

Usability Testing on Virtual Reality Implementation of SMK Muhammadiyah 1 Pandaan Students.

[Usability Testing Pada Implementasi Virtual Reality Siswa SMK Muhammadiyah 1 Pandaan]

Arsyah Agas Awwaby¹⁾, Akbar Wiguna²⁾

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

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

*Email Penulis Korespondensi: 4rsyah4gas@gmail.com akbar.wiguna@umsida.ac.id

Abstract. Education is a crucial element in improving human resource competencies and advancing vocational high schools (SMK). SMK focuses on developing students' talents and skills to prepare them for the workforce. One of the innovative approaches in education involves utilizing media that go beyond traditional methods of delivering information—not just watching or reading but experiencing the subject matter firsthand. Virtual Reality (VR) is a technological advancement that offers an immersive learning environment where students can engage in hands-on experiences through a 360-degree virtual world. Despite its advantages, research suggests that VR may sometimes hinder learning for technology enthusiasts, as they often perceive it as a gaming tool rather than an educational medium. Therefore, it is essential to conduct usability evaluations to assess its effectiveness. Usability testing, as defined by Jacob Nielsen, is a technique used to evaluate a product by testing it on users. Effective learning media play a significant role in enhancing students' motivation, particularly in vocational schools. Hence, further analysis is needed before implementing VR-based learning media for students. This study employs a quantitative method with a descriptive quantitative approach to analyze numerical data and evaluate students' experiences in using VR learning media. The research process involves gathering knowledge from previous journals and studies on usability and usability testing in educational media. The data collection focuses on the usability factors outlined by Jacob Nielsen, with the study's participants being all tenth-grade students of TKJ 2 at SMK Muhammadiyah 1 Pandaan. The participants were given access to the VR-based learning media, which was designed to support virtual reality operations. The collected data systematically compiles respondents' feedback on their experiences using the VR interface in an educational setting. The findings indicate that most students provided positive feedback regarding their learning experience with VR. Among the five usability factors—learnability, efficiency, memorability, errors, and satisfaction—results were overwhelmingly positive. Students reported that the VR media helped them understand the material more effectively due to its interactive simulations and immersive experiences. The effectiveness of VR was evident in students' increased focus when learning complex subjects, while efficiency was reflected in the ease of use of the media. However, some respondents highlighted issues such as discomfort with the devices used and limitations in interface features, such as the absence of directional navigation and interactive objects, which require further refinement. This study underscores the significant potential of VR as an innovative learning tool in vocational schools while emphasizing the need for further improvements in technical aspects, interface design, and content adaptation to better align with students' needs. By addressing these usability factors, VR has the potential to provide a more engaging and effective learning experience for students.

Keywords – Learning media, VR, Usability testing,

Abstrak. Pendidikan merupakan elemen penting untuk peningkatan kompetensi kemajuan (sumber daya manusia) SDM, (Sekolah Menengah Kejuruan) SMK. SMK sendiri merupakan sekolah yang memfokuskan pada pengembangan bakat siswa dan kemampuan siswa yang akan digunakan di dunia kerja, media pertama yang menyajikan cara penyampaian informasi yang belum pernah kita lakukan sebelumnya, tidak hanya menonton atau hanya membaca namun ikut merasakan kejadiannya. VR adalah salah satu produk yang dihasilkan lewat perkembangan teknologi ini menawarkan solusi dengan menciptakan suasana belajar yang impresif yang mana siswa dapat belajar melalui pengalaman langsung karena memberikan pengalaman 360 derajat dunia maya. Terlepas dari beberapa kelebihan dalam VR, beberapa penelitian juga menyatakan bahwa VR dapat mengganggu pembelajaran bagi penggemar teknologi informasi sebab mereka menganggap media VR sebagai alat permainan bukan alat pendidikan. Kemudian maka dibutuhkan evaluasi pada data yang diambil dari usability yang di dapat. Usability testing menurut Jacob Nielsen adalah teknik untuk mengevaluasi sebuah produk dengan mengujinya pada pengguna. Media pembelajaran yang efektif memiliki peran penting dalam meningkatkan motivasi siswa, terutama pada lingkungan SMK. Sehingga dibutuhkan analisis lebih lanjut sebelum media itu diterapkan pada

siswa. Metode pengujian yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis data numerik untuk menggambarkan pengalaman dalam penggunaan media pembelajaran VR dengan mendefinisikan suatu proses itu sebagai cara menemukan pengetahuan dengan memakai data yang berupa angka sebagai alat analisis keterangan. Dengan begitu, studi literatur ini dilakukan dengan mencari pengetahuan dari jurnal atau penelitian terdahulu tentang *usability* dan *usability testing* pada media pembelajaran. Pengumpulan data adalah pengumpulan data rata-rata pada setiap faktor *usability* Jacob Nielsen dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas 10 2 TKJ SMK Muhammadiyah 1 Pandaan, data yang diambil adalah seluruh seluruh responden. Responden dipersilahkan untuk memakai media pembelajaran virtual reality telah dirancang, media pembelajaran ini kemudian akan diakses menggunakan perangkat yang mendukung pengoperasian *virtual reality*, data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data responden yang telah disusun secara sistematis untuk mendapatkan umpan balik terkait penggunaan antarmuka media pembelajaran VR dari responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas siswa memberikan umpan balik positif terkait pengalaman pembelajaran menggunakan VR, dari 5 faktor *usability* meliputi *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors*, dan *satisfaction* menunjukkan hasil yang positif. Dari data tersebut siswa merasa media ini membantu mereka memahami materi dengan lebih baik karena simulasi interaktif dan pengalaman langsung yang diberikan. Faktor efektivitas terlihat dari peningkatan fokus siswa dalam mempelajari materi yang kompleks pada media pembelajaran VR, sedangkan faktor efisiensi terlihat dari kemudahan penggunaan media. Meskipun demikian, beberapa responden mengungkapkan kendala seperti ketidaknyamanan pada perangkat yang digunakan dan keterbatasan fitur antarmuka seperti objek dan navigasi penunjuk arah yang belum ada masih perlu disempurnakan. Studi ini menggaris bawahi potensi besar VR sebagai media pembelajaran inovatif di SMK, tetapi juga menekankan perlunya pengembangan lebih lanjut pada aspek teknis, desain antarmuka, dan adaptasi konten agar lebih relevan dan mendukung kebutuhan siswa secara maksimal. Dengan memperhatikan data dari faktor tersebut, media ini memiliki potensi untuk memberikan pengalaman siswa dalam belajar yang lebih efektif dan menarik bagi siswa.

