

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI *VIRTUAL SIMULATION*
BERBASIS *VIRTUAL REALITY***

Tugas Akhir Skripsi



oleh:

JB HANDITYA GILANG W

7120053

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**

2024

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI *VIRTUAL SIMULATION*
BERBASIS *VIRTUAL REALITY***

Tugas Akhir Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

JB HANDITYA GILANG W

7120053

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

2024

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul:

DESAIN DAN IMPLEMENTASI *VIRTUAL SIMULATION* BERBASIS *VIRTUAL REALITY*

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil tugas akhir ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari tugas akhir lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 28 November 2024



JB Handitya Gilang W
71200537

DUTA WACANA iii

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : DESAIN IMPLEMENTASI VIRTUAL
SIMULATION BERBASIS VIRTUAL REALITY

Nama Mahasiswa : JOHANES DE BRITTO HANDITYA GILANG
WICAKSANA

N I M : 71200537

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

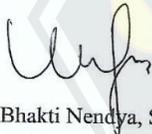
Kode : TI0366

Semester : Gasal

Tahun Akademik : 2024/2025

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 7 Januari 2025

Dosen Pembimbing I



Matahari Bhakti Nendya, S.Kom., M.T.

Dosen Pembimbing II



I Kadek Dendy S., S.T., M.Eng.

DUTA WACANA

PERNYATAAN PENYERAHAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Johanes De Britto Handitya Gilang Wicaksana
NIM/NIP/NIDN : 71200537
Program Studi : Informatika
Judul Karya Ilmiah : Desain dan Implementasi Virtual Simulation Berbasis
Virtual Reality

dengan ini menyatakan:

- a. bahwa karya yang saya serahkan ini merupakan revisi terakhir yang telah disetujui pembimbing/promotor/reviewer.
- b. bahwa karya saya dengan judul di atas adalah asli dan belum pernah diajukan oleh siapa pun untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Kristen Duta Wacana maupun di universitas/institusi lain.
- c. bahwa karya saya dengan judul di atas sepenuhnya adalah hasil karya tulis saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Karya atau pendapat pihak lain yang digunakan sebagai rujukan dalam naskah ini telah dikutip sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.
- d. bahwa saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku berupa pencabutan gelar akademik jika di kemudian hari didapati bahwa saya melakukan tindakan plagiasi dalam karya saya ini.
- e. bahwa Universitas Kristen Duta Wacana tidak dapat diberi sanksi atau tuntutan hukum atas pelanggaran hak kekayaan intelektual atau jika terjadi pelanggaran lain dalam karya saya ini. Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran dalam karya saya ini akan menjadi tanggung jawab saya pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Kristen Duta Wacana.
- f. menyerahkan hak bebas royalti noneksklusif kepada Universitas Kristen Duta Wacana, untuk menyimpan, melestarikan, mengalihkan dalam media/format lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan mengunggahnya di Repositori UKDW tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta atas karya saya di atas, untuk kepentingan akademis dan pengembangan ilmu pengetahuan.
- g. bahwa saya bertanggung jawab menyampaikan secara tertulis kepada Universitas Kristen Duta Wacana jika di kemudian hari terdapat perubahan hak cipta atas karya saya ini.

h. bahwa meskipun telah dilakukan pelestarian sebaik-baiknya, Universitas Kristen Duta Wacana tidak bertanggung jawab atas kehilangan atau kerusakan karya atau metadata selama disimpan di Repositori UKDW.

i. mengajukan agar karya saya ini: *(pilih salah satu)*

- Dapat diakses tanpa embargo.
- Dapat diakses setelah 2 tahun.*
- Embargo permanen.*

Embargo: penutupan sementara akses karya ilmiah.
*Halaman judul, abstrak, dan daftar pustaka tetap wajib dibuka.

Alasan embargo *(bisa lebih dari satu)*:

- dalam proses pengajuan paten.
- akan dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional.**
- akan diterbitkan dalam jurnal nasional/internasional.**
- telah dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional ... dan diterbitkan dalam prosiding pada bulan ... tahun ... dengan DOI/URL ... ***
- telah diterbitkan dalam jurnal ... dengan DOI/URL artikel ... atau vol./no. ... ***
- berisi topik sensitif, data perusahaan/pribadi atau informasi yang membahayakan keamanan nasional.
- berisi materi yang mengandung hak cipta atau hak kekayaan intelektual pihak lain.
- terikat perjanjian kerahasiaan dengan perusahaan/organisasi lain di luar Universitas Kristen Duta Wacana selama periode tertentu.
- Lainnya (mohon dijelaskan)

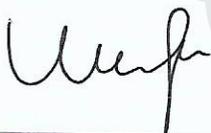
**Setelah diterbitkan, mohon informasikan keterangan publikasinya ke repository@staff.ukdw.ac.id.

***Tuliskan informasi kegiatan atau publikasinya dengan lengkap.

Yogyakarta, 13 Januari 2025

Mengetahui,

Yang menyatakan,



Matahari Bhakti Nendya
NIDN/NIDK: 0502078802

Tanda tangan & nama terang pemilik karya/penulis
NIM : 71200537

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN IMPLEMENTASI VIRTUAL SIMULATION BERBASIS VIRTUAL REALITY

Oleh: JOHANES DE BRITTO HANDITYA GILANG WICAKSANA /
71200537

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 12 Desember 2024

Yogyakarta, 7 Januari 2025
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

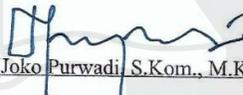
1. Matahari Bhakti Nendya, S.Kom., M.T.
2. I Kadek Dendy S., S.T., M.Eng.
3. Antonius Rachmat C., Dr. S.Kom., M.Cs.
4. Gani Indriyanta, Ir. M.T.

Handwritten signatures of the examiners.

Dekan


(Restyandito, S.Kom., MSIS., Ph.D.)

Ketua Program Studi


(Joko Purwadi, S.Kom., M.Kom.)

DUTA WACANA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NIM : 71200537
Nama : Johannes De Britto Handitya Gilang Wicaksana
Fakultas/Prodi : Teknologi Informasi/Informatika
Judul Tugas Akhir : Desain dan Implementasi Virtual Simulation
Berbasis Virtual Reality

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 28 November 2024

Yang menyatakan,



JB Handitya Gilang W / 71200537

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Tugas Akhir Skripsi dengan judul Desain dan Implementasi *Virtual Simulation* Berbasis *Virtual Reality* ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Orang tua yang selama ini telah sabar membimbing dan mendoakan penulis tanpa kenal untuk selama-lamanya,
3. Restyandito, selaku Dekan FTI, yang terhormat
4. Joko Purwadi, selaku Kaprodi Informatika, yang saya hormati
5. Matahari Bhakti Nendya, M.Tselaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. I Kadek Dendy Senapartha, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis,
7. Keluarga tercinta: yang saya kasihi
8. Lain-lain yang telah mendukung moral, spiritual, dan dana untuk belajar selama ini.

Skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga proposal/tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.

Yogyakarta, 8 Januari 2025


JB Handitya Gilang W

INTISARI

Desain dan Implementasi *Virtual Simulation* Berbasis *Virtual Reality*

Oleh

JB Handitya Gilang W

71200537

Pandemi telah mendorong percepatan adopsi teknologi modern dalam dunia pendidikan. Hal ini menuntut inovasi pembelajaran yang lebih interaktif dan imersif, terutama dalam pembelajaran konsep-konsep abstrak seperti di fisika. Teknologi *virtual reality* (VR) memberikan potensi besar untuk meningkatkan pemahaman siswa dengan cara yang modern dan menyenangkan.

Penelitian dilakukan dengan merancang dan mengimplementasikan aplikasi *virtual Simulation* berbasis VR bagi siswa SMA, menggunakan perangkat seperti VR. Aplikasi didesain untuk mendukung pembelajaran fisika yaitu rangkaian listrik. Pengujian dilakukan menggunakan metode *cognitive walkthrough* dalam dua iterasi untuk mengidentifikasi *learnability* siswa dan memperbaiki desain. Setiap iterasi melibatkan evaluasi penggunaan aplikasi oleh siswa serta penyempurnaan *prototype* berdasarkan hasil pengujian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada iterasi kedua, terjadi peningkatan signifikan dalam berbagai aspek, termasuk waktu penyelesaian dengan rata-rata 53,6 detik dan tingkat keberhasilan pengguna yang mencapai 96%. Peningkatan ini dapat dipahami melalui beberapa peningkatan desain, seperti penambahan panduan yang mengurangi kebingungan, penggunaan warna dan font yang lebih jelas untuk membedakan antar simulasi, serta peningkatan responsivitas kontroler. Dengan peningkatan tersebut, pengguna dapat menyelesaikan simulasi dengan lebih cepat dan lebih mandiri, meningkatkan efektivitas pembelajaran secara keseluruhan.

Kata-kata kunci: *Virtual reality*, *Virtual Simulation*, *Learnability*, Peningkatan desain, Rangkaian listrik, Teknologi

DUTA WACANA

ABSTRACT

Design and Implementation of a Virtual Simulation Based on Virtual Reality

By

JB Handitya Gilang W

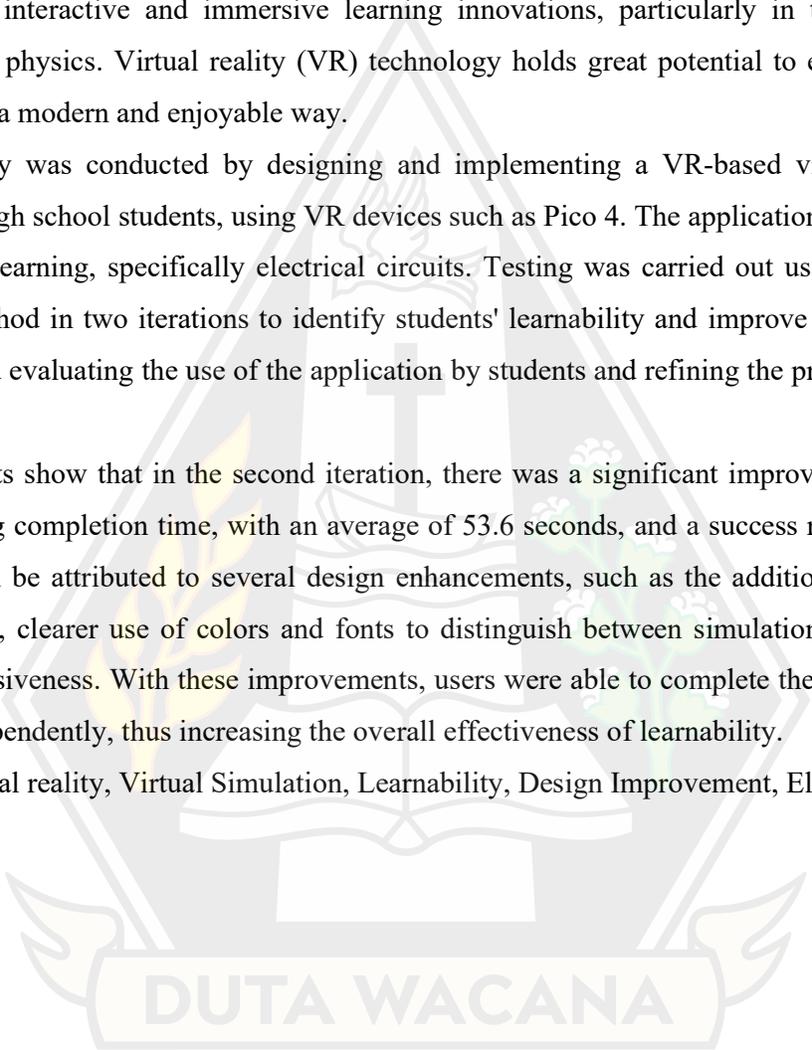
71200537

The pandemic has accelerated the adoption of modern technology in education. This has demanded more interactive and immersive learning innovations, particularly in teaching abstract concepts such as physics. Virtual reality (VR) technology holds great potential to enhance students' understanding in a modern and enjoyable way.

This study was conducted by designing and implementing a VR-based virtual Simulation application for high school students, using VR devices such as Pico 4. The application was designed to support physics learning, specifically electrical circuits. Testing was carried out using the cognitive walkthrough method in two iterations to identify students' learnability and improve the design. Each iteration involved evaluating the use of the application by students and refining the prototype based on the test results.

The results show that in the second iteration, there was a significant improvement in various aspects, including completion time, with an average of 53.6 seconds, and a success rate of 96%. This improvement can be attributed to several design enhancements, such as the addition of guidance to reduce confusion, clearer use of colors and fonts to distinguish between simulations, and improved controller responsiveness. With these improvements, users were able to complete the simulation more quickly and independently, thus increasing the overall effectiveness of learnability.

Keywords: Virtual reality, Virtual Simulation, Learnability, Design Improvement, Electrical Circuits, Technology



DUTA WACANA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Semenjak tahun 2020, Pandemi COVID-19 telah memicu beberapa perubahan yang signifikan dalam kehidupan banyak orang terutama dalam dunia digital. Perubahan juga terjadi dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, salah satunya yaitu dunia Pendidikan. Semenjak hari itu pembelajaran *online* sudah bukan hal yang asing lagi bagi kita semua bahkan menjadi kebiasaan. Menurut Fitriani (Fitriani, 2020) dosen dan mahasiswa harus bisa menggunakan *Learning Management System* (LMS) untuk mendukung dan mengelola pembelajaran secara online selama pandemi. Lembaga pendidikan sekarang dituntut untuk mengubah pembelajaran menjadi serba modern atau *e-learning*. Dalam konteks ini, maka terdapat tuntutan bagi pengajar dan pelajar untuk dapat menggunakan teknologi modern guna mendukung proses belajar.

Salah satu perubahan yang signifikan adalah percepatan transformasi teknologi pendidikan. Pandemi Covid-19 telah memaksa lembaga pendidikan untuk mencari cara baru untuk memberikan pengajaran yang efektif dan menarik bagi siswa. Sebagai hasilnya, banyak lembaga pendidikan telah mengadopsi teknologi baru seperti aplikasi belajar online dan kelas virtual (Siswanto, 2022), maka dari itu pada penelitian ini penulis akan berfokus pada teknologi baru yaitu *Virtual Reality*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Saurik, Purwanto, dan Hadikusuma (Saurik, Purwanto, & Hadikusuma, 2018), teknologi VR telah memberikan solusi inovatif di berbagai bidang, termasuk simulasi, pelatihan, dan hiburan. Salah satu area yang dapat memanfaatkan potensi ini secara signifikan adalah pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis VR. Dalam konteks pendidikan, VR memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang lebih imersif dan interaktif, sehingga meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Meskipun begitu, terdapat beberapa masalah yang perlu diatasi dalam konteks pembelajaran modern. Salah satu masalah utama menurut laporan oleh Moisescu (Graeske & Sjöberg,

2021) dalam jurnal *Applied Sciences*, meskipun teknologi VR memiliki potensi untuk meningkatkan pengalaman belajar melalui sifatnya yang imersif, penerapannya dalam bidang pendidikan masih jauh tertinggal dibandingkan dengan sektor hiburan. Studi ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil aplikasi VR yang dikembangkan khusus untuk tujuan pendidikan, sedangkan sebagian besar aplikasi VR difokuskan pada hiburan dan permainan. Perbedaan ini dikaitkan dengan orientasi pasar dan tingkat pengembangan yang lebih menguntungkan di sektor hiburan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototype dan menganalisis peningkatan desain *Virtual Simulation* berbasis *Virtual Reality* (VR) dengan fokus pada menciptakan pengalaman pengguna yang optimal. Selain itu, penelitian ini mengukur *learnability* siswa terhadap aplikasi, yaitu kemampuan siswa dalam memahami dan menggunakan aplikasi. *Learnability* dalam penelitian ini lebih menekankan pada kemudahan penggunaan dan efektivitas desain aplikasi, bukan pada kemampuan siswa dalam mempelajari materi pembelajaran. Proses analisis *learnability* akan menggunakan pendekatan *Cognitive Walkthrough* untuk mengevaluasi hasil desain dari segi pengalaman pengguna dan efektivitas pembelajaran.

Penelitian ini akan merancang dan menguji *prototype virtual Simulation* dengan melibatkan sejumlah siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) sebagai partisipan. Mereka akan mengikuti pengujian dalam lingkungan virtual yang dirancang khusus untuk simulasi mata pelajaran tertentu. Fokus utama pengujian adalah mengukur *learnability* siswa terhadap aplikasi, yaitu kemudahan mereka dalam memahami dan menggunakan aplikasi. Hasil *learnability* ini akan menjadi indikator apakah aplikasi VR tersebut layak untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi media pembelajaran yang efektif.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada Latar Belakang diatas, maka masalah yang dapat dirumuskan yaitu seberapa mudah *prototype virtual simulation* digunakan oleh siswa.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan dibatasi hal – hal berikut:

- *Prototype* penelitian akan menggunakan *Virtual Reality* berbasis *android*.
- Penelitian menggunakan materi mata pelajaran yang tidak dapat digunakan untuk pembelajaran resmi, karena materi tersebut tidak sah dan tidak dapat dijadikan acuan belajar.
- Data yang digunakan menggunakan siswa SMA yang belum berpengalaman menggunakan VR.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan membangun media pembelajaran virtual berbasis VR, serta untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi VR memfasilitasi proses pembelajaran melalui metode *Cognitive Walkthrough*.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan sebuah *prototype* media pembelajaran berbasis *Virtual Reality* yang diharapkan dapat membantu siswa memahami materi pembelajaran di kelas dengan mudah.

1.6. Metodologi Penelitian

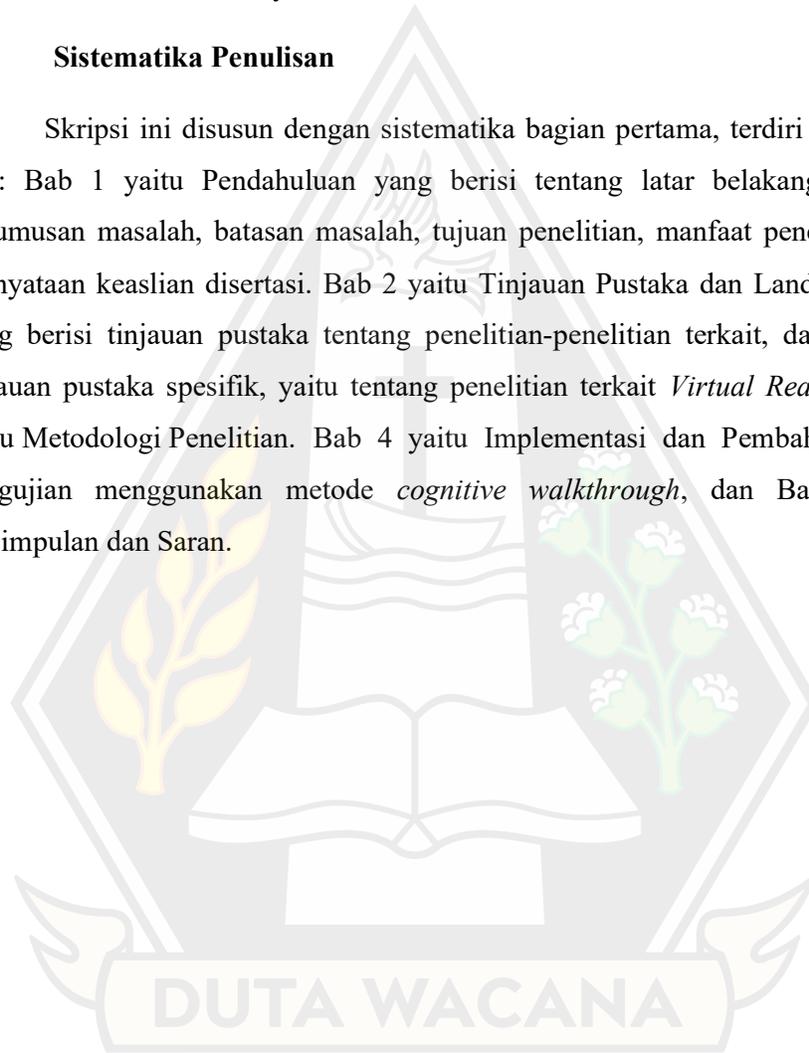
Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data dan literatur mengenai pengembangan lingkungan *Virtual Reality* (VR) dan pendidikan berbasis VR. Dilakukan analisis tantangan dan kebutuhan teknis, termasuk perangkat keras seperti *headset* VR dan komputer. Tujuan penelitian dirumuskan untuk menganalisis *learnability* siswa menggunakan *virtual Simulation* dan peningkatan desain untuk meningkatkan pengalaman penggunaan *Virtual Simulation*.

Selanjutnya, dilakukan pengembangan *prototype Virtual Simulation* dengan menggunakan alat VR berbasis *Android* dan *desktop* menggunakan Unity sebagai *game engine*. Pengujian *prototype* dilakukan melalui penggunaan *virtual Simulation*, dengan tahapan berupa wawancara dan evaluasi menggunakan metode *cognitive walkthrough*. Hasil pengujian dijelaskan dalam laporan yang memberikan

kesimpulan pengujian pada perbedaan pada iterasi kedua dan pertama. Tujuannya adalah untuk memahami *learnability* siswa dalam *virtual Simulation* berbasis VR dengan memberikan perbandingan setelah dan sebelum adanya peningkatan desain. Laporan ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut di dalam dunia Virtual Reality.

1.7. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dengan sistematika bagian pertama, terdiri dari empat bab: Bab 1 yaitu Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan pernyataan keaslian disertasi. Bab 2 yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori yang berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian terkait, dan berbagai tinjauan pustaka spesifik, yaitu tentang penelitian terkait *Virtual Reality*, Bab 3 yaitu Metodologi Penelitian. Bab 4 yaitu Implementasi dan Pembahasan hasil pengujian menggunakan metode *cognitive walkthrough*, dan Bab 5 yaitu Kesimpulan dan Saran.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pengujian Cognitive Walkthrough yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kinerja aplikasi setelah iterasi kedua. Pada iterasi pertama, rata-rata waktu keberhasilan seluruh skenario tugas adalah 118,4 detik dengan persentase keberhasilan responden mencapai 94%. Setelah perbaikan berdasarkan umpan balik responden, iterasi kedua menunjukkan hasil yang lebih baik, dengan rata-rata waktu keberhasilan menurun menjadi 53,6 detik dan persentase keberhasilan meningkat menjadi 96%. Peningkatan ini didukung oleh penambahan video panduan serta perubahan visual pada warna dan font, yang secara signifikan membantu navigasi pengguna dan mendukung prinsip discoverability Don Norman. Prinsip ini mempermudah pengguna menemukan informasi cara penggunaan aplikasi dan memahami fungsi-fungsinya, termasuk cara kerja simulasi. Dengan hasil learnability mencapai 96%, aplikasi ini dapat dinilai layak untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai media pembelajaran berbasis teknologi VR.

5.2. Saran

Aplikasi dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melihat umpan balik pengujian seperti memperbaiki stabilitas sistem dan menambahkan fitur yang mendukung berbagai skenario pembelajaran. Selain itu, uji coba pada kelompok siswa yang lebih luas disarankan untuk memastikan hasil yang lebih representatif dan meningkatkan kualitas aplikasi sebagai media pembelajaran berbasis VR. Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, aplikasi diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar dalam meningkatkan pembelajaran berbasis teknologi VR.

