia,” *J. Innov. Educ.*, vol. 1, no. 3, pp. 40–53, 2023.
- [12] A. F. D. Rany, M. Arif, E. Y. Wijaya, and ..., “Pengembangan Media Pembelajaran Materi Perakitan Komputer Berbasis Virtual Reality untuk Kelas X SMK IPIEMS,” *J. Educ.*, vol. 4, no. 1, pp. 20–27, 2023.
- [13] A. Syaputra *et al.*, “Pengaruh Media Pembelajaran Pengelasan *Virtual Reality* Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknik Pengelasan SMAW Kelas XI TPM SMK Negeri 5 Padang The Effect Of *Virtual Reality wealding learning Media On Student Larning Out Comes In SMAW MELDI*,” vol. 6, no. 3, pp. 266–270, 2024.
- [14] M. H. Rahman *et al.*, “Sosialisasi Penggunaan Virtual Reality Box sebagai Inovasi Pembelajaran berbasis Virtual 3D di SMK Negeri 1 Bone,” vol. 2, no. 3, 2024.
- [15] M. N. Azmi, H. Mansur, and A. H. Utama, “Potensi Pemanfaatan Virtual Reality Sebagai Media Pembelajaran Di Era Digita,” *J. Dimens. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 12, no. 1, pp. 211–226, 2024.

- [16] Y. Nugraha Bahar, "Aplikasi Teknologi Virtual Realty Bagi Pelestarian Bangunan Arsitektur Virtual Reality Technology Application for Conservation Architecture Building," *J. Desain Konstr.*, vol. 13, no. 2, pp. 34–45, 2018.
- [17] B. Muqdamien, U. Umayah, J. Juhri, and D. P. Raraswaty, "Tahap Definisi Dalam Four-D Model Pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga Untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains Dan Matematika Anak Usia 5-6 Tahun," *Intersections*, vol. 6, no. 1, pp. 23–33, 2021.
- [18] D. Lawhon, "Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook," *J. Sch. Psychol.*, vol. 14, no. 1, p. 75, 1976.
- [19] A. H. Salsabila, T. Iriani, and S. Sri Handoyo, "Penerapan Model 4D Dalam Pengembangan Video Pembelajaran Pada Keterampilan Mengelola Kelas," *J. Pendidik. West Sci.*, vol. 1, no. 08, pp. 495–505, 2023.
- [20] S. M. Zahroh and P. Sudira, "Pengembangan perangkat pembelajaran keterampilan generik komunikasi negosiasi siswa SMK dengan metode 4-D," *J. Pendidik. Vokasi*, vol. 4, no. 3, 2018.
- [21] R. Rindiani and F. N. Hasanah, "Pengembangan Mobile Learning 'Detektif Siput' Kelas X SMK," *Media Penelit. Pendidik. J. Penelit. dalam Bid. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 16, no. 2, pp. 192–202, 2022.
- [22] Yuniastuti et al., *Media Pembelajaran untuk Generasi Milenial*, vol. 000, no. 1. 2021.
- [23] S. Mujaib, A. T. R. Rosa, and W. S. Gumelar, "Analisis Implementasi Kurikulum Merdeka (Studi Kasus SMK Al Huda Kedungwungu Indramayu)," *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 5, pp. 1538–1545, 2023.
- [24] D. K. Visual, "Pengembangan Modul Tipografi Untuk Siswa Kelas X Jurusan Desain Komunikasi Visual," vol. 12, no. 3, pp. 141–152, 2024.
- [25] K. Suryati, R. S. Komputer, K. Bangli, T. Pendidikan, and M. A. Digital, "Implementasi *Virtual Reality* Untuk Pembelajaran." vol. 5, no. 1, pp. 124–131, 2025.
- [26] Y. Christian, "Analisis Virtual Reality Cybersickness Pada Pengguna Miopi Dan Presbiopi: Studi Persepsi Pengguna *Virtual Reality Cybersickness Analysis Of Myopy And Presbiopy Userss: A Study of User Perception*," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 221–229, 2023.
- [27] A. Ginanjar, A. Rahmani, and D. Kurnia, "Pengembangan Aplikasi Pengenalan Budaya Kasepuhan Cirompang berbasis Virtual Reality untuk Pembelajaran IPAS di Sekolah Dasar," vol. 15, no. 2, pp. 1622–1633, 2024.
- [28] A. N. M. S., "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif *Mixed Reality* Simulasi Daur Hidup Hewan Dan Tumbuhan Untuk Kelas V SD (Studi Kasus : SD Santa Maria Pekanbaru) Daur Hidup Hewan Dan Tumbuhan Untuk Kelas V SD (Studi Kasus : SD Santa Maria Pekanbaru)," 2024.
- [29] M. A. F. Yosfiah, P. Primawati, W. Waskito, and F. Prasetya, "Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Virtual Reality Pada Mata Kuliah Teknologi Pemesinan Di Jurusan Teknik Mesin Ft - Unp," *J. Vokasi Mek.*, vol. 4, no. 1, pp. 132–136, 2022.
- [30] S. Rahmawati, P. A. Paradia, and F. M. Noor, "Meta Analisis Media Pembelajaran Ipa Smp/Mts Berbasis Virtual Reality," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 5, no. 1, pp. 12–25, 2021.