Kata Kunci – Media pembelajaran, VR, Usability testing,

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan elemen sangat penting dalam peningkatan kompetensi kemajuan (sumber daya manusia) SDM di suatu negara untuk bisa menjadi generasi bangsa yang berkualitas maka diperlukan pendidikan yang berkualitas pula [1]. Pendidikan di Indonesia memiliki beberapa tingkatan dari SD, SMP, SMA dan (Sekolah Menengah Kejuruan) SMK. SMK sendiri merupakan sekolah yang memfokuskan pada pengembangan bakat siswa dan kemampuan siswa yang akan digunakan di dunia kerja yang relevan saat ini. SMK sendiri memiliki tiga pokok pembelajaran yang ada di SMK yaitu pembelajaran adaptif, normatif dan produktif [2]. Pada pengajaran di SMK yang mengharuskan siswa bisa belajar secara nyata dan praktik lapangan yang menuntut siswa untuk memahami, mengingat, dan bisa mempraktekannya di dunia kerja, selama belajar pengalaman yang diajarkan di sekolah beberapa memerlukan penggunaan sebuah media pembelajaran yang tepat untuk bisa membantu meningkatkan hasil belajar siswa selama di bangku persekolahan [3].

Mengingat perkembangan teknologi saat ini yang begitu pesat yang bisa kita lihat dan rasakan dalam faktor penggunaan teknologi pada dunia kerja dan juga di dalam berbagai sektor pendidikan. Pemanfaatan teknologi informasi ini pada bidang pendidikan bisa memberikan sebuah solusi dan kemudahan dalam melakukan proses pembelajaran [4]. Guru di lingkungan SMK menerapkan teknologi sebagai media pembelajaran yang mendukung pembelajaran berbasis digital dengan memanfaatkan teknologi saat ini, siswa dapat memperoleh informasi secara cepat. Teknologi pada pendidikan saat ini memungkinkan terciptanya berbagai metode pembelajaran terbaru. Pelajar yang mengambil jurusan seperti Teknik Komputer Jaringan (TKJ) atau kejuruan yang mengarah ke bidang ilmu teknologi sering kali menggunakan media untuk alat bantu pembelajaran mereka.

Media pembelajaran yang baik dapat menarik keinginan siswa untuk mempelajari media pembelajaran, maka diperlukan media yang cocok dengan situasi dan kondisi pada pembelajaran tersebut untuk membantu pembelajaran yang ideal [5]. Media pertama yang menyajikan cara penyampaian informasi yang belum pernah kita lakukan sebelumnya, tidak hanya menonton atau hanya membaca namun ikut merasakan kejadian. Efektivitas (*virtual reality*) VR dalam pembelajaran dibuktikan dari sebuah studi penelitian yang menunjukkan skor 27% meningkat saat menggunakan media VR daripada hanya menggunakan pembelajaran tradisional. Lebih dari 90% siswa menyatakan bahwa kelas VR lebih menarik dan interaktif, karena bisa menumbuhkan minat belajar yang lebih besar [6]. Penggunaan sebuah media pembelajaran juga menjadi faktor penting dalam membantu pendidik untuk penyampaian materi yang diberikan, juga bisa berperan sebagai alat dalam meningkatkan keefektifitasan stimulus

belajar siswa. Media pembelajaran yang tepat bisa membantu siswa menjadi untuk lebih aktif dan terlibat langsung dalam proses pembelajaran yang ada sehingga hasil pembelajaran akan menjadi lebih optimal menurut pada penelitian [7].

Salah satu produk yang dihasilkan lewat perkembangan teknologi ini adalah VR, media ini menawarkan solusi dengan menciptakan suasana belajar yang impresif yang mana siswa dapat belajar melalui pengalaman langsung bukan hanya sekedar teori belaka, VR sendiri memberikan pengalaman 360 derajat dunia maya yang bisa dirasakan oleh pengguna VR di dalam pendidikan memungkinkan siswa mengeksplorasi materi pembelajaran secara lebih visual dan praktis, ini bisa digunakan untuk mengunjungi tempat bersejarah dan juga memahami struktur pada komponen teknologi dengan lebih visual [8]. Menurut dari penelitian [9] juga menunjukkan bahwa tingkat dalam motivasi belajar siswa, pemahaman materi, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran menjadi lebih meningkat. Belajar melalui simulasi VR bisa membuat daya ingat dalam mengingat informasi menjadi lebih baik lagi karena mereka mengalami pengalaman secara langsung, VR juga memungkinkan pembelajaran yang lebih personal dan adaptif, dimana materi dapat disesuaikan dengan gaya mengajar setiap pendidik. Namun dari itu semua VR juga memiliki berbagai kendala seperti keterbatasan pada akses dan biaya yang tinggi juga dampak jangka panjang dalam penggunaan VR. Dari hasil observasi dan wawancara siswa SMK Muhammadiyah 1 Pandaan mengatakan bahwa membutuhkan media pembelajaran yang mudah diingat namun masih belum menerapkan pembelajaran melalui VR sebelumnya juga dari hasil wawancara yang didapat oleh salah satu guru mengatakan, hanya pernah dilakukan simulasi ke pendidik SMK Muhammadiyah 1 Pandaan untuk menggunakan YouTube 360 dan kacamata VR di perangkat android.

Media pembelajaran yang efektif memiliki peran penting dalam meningkatkan motivasi siswa, terutama pada lingkungan SMK. Sehingga dibutuhkan analisis lebih lanjut sebelum media itu diterapkan pada siswa, menurut pada penelitian ini [10] menekankan bahwa media pembelajaran yang efektif adalah media yang sesuai dengan materi, karakteristik siswa dan fasilitas yang mendukung, analisis terhadap kriteria ini penting sebelum menerapkan media, memastikan efektivitasnya bagi para siswa dapat diraih. Terlepas dari beberapa kelebihan dalam VR, beberapa penelitian juga menyatakan bahwa VR dapat mengganggu pembelajaran bagi penggemar teknologi informasi sebab mereka menganggap media VR sebagai alat permainan bukan alat pendidikan menurut [11]. Faktor tersebut menekankan dibutuhkannya evaluasi pada data yang diambil dari *usability*. Penelitian ini berfokus pada *usability testing* media pembelajaran VR guna menjadikan media VR ini bisa menjadi media yang lebih baik, argumen kami adalah bahwa memeriksa kegunaan media pembelajaran VR sangat penting, terlepas bahwa sudah ada uji coba dari pihak developer, namun banyak rekomendasi mengharuskan menggunakan *usability testing* guna mendapatkan data yang valid [12].

Usability testing adalah teknik untuk mengevaluasi sebuah produk dengan mengujinya pada pengguna yang mana akan memberikan masukan langsung bagaimana mereka menggunakan produknya. Hal ini bertujuan untuk mengecek apakah produk tersebut memenuhi tujuan pada persyaratan yang telah dirancang dari awal menurut yang dipaparkan [13]. Menurut penelitian [14] evaluasi perlu dilakukan dengan menggunakan *usability testing* untuk menguji kegunaan dengan mengamati perilaku pengguna saat menggunakan sebuah produk dan menjalankan sebuah tugas tertentu dan mengumpulkan umpan balik dari pengguna. Dari data yang dikumpulkan itu setelah pemakaian dari kinerja pada pengguna, kemudian dari umpan balik itu yang subjektif ini mengenai kegunaan dalam pengalaman pemakaian pengguna. Akan dibagi dari kriteria subjektif dan objektif dari kondisi eksperimental itu, peneliti akan memberikan bukti pertama bahwa dari simulasi VR dapat digunakan untuk mengevaluasi kegunaan dan pengalaman dalam pemakaian VR dan menghasilkan manfaat yang benar-benar kita inginkan [15]. Dari beberapa penelitian menunjukan bahwa penggunaan dalam pemanfaatan media pembelajarn melalui VR memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, menurut penelitian menyatakan bahwa masih sedikit sekali praktik terbaik yang telah ditetapkan dalam *usability testing* pada VR, dengan kemudahan dalam pemakaian media pembelajaran.

