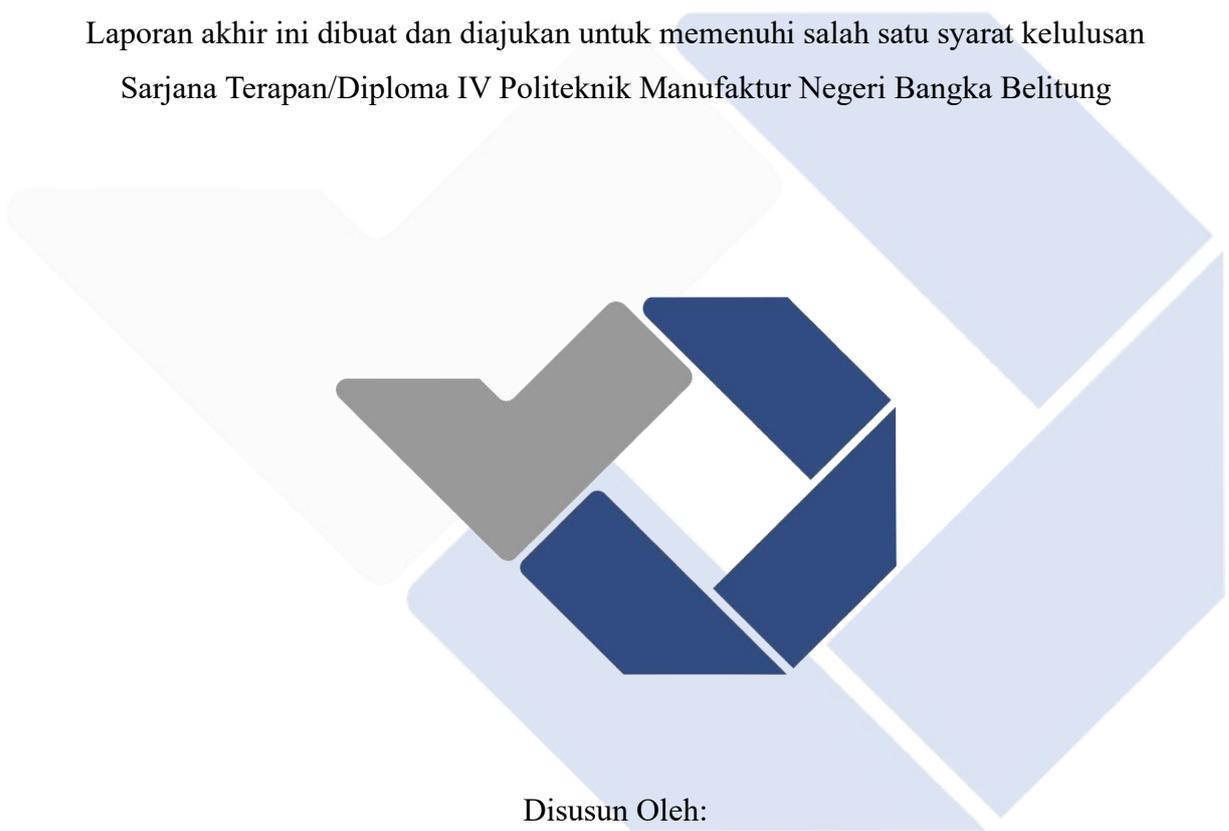


**RANCANG BANGUN LABORATORIUM VIRTUAL
FARMASI SMK NEGERI 5 PANGKALPINANG**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Naza Hardiansyah NIM: 1062250

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL PROYEK AKHIR
RANCANG BANGUN LABORATORIUM VIRTUAL
FARMASI SMK NEGERI 5 PANGKALPINANG**

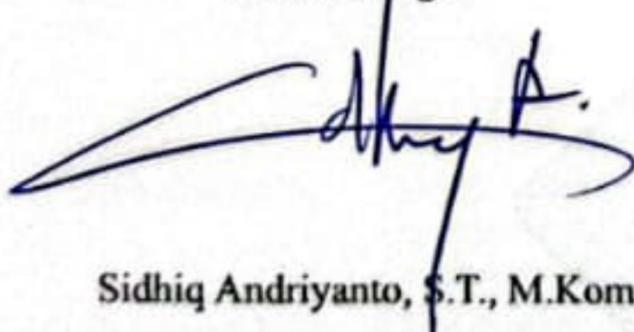
Oleh:

Naza Hardiansyah / 1062250

Laporan ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



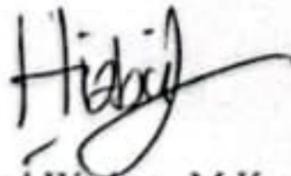
Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom.
NIP. 199007182019031011

Pembimbing 2



Indra Irawan, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199507312024061002

Penguji 1



M. Hizbul Wathan, M.Kom.
NIP. 198904182024061001

Penguji 2



M. Syafrizal Zain, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199304292024061001

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Naza Hardiansyah

NIM : 1062250

Dengan Judul : Rancang Bangun Laboratorium Virtual Farmasi SMK
Negeri 5 Pangkalpinang.

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 18 Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan



.....

Naza Hardiansyah

ABSTRAK

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, pemanfaatan media pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) menjadi alternatif inovatif untuk meningkatkan kualitas pendidikan, khususnya dalam pembelajaran praktik laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan media pembelajaran laboratorium virtual berbasis VR yang memuat alat-alat laboratorium farmasi di SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Pengembangan dilakukan menggunakan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), dengan memanfaatkan perangkat lunak Unity dan Blender untuk membangun lingkungan tiga dimensi serta bahasa pemrograman C# untuk mengatur interaksi pengguna. Aplikasi dijalankan melalui perangkat Oculus Quest dan dilengkapi dengan fitur eksplorasi alat laboratorium, informasi fungsionalitas, simulasi, serta evaluasi berbentuk kuis. Website pendukung berbasis PHP dan MySQLi digunakan oleh guru untuk mengelola nilai siswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur berfungsi dengan baik berdasarkan uji black box dan white box. Uji kelayakan pengguna (User Acceptance Test) memperoleh tingkat kepuasan sebesar 92,5% dari guru dan 91,62% dari siswa. Selain itu, terdapat peningkatan nilai rata-rata siswa sebesar 5,75 poin dari pre-test ke post-test, yaitu dari 84 menjadi 89,75. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran ini efektif dalam meningkatkan pemahaman, minat, dan motivasi belajar siswa, serta sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif di lingkungan SMK.

Kata kunci: *Virtual Reality, Laboratorium Virtual, Farmasi, SMK, Media Pembelajaran, ADDIE, Oculus Quest.*

ABSTRACT

Alongside rapid technological advancement, the use of Virtual Reality (VR)-based learning media has emerged as an innovative solution to enhance the quality of education, particularly in practical laboratory learning. This study aims to design and develop a virtual laboratory learning media focused on pharmaceutical laboratory tools for students at SMK Negeri 5 Pangkalpinang. The development process follows the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), utilizing Unity and Blender to build 3D environments and the C# programming language for user interaction. The application runs on the Oculus Quest device and features laboratory equipment exploration, tool information, simulations, and quiz-based evaluations. A supporting website, developed with PHP and MySQLi, allows teachers to manage student assessment data. Testing results show that all features function properly based on black box and white box testing methods. User Acceptance Testing (UAT) reveals a satisfaction level of 92.5% from teachers and 91.62% from students. Additionally, the average student score increased by 5.75 points, from 84 (pre-test) to 89.75 (post-test). These findings indicate that the learning media is effective in enhancing students' understanding, interest, and learning motivation, and is highly feasible to be implemented as an interactive learning tool in vocational high schools.

Keywords: *Virtual Reality, Virtual Laboratory, Pharmacy, Vocational School, Learning Media, ADDIE, Oculus Quest*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan akhir penelitian yang berjudul: “Rancang Bangun Laboratorium Virtual Farmasi SMKN Negeri 1 Pangkalpinang.”

Laporan akhir ini disusun sebagai bagian dari syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak terlepas dari doa, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak yang dengan tulus dan ikhlas telah membantu dalam proses penyelesaian laporan ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan petunjuk-Nya.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Ibu Yang Agita Rindri, S.Kom., M.Eng. selaku Kepala Jurusan Informatika dan Bisnis.
4. Bapak Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom. Selaku Kepala Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom. dan Bapak Indra Irawan, S.Kom., M.Kom. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan hingga penulis mampu menyelesaikan proyek akhir ini.

6. Ibunda Nurhidayah sosok yang sangat berarti dan berperan besar dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas doa-doa semasa hidup yang mengantarkan penulis sampai pada titik ini.
7. Ayahanda Ahadi sosok hebat yang menjadi sumber semangat dan motivasi dalam hidup penulis. Terima kasih atas kepercayaan, cinta, doa, motivasi, serta nasihat tiada henti yang selalu diberikan.
8. Keluarga besar penulis, khususnya kakak dan adik yang telah membantu, mendukung, dan berperan penting dalam perjalanan pendidikan penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis: Melabun Sekawan Geng, Terima kasih atas doa dan dukungan yang tulus selama ini.
10. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian proyek akhir ini.
11. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri, Naza Hardiansyah. Terima kasih karena telah bertahan sejauh ini. Terima kasih karena tidak menyerah ketika jalan di depan terasa gelap, ketika keraguan datang silih berganti, dan ketika langkah terasa berat untuk diteruskan. Terima kasih karena tetap memilih untuk melanjutkan, walau seringkali tidak tahu pasti ke mana arah ini akan membawa. Terima kasih karena telah menjadi teman paling setia bagi diri sendiri, hadir dalam sunyi, dalam lelah, dalam diam yang penuh tanya. Terima kasih karena sudah mempercayai proses, meski hasil belum sesuai harapan. Meski harus menghadapi kegagalan, kebingungan, bahkan perasaan ingin menyerah. Terima kasih karena tetap jujur pada rasa takut, namun tidak membiarkan rasa takut itu membatasi langkah. Karena keberanian bukanlah ketiadaan rasa takut, melainkan keinginan untuk tetap bergerak meski ketakutan masih melekat erat. Dan yang paling penting, terima kasih karena sudah berani memilih, memilih untuk mencoba, memilih untuk belajar, dan memilih untuk menyelesaikan apa yang telah kamu mulai.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan kata dan kekeliruan dalam penulisan. Penulis juga sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas segala perhatian dan semoga laporan ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun para pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sungailiat, 18 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Laboratorium Farmasi	9
2.2 Teknologi <i>Virtual Reality (VR)</i>	9
2.3 Teknologi <i>Virtual Reality (VR)</i> Dalam Pendidikan	10
2.4 Implementasi <i>Website</i>	10
2.5 Implementasi Metode <i>ADDIE</i>	11
2.6 Alat Pendukung Dalam Rancang Bangun Laboratorium <i>Virtual</i>	11
2.6.1 Unity	11
2.6.2 Blender.....	12
2.6.3 Visual Studio Code	14
2.6.4 MySQLi	14
2.6.5 Laragon.....	15
2.6.6 Canva	16

2.6.7 <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	17
2.6.8 Bootstrap.....	21
2.6.9 Draw.io.....	23
2.6.10 Visual Studio.....	23
2.7 Pengujian Sistem	24
2.7.1 Pengujian Fungsional Sistem.....	25
2.7.2 <i>User Acceptance Testing (UAT)</i>	25
2.8 Perhitungan Kuesioner	26
2.9 Pengujian <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	27
BAB III METODE PELAKSANAAN	28
3.1 Diagram Alir.....	28
3.2 Identifikasi Masalah	28
3.3 Pengumpulan Data.....	29
3.4 Metode Pengembangan Sistem.....	34
3.5 Hasil Analisa Kebutuhan	36
3.6 Hasil Rancangan <i>Design</i> (Desain).....	51
3.7 <i>Develop</i> (Pengembangan).....	60
3.8 <i>Implement</i> (Implementasi).....	62
3.9 <i>Evaluate</i> (Evaluasi)	63
3.10 Pengujian.....	63
3.11 Laporan.....	64
BAB IV PEMBAHASAN.....	65
4.1 Tampilan Antarmuka	65
4.1.1 Pembuatan 3D <i>Assets</i>	65
4.2 Struktur dan Pengelolaan <i>Asset</i> di Unity	75
4.2.1 Folder <i>Assets</i>	75
4.3 Struktur <i>Scene</i> Laboratorium Farmasi (<i>VRLab</i>).....	89
4.3.1 Rician Struktur.....	89
4.4 Struktur Komponen <i>GameObject</i>	94
4.5 Tampilan Antarmuka Media Pembelajaran (Siswa).....	103
4.5.1 <i>Main Menu</i>	103

4.5.2 Menu <i>Instruction</i>	103
4.5.3 <i>Select Menu</i>	105
4.5.4 Menu Materi	107
4.5.5 Menu <i>Quiz</i>	107
4.5.6 <i>Quiz Questions</i>	108
4.5.7 <i>Quiz Summary</i>	109
4.5.8 Menu Simulasi	111
4.6 Tampilan Antarmuka <i>Website</i> (Guru).....	115
4.6.1 <i>Form Login</i>	115
4.6.2 <i>Form Lupa Password (Input Email)</i>	116
4.6.3 <i>Form Lupa Password (Input Kode OTP)</i>	117
4.6.4 <i>Form Lupa Password (Input Password Baru)</i>	117
4.6.5 <i>Form Dashboard</i>	118
4.6.6 <i>Form Data Quiz</i>	119
4.6.7 <i>Form Profile</i>	119
4.7 Hasil Implementasi.....	120
4.7.1 Media Pembelajaran (Siswa).....	121
4.7.2 <i>Website</i> (Guru)	123
4.8 Evaluasi	125
4.8.1 Hasil Kuesioner.....	125
4.8.2 Hasil Perhitungan <i>User Acceptance Test (UAT)</i>	126
4.8.3 Hasil Perhitungan <i>Pre Test</i> dan <i>Post Test</i>	127
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	129
5.1 Kesimpulan.....	129
5.2 Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA	131

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	4
Tabel 2. 2 Simbol-simbol <i>Use case</i> Diagram.....	18
Tabel 2. 3 Simbol-simbol <i>Activity</i> Diagram.....	19
Tabel 2. 4 Simbol-simbol <i>Class</i> Diagram	20
Tabel 2. 5 Kriteria Skor.....	25
Tabel 2. 6 Kriteria Kelayakan	26
Tabel 2. 7 Perhitungan Kuesioner	26
Tabel 4. 1 Implementasi Media Pembelajaran (Siswa).....	121
Tabel 4. 2 Implementasi <i>Website</i> (guru).....	123
Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner Siswa	125
Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner Guru.....	126
Tabel 4. 5 Hasil <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	28
Gambar 3. 2 Metode Pengembangan ADDIE.....	34
Gambar 3. 3 <i>Use Case</i> Diagram.....	39
Gambar 3. 4 <i>Activity</i> Diagram Login Guru.....	41
Gambar 3. 5 <i>Activity</i> Diagram Guru Kelola Data Nilai Siswa.....	43
Gambar 3. 6 <i>Activity</i> Diagram Kelola Data Profile Guru	45
Gambar 3. 7 <i>Activity</i> Diagram Materi Media Pembelajaran Siswa	46
Gambar 3. 8 <i>Activity</i> Diagram Simulasi Media Pembelajaran Siswa	47
Gambar 3. 9 <i>Activity</i> Diagram Mengerjakan <i>Quiz</i> Media Pembelajaran Siswa ...	49
Gambar 3. 10 <i>Class</i> Diagram.....	50
Gambar 3. 11 Halaman <i>Splashscreen</i>	53
Gambar 3. 12 Halaman <i>Main</i> Menu.....	54
Gambar 3. 13 Halaman <i>Help</i>	55
Gambar 3. 14 Halaman <i>Play</i>	56
Gambar 3. 15 Halaman Materi.....	57
Gambar 3. 16 Halaman Materi.....	57
Gambar 3. 17 Halaman Simulasi	58
Gambar 3. 18 Halaman Simulasi	58
Gambar 3. 19 Halaman <i>Quiz</i>	59
Gambar 3. 20 Halaman <i>Website</i> Guru.....	60
Gambar 4. 1 Microscope Olympus CX23.....	66
Gambar 4. 2 Centrifuge LC-04S	66
Gambar 4. 3 Timbangan Neraca.....	67
Gambar 4. 4 Mortar.....	68
Gambar 4. 5 Gelas Ukur.....	68
Gambar 4. 6 Labu Ukur	69
Gambar 4. 7 Gelas ukur Pyrex	70

Gambar 4. 8 Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy	71
Gambar 4. 9 Rotator Gemmy VRN-200	71
Gambar 4. 10 Botol Obat	72
Gambar 4. 11 Laboratorium Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang.....	72
Gambar 4. 12 <i>Storage</i> (Lemari Kaca)	73
Gambar 4. 13 <i>Table</i> (Meja)	74
Gambar 4. 14 <i>Pigura</i> dan <i>Whiteboard</i>	74
Gambar 4. 15 <i>Chair</i> (Kursi).....	75
Gambar 4. 16 Folder <i>BakeryLightmaps</i>	76
Gambar 4. 17 Folder <i>Images</i>	77
Gambar 4. 18 Folder <i>Models Materials</i>	78
Gambar 4. 19 Folder <i>Models Texture</i>	78
Gambar 4. 20 Folder <i>Models Mesh</i>	79
Gambar 4. 21 Folder <i>Prefabs Models</i>	80
Gambar 4. 22 Folder <i>Prefabs User Interface</i>	81
Gambar 4. 23 Folder <i>Core</i>	81
Gambar 4. 24 <i>InteractableItemDataHandler.cs</i>	82
Gambar 4. 25 <i>InteractableItemInfo.cs</i>	83
Gambar 4. 26 Folder <i>Datas</i>	84
Gambar 4. 27 <i>Questions.json</i>	84
Gambar 4. 28 <i>QuizUI.cs</i>	86
Gambar 4. 29 <i>SummaryUI.cs</i>	86
Gambar 4. 30 <i>InteractableItem.cs</i>	88
Gambar 4. 31 <i>Audio</i>	89
Gambar 4. 32 <i>Models Static</i>	90
Gambar 4. 33 <i>Models Interactable</i>	91
Gambar 4. 34 <i>Lighting</i>	92
Gambar 4. 35 Hasil Penyusunan 3D Laboratorium	93
Gambar 4. 36 <i>Transform</i>	95
Gambar 4. 37 <i>Mesh Filter</i>	96

Gambar 4. 38 <i>Mesh Renderer</i>	97
Gambar 4. 39 <i>Mesh RigidBody</i>	98
Gambar 4. 40 <i>Mesh Box Collider</i>	99
Gambar 4. 41 <i>Mesh XR Grab Interactable</i>	100
Gambar 4. 42 <i>Outlinable (Script)</i>	101
Gambar 4. 43 <i>Interactable Item</i>	102
Gambar 4. 44 <i>Material</i>	102
Gambar 4. 45 <i>Main Menu</i>	103
Gambar 4. 46 <i>Menu Instruction</i>	105
Gambar 4. 47 <i>Select Menu</i>	106
Gambar 4. 48 <i>Menu Materi</i>	107
Gambar 4. 49 <i>Menu Quiz</i>	108
Gambar 4. 50 <i>Quiz Questions</i>	109
Gambar 4. 51 <i>Quiz Summary</i>	111
Gambar 4. 52 <i>Menu Simulasi</i>	112
Gambar 4. 53 <i>Eksplorasi</i>	113
Gambar 4. 54 <i>Interaksi Alat Laboratorium</i>	114
Gambar 4. 55 <i>Grab Alat Laboratorium</i>	115
Gambar 4. 56 <i>Form Login</i>	116
Gambar 4. 57 <i>Form Input Email</i>	116
Gambar 4. 58 <i>Form Input Kode OTP</i>	117
Gambar 4. 59 <i>Form Input Password Baru</i>	118
Gambar 4. 60 <i>Form Dashboard</i>	118
Gambar 4. 61 <i>Form Quiz</i>	119
Gambar 4. 62 <i>Form Profile</i>	120

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2. Hasil Uji Ahli Media
- Lampiran 3. Hasil Uji Ahli Materi
- Lampiran 4. Hasil Uji Kepuasan Pengguna
- Lampiran 5. Hasil Uji *Pre-Test*
- Lampiran 6. Hasil Uji *Post-Test*
- Lampiran 7. Dokumentasi Pengujian
- Lampiran 8. Dokumentasi Penyerahan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi saat ini, teknologi memainkan peran yang semakin penting dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran di berbagai lembaga pendidikan[1]. Salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam dunia pendidikan adalah penggunaan *Virtual Reality (VR)*. Teknologi ini memungkinkan pembelajaran menjadi lebih interaktif, menarik, dan fleksibel dengan menghadirkan pengalaman visualisasi tiga dimensi yang mendalam bagi siswa. Para guru kini mampu memanfaatkan teknologi secara lebih efektif dalam pembelajaran, termasuk penggunaan *VR* untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif. Siswa, di sisi lain, menunjukkan antusiasme tinggi dalam menggunakan *VR* dalam kegiatan belajar mereka. Mereka mengalami peningkatan motivasi dan keterlibatan yang signifikan, menjadikan proses pembelajaran lebih menyenangkan dan efektif [2].

Dalam konteks pendidikan kejuruan, integrasi TIK menjadi solusi penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis praktik. SMK Negeri 5 Pangkalpinang mulai mengadopsi teknologi digital untuk mendukung pembelajaran di laboratorium farmasi. Laboratorium farmasi memiliki peran krusial dalam membantu siswa memahami alat-alat dan prosedur yang digunakan dalam industri farmasi. Melalui pengalaman langsung, siswa dapat mengenali, memahami, dan menggunakan berbagai peralatan yang akan mereka temui di dunia kerja.

Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh SMK Negeri 5 Pangkalpinang adalah keterbatasan fasilitas laboratorium farmasi. Jumlah alat yang terbatas menyebabkan tidak semua siswa dapat menggunakannya secara langsung

dalam praktikum. Selain itu, biaya pengadaan dan pemeliharaan alat laboratorium yang tinggi menjadi kendala bagi sekolah dalam menyediakan fasilitas yang memadai. Hal ini berdampak pada proses pembelajaran yang lebih banyak dilakukan secara teori dibandingkan praktik, sehingga siswa kesulitan memahami konsep eksperimen farmasi dengan optimal.

Selain keterbatasan jumlah alat, risiko kerusakan alat laboratorium juga menjadi tantangan tersendiri. Penggunaan alat yang dilakukan secara bergantian oleh banyak siswa meningkatkan kemungkinan alat menjadi rusak lebih cepat, sehingga semakin membatasi kesempatan siswa untuk melakukan praktikum. Akibatnya, motivasi dan minat belajar siswa dalam bidang farmasi bisa menurun, yang pada akhirnya mempengaruhi hasil belajar mereka. Siswa dengan akses ke laboratorium yang memadai cenderung memiliki pemahaman yang lebih baik dibandingkan mereka yang hanya mengandalkan teori [3].

Melalui laboratorium *virtual* ini, siswa dapat mengeksplorasi berbagai alat laboratorium farmasi dengan visualisasi tiga dimensi yang mendetail. Teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan minat belajar, memperdalam pemahaman siswa tentang dunia farmasi, serta mendukung transformasi pendidikan berbasis teknologi di SMK Negeri 5 Pangkalpinang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat beberapa permasalahan utama yang perlu dipecahkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun laboratorium *virtual* farmasi untuk SMK Negeri 5 Pangkalpinang?
2. Bagaimana efektivitas laboratorium *virtual* farmasi dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap peralatan laboratorium?
3. Bagaimana laboratorium *virtual* farmasi dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa jurusan farmasi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi dikembangkan khusus siswa Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Pangkalpinang.
2. Media pembelajaran ini hanya berfokus pada pengenalan alat laboratorium farmasi yang digunakan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Pangkalpinang. Alat yang dimodelkan dan ditampilkan dalam aplikasi merupakan alat-alat laboratorium farmasi yang benar-benar tersedia dan digunakan di sekolah tersebut.
3. Aplikasi media pembelajaran hanya dapat di-*instal* di Meta Quest.
4. Platform yang digunakan untuk pengembangan adalah Unity.
5. *Website* hanya digunakan untuk keperluan guru dalam melakukan proses *CRUD (Create, Read, Update, Delete)* nilai siswa dan mengelola *profile* pengguna. Soal kuis tidak diambil dari *website*, melainkan sudah ditanam langsung di dalam kode aplikasi.
6. Simulasi laboratorium dalam aplikasi disesuaikan dengan dimensi ruang laboratorium farmasi di SMK Negeri 5 Pangkalpinang, yaitu 17 meter x 6 meter, sehingga lingkungan *virtual* menggambarkan kondisi nyata laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun laboratorium *virtual* farmasi untuk SMK Negeri 5 Pangkalpinang.
2. Meningkatkan pemahaman siswa terhadap peralatan laboratorium farmasi tanpa bergantung pada keterbatasan alat fisik.
3. Meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa jurusan farmasi melalui metode pembelajaran yang lebih interaktif dan inovatif.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk membandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki topik serupa dengan penelitian ini. Tujuannya adalah untuk melihat pendekatan, metode, dan hasil yang telah dicapai dalam pengembangan *Virtual Laboratory* sebagai media pembelajaran. Berikut ini merupakan hasil tinjauan dari beberapa penelitian sebelumnya:

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Judul	Hasil	Perbandingan
1.	Rancang Bangun Program Aplikasi <i>Virtual Reality</i> Pada Pembelajaran Praktikum <i>Online</i> Berbasis Oculus [4].	Aplikasi ini dibuat untuk membantu mahasiswa memahami materi listrik dasar selama kuliah daring. Proses pengembangannya menggunakan metode <i>prototyping</i> , dengan Unity 3D sebagai platform utama dan dukungan dari aset Oculus SDK. Dua jenis aplikasi dikembangkan: simulasi pengenalan alat dasar dan simulasi praktik elektro. Pengguna dapat merasakan praktik secara langsung di dunia <i>virtual</i> menggunakan perangkat	Sementara itu, sistem <i>virtual</i> farmasi yang dibuat di SMK Negeri 5 Pangkalpinang juga menggunakan <i>VR</i> , namun difokuskan untuk memperkenalkan alat laboratorium farmasi kepada siswa SMK yang terbatas akses alat praktik. Platform yang digunakan lebih disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran farmasi dan dilengkapi <i>quiz</i>

Oculus Quest. Hasil uji coba menunjukkan bahwa mahasiswa dapat memahami materi dengan lebih baik dalam dunia *virtual*. Namun, beberapa kendala masih ditemukan, terutama dalam interaksi antar pengguna dan antarmuka yang perlu lebih disederhanakan.

<p>2. <i>Virtual</i> Laboratorium Teknik Digital berbasis <i>Mobile Virtual Reality</i> [5].</p>	<p>Simulasi ini memungkinkan pengguna mempelajari dasar-dasar teknik digital, seperti karakteristik IC dan logika gerbang, melalui dunia <i>virtual</i>. Aplikasi dikembangkan menggunakan Unity 3D dan dijalankan lewat perangkat Android berbasis <i>VR</i>. Metodenya adalah pengembangan multimedia yang bertahap mulai dari analisis kebutuhan hingga tahap pengujian.</p>	<p>Konsep ini mirip dengan <i>Virtual Lab</i> Farmasi yang juga memanfaatkan perangkat <i>VR</i>, hanya saja fokus materi berbeda. Teknik digital lebih ke arah elektronika dasar, sementara farmasi lebih ke pengenalan alat dan prosedur laboratorium farmasi. Sistem farmasi bahkan memiliