

SKRIPSI

RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM “SIMULASI INSTALASI *MICROWAVE LINK* PADA SISTEM SELULER” BERBASIS TEKNOLOGI *VIRTUAL REALITY*

Disusun dan diajukan oleh:

MUALLIMATUL KAMILA
D041 19 1015



DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM SIMULASI
INSTALASI *MICROWAVE LINK* PADA SISTEM SELULER
BERBASIS TEKNOLOGI *VIRTUAL REALITY***

Disusun dan diajukan oleh

Muallimatul Kamila

D041191015

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 06 Maret 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM.
NIP. 196910261994122001

Ir. Ikhlas MA Bahar

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM.
NIP. 19691026 199412 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muallimatul Kamila

NIM : D041191015

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

RANCANG BANGUN MODUL PRAKTIKUM SIMULASI INSTALASI MICROWAVE LINK PADA SISTEM SELULER BERBASIS TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 06 Maret 2024

Yang Menyatakan



Muallimatul Kamila



KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Modul praktikum Simulasi Instalasi *Microwve Link* Pada Sistem Seluler Berbasis Teknologi *Virtual Reality*”.

Penyusunan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan pada program sarjana Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini mendapati berbagai kesulitan dan rintangan, namun berkat usaha yang disertai doa akhirnya penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, hal tersebut tentu tidak lepas dari bantuan, motivasi, bimbingan serta saran-saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang tua, saudara serta keluarga penulis yang telah memberikan dukungan baik itu secara material, moral serta doa yang tiada hentinya kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir serta perkuliahan hingga selesai. Terima kasih atas semangat dan motivasi yang diberikan untuk penulis dapat menyelesaikan pendidikan dibangku perkuliahan.
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I serta bapak Ir. Ikhlas MA Bahar selaku Pembimbing II tugas akhir ini atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan sepanjang pengerjaan penulisan skripsi ini. Terima kasih juga atas kesabaran dan dorongan yang diberikan dalam menghadapi setiap tantangan dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Elyas Palantei S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir saya. selama seminar penelitian, serta ide, saran dan masukannya dalam penyusunan tugas akhir ini.



5. Seluruh dosen dan staf pengajar, serta pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas ilmu, bantuan dan kemudahan selama penulis menempuh proses perkuliahan.
6. Bapak-bapak, kakak-kakak serta teman-teman dari PT. Briylan Trimatra Utama yang telah memberikan bantuan yang sangat besar kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini. Serta Pak Mulyono dan Nur Kholik Katu yang telah memberikan arahan selama pengerjaan tugas akhir serta menjadi validator.
7. Tasya, Ai, Gita yang telah mendorong, memotivasi, memberi semangat dan menjadi tempat penulis berkeluh kesah selama masa studi.
8. Teman-teman responden yang telah bersedia untuk mencoba aplikasi berbasis *virtual reality* ini dan mambantu dalam proses pengambilan data.
9. Teman-teman TR19GER untuk pengalaman, dukungan, dan cerita yang telah diberikan dari awal masuk sampai dengan penulis menyelesaikan perkuliahan.
10. Teman-teman KKN 108 Universitas Hasanuddin Perhutanan Sosial Pare-Sidrap sektor Kulo untuk cerita pengabdian masyarakat yang luar biasa terkhusus untuk adegan jatuh dari motor yang lukanya sangat membekas.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang sudah membantu penulis selama proses pengerjaan tugas akhir hingga selesai.

Semoga Allah SWT, Melimpahkan Karunia-Nya serta membalas kebaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan yang belum sampai pada titik kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran penulis harapkan, mudah-mudahan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Gowa, 28 Februari 2024

Penulis



ABSTRAK

MUALLIMATUL KAMILA. *Rancang Bangun Modul Praktikum “Simulasi Instalasi Microwave Link Pada Sistem Seluler” Berbasis Teknologi Virtual Reality* (dibimbing oleh Dewiani dan Ikhlas MA Bahar)

Teknologi *Virtual reality* merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang pesat di berbagai sektor termasuk sektor pendidikan. Penggunaan teknologi *virtual reality* di adopsi ke dalam proses pembelajaran untuk menciptakan sebuah pembelajaran yang modern dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah aplikasi berupa modul simulasi instalasi *microwave link* berbasis teknologi *virtual reality* dengan memanfaatkan penggunaan *software Unity* dalam proses perancangan. Pembuatan aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode MDLC yang melibatkan 6 tahapan, yaitu: *Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, dan Distribution*.

Pada tahap *concept* dilakukan perencanaan serta penentuan tujuan, berbagai jenis aplikasi yang digunakan, tujuan dari aplikasi tersebut, serta spesifikasi umumnya. Pada tahap *design* dilakukan penggambaran alur simulasi dengan cara *storyboarding*. Pada tahap *material collecting* dilakukan pengumpulan referensi untuk pembuatan objek 3 dimensi serta kebutuhan antarmuka pengguna. Kemudian tahap *assembly*, dilakukan perancangan *prototype* aplikasi dengan menggunakan *software unity*. Selanjutnya, pada tahap *testing*, dilakukan beberapa pengujian dimana didapatkan bahwa materi pada konten simulasi dinyatakan valid dari hasil uji validasi dari ahli materi. Untuk pengujian *black box* didapatkan hasil bahwa fitur pada *prototype* berfungsi dengan baik. Kemudian untuk hasil uji testimoni terhadap 20 orang responden menunjukkan umpan balik yang positif. Tahap terakhir yaitu *distribution*, dimana proses distribusi dilakukan dengan menggunakan *software SideQuest*.

Kata Kunci: *Vitrual Reality, Microwave Link, Unity, MDLC.*



ABSTRACT

MUALLIMATUL KAMILA. *Design and Build Practicum Module "Simulation of Link Microwave Installation on Cellular System" Based on Virtual Reality Technology (supervised by Dewiani and Ikhlas MA Bahar)*

Virtual reality technology is one of the technologies that is growing rapidly in various sectors including the education sector. The use of virtual reality technology is adopted into the learning process to create a modern and interactive learning. This research aims to produce an application in the form of a link microwave installation simulation module based on virtual reality technology by utilizing the use of Unity software in the design process. Making applications is carried out using the MDLC method which involves 6 stages, namely: Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing, and Distribution.

At the concept stage, planning and goal determination are carried out, the various types of applications used, the purpose of the application, and its general specifications. At the design stage, the simulation flow is depicted by storyboarding. At the material collecting stage, references are collected for creating 3-dimensional objects and user interface requirements. Then at the assembly stage, the application prototype is designed using unity software. Furthermore, at the testing stage, several tests were carried out where it was found that the material in the simulation content was declared valid from the results of validation tests from material experts. For black box testing, it was found that the features on the prototype functioned properly. Then for the results of the testimonial test on 20 respondents showed positive feedback. The last stage is distribution, where the distribution process is carried out using SideQuest software.

Keywords: *Vitrual Reality, Microwave Link, Unity, MDLC.*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Komunikasi Nirkabel.....	5
2.2 <i>Microwave</i>	5
2.3 <i>Microwave Link</i>	5
2.4 Perangkat Radio <i>Microwave</i>	6
2.4.1 <i>Antenna microwave</i>	6
2.4.2 <i>Outdoor unit (ODU)</i>	7
2.4.3 <i>Indoor unit (IDU)</i>	7
2.4.4 Kabel penghubung	7
2.4.5 Tower	8
2.5 Sistem Seluler	8
2.6 Multimedia.....	9
2.7 Teknologi Multimedia	9
2.8 <i>Virtual Reality</i>	10
2.9 <i>Unity 3D</i>	11
2.10 <i>Blender</i>	12
2.11 <i>VR Development Life Cycle (VRDLC)</i>	13
2.12 Penelitian yang Relevan	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Alur Penelitian	20
3.2 Diagram Alir Simulasi.....	22
3.2.1 Diagram alir simulasi <i>virtual reality</i>	22
3.2.2 Diagram alir kerja instalasi	23
3.2.3 Diagram alir <i>commissioning process</i>	24
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	26
3.3.1 Struktur Penelitian	26
3.3.1.1 Perangkat keras (<i>hardware</i>)	26
3.3.1.2 Perangkat lunak (<i>software</i>)	26
3.3.1.3 Sumber Daya Manusia (SDM).....	27
3.3.2 Pembangunan Sistem.....	28



3.5.1	<i>Concept</i>	28
3.5.2	<i>Design</i>	28
3.5.3	<i>Material Collecting</i>	29
3.5.4	Perencanaan dan Desain Tahapan Assembly	33
3.5.5	<i>Testing</i>	49
3.5.6	<i>Distribution</i>	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Hasil <i>Design</i>	54
4.1.1	<i>Opening scene</i>	54
4.1.2	<i>Simulation preparation scene</i>	54
4.1.3	<i>Simulation scene</i>	55
4.2	Hasil <i>Material Collecting</i>	57
4.3	<i>Assembly</i>	60
4.3.1	<i>Script</i>	60
4.3.2	Tata Letak Objek.....	62
4.3.3	<i>Object Checklist</i>	64
4.3.4	<i>Move Scene</i>	67
4.3.5	Objek Pakai	71
4.3.6	<i>Snap Method for Assembly</i>	72
4.4	<i>Testing</i>	77
4.4.1	Hasil Uji Materi.....	77
4.4.2	Hasil <i>Black Box Testing</i>	79
4.4.3	Hasil Uji Testimoni	80
4.5	<i>Distribution</i>	90
4.5.1	<i>Build Proyek Unity</i>	90
4.5.2	Unggah Aplikasi ke <i>SideQuest</i>	93
4.5.3	Menjalankan Aplikasi di Perangkat <i>Oculus Quest</i>	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Keterbatasan Produk.....	96
5.3	Saran	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN		101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Perangkat VR	10
Gambar 2 Logo aplikasi blender	12
Gambar 3 Tahapan MDLC	13
Gambar 4 Diagram alir penelitian	20
Gambar 5 Diagram alir simulasi virtual reality	22
Gambar 6 Diagram alir kerja instalasi	23
Gambar 7 Diagram alir commissioning test	24
Gambar 8 Desain tampilan template storyboard	29
Gambar 9 Pemilihan suara	32
Gambar 10 Pembuatan audio source	32
Gambar 11 Tampilan awal unity	33
Gambar 12 Pembuatan objek player	34
Gambar 13 Tampilan OVRInteraction	35
Gambar 14 Pembuatan parent GameObject	36
Gambar 15 Penambahan komponen pada GameObject parent	36
Gambar 16 Penambahan komponen pada child GameObject	37
Gambar 17 Proses pembuatan HandGrabInteractable	37
Gambar 18 Membuat objek prefab	38
Gambar 19 One grab hand interaction	38
Gambar 20 Two grab hand interaction	39
Gambar 21 Pengaturan scale objek untuk two grab free transformer	39
Gambar 22 Render ke world space	40
Gambar 23 Pengaturan scale dengan Anchor Presets	41
Gambar 24 Pengaturan fragment shader	41
Gambar 25 Edit teks canvas UI	42
Gambar 26 Pembuatan UI Button	42
Gambar 27 Pembuatan UI Toggle	43
Gambar 28 Ray Interactable	44
Gambar 29 Canvas Render Texture	44
Gambar 30 Collider Surface	45
Gambar 31 Surface Ray Interactable	45
Gambar 32 Pointable Canvas	46
Gambar 33 Pointable Element	46
Gambar 34 On click (button)	47
Gambar 35 Add new entry	47
Gambar 36 Fungsi SetActive	47
Gambar 37 Proses centang opsi	48
Gambar 38 Black box testing	51
Gambar 39 Opening scene (a)	54
Gambar 40 Opening scene (b)	54
!1 Mengenakan Pakaian K3	54
!2 Move scene	54
!3 Intro (a)	55
!4 Intro (b)	55
!5 Pengecekan pakaian K3 khusus pekerjaan di ketinggian	56



Gambar 46 Pengecekan peralatan standar instalasi	56
Gambar 47 Pengecekan komponen instalasi microwave link.....	56
Gambar 48 Instalasi indoor	56
Gambar 49 Instalasi outdoor (a).....	56
Gambar 50 Instalasi outdoor (b)	56
Gambar 51 Mengenakan pakaian K3 (Khusus ketinggian)	56
Gambar 52 Antenna lifting process.....	56
Gambar 53 Instalasi kabel.....	57
Gambar 54 Commissioning test.....	57
Gambar 55 Pakaian (APD)	63
Gambar 56 Pakaian K3 (working at height)	63
Gambar 57 Peralatan standar instalasi	63
Gambar 58 Tampilan dalam ruangan.....	64
Gambar 59 Tampilan luar ruangan	64
Gambar 60 Pembuatan toggle untuk setiap objek 3D.....	65
Gambar 61 Create GameObject Ray.....	65
Gambar 62 Penambahan komponen pada GameObject Ray	66
Gambar 63 Penambahan komponen pada 3D Object Cube.....	66
Gambar 64 Drag and drop GameObject.....	67
Gambar 65 Penambahan fungsi SetActive.....	67
Gambar 66 New Scene.....	68
Gambar 67 Build Settings	69
Gambar 68 Cube Scene.....	69
Gambar 69 Move Scene	70
Gambar 70 Toggle Manager	71
Gambar 71 Cube Scene.....	72
Gambar 72 Object pakai.....	72
Gambar 73 Snap Location.....	73
Gambar 74 Add Snap to Location (Script)	74
Gambar 75 Add Snap Point (Script)	74
Gambar 76 Snap to Location (Script)	75
Gambar 77 Snap Point (Script)	75
Gambar 78 Object transform setting.....	76
Gambar 79 Copy component	76
Gambar 80 Paste component values	77
Gambar 81 Diagram batang tingkat kepuasan pengguna.....	80
Gambar 82 Diagram batang tingkat kelancaran aplikasi	81
Gambar 83 Diagram batang tingkat kemudahan dalam membaca teks user interface.....	81
Gambar 84 Diagram batang tingkat kemudahan memahami user interface	82
Gambar 85 Diagram batang tingkat penyajian informasi	82
Gambar 86 Diagram batang tingkat kegunaan panduan/bantuan pada aplikasi ...	83
Gambar 87 Diagram batang tingkat kemudahan dalam proses navigasi	83
Gambar 88 Diagram batang tingkat penyajian konten visual yang informatif	84
Gambar 89 Diagram batang tingkat kecepatan respon aplikasi	85
Gambar 90 Diagram batang tingkat fungsionalitas fitur aplikasi	85
Gambar 91 Diagram batang tingkat visualisasi objek dalam menyampaikan	86



Gambar 92 Diagram batang tingkat ketertarikan terhadap desain objek pada aplikasi	86
Gambar 93 Diagram batang tingkat ketertarikan pengalaman menggunakan aplikasi simulasi instalasi microwave link	87
Gambar 94 Diagram batang tingkat antusias responden untuk merekomendasikan aplikasi simulasi instalasi microwave link kepada orang lain	87
Gambar 95 Diagram batang tingkat antusias pengguna untuk mengadopsi teknologi serupa dalam proyek pribadi/profesional	88
Gambar 96 Diagram batang tingkat ketertarikan pengguna untuk menggunakan aplikasi berbasis teknologi virtual reality dimasa depan	88
Gambar 97 Diagram batang minat pengguna untuk mengikuti perkembangan terbaru teknologi virtual reality	89
Gambar 98 Build unity project	91
Gambar 99 Player settings	91
Gambar 100 XR Plug-in management	92
Gambar 101 APK Build process	92
Gambar 102 Unggah aplikasi ke SideQuest	93
Gambar 103 Aplikasi yang akan diunggah ke SideQuest	93
Gambar 104 Cek aplikasi pada perangkat Oculus Quest	94
Gambar 105 Hasil instalasi apk	94
Gambar 106 Hasil launching apk pada Oculus Quest	94



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Subject matter expert	27
Tabel 2 3D Designer members.....	28
Tabel 3 List kebutuhan 3D asset	30
Tabel 4 3D designer job list	31
Tabel 5 Skenario fungsi mengenakan APD	48
Tabel 6 Skenario fungsi pemeriksaan pakaian K3	48
Tabel 7 Skenario fungsi pemeriksaan komponen	49
Tabel 8 Skenario fungsi snap	49
Tabel 9 Uji Materi.....	50
Tabel 10 Skenario pengujian VR dengan Black Box	51
Tabel 11 Kelas skala likert.....	52
Tabel 12 List 3D asset.....	57
Tabel 13 Script	61
Tabel 14 Hasil validasi uji materi	78
Table 15 Hasil black box testing.....	79
Tabel 16 Hasil uji testimoni	89



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Method of Procedure Commissioning Test</i>	101
Lampiran 2 <i>Screenshot Commissioning Process</i>	101
Lampiran 3 <i>Script</i>	114
Lampiran 4 Hasil Validasi Ahli Materi.....	130
Lampiran 5 Lembar Hasil Pengujian <i>Black Box</i>	136
Lampiran 6 Dokumentasi Proses Pengujian <i>Prototype</i>	142
Lampiran 7 <i>Manual Operation</i> Modul VR.....	143



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era yang semakin berkembang ini, komunikasi seluler menjadi sangat penting dalam menyediakan konektivitas yang andal dan cepat bagi pengguna. *Microwave link* adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam infrastruktur jaringan seluler untuk menghubungkan menara seluler dengan jaringan inti. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro untuk mentransmisikan sinyal data dalam frekuensi tinggi, dengan kecepatan dan kapasitas yang tinggi. Sebagai koneksi *backhaul*, *microwave link* bertanggung jawab atas pengiriman data yang handal, cepat, dan efisien (Mane, 2022).

Pentingnya *microwave link* dalam menyediakan koneksi *backhaul* yang handal dan efisien menjadikannya topik yang relevan dan menarik untuk dipelajari dalam konteks pendidikan. Sehingga, menjadi hal yang penting untuk kita mengetahui komponen-komponen dasar dari *microwave link* serta proses dari instalasi *microwave link* itu sendiri. Namun, pembelajaran tentang instalasi *microwave link* secara langsung mungkin sulit dilakukan karena keterbatasan akses fisik dimana pada proses instalasi *microwave link* biasanya dilakukan di lokasi yang terletak di tempat tinggi, seperti menara atau gedung tinggi, yang memungkinkan mahasiswa tidak memiliki izin atau akses untuk memasuki lokasi semacam itu untuk belajar secara langsung. Selain itu risiko keamanan juga menjadi faktor penghambat bagi mahasiswa dikarenakan proses instalasi *microwave link* melibatkan pekerjaan di ketinggian yang memerlukan peralatan khusus serta pelatihan keselamatan. Hal ini bisa menyebabkan potensi risiko kecelakaan atau cedera bagi orang yang tidak memiliki pelatihan atau izin yang tepat. Oleh karena itu, dalam lingkungan pendidikan, pengalaman langsung dalam instalasi *microwave link* dapat menjadi tidak mungkin atau berbahaya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, telah muncul teknologi multimedia teknologi *virtual reality* yang dirancang untuk menciptakan pengalaman sepenuhnya terpisah dari dunia nyata dan menggantikannya dengan *virtual* yang dibuat secara digital yang dapat menjadi solusi inovatif



dalam pendidikan dan pembelajaran. Dengan memanfaatkan teknologi VR, modul praktikum simulasi dapat dikembangkan untuk memberikan pengalaman praktikum yang realistis yang memungkinkan mahasiswa untuk mempelajari dan memahami proses dari instalasi *microwave link*. Melalui penggunaan *headset VR*, peserta praktikum dapat masuk ke lingkungan *virtual* yang memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan perangkat dan komponen *microwave link* secara *virtual*.

Dalam beberapa penelitian terdahulu, telah diungkap manfaat penggunaan VR dalam konteks pembelajaran praktikum. Misalnya, penelitian oleh Qinandea Nurmalasi, dkk. (2021) dengan judul “Teknologi *Virtual Reality* sebagai Media Pembelajaran Praktikum Elektronika Telekomunikasi” mengungkapkan bahwa VR merupakan salah satu media pembelajaran alternatif yang sangat baik bagi mahasiswa serta memberikan kemudahan baik kepada dosen maupun mahasiswa dalam mendukung proses pembelajaran praktikum elektronika telekomunikasi dimana dengan teknologi *virtual reality* mahasiswa akan merasa lebih hidup dan interaktif dalam proses pembelajaran.

Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Zainuddin Bonok (2023) dengan judul “Pemanfaatan Teknologi Digital Pada Praktikum Sistem Telekomunikasi Lanjut” memberikan kesimpulan bahwa penggunaan aplikasi *virtual lab* merupakan solusi yang efektif dan relevan untuk meningkatkan pembelajaran praktikum dalam bidang Sistem Telekomunikasi. Dimana dari hasil penelitian tersebut dikatakan dapat dijadikan dasar untuk lebih mengembangkan teknologi digital serta dapat menciptakan praktikum yang lebih menarik, membantu meningkatkan penguasaan konsep, dan mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium.

Oleh karena itu, dalam mendukung pembelajaran sistem komunikasi nirkabel untuk dapat menciptakan pembelajaran yang menarik dengan memanfaatkan teknologi multimedia berupa teknologi *Virtual Reality* yang sedang berkembang sekarang, maka penulis mengangkat judul “RANCANG

N MODUL PRAKTIKUM “SIMULASI INSTALASI *MICROWAVE* ADA SISTEM SELULER” BERBASIS TEKNOLOGI *VIRTUAL* ”. Perancangan modul simulasi berbasis VR ini sangat memungkinkan



untuk dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang menarik, dan interaktif bagi mahasiswa.

Dengan bantuan teknologi multimedia seperti *Virtual Reality* (VR), modul praktikum simulasi instalasi *microwave link* menjadi lebih menarik dan interaktif bagi peserta praktikum. Penggunaan *headset* VR dan fitur interaktif dalam modul ini memungkinkan peserta praktikum untuk merasakan visualisasi yang mendalam dari proses instalasi *microwave link*. Panduan langkah demi langkah yang disajikan dalam bentuk multimedia memudahkan mahasiswa untuk belajar secara mandiri dan mengulangi prosedur instalasi dengan mudah. Dengan modul praktikum berbasis VR ini, mahasiswa akan memiliki bekal dalam menghadapi tantangan dan tuntutan industri yang terus berkembang dalam bidang komunikasi nirkabel serta mengikuti perkembangan teknologi dengan pemanfaatan teknologi VR ini.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana merancang modul praktikum simulasi instalasi *microwave link* berbasis teknologi *virtual reality* dengan menggunakan *software unity*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk dapat menghasilkan aplikasi berupa modul simulasi instalasi *microwave link* berbasis teknologi *virtual reality*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Inovasi pendidikan: Penggunaan teknologi VR merupakan salah satu bentuk inovasi pembelajaran yang lebih canggih yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dengan menyajikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, menyenangkan.



ngikuti Tren Global: Penggunaan teknologi VR dalam pendidikan merupakan bagian dari transformasi pembelajaran dengan mengikuti tren

global dalam penerapan teknologi pada pembelajaran. Dengan adanya penggunaan teknologi VR ini menunjukkan keterbukaan terhadap ide-ide baru dan modern dalam model pembelajaran.

3. Keterampilan Teknologi: Mahasiswa belajar dan mengembangkan keterampilan teknologi yang terkait dengan penggunaan dan pengaplikasian teknologi VR dan *engine* VR.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada perancangan dan pemanfaatan *engine* VR untuk pembuatan aplikasi multimedia yang melibatkan penggunaan teknologi *Virtual Reality*.
2. Perancangan dan pembuatan *prototype* VR ini, meliputi aspek-aspek seperti pengembangan algoritma, desain interaksi, integrasi elemen-elemen multimedia, pengujian serta distribusi *prototype*.
3. Konten pada modul VR difokuskan pada bagaimana proses dari instalasi perangkat *microwave* secara garis besar tanpa membahas secara rinci dari setiap prosesnya.
4. Perangkat *microwave* yang digunakan adalah perangkat dari PT. NEC Indonesia yaitu IDU iPasolink 1000.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Komunikasi Nirkabel

Sistem komunikasi nirkabel adalah teknologi yang menggunakan dua piranti untuk bertukar data tanpa media kabel. Data dipertukarkan melalui media gelombang cahaya tertentu (seperti teknologi *infrared* pada remote TV) atau gelombang radio (seperti *bluetooth* pada ponsel dan komputer) dengan frekuensi tertentu. Jaringan nirkabel biasanya menghubungkan satu sistem komputer dengan sistem yang lain dengan menggunakan beberapa macam media transmisi tanpa kabel seperti: gelombang radio, gelombang mikro, maupun cahaya *infrared* (Solecha, 2020).

2.2 Microwave

Microwave adalah teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan gelombang cahaya frekuensi tinggi untuk memberikan koneksi nirkabel berkecepatan tinggi yang dapat mengirim dan menerima suara, video, dan data. Transmisi radio *microwave* umumnya digunakan dalam sistem komunikasi *point-to-point* di permukaan bumi, komunikasi satelit, dan komunikasi radio luar angkasa (Mane, 2022). *Microwave* memiliki panjang gelombang antara 1 mm hingga 1 m. Dengan rentang frekuensi berkisar antara 300 MHz hingga 300 GHz. Panjang gelombang mikro berada di antara gelombang radio dan gelombang inframerah dalam spektrum elektromagnetik. *Microwave* digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk telekomunikasi nirkabel, radar, pemrosesan sinyal, dan pemancar *microwave* (Pozar, 2011).

2.3 Microwave Link

Microwave Link merupakan sistem komunikasi yang menggunakan gelombang mikro untuk berkomunikasi. Rentang frekuensi gelombang mikro digunakan untuk mengirimkan informasi antara dua lokasi. *Microwave Link* banyak digunakan di industri. Seperti dalam penyiaran yang menggunakan tautan gelombang mikro untuk mengirim informasi atau program dari studio ke lokasi pemancar



yang bisa jadi jarak nya bermil - mil. Selain itu dengan teknologi ini penyedia layanan internet nirkabel menggunakan tautan gelombang mikro untuk menyediakan akses internet dengan kecepatan tinggi tanpa menggunakan koneksi kabel. Perusahaan telepon juga menggunakan untuk mentransmisikan panggilan antara pusat *switching* melalui tautan gelombang mikro (Saputra, 2022). Dalam sistem seluler, *microwave link* digunakan sebagai jalur komunikasi nirkabel karena memiliki keunggulan tersendiri yang membuatnya efisien dalam mengatasi tantangan fisik dalam menghubungkan jaringan telekomunikasi. Teknologi ini banyak diterapkan oleh provider-provider telekomunikasi dikarenakan cepat dalam hal penggelaran untuk jarak jangkauan yang jauh dalam mentransmisikan data lewat udara (Yuda, Imansyah, Suryadi, Marpaung, & Yacoub, 2021).

2.4 Perangkat Radio *Microwave*

Adapun perangkat radio microwave pada transmisi microwave link terdiri atas beberapa bagian sebagai berikut:

2.4.1 *Antenna microwave*

Antena adalah sebuah piranti yang berfungsi sebagai transduser yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal dalam bentuk elektromagnetik atau sebaliknya kemudian meradiasikannya. Antena *microwave* merupakan bagian dari perangkat radio *microwave* yang bentuknya seperti gendang rebana yang sering ditemui atau terpasang di atas tower telekomunikasi seluler. Antena microwave mendukung komunikasi *microwave point to point* (Yuda, Imansyah, Suryadi, Marpaung, & Yacoub, 2021) antena microwave (MW) termasuk jenis antena *high performance* yang memiliki ciri khas berbentuk seperti gendang dan memiliki ukuran diameter 0.2, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.8, 2.7, 3.7 dan 4.5 m. Antena microwave ini memancarkan data melalui jalur udara dan juga sebagai sarana transmisi yang memiliki peran penting dalam telekomunikasi nirkabel disebut *microwave*/gelombang mikro karena frekuensi yang dipakai cukup tinggi, dimulai



Hz sampai dengan 80 GHz. Hal tersebut karena komunikasi radio *microwave* dapat diterapkan sebagai penghubung antar *Base Transceiver Station*

(BTS) atau *Base System Control* (BSC) dalam pengiriman informasi dengan kapasitas yang besar (Mufid, 2019).

2.4.2 *Outdoor unit* (ODU)

Outdoor Unit adalah komponen yang terletak di luar Gedung atau di lokasi yang terbuka. ODU terhubung langsung ke antena parabola biasanya berada di belakang antena yang berfungsi sebagai pengubah data dari *Indoor Unit* (IDU) menjadi bentuk sinyal untuk ditransmisikan maupun sebaliknya, yaitu pengubah dari bentuk sinyal ke dalam bentuk data yang akan dikirim ke IDU. *Outdoor unit* (ODU) digunakan untuk mengubah frekuensi dan sebagai penguat sinyal. Fungsi-fungsi ODU adalah sebagai berikut (Mufid, 2019):

- a. Pada arah kirim, ODU melakukan konversi dan penguatan sinyal digital yang datang dari IDU. Setelah sinyal digital diubah menjadi sinyal analog dengan frekuensi tertentu, ODU mengirimkan sinyal analog ke antena microwave.
- b. Pada arah penerima, ODU melakukan konversi dan penguatan sinyal analog yang datang dari antena. Kemudian ODU mengubah sinyal analog tersebut menjadi sinyal digital dan memancarkannya ke IDU.

2.4.3 *Indoor unit* (IDU)

Indoor Unit adalah komponen yang terletak di dalam gedung atau ruangan yang terlindungi. IDU merupakan perangkat modulator demodulator, yang berfungsi untuk menumpangkan sinyal informasi kepada sinyal *carrier* (modulasi) kemudian diteruskan ke ODU dan antena untuk diradiasikan atau sebaliknya yaitu dari ODU sinyal informasi yang ditumpangkan pada sinyal *carrier* dipisahkan setelah sampai di IDU (demodulasi). Selain berfungsi sebagai modulator dan demodulator IDU juga berfungsi sebagai *control unit*, *multiplexing*, dan *forward error correction* (Yuda, Imansyah, Suryadi, Marpaung, & Yacoub, 2021).

2.4.4 Kabel penghubung



ng dilewati atau sebagai tempat merambatnya frekuensi dari komponen *indoor unit* menuju komponen *outdoor unit* atau sebaliknya. Adapun kabel yang digunakan sebagai kabel penghubung yaitu kabel koaksial (Yuda, Imansyah,

Suryadi, Marpaung, & Yacoub, 2021). Kabel koaksial adalah kabel yang digunakan sebagai sarana penyalur atau penghantar (transmitter) yang bertugas menyalurkan setiap informasi yang telah diubah menjadi sinyal–sinyal listrik. Kabel koaksial merupakan kabel yang diperuntukan sebagai media transmisi terarah (guided/wireline) untuk kepentingan perpindahan arus.

Kabel koaksial terdiri dari 2 buah konduktor, dengan pusat berupa inti kawat padat yang dilingkupi oleh sekat yang kemudian dililiti lagi oleh kawat berselaput konduktor.

2.4.5 Tower

Terdapat beberapa macam tipe menara yang digunakan untuk menempatkan antena microwave (MW). Untuk antena yang berukuran lebih kecil dapat ditempatkan diatas gedung menggunakan pole dengan panjang 5 meter. Untuk penempatan dengan jumlah antena yang banyak digunakan menara dengan struktur berpenguat sendiri (self-supporting tower). Jumlah antena dan beban total harus benar-benar diperhitungkan agar tidak melampaui kapasitas beban (load bearing capacity) dari menara (Ulfah, 2017).

2.5 Sistem Seluler

Konsep dasar dari suatu sistem seluler adalah pembagian pelayanan telekomunikasi menjadi daerah-daerah kecil yang disebut sebagai *cell*. Tujuannya agar pelanggan mampu melakukan komunikasi secara bebas di dalam area layanan tanpa terjadi pemutusan hubungan. Setiap *cell* mempunyai daerah cakupannya masing-masing. Jumlah *cell* pada suatu daerah geografis ditentukan berdasarkan jumlah *user* atau pelanggan yang sedang beroperasi di daerah tersebut. Suatu *cell* pada dasarnya merupakan pusat komunikasi radio yang berhubungan dengan pusat pembangunan hubungan telekomunikasi atau MSC (*Mobile Switching Center*) dalam pengaturan panggilan yang masuk. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jangkauan pengiriman sinyal pada sistem

nikasi bergerak seluler dapat diterima dengan baik yaitu kuat sinyal *cell* dari para pelanggan dan faktor geografis di area tersebut (Hidayati,



Pembagian beberapa *cell* dalam sistem seluler berbentuk *heksagonal*. *Cell* merupakan gambaran dari cakupan area (*coverage*). Tiap *cell* nya mengacu pada satu frekuensi kanal dan setiap masing-masing kanal tidak boleh memiliki frekuensi yang berdekatan atau sama agar tidak terjadi gangguan pada sinyal (Hidayati, 2020).

2.6 Multimedia

Multimedia berasal dari kata ‘multi’ dan ‘media’. Multi berarti banyak, dan media berasal dari bahasa latin “medium” yang berarti perantara atau pengantar. Dalam konteks teknologi dan komunikasi, ‘media’ mengacu pada tempat, sarana atau alat yang digunakan untuk menyampaikan informasi. Jadi berdasarkan kata ‘multi media’ dapat dirumuskan sebagai wadah atau penyatuan beberapa media yang kemudian didefinisikan sebagai elemen-elemen pembentukan multimedia. Elemen-elemen tersebut meliputi teks, gambar, suara, animasi, dan video. Multimedia merupakan suatu konsep dan teknologi baru dalam bidang teknologi informasi, di mana informasi dalam bentuk teks, gambar, suara, animasi, dan video disatukan dalam komputer untuk disimpan, diproses, dan disajikan baik secara linear maupun interaktif. Elemen-elemen multimedia terdiri dari teks, gambar, suara, animasi, dan video (Priantono, 2021).

2.7 Teknologi Multimedia

Teknologi multimedia merujuk pada penggunaan dan pengintegrasian berbagai elemen media, seperti teks, gambar, suara, animasi, dan video, dalam suatu sistem atau aplikasi komputer. Teknologi ini memungkinkan pembuatan, manipulasi, penyimpanan, pemrosesan, dan penyajian konten media secara digital (Manurung, 2020). Definisi teknologi multimedia mencakup berbagai aspek, termasuk perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), serta cara penyampaian dan interaksi dengan pengguna. Dengan bantuan teknologi multimedia, informasi dapat disajikan dengan lebih menarik, interaktif, dan efektif, sehingga dapat memberikan pengalaman yang lebih kaya bagi pengguna.



2.8 *Virtual Reality*

Virtual reality (VR) adalah sebuah teknologi multimedia yang sedang populer di dunia teknologi informasi. Teknologi ini bisa mensimulasikan suatu proses, kejadian, dan keadaan pada lingkungan *virtual* (Slamet Widodo, 2022). VR menggunakan teknologi komputer untuk menciptakan lingkungan simulasi yang dapat dieksplorasi dalam 360 derajat. Tidak seperti antarmuka tradisional, *virtual reality* menempatkan pengguna di lingkungan virtual dan memberikan pengalaman yang mendalam. Untuk mencapainya, digunakan headset VR. Contoh penting lainnya dari headset VR termasuk *Oculus Rift*, *Samsung Gear VR*, *HTC Vive*, *Google Daydream View* dan *Google Cardboard* (Deshmukh, J., dkk. 2023).

Dengan adanya teknologi VR, memungkinkan *user* dapat berinteraksi dengan lingkungan yang disimulasikan oleh komputer sehingga *user* seolah-olah terlibat secara fisik (Siregar, 2021). *Virtual reality* ini biasanya digunakan untuk pelatihan atau simulasi berbagai kegiatan. Simulasi dengan teknologi VR ini memiliki beberapa keuntungan, menghemat biaya pengeluaran, menghemat waktu, dan menghemat tenaga. Agar dapat mewujudkan suasana yang mendekati atau menyerupai dunia nyata, VR menggunakan perangkat keras khusus seperti kacamata VR sebagai *display* dan *joystick* untuk bergerak dan berinteraksi (Nurmalasari, 2021) seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Perangkat VR

Cara kerja sistem *virtual reality* yaitu pemakai melihat suatu dunia semu pada kacamata VR yang sebenarnya berupa gambar-gambar yang bersifat “Sebuah komputer menghasilkan lingkungan 3D dimana pengguna dapat pasi secara *real time* dan mengalami sensasi berada disana. Dua hal yang penting untuk dipertimbangkan saat membuat atau menggunakan VR



adalah *real-time 3D* lingkungan *virtual* dan perangkat antarmuka manusia yang menghubungkan pengguna”. Melalui perangkat *headset* atau *speaker* pengguna dapat mendengar suara yang realistis dan *user* bergerak mengelilingi dunia *virtual* dan berinteraksi dengan menggunakan *joystick* (Nurmalasari, 2021).

2.9 Unity 3D

Menurut Yudhanto & Sulistiawan (2022), dalam Panduan Aplikasi *Virtual Reality* (VR), *Unity 3D* merupakan sebuah perangkat lunak yang terintegrasi yang dapat digunakan untuk menciptakan permainan, mengembangkan desain arsitektur, serta melakukan simulasi yang dapat beroperasi di berbagai *platform* seperti *computer*, ponsel pintar *android*, *iPhone*, *Playstation*, dan juga pada *X-Box* (hal. 41-43). Terdapat beberapa fitur dalam *unity* diantaranya yaitu:

- a. *Asset*: tempat penyimpanan dalam *Unity* yang menyimpan suara, gambar, video, dan tekstur.
- b. *Inspector*: berfungsi untuk menampilkan detail informasi komponen apa saja yang terdapat pada suatu *GameObject* yang terdiri dari *script*, *sounds*, *lights*, dan lain sebagainya.
- c. *Hierarchy*: struktur pada *hierarchy* mencakup berbagai *GameObject* yang terlihat didalam scene dalam bentuk teks, termasuk didalamnya beberapa file asset seperti objek 3D dan *prefabs*.
- d. *Scenes*: berfungsi sebagai tempat penyimpanan semua konten-konten dalam *game*, seperti membuat sebuah level, karakter pemain, kamera, membuat menu, tampilan tunggu, dan *GameObject* lainnya.
- e. *Game objects*: *GameObject* merupakan istilah yang merujuk pada objek-objek yang berada dalam suatu *scene Unity*. Terdapat dua jenis *GameObject*, yaitu *GameObject native* yang merupakan objek dasar yang dibuat langsung dari *Unity*, dan *GameObject customize* yang merupakan objek 2D/3D yang dibuat menggunakan *software* lain, kemudian diimport ke dalam *asset* kemudian dimasukkan ke lingkungan *Unity* (kedalam *scene*)

g dapat digerakkan, diatur ukurannya dan diatur rotasinya (Roedavan, 2013).



- f. *Components*: *Component* merujuk pada fungsi atau *method* pada *Unity* yang terhubung dengan suatu *GameObject*. *Unity* juga memperlakukan *script* sebagai *component*. Dengan kata lain, perilaku suatu *GameObject* dapat berubah tergantung pada komponen apa yang melekat pada *GameObject* tersebut (Roedavan, 2023).
- g. *Script*: adapun *script* yang dapat digunakan dalam *Unity* ada tiga, yaitu *Javascript*, *C#* dan *BOO*.
- h. *Prefabs*: merupakan sebuah cetakan hasil dari *GameObject* yang telah diatur yang terdiri dari berbagai macam *component* yang telah ditambahkan untuk diperbanyak atau dapat digunakan kembali pada *project* lain. Fungsi dari *prefab* yaitu sebagai cetakan untuk dapat meng-*clone* atau menduplikasikan suatu objek dengan cepat (Roedavan, 2023).
- i. *Navigation*: pada *Unity* terdapat beberapa konsep navigasi yang digunakan untuk dapat mengatur pandangan terhadap objek dalam lingkungan *Unity* yaitu *Move*, *Rotate*, *Pan Tool* dan juga dapat menggunakan *tool* navigasi di pojok kanan *scene* dengan pengaturan berdasarkan sumbu X, Y dan Z (Roedavan, 2023).
- j. *Modification Tools*: *Unity* memiliki 3 buah *modification tools default* yaitu *Move Tool* untuk menggerakkan *GameObject* ke segala arah ke kanan, kiri atas dan bawah. Yang kedua ada *Rotation Tool* yang berfungsi untuk memutar objek ke segala arah. Yang ketiga ada *Scale Tool* yang digunakan untuk mengatur besar kecil ukuran suatu objek (Roedavan, 2023).

2.10 Blender



Gambar 2 Logo aplikasi *blender*



adalah *software modelling*, *rendering*, dan animasi *3D* yang memiliki logo seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 yang kini menjadi animator Indonesia dan seluruh dunia. Ukurannya yang (50 MB),

kecepatan, kemudahan dan kelengkapannya bisa mengalahkan seniornya *3D Max* dan *Autodesk Maya*. Selain *modelling* dan animasi *3D*, *blender* juga bisa untuk *video editing*, *video effect*, *image retouching*, *game development*. *Blender* dapat digunakan untuk merancang animasi. *Ton Roosendaal*, pendiri *Not a Number Technologies (NaN)* adalah orang yang memprakarsai penciptaan *blender*. *Blender* dikembangkan bersama rumah produksi studio animasi di Belanda yaitu *NeoGeo*. *Blender* memiliki beberapa jendela atau *window* dalam tampilan utamanya. Setiap jendela memiliki *tools*-nya masing-masing yang dipisahkan oleh *border*. Fitur *blender* termasuk pemodelan *3D*, *unwrapping UV*, *texturing*, *rigging* dan *skinning*, *fluid and smoke simulation*, *particle simulation*, *animating*, *match moving*, *camera tracking*, *rendering*, *video editing* dan *compositing* (Marlianto, 2021).

2.11 VR Development Life Cycle (VRDLC)

Menurut Yudhanto & Sulistiawan (2022), dalam Panduan Aplikasi *Virtual Reality* (VR), inti model dari VRDLC ini adalah pengembangan dari metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther – Sutopo dan versi Vaughan. VRDLC meliputi proses perancangan dan pembuatan sampai akhir dengan melalui 6 tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3, yakni; *Concept*, *design*, *material collecting*, *assembly*, *testing*, dan *distribution*.



Gambar 3 Tahapan MDLC



1. Konsep (*Concept*)

Tahap *concept* merupakan tahap yang melibatkan penentuan tujuan dan pengguna program (*audience identification*), berbagai jenis aplikasi, tujuan dari aplikasi tersebut, serta spesifikasi umumnya. Pada tahap ini, aturan dasar untuk perancangan juga ditetapkan, termasuk ukuran aplikasi, target pengguna, dan faktor-faktor lainnya. Adapun output dari tahap konsep biasanya berupa dokumen yang bersifat naratif untuk mengungkapkan tujuan proyek yang ingin dicapai.

2. Perancangan (*Design*)

Design merupakan tahap penentuan spesifikasi suatu program secara rinci baik itu dari segi arsitektur, gaya, tampilan, dan kebutuhan material/bahan lain yang diperlukan. Adapun spesifikasinya dibuat serinci mungkin untuk mengurangi peluang terjadinya pengambilan keputusan baru dimana pada tahap selanjutnya yaitu *material collecting* dan *assembly* cukup menggunakan keputusan yang telah ditentukan pada tahap *design*. Meskipun demikian, pada proses perealisasiannya masih sering terjadi penambahan, pengurangan bahkan penghilangan bahan serta perubahan-perubahan lainnya pada proses pengerjaan proyek.

Pada tahap ini, biasanya digunakan *storyboard* untuk menguraikan setiap adegan dengan menyertakan elemen multimedia untuk menggambarkan hubungan antara satu *scene* dengan *scene* lainnya. Adapun pembuatan *storyboard* dapat mengikuti metode yang umumnya digunakan dalam pembuatan film/animasi, atau dapat juga menggunakan metode yang biasa dipakai dalam multimedia yang hanya mengandalkan teks tanpa elemen visual.

3. Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan sesuai dengan kebutuhan proyek yang sedang dikerjakan, seperti gambar *clip art*, foto, animasi, video, audio, dan bahan lain yang dibutuhkan sesuai dengan rencana proyek.

ses ini dapat dilakukan secara paralel dengan tahap *assembly*, meskipun am beberapa kasus, *material collecting* dan *assembly* dilakukan secara ar dan tidak sejalan (Sasmita, Putrama, & Santyadiputra, 2022)



4. Perakitan (*Assembly*)

Tahap *Assembly* merupakan tahap yang melibatkan pembuatan seluruh objek atau komponen multimedia yang diperlukan untuk pembuatan aplikasi. Proses pembuatan ini mengikuti desain awal, seperti *storyboard*, bagan alur, dan/atau struktur navigasi yang telah ditentukan sebelumnya.

5. Pengujian (*Testing*)

Tahap pengujian dilakukan setelah tahap perakitan selesai, dengan menjalankan *prototype* atau program. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi kesalahan yang mungkin terjadi, yang kemudian dapat diperbaiki guna mengurangi kesalahan-kesalahan yang terjadi sebelum *prototype* rilis. Meskipun tahap *concept*, *design*, dan *material collecting prototype* telah diselesaikan, hal tersebut tidak menjamin bahwa *prototype* tersebut bebas dari kesalahan. Tahap pengujian tetap menjadi langkah kunci untuk memastikan kualitas dan kinerja yang optimal sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya dalam pengembangan.

6. Distribusi (*Distribution*)

Tahap distribusi merupakan tahap proses pembangunan *prototype* ke dalam sebuah wadah untuk nantinya dihasilkan sebuah aplikasi.

2.12 Penelitian yang Relevan

1. Yoel Sitohang. *Rancang Bangun Aplikasi Praktikum Fisika Prodi Teknik Elektro UIN Suska Riau Menggunakan Teknologi Virtual Reality dengan Bantuan Web Simulasi Olabs dan PhET* (Jurnal Penelitian Tugas Akhir, 2022). Dalam penelitiannya menunjukkan penerapan media pembelajaran berbasis teknologi *virtual reality* kedalam praktikum fisika dimana pada perancangannya menggunakan metode *waterfall*. Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengimplementasikan modul praktikum kedalam bentuk *virtual reality*, membuat kegiatan praktikum secara daring dan tidak membosankan serta untuk memperkenalkan inovasi di dunia pendidikan secara daring dalam bentuk *virtual reality* untuk memperkenalkan teknologi *virtual reality* dalam kegiatan secara *real time*. Manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk memperkenalkan alat



praktikum secara *virtual*, menjadi inovasi dalam melakukan pembelajaran dimasa depan, serta menjadi alternatif dalam melakukan pembelajaran secara daring.

Persamaan dari penelitian ini yaitu adanya penerapan penggunaan teknologi *virtual reality* dalam pembelajaran praktikum. Sedangkan perbedaannya yaitu pada jenis praktikum yang dilakukan yaitu praktikum fisika.

2. Abdul Aziz Al Jabbar. *Perancangan Aplikasi Virtual Reality Menggunakan Multimedia Development Life Cycle untuk Menunjang Proses Pembelajaran Explore Engine di Laboratorium Sistem Manufaktur UII* (2020). Dalam penelitiannya menunjukkan proses pembangunan *prototype* aplikasi dengan sistem *virtual reality* menggunakan metode MDLC untuk dapat menghasilkan sebuah pembelajaran baru berupa *explore engine* dengan menggunakan teknologi *virtual reality* sebagai media yang bersifat interaktif sehingga dapat meningkatkan kapabilitas Laboratorium Sistem Manufaktur pada media pembelajaran. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi *prototype* berhasil dikembangkan menggunakan metode MDLC yang terdiri dari enam tahap: concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Dimana hasil uji yang merupakan salah satu tahap dari metode MDLC didapatkan bahwa aplikasi memiliki respon yang positif saat digunakan, namun masih terdapat beberapa kekurangan dalam kompleksitas fitur yang masih sedikit dalam aplikasi *explore engine*.
3. Qinandea Nurmalasi, dkk. *Teknologi Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Praktikum Elektronika Telekomunikasi* (Jurnal Ilmiah KOMPUTASI, Vol. 20, No. 3, 2021) dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa dengan adanya penggunaan teknologi *virtual reality* pada aplikasi LABSIM dapat mempermudah baik dosen maupun mahasiswa dalam memperkenalkan laboratorium elektronika komunikasi serta mempelajari alat-alat yang akan digunakan di dalam praktikum tersebut. Aplikasi BSIM juga diharapkan dapat menunjang kegiatan pembelajaran secara *real* di era Covid-19 sehingga mahasiswa mendapatkan pemahaman



khususnya tentang praktikum elektronika tanpa melakukan pembelajaran tatap muka.

Persamaan dalam penelitian ini adalah pengembangan media pembelajaran praktikum berbasis *virtual reality*. Sedangkan perbedaannya adalah pada penelitian ini digunakan untuk praktikum elektronika telekomunikasi.

4. Muhammad Fadli Prathama, dkk. *Penerapan Semi-Immersion Virtual Reality untuk Simulasi Instalasi Transmisi Listrik* (KILAT, Vol. 10, No. 1, 2021). Dalam penelitiannya menunjukkan penerapan media pembelajaran berbasis *virtual reality* yang bertujuan untuk pembuatan simulasi instalasi jaringan listrik distribusi. dengan menggunakan metode MDLC dalam pengembangan aplikasinya. Dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang dikembangkan untuk menjamin kualitas dan mengidentifikasi kelemahan dari perangkat lunak. Pengujian dilakukan melalui kuesioner dengan 10 pertanyaan yang mencakup aspek tampilan, kemudahan pemahaman, manfaat aplikasi dalam proses workshop atau pembelajaran instalasi busi jaringan, kualitas gambar, waktu yang dibutuhkan saat menjalankan aplikasi, tingkat pemahaman pengguna terhadap aplikasi, kesesuaian tombol dan tulisan, serta kenyamanan penggunaan aplikasi secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 10 pertanyaan, nilai rata-rata untuk seluruh pertanyaan adalah 69,2%. Prosentase ini mengindikasikan bahwa aplikasi mendapatkan nilai rata-rata yang cukup baik dari responden. Meskipun nilai rata-rata yang diperoleh mencapai 69,2%, yang dapat dianggap sebagai hasil yang cukup baik, masih terdapat ruang untuk perbaikan. Beberapa aspek yang dapat diperbaiki antara lain meningkatkan tampilan agar lebih menarik, memastikan bahwa menu-menu di aplikasi mudah dipahami oleh pengguna, serta mengoptimalkan kualitas gambar agar sesuai dengan harapan. Selain itu, peningkatan kompleksitas dan jumlah fitur dalam aplikasi juga dapat meningkatkan tingkat kenyamanan manfaat penggunaan aplikasi tersebut.

Persamaan dalam penelitian ini yaitu penelitian berfokus pada pengembangan aplikasi berbasis *virtual reality* untuk tujuan pembelajaran



atau simulasi. Adapun perbedaannya yaitu objek pada penelitian ini berfokus pada simulasi sistem manufaktur.

5. Herman Thuan To Saurik, dkk. *Teknologi Virtual Reality untuk Media Informasi Kampus* (Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), Vol. 6, No.1, hlm.71-76, 2019). Penelitian ini membahas tentang pengembangan media informasi berbasis *Virtual Reality* (VR) untuk gedung kampus, dengan tujuan menyajikan lingkungan gedung kampus secara interaktif dan komunikatif kepada pengguna. Penelitian ini menggunakan teknologi VR dan media informasi berupa aplikasi *mobile* dengan *output* VR. Dimana hasil dari penelitian ini adalah bahwa aplikasi VR untuk gedung kampus ini berhasil menghadirkan lingkungan gedung secara interaktif dan memberikan informasi yang dinamis kepada pengguna. Penggunaan VR sebagai media informasi memberikan potensi yang besar untuk meningkatkan cara penyajian informasi yang lebih menarik dan interaktif. Media informasi VR ini dapat menjadi solusi untuk menyampaikan pesan dengan lebih baik, tepat, cepat, dan bermanfaat kepada pengguna, terutama dalam lingkungan gedung kampus.
6. Soni Ariatama, dkk. *Penggunaan Teknologi Virtual Reality (VR) Sebagai Upaya Eskalasi Minat dan Optimalisasi dalam Proses Pembelajaran Secara Online Di masa Pandemi* (2021). Metode penelitian yang digunakan adalah *library research* dengan pendekatan *literature review*, yang melibatkan pengumpulan dan analisis berbagai bahan dan informasi dari dokumentasi dan refleksi yang telah disusun. Dalam penelitian ini, para peneliti menyajikan argumen tentang potensi penggunaan teknologi VR dalam pendidikan sebagai alternatif media pembelajaran yang baru dan menyenangkan bagi siswa.

Hasil dan pembahasan penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi VR dalam pendidikan dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar secara *online*. VR memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik, dengan memberikan pengguna suasana seperti ada di dalam lingkungan pembelajaran yang nyata. Dengan



menggunakan *smartphone* dan bantuan *Google Cardboard*, siswa dapat mengakses dunia VR dengan mudah.

Persamaan pada penelitian yang dilakukan yaitu membahas tentang penerapan serta manfaat teknologi VR yang digunakan pada dunia pendidikan. Sedangkan perbedaanya penelitian ini merupakan ulasan berdasarkan literatur penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dari sumber-sumber terpercaya.