DAFTAR PUSTAKA

- About OpenXR & Unity*. (n.d.). Retrieved from Pico Developer:
<https://developer.picoxr.com/document/unity-openxr/>
- Aldoobie, N. (2015, December). ADDIE Model. *American International Journal of Contemporary Research*, 5(6), 68.
- Ariatama, S., Adha, M. M., Rohman, Hartino, A. T., & Ulpa, E. P. (2021, Februari 16). Penggunaan Teknologi Virtual Reality (Vr) Sebagai Upaya Eskalasi Minat Dan Optimalisasi Dalam Proses Pembelajaran Secara Online Dimasa Pandemi. *Semnast FKIP 2021*.
- Crivello, A. (n.d.). *Best Virtual Reality (VR) Game Engines*. Retrieved from g2:
<https://www.g2.com/categories/vr-game-engine>
- Dr. Romi Siswanto, M. (2022, September 22). *TRANSFORMASI DIGITAL DALAM PEMULIHAN PENDIDIKAN PASCA PANDEMI*. Retrieved from Direktorat Guru Pendidikan Dasar:
<https://gurudikdas.kemdikbud.go.id/news/transformasi-digital-dalam-pemulihan-pendidikan-pasca-pandemi>
- Fakultas Teknologi Informasi*. (2017). Retrieved from Universitas Kristen Duta Wacana: <https://www.ukdw.ac.id/akademik/fakultas-teknologi-informasi/>
- Fitriani, Y. (2020, Desember). ANALISA PEMANFAATAN LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS) SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN ONLINE SELAMA PANDEMI COVID-19. *Journal of Information System, Informatics and Computing*, 1-8.
- Fox, J. E. (2015). The Science of Usability Testing. *Federal Committee on Statistical Methodology (FCSM) Research Conference* (pp. 1-7). Washington: Bureau of Labor Statistics.
- Fox, J. E. (2015). The Science of Usability Testing. 1-7.
- Graeske, C., & Sjöberg, S. A. (2021, July). VR-Technology in Teaching: Opportunities and Challenges. *International Education Studies*, 14(8). doi:10.5539/ies.v14n8p76
- Habibi, M. T., Annas, F., Okra, R., & Musri, H. A. (2023, Juni). Perancangan Media Promosi Sekolah Berbasis Virtual Reality. *Indonesian Journal of*

Learning and Technological Innovation, 2(1), 17-32. Retrieved from <https://10.57255/intellect.v2i1.278>

- Jakob Nielsen, T. K. (1993). A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems. *Interchi* 93, 212-213.
- Manurung, R., Sadjarto, A., & Sitorus, D. S. (2021, September). Aplikasi Google Simulation sebagai Media Pembelajaran Online dan Dampaknya. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 7(3), 729-739.
- Musril, H. A., Jasmienti, J., & Hurrahman, M. (2020). IMPLEMENTASI TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY PADA MEDIA PEMBELAJARAN PERAKITAN KOMPUTER. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika : JANAPATI*, 9(1), 83–95. doi:10.23887
- Riyadi, F. S., A.Sumarudin, & Bunga, M. S. (2017, September). APLIKASI 3D VIRTUAL REALITY SEBAGAI MEDIA PENGENALAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI INDRAMAYU BERBASIS MOBILE. *Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO)*, 2(2), 75-86.
- Sapriyah. (2019). MEDIA PEMBELAJARAN DALAM PROSES BELAJAR MENGAJAR. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*, 2(1), 470 - 477.
- Saurik, H. T., Purwanto, D. D., & Hadikusuma, J. I. (2018). TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY UNTUK MEDIA INFORMASI KAMPUS. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), 71-76. doi:10.25126
- Saurik, H. T., Purwanto, D. D., & Hadikusuma, J. I. (2018, Desember 18). TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY UNTUK MEDIA INFORMASI KAMPUS. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(1), 71-76. doi:10.25126
- Sunarni, T., & Budiarto, D. (2014, November 15). Persepsi Efektivitas Pengajaran Bermedia Virtual Reality (VR). *SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI TERAPAN 2014(SEMANTIK 2014)*, 179-184.

- Warsono, M. (2021, Maret 30). IMPLEMENTASI LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS). *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 5(1), 177-200. doi:10.26811
- Weichbroth, P. (2024, December). Usability Testing of Mobile Applications: A Methodological Framework. *Applied Sciences*, 14. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/app14051792>
- Wilson, C. (2014). *User Interface Inspection Methods A User-Centered Design Method*. Elsevier.