Evaluasi lebih lanjut pada media pembelajaran VR diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi yang dipakai ini dapat memberikan manfaat yang kita semua inginkan, dengan *usability testing*, pendidik memungkinkan melatih, mengembangkan untuk memahami bagaimana pengguna berinteraksi dalam mengidentifikasi masalah kegunaan [16]. Karena meskipun VR sudah tidak asing di dalam sektor pendidikan indonesia namun nyatanya masih sedikit penelitian yang berfokus pada pembahasan *usability testing* pada media pembelajaran VR, penelitian yang mengeksplorasi bagian lebih spesifik yang masih minim di lingkungan SMK, hal ini menjadi research gap yang penting untuk memastikan media pembelajaran VR dapat diterapkan secara efektif sesuai kebutuhan siswa SMK. Penelitian ini berharap bisa membantu dalam mengidentifikasi dalam permasalahan penerapan media VR pada

sektor pendidikan, juga diharapkan dari tinjauan literatur ini, memberikan wawasan mendalam mengenai *usability testing* pada media pembelajaran berbasis teknologi khususnya dalam implementasi media pembelajaran VR di pendidikan vokasi. Dengan pemahaman yang lebih baik tentunya dapat diharapkan bahwa implementasi teknologi ini bisa membawa perubahan yang signifikan dalam cara kita mengajarkan anak didik kita di masa depan. Berdasarkan paparan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi *usability testing* pada penggunaan media pembelajaran VR sebagai media pembelajaran di lingkungan SMK, dari data yang didapat dari *usability testing* responden diberikan untuk evaluasi terkait antarmuka media pembelajaran VR yang diuji, guna ke depan memastikan bahwa manfaat dan kesesuaiannya dengan kebutuhan siswa SMK benar-benar sesuai, sehingga diharapkan bisa memberikan wawasan mendalam terkait pengimplementasian media pembelajaran VR dalam sektor pendidikan khususnya SMK Muhammadiyah 1 Pandaan, Data rata-rata dari hasil *testing* kemudian diserahkan kepada pihak developer untuk perbaikan pengembangan lebih lanjut guna kenyamanan pemakaian media pembelajaran VR kedepanya.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengujian kuantitatif dengan pendekatan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis data numerik untuk menggambarkan pengalaman dalam penggunaan media pembelajaran VR, dengan mendefinisikan suatu proses itu sebagai cara menemukan pengetahuan dengan memakai data yang berupa angka sebagai alat analisis keterangan. Dengan begitu, studi literatur ini dilakukan dengan mencari pengetahuan dari jurnal atau penelitian terdahulu tentang *usability* dan *usability testing*, untuk mengevaluasi *usability testing* pada media pembelajaran virtual reality ini berdasarkan yang dipaparkan oleh *Jacob Nielsen*. Di antara prinsip-prinsip umum *Jacob Nielsen* untuk desain interaksi sudah mendapatkan banyak pengakuan sebagai kerangka dasar untuk desain antarmuka yang memprioritaskan kegunaan dan kepuasan pengguna [17]. Metode 5 faktor ini bertujuan untuk mengumpulkan data numerik yang bisa menggambarkan dari setiap pengalaman pengguna saat menggunakan antarmuka VR, serta guna mengidentifikasi segi apa saja yang mempengaruhi kemudahan penggunaan. Indikator *usability testing* dari penelitian media VR ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lima Faktor *Usability* (*Jacob Nielsen*)

No	Faktor	Rincian
1	<i>Learnability</i>	Pengguna dapat dengan mudah memakai media pembelajaran dalam menjalankan fitur-fitur yang ada, sehingga dapat dengan cepat memperoleh hasil yang diinginkan oleh media pembelajaran VR.
2	<i>Memorability</i>	Pengguna dapat dengan mudah mengingat kembali pengetahuan mereka setelah beberapa saat waktu berlalu, terutama dalam posisi ruangan tata letak monumen
3	<i>Efficiency</i>	Pengguna dapat menggunakan waktunya yang efisien dan efektif dalam penggunaan media pembelajaran VR
4	<i>Error</i>	Pengguna dapat menemukan kesalahan atau ketidaksesuaian yang akan muncul pada media pembelajaran VR selama proses dalam penggunaannya.
5	<i>Satisfaction</i>	Pengguna merasa nyaman saat menggunakan VR, dapat pengalaman yang positif dan dapat menemukan yang mereka inginkan pada media pembelajaran VR dengan mudahnya.

A. Studi Literatur

Mengkaji penelitian terdahulu penting untuk *usability testing* karena bisa mengungkap masalah umum dan menyoroti kesenjangan penelitian terkini. dengan informasi tersebut bisa membantu dalam mengembangkan kegunaan yang lebih efektif, meningkatkan kepuasan pengguna, dan meningkatkan desain media pembelajaran [18].

1. *Usability (Kebergunaan)*

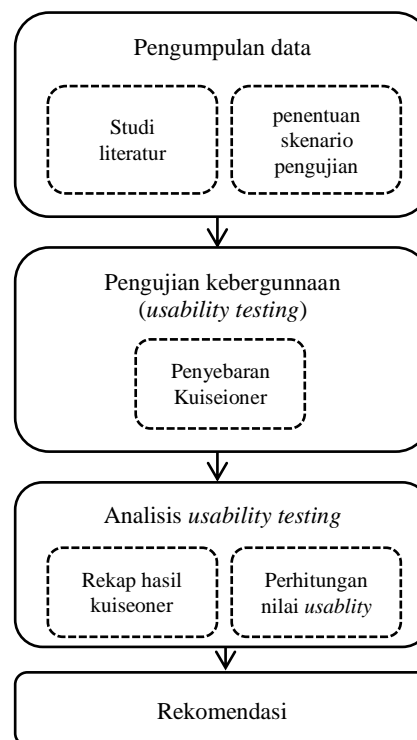
Usable mengacu pada suatu kemudahan dalam penggunaan sebuah media, kemudahan belajar, dan kepuasan dalam berinteraksi individu dengan antarmuka, *usability* menekankan pentingnya evaluasi yang tepat selama pengembangan untuk memastikan bahwa penggunaan yang efektif, pemahaman, dan kepercayaan dari penggunanya, menurut penelitian [19]. *Usability* merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi suatu media bisa dikatakan baik atau tidaknya sebab menurut Nielsen *usability* digunakan sebagai atribut penilaian seberapa mudahnya media tersebut digunakan. Desain antarmuka yang baik akan berdampak pada kemudahan saat berinteraksi [20]. Berdasarkan dari 5 faktor komponen penting sebagaimana dirangkum dalam Tabel 1. dalam *usability* yaitu mudah dipelajari (*learnability*), mudah dalam diingat (*memorability*), dalam penggunaan dapat efisien (*efficiency*), aman dalam penggunaannya dan meminimalisir tingkat kesalahan (*errors*), dan memiliki tingkat kepuasan. Dari definisi tersebut, pengujian dalam penelitian mengacu pada lima aspek tersebut atau *usability* seperti yang dijelaskan oleh *Jacob Nielsen* dan sesuai dengan konsep *usability* yang diungkapkan [21].

2. *Usability testing*

Media bisa dikatakan bagus apabila kegunaan yang memang dirancang berfungsi secara optimal. *Usability testing* berfungsi sebagai proses penting dalam mengevaluasi dan meningkatkan pengalaman antarmuka pengguna, memastikan bahwa media memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal, *usability testing* dapat mengungkap masalah spesifik yang dihadapi oleh pengguna, seperti dalam navigasi atau intruksi yang tidak jelas menurut penelitian [22], *usability testing* yang bisa dikatakan efektif apabila menghasilkan skor kepuasan yang tinggi terhadap pengguna, ketika pengguna merasakan antarmuka yang lebih mudah digunakan dan dapat mudah dipahami[23].

B. Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada analisis mendalam tentang pengalaman pengguna selama menggunakan media, dalam prosesnya data yang diperoleh akan dievaluasi secara sistematis untuk memberikan masukan yang relevan untuk menyempurnakan antarmuka pada media. Evaluasi akan dilakukan menggunakan metode *usability testing* untuk mengidentifikasi apa kekurangan dan kelebihan, dalam proses ini mencakup tahapan analisis hingga evaluasi yang dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1.(Alur metode penelitian [24])

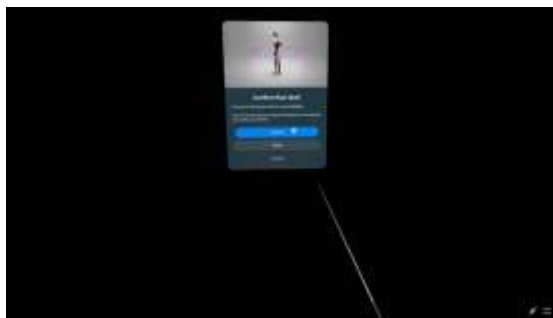
1. Metode Pengumpulan data

Data awal dari penelitian ini dengan mengumpulkan studi literatur yang mencakup jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu terkait evaluasi *usability*. Responden dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas 10 TKJ 2 SMK Muhammadiyah 1 Pandaan. Selanjutnya ditentukan skenario pengujian kebergunaan oleh responden berdasarkan pengalaman responden, pada tahapan ini para responden akan memberikan penilaian terhadap media yang akan diuji dan akan didampingi pengawas dalam pengisian data untuk menghindari kesalahan dalam mengisi kuisioner. Kemudian dilakukannya rekapitulasi data dari hasil kuesioner diikuti nilai-rata kebergunaan pada (*usability*), dari beberapa tahapan itu akan memberikan rekomendasi berdasarkan hasil yang didapat, kemudian dengan harapan meningkatkan kualitas pada media sesuai kebutuhan pengguna.

2. Metode Pengujian

a) Penggunaan Virtual Reality

Responden dipersilahkan untuk memakai media pembelajarn VR telah dirancang, media pembelajaran ini kemudian akan diakses menggunakan perangkat yang mendukung pengoprasian VR. sehingga memungkinkan responden untuk merasakan media secara real. Tampilan antarmuka media VR bisa dilihat pada Gambar 2-4.



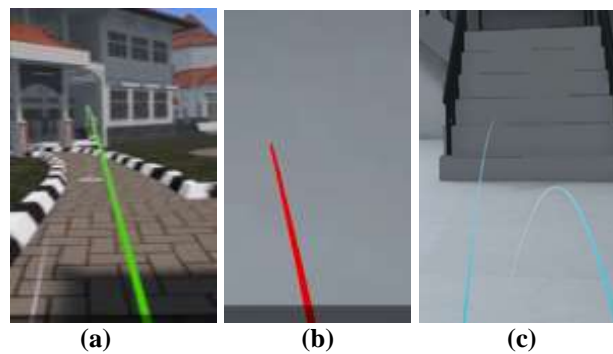
Gambar 2. Tampilan Homepage menuju media.



Gambar 3. Bentuk *control* pada media VR



Gambar 4. Menu deskripsi informasi.



Gambar 5. Tampilan arah gerak *jump* (a) bisa untuk *jump* (b) tidak bisa *jump* (c) tidak ada intruksi *jump*.

b) *Kuiseoner*

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan angket yang telah disusun secara sistematis untuk mendapatkan umpan balik dari responden. Angket tersebut dibagikan menggunakan perangkat elektronik berbasis *google form* [24] yang akan diberikan ke siswa dalam tahap penggunaan dalam beberapa waktu percobaan, respon yang didapat dari siswa 10 TKJ 2 SMK Muhammadiyah 1 Pandaan yang sudah ditentukan. Skala yang dipakai terdiri dari lima pilihan respons, yang memungkinkan para responden untuk memberikan pernyataan berbagai tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan, penelitian ini menggunakan jumlah pilihan ganjil dengan skala lima poin [25]. Skala *Likert* memungkinkan responden untuk menunjukkan tingkat pada persetujuan dan ketidaksetujuan mereka terhadap sebuah pernyataan. Respons akan diberi skor dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju) sehingga dapat memudahkan dalam pengukuran sikap menurut penjelasan skala *Likert* dari penelitian ini [26].

Tabel 2. Tabel Skoring

No	Kategori	Skor
1	Sangat Tidak Setuju	1
2	Tidak Setuju	2
3	Ragu-Ragu	3
4	Setuju	4
5	Sangat Setuju	5

3. Metode Analisis Data

Tahapan analisis hasil dari data yang sudah didapatkan akan dilakukan dengan beberapa tahapan seperti tahapan sebagai berikut :

- Pada tahap pengisian data akan dilakukan oleh responden dengan diawasi oleh pengawas untuk memastikan data yang diisi akurat dan tidak ada kesalahan selama proses pengisian data. Proses ini bertujuan untuk menjaga akurasi analisis. Pengecekan pada data yang sudah diisi oleh responden apabila ada kesalahan dalam input, responden yang tertulis namanya di *google form* akan dipersilahkan untuk mengisi ulang bagian yang tidak terisi. Data yang didapat akan dilakukan pengecekan ulang guna memastikan tidak ada data yang belum terisi. Analisis ini bertujuan untuk memberikan pandangan yang jelas mengenai distribusi nilai rata-rata dari beberapa kategori jawaban. Hasil akhir nilai rata-rata responden perhitungan ini akan berperan penting dalam mendukung tahap evaluasi atau kesimpulan media pembelajaran VR.
- Proses ini akan melibatkan penentuan rata-rata setiap pertanyaan total skor (f) dari setiap jawaban yang telah diberikan responden. dalam tahap ini jumlah pilihan responden (R) digunakan sebagai dasar untuk menghitung skor, setiap skor kategori mulai dari 1 (S1) hingga kategori ke-n (Sn), kemudian akan diakumulasikan untuk mendapat nilai total.

(Perhitungan rata-rata per-pertanyaan [24])

$$f = (R1 \times S1) + (R2 \times S2) + (Rn \times Sn)$$

f= Jumlah keseluruhan skor
 R= Banyaknya responden dalam memilih setiap kategori
 S1= Skor untuk kategori pertama
 Sn= Skor untuk kategori k-n

- c) Dalam perhitungan rata-rata pada skor responden untuk menggambarkan tingkat persetujuan responden terkait setiap faktor *usability* menurut skala *Likert*.

(Perhitungan rata-rata per-faktor [24])

$$P = \frac{f}{N}$$

P = Nilai rata-rata
 f = Jumlah keseluruhan skor
 N = Total jumlah responden

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan analisis pada data yang sudah didapatkan dari responden setelah melakukan metode penelitian, sebagai berikut:

A. Analisis Deskriptif

Pengujian media pembelajaran VR yang dilakukan di kelas dan pemberian kuesioner kepada siswa kelas 10 TKJ 2 smk muhammadiyah 1 Pandaan yang berjumlah 30 siswa, dari hasil tersebut memberikan ulasan data yang valid, kemudian akan dilakukan analisa data responden. Kuesioner yang diberikan berupa 5 faktor usability juga data diri siswa yaitu nama, gender, kelas yang bertujuan menambah validasi data yang ada. nomor (No) 0 merupakan data diri siswa, untuk no 1-5 merupakan nomor urut untuk pertanyaan 5 faktor usability. Variabel P merujuk pada (P = Pertanyaan) dari setiap 5 faktor usability yang perlu dijawab responden seperti gambar berikut berikut:

Instrumen Kuisoneer usabailty testing

No	Variabel	Jenis	Kegunaan
0	Nama	Text	Nama responden
	Gender	Text	Jenis Kelamin
	Kelas	Text	Siswa SMK 1 Pandaan (Kelas 10 TKJ 2)
1	P1-P6	Numerik	Penggunaan virtual reality dapat mudah di pelajari
2	P7-P9	Numerik	Penggunaan virtual reality dapat mudah mengingat dan menjalankan kembali media VR
3	P10-P12	Numerik	Penggunaan menunjukkan sedikitnya upaya dalam menjalankan virtual reality sehingga pemakaian proses menjadi cepat
4	P13-P15	Numerik	Penggunaan virtual reality menunjukkan beberapa kesalahan yang tidak di inginkan oleh pengguna
5	P16-P21	Numerik	Penggunaan virtual reality memberikan kenyamanan sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna

1. Hasil Data Learnability.

Dari hasil data pada indikator learnability yang memiliki 6 pertanyaan untuk responden menunjukkan dengan hasil nilai rata-rata untuk seluruh pertanyaan yaitu 4,25 pada tabel 3. Skor tertinggi pada faktor

learnability ada pada pertanyaan P6 yang menunjukkan total rata-rata 4.46 dengan 16 responden yang menjawab sangat setuju tentang informasi di setiap monumen media pembelajaran berbasis VR dapat dipahami dengan mudah. pertanyaan tertinggi kedua yaitu P4 yang memiliki total rata-rata 4.30, 17 orang yang menyatakan “setuju” dan kemudian disusul dengan P5 dengan total 4.26 dan P2 dengan rata-rata 4.20 bisa diartikan bahwa responden memahami visual media dan navigasi media. Sedangkan yang paling mendekati kategori “ragu-ragu” adalah P1 dan P3 dengan total skor 4.13 yang mendekati rata rata 3.00 menunjukkan bahwa perlunya sedikit perbaikan pada tampilan text dan panduan mencari informasi pada media pembelajaran VR. Dari hasil tersebut bisa difokuskan pada integrasi lingkungan media yang lebih imersif, skenario interaktif dan narasi yang menarik dalam media, karena dari penelitian [27] skenario dan narasi yang menarik bisa menunjukkan peningkatan dalam keterlibatan siswa melalui partisipasi aktif. Oleh karena itu media pembelajaran VR bisa lebih dibuat interaktif kedepannya.

Tabel 3.Data Responden *Learnability*

No	Pertanyaan	Skor likert					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
P1	Text yang digunakan di dalam media dapat dipahami.	0	1	4	15	10	4.13
P2	Tampilan visual media dapat mudah dipahami dan dipelajari.	0	1	3	15	11	4.20
P3	Informasi yang dicari dapat ditemukan dengan mudah.	0	0	3	20	7	4.13
P4	Alur navigasi mudah dipahami.	0	0	2	17	11	4.30
P5	Apakah ukuran text informasi pada media sudah proporsional.	0	1	2	15	12	4.26
P6	Informasi di setiap monumen dalam media dapat mudah dipahami.	0	0	2	12	16	4.46
Rata-rata							4.25

2. Hasil Data Memorability

Pada 3 pertanyaan diberikan kepada responden pada tabel 4 dengan nilai rata-rata pada seluruh pertanyaan yaitu 4.34. nilai terendah yaitu 4.30 pada P8 yang berkaitan dengan bagaimana siswa dapat mudah mengingat memunculkan menu informasi pada media, namun hasil pada pertanyaan P8 tidak terlalu signifikan rendah dibandingkan dengan pertanyaan lain. Dikarenakan untuk P7 dan P9 memiliki nilai rata-rata tertinggi dengan nilai 4.36 pada faktor *memorability* ini menunjukkan tidak ada masalah serius terkait faktor mengingat atau *memorability*. Untuk rekomendasi kedepannya karena belum adanya navigasi arah pada media, bisa diberikan arah agar siswa bisa berkeliling tanpa bantuan eksternal dari guru, seperti pada penelitian [28] ada beberapa anak yang mengeluhkan “sangat mudah tersesat dalam media, akan sangat bagus apabila ada fitur tanda penunjuk jalan yang agar tidak mengunjungi hal yang sudah dikunjungi”, walaupun pada responden penelitian ini tidak ada keluhan langsung seperti itu, namun saat melakukan percobaan responden banyak mengeluhkan bingung arahnya kalau tidak dibimbing secara langsung.

Tabel 4. Data Responden *Memorability*.

No	Pertanyaan	Skor likert					Rata-rata
		1	2	3	4	5	

P7	Saya dapat mudah mengingat petunjuk penggunaan media virtual reality.	0	0	2	15	13	4.36
P8	Saya dengan mudah mengingat cara memunculkan menu informasi pada media.	0	0	1	19	10	4.30
P9	Saya dengan mudah mengingat menavigasikan dalam media virtual reality.	0	0	2	15	13	4.36
Rata-rata							4.34

3. Hasil Data Efficiency.

Pada tabel V menunjukkan hasil rata-rata keseluruhan dari 3 pertanyaan dari faktor *efficiency* yaitu 4.35. Dari seluruh pertanyaan yang diberikan kepada responden, yang menunjukkan skor tertinggi adalah pertanyaan P12 tentang navigasi pada media VR dapat digunakan dengan tanpa hambatan yang menunjukkan hasil nilai rata-rata yaitu 4.43, itu menunjukkan bahwa media pembelajaran VR bisa dengan leluasa digunakan dalam pandangan 360 derajat. Walaupun dari total 17 responden yang menjawab sangat setuju tetapi ada 1 responden sangat tidak setuju, bisa dikarenakan bug pada sistem atau kurangnya panduan dalam menggunakan VR itu sendiri. Untuk P10 memiliki total nilai rata-rata yaitu 4.36 yang cukup diharapkan, dan untuk hasil rata-rata terendah ada pada P11 yang memiliki total 4.26, terendah dari pertanyaan lain, dan hampir mendekati kategori “ragu-ragu” dengan 4 responden yang menjawab ragu-ragu bisa dikatakan bahwa perlu adanya informasi awal saat membuka aplikasi media pembelajaran VR yang masih belum ada, sehingga bisa menghindari miss informasi sejak awal penggunaan. Hasil dari uji coba responden pada *efficiency* pada penelitian ini berharap kedepannya bisa diberikan fitur informasi untuk cara memulai, mengoperasikan dan mengakhirinya [28], ini sama dengan hasil sebelumnya berupa pengamatan pada responden saat menggunakan media VR yang kebingungan dalam menggunakan joystick dan memulai dari mana.

Tabel 5. Data Responden *Efficiency*.

No	Pertanyaan	Skor likert					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
P10	Informasi mudah ditemukan dan mampu menampilkan informasi yang tepat..	0	0	3	13	14	4.36
P11	Media virtual reality dapat menampilkan informasi yang saya cari sejak awal penggunaan.	0	0	4	14	12	4.26
P12	Media virtual reality dapat dinavigasi dengan pandangan 360 derajat	1	0	1	11	17	4.43
Rata-rata							4.35

4. Hasil Data Error.

Data dari pengisian kuesioner pada faktor *error* di tabel VI, dengan nilai terendah yaitu pada pertanyaan P15 dengan hasil 3.96 dengan 3 responden yang menjawab sangat tidak setuju pada pernyataan tentang tidak menemukan titik objek yang tidak sesuai dengan lokasi, sehingga bisa dikatakan ada beberapa objek yang tidak sesuai pada tempat atau tidak ada di tempat ini menunjukkan pada P15 masuk dalam kategori “ragu-ragu” dan perlu perbaikan ulang. Dua pertanyaan lain terkait bug dan informasi media, P13 memiliki total skor 4.10 hampir mendekati kategori “ragu-ragu” perlunya sedikit perbaikan juga dalam P13, setelah itu untuk P14 memiliki total skor 4.26 dikatakan cukup bagus,

namun ada 1 responden yang menjawab sangat tidak setuju, oleh karena itu disarankan untuk mengecek dan mengevaluasi ulang bagian tersebut. Dari hasil 3 pertanyaan itu menunjukkan total nilai rata-rata 4.11 untuk faktor *error* bisa disimpulkan bahwa masih perlu diperbaiki pada *error* di media pembelajaran VR ini. Dari hasil data bisa digunakan untuk memperbaiki kesalahan pada media tersebut, menurut penelitian [29] bahwa desain partisipatif harus dipertimbangkan dalam tahap desain dan pengembangan, dengan melibatkan pengguna yang telah mencoba akan dapat membantu dalam membasmi masalah kegunaan yang luput dari pengembang, umpan balik mereka tentang desain antarmuka merupakan informasi penting dalam pengembangan.

Tabel 6. Data Responden *Error*.

No	Pertanyaan	Skor likert					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
P13	Saya tidak mengalami bug atau kesalahan saat menggunakan media.	0	2	3	15	10	4.10
P14	informasi dalam media yang saya temui tidak mengandung kesalahan.	1	0	2	14	13	4.26
P15	Saya tidak menemukan titik objek yang tidak sesuai dengan lokasi	3	2	1	13	12	3.96
Rata-rata							4.11

5. Hasil Data Satisfaction.

Faktor *satisfaction* pada tabel VII, memiliki 6 pertanyaan yang berfokus pada kepuasan pengguna media pembelajaran VR. Nilai tertinggi ada pada P19 dan P21 dengan total rata-rata 4.53 masuk dalam kategori “setuju”, pada P19 ada 18 responden yang menyatakan sangat setuju dengan aplikasi virtual reality ini membantu siswa dalam mengenali museum mpu tantular, dan untuk P21 memiliki 18 responden juga yang menyatakan sangat setuju untuk merekomendasikan teman saya untuk menggunakan aplikasi ini. Pertanyaan tertinggi selanjutnya da pada P20 dan P18 dengan nilai total 4.46, disusul oleh P16 dengan total skor 4.40 namun ada 1 responden yang menjawab sangat tidak setuju, oleh karena itu direkomendasikan diberi sedikit perbaikan dalam desain antarmuka media VR. Skor terendah ada pada P16 dengan total 4.33. Dari keseluruhan total nilai pertanyaan faktor *satisfaction* menunjukkan nilai total rata-rata yaitu 4.45, yang merupakan hasil paling besar dari keempat faktor lainnya, yang menunjukkan media pembelajaran VR ini memiliki tingkat kepuasan yang paling dominan. Menurut penelitian [30] apabila media memiliki hubungan positif antara minat belajar, individu yang tertarik pada suatu pelajaran cenderung lebih sanggup untuk mencapai hasil belajar yang baik. Hal ini menyoroti pentingnya menumbuhkan minat belajar yang kuat untuk meningkatkan hasil belajar. Dari hasil *satisfaction* kepuasan minat responden sangat baik.

Tabel 7. Data Responden *Satisfaction*.

No	Pertanyaan	Skor likert					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
P16	Saya puas dengan desain antarmuka pada media virtual reality	1	0	0	14	15	4.40
P17	Saya merasa nyaman saat menggunakan media virtual reality	0	1	1	15	13	4.33

P18	Aplikasi virtual reality sangat layak digunakan karena informasi yang disajikan sesuai	0	0	2	12	16	4.46
P19	Aplikasi virtual reality ini membantu siswa dalam mengenali museum mpu tantular	0	0	2	10	18	4.53
P20	Saat saya menggunakan aplikasi virtual reality saya mendapatkan banyak informasi	0	0	2	10	18	4.46
P21	Saya merekomendasikan teman saya untuk menggunakan aplikasi ini	0	0	2	10	18	4.53
Rata-rata							4.45

B. Rekomendasi Perbaikan Pada Temuan.

Pada pengujian tersebut yang telah dilakukan di SMK 1 Muhammadiyah Pandaan terkait faktor 5 *usability* yakni, *Learnability*, *Memorability*, *Efficiency*, *Error*, dan *Satisfaction*. Pada media pembelajaran VR aplikasi Mpu Tantular ini menunjukkan hasil total rata-rata dari ke-5 faktor dengan hasil 4.30, yang diartikan masuk dalam kategori “setuju” pada media pembelajaran siswa. faktor nilai terendah yaitu pada *Error* 4.11. Sedangkan nilai tertinggi ada pada *Satisfaction* yang menunjukkan total rata-rata yaitu 4.45 yang menunjukkan kepuasan penggunaan responden pada media VR. Perlu diketahui bahwa ada beberapa pertanyaan yang mendekati kategori “ragu-ragu” dan perlu perbaikan dan evaluasi terkait itu.

Pada media VR yang telah diuji, yang perlu dikaji ulang yaitu pada bagian faktor *Error*, walaupun masuk dalam kategori setuju tetapi butuh perbaikan pada tata letak monumen dan error pada media. Sebaiknya bisa diberikan tambahan pada fitur bangunan di luar area museum, juga diberikan sebuah panduan. Perbaikan berikutnya pada bagian faktor *Learnability* pada bagian informasi yang dicari dapat ditemukan dengan mudah sebaiknya bagian ini juga diberikan ulasan cara dalam pencarian informasi di media, pada panduan pemakaian media pembelajaran VR. Selebihnya pada faktor lain bisa dianggap setuju atau baik sesuai dari hasil data rata-rata setiap pertanyaan pada aplikasi ini

VI. KESIMPULAN

Pada tahap ini penelitian pada analisa *usability testing* pada media pembelajaran VR dengan menggunakan metode 5 faktor *usability* yang dikembangkan oleh *Jacob Nielsen*. Dari total 30 responden dari siswa SMK 1 Muhammadiyah yang telah mencoba penggunaan media pembelajaran VR dan telah mengisi keseluruhan kuesioner yang diberikan dari skala 1-5 pada skala *likert*, dengan hasil total rata-rata dari kelima faktor tersebut masuk dalam kategori “setuju”. Dari hasil faktor *learnability* masuk kategori “setuju” dengan skor tertinggi P6 yang “bahwa informasi dalam media dapat dipahami dengan mudah”, namun beberapa responden merasa tampilan teks dan panduan informasi perlu perbaikan. Pentingnya mengembangkan media yang lebih interaktif dengan skenario yang menarik. Faktor *memorability* masuk dalam kategori “setuju”, ini mengindikasikan siswa dengan mudah mengingat cara navigasi, meskipun responden menyarankan adanya petunjuk arah agar pengalaman lebih mudah. *Efficiency* faktor ini masuk dalam kategori “setuju”, disarankan menambahkan informasi awal tentang memulai dan menggunakan media untuk mengurangi kebingungan sejak awal penggunaan. Faktor *error* masuk kategori “setuju”, namun beberapa responden mengatakan adanya objek atau informasi yang tidak sesuai. Hal ini menekankan bahwa pentingnya evaluasi dan perbaikan desain berbasis umpan balik pengguna agar masalah *usability* dapat diatasi secara maksimal. Faktor yang terakhir adalah *satisfaction* yang memiliki hasil rata-rata tinggi dan masuk dalam kategori

“setuju”, menunjukkan bahwa media VR memberikan kepuasan dalam membantu siswa mengenali museum dan direkomendasikan ke digunakan siswa lain.

Secara keseluruhan, media pembelajaran VR yang telah diuji memberikan hasil yang positif dalam mendukung pembelajaran siswa, dengan hasil total rata-rata skor usability yang tinggi. Namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu diperbaiki, seperti navigasi yang jelas, panduan awal, panduan penggunaan *controller*, dan perbaikan pada beberapa elemen visual serta penempatan objek dalam media. Dengan memperhatikan data dari faktor tersebut, media ini memiliki potensi untuk memberikan pengalaman siswa dalam belajar yang lebih efektif dan menarik bagi siswa. Untuk saran pengembangan media VR kedepannya mencakup pada penambahan fitur musik tradisional untuk menambah pengalaman penggunaan media. Musik tradisional berpotensi menciptakan lingkungan nuansa budaya lokal yang autentik, juga perlu adanya panduan manual atau dalam aplikasi guna menuntun pengguna mengaplikasikan media pembelajaran VR tersebut agar tidak adanya kesalahan informasi dari awal pemakaian. Selain itu pengembangan juga dapat diarahkan untuk memperluas seluruh bagian pada komponen pada museum Mpu Tantular. Dengan adanya pengembangan ini diharapkan mampu menjadi alat pembelajaran yang lebih menarik dalam mengenalkan budaya pada pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada dosen pembimbing serta kepala prodi pendidikan teknologi informasi yang telah membantu dalam penelitian ini, juga saya ucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada SMK 1 Muhammadiyah Pandaan yang telah memberikan tempat pada penelitian ini serta para staff dan guru yang turut aktif menyempatkan waktunya, sehingga bisa menjadi penelitian yang baik seperti sekarang, saya ucapkan terima kasih banyak.

REFERENSI

- [1] G. Topan Bahari, N. Heryana, and A. Ali Ridha, “Pemanfaatan Teknologi Virtual Reality Untuk Pembelajaran Dalam Kelas Virtual Di Fasilkom Unsika Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (Mdlc),” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 7, no. 2, pp. 1378–1386, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6769.
- [2] F. Al Rasyid, P. Primawati, I. Irzal, and R. Rifelino, “Penerapan Media Pembelajaran Video Tutorial Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pdtm Di Smk Negeri 1 Bukittinggi,” *J. Vokasi Mek.,* vol. 4, no. 1, pp. 65–69, 2022, doi: 10.24036/vomek.v4i1.294.
- [3] F. Fatmawati, Y. Yusrizal, and A. M. Hasibuan, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ips Siswa,” *Elem. Sch. J. Pgsd Fip Unimed,* vol. 11, no. 2, p. 134, 2021, doi: 10.24114/esjpsgd.v11i2.28862.
- [4] D. Damayanti, M. F. Akbar, and H. Sulistiani, “Game Edukasi Pengenalan Hewan Langka Berbasis Android Menggunakan Construct 2,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.,* vol. 7, no. 2, pp. 275–282, 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020721671.
- [5] N. Aisyah Safitri and G. Agus Yudha Prawira Adistana, “Efektivitas Implementasi Media E-Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Kejuruan: Studi Meta-Analisis,” *J. Pendidik. Tambusai,* vol. 5, no. 2, pp. 4021–4031, 2021.
- [6] C. M. Aleksandrovič and Ertan Güdeklı2, “Experimental Approach and Analysis of the Effectiveness of Using Virtual Reality (VR) Technology in Teaching Astronomy to Students of Pedagogical Specialties,” vol. 41, no. 62293481, pp. 50–60, 2024.
- [7] A. Fadilah, K. R. Nurzakiah, N. A. Kanya, S. P. Hidayat, and U. Setiawan, “Pengertian Media, Tujuan, Fungsi, Manfaat dan Urgensi Media Pembelajaran,” *J. Student Res.,* vol. 1, no. 2, pp. 1–17, 2023.
- [8] S. R. Siahaya, “Literatur Review: Penerapan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif,” *Bul. Ilm. Ilmu Komput. dan Multimed.*, vol. 2, no. 2, pp. 313–319, 2024.
- [9] B. I. Sappaile *et al.*, “Model Pembelajaran Kooperatif. Apakah efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik?,” *J. Educ.,* vol. 06, no. 01, pp. 6261–6269, 2023.
- [10] H. Mansur and A. H. Utama, “The Evaluation of Appropriate Selection Learning Media at Junior High School,” *Indones. J. Instr. Media Model,* vol. 3, no. 1, p. 17, 2021, doi: 10.32585/ijimm.v3i1.1401.
- [11] K. Brylska, T. Gackowski, A. Kwiatkowska, and M. Dudziak-Kisio, “Fun, experience or education? Learning efficiency – virtual reality lesson vs traditional lesson,” *Inf. Technol. People,* vol. 37, no. 8, pp. 216–234, 2024, doi: 10.1108/ITP-08-2022-0631.
- [12] N. A. N. Ahmad and M. Hussaini, “A Usability Testing of a Higher Education Mobile Application Among Postgraduate and Undergraduate Students,” *Int. J. Interact. Mob. Technol.,* vol. 15, no. 9, pp. 88–102, 2021, doi: 10.3991/ijim.v15i09.19943.
- [13] J. Nielsen, “Usability 101: Intro To Usability,” vol. 4, no. 01, pp. 6–9, 2003.
- [14] M. G. Alfaridzi, B. T. Hanggara, and H. M. Az-zahra, “Usability Testing and User Interface Improvement of Mobile Banking Application : Livin’ by Mandiri,” vol. 15, no. 1, pp. 15–22, 2023.
- [15] J. Lacoche, E. Villain, and A. Foulonneau, “Evaluating Usability and User Experience of AR Applications in VR Simulation,” vol. 3, no. January, pp. 1–15, 2022, doi: 10.3389/frvir.2022.881318.
- [16] Z. Tinarbuko and S. A. Rahmiaty, “Usability Testing in Virtual Reality Based Interactive Film ‘Cahaya Cinta Perlahan Menyilaukan,’” *Rolling,* vol. 7, no. 1, p. 10, 2024, doi: 10.19184/rolling.v7i1.47136.
- [17] J. Nielsen, “Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics,” *Proc. SIGCHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst.,* vol. 7, pp. 152–158, 1994, doi: 10.1145/191666.191729.
- [18] D. Kurniawan, D. Rosa Indah, P. Sari, and R. Alif, “Understanding the Landscape of Usability Evaluation in Geographic Information Systems: A Systematic Literature Review,” *J. Appl. Sci. Eng. Technol. Educ.,* vol. 5, no. 1, pp. 35–45, 2023, doi: 10.35877/454ri.asci1815.

- [19] S. R. Serge, J. A. Stevens, and L. Eifert, "Make It Usable: Highlighting The Importance Of Improving The Intuitiveness And Usability Of A Computer-Based Training Simulation Stephen," *Proc. 2015 Winter Simul. Conf.*, vol. 12, pp. 1056–1067, 2015.
- [20] M. Syarqim Mahfudz, F. Agusti, S. Az Zahra, and B. Rahma Dhini, "Heuristic Evaluation Analysis Using The 10 Nielsen Rule Usability Method On The KAI Access Application," *Proceeding Int. Conf. Sci. Heal. Technol.*, pp. 325–337, 2022, doi: 10.47701/icohetech.v3i1.2154.
- [21] A. A. Kulakat, E. Utami, and F. W. Wibowo, "Literatur Review : Metode Evaluasi Kualitas Usability Website," no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [22] G. A. P. A. Dewi, P. D. G. R. Dantes, and P. D. D. G. H. Divayana, "Usability Testing On Inventory Application Using Performance Measurement, Retrospective Think Aloud, And System Usability Scale Technique.," *J. Comput. Networks, Archit. High Perform. Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 336–346, 2023, doi: 10.47709/cnahpc.v5i1.2336.
- [23] S. Kravchenko, G. Marchuk, T. Loktikova, and Y. Grishkun, "Usability Testing Methods for Assessing a Mobile Application," *Her. Khmelnytskyi Natl. Univ. Tech. Sci.*, vol. 317, no. 1, pp. 111–118, 2023, doi: 10.31891/2307-5732-2023-317-1-111-117.
- [24] A. Fauzan, Z. M. Darmawan, R. A. Ramadhan, and K. Fathoni, "Analisis Pengalaman Pengguna Aplikasi Virtual Tour Kampus PENS Menggunakan Teknik Usability," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.35314/isi.v7i1.2297.
- [25] I. Kusmaryono, D. Wijayanti, and H. R. Maharani, "Number of Response Options, Reliability, Validity, and Potential Bias in the Use of the Likert Scale Education and Social Science Research: A Literature Review," *Int. J. Educ. Methodol.*, vol. 8, no. 4, pp. 625–637, 2022, doi: 10.12973/ijem.8.4.625.
- [26] M. D. Hooker, "Another Look at Likert Scales Fern," *Scottish J. Theol.*, vol. 69, no. 1, pp. 46–62, 2016, doi: 10.1017/S0036930615000770.
- [27] S. Cheong, D. Permadi, J. P. Bigot, and S. Low, "Usability Evaluation of a VR French Learning App for Google Cardboard," vol. 6, pp. 485–500, 2024.
- [28] M. K. Othman, A. Nogoibaeva, L. S. Leong, and M. H. Barawi, "Usability evaluation of a virtual reality smartphone app for a living museum," *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 21, no. 4, pp. 995–1012, 2022, doi: 10.1007/s10209-021-00820-4.
- [29] V. Rautenbach, A. Çöltekin, and S. Coetzee, "Exploring the impact of visual complexity levels in 3D city models on the accuracy of individuals' orientation and cognitive maps," *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. 2, no. 3W5, pp. 499–506, 2015, doi: 10.5194/isprsannals-II-3-W5-499-2015.
- [30] D. Sulisworo, V. Y. Erviana, and B. Robiin, "Application of Cognitive Load Theory in VR Development and Its Impact on Learning: A Perspective on Prior Knowledge, Learning Interest, Engagement, and Content Comprehension," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 8, no. 2, pp. 874–881, 2024, doi: 10.62527/joiv.8.2.2467.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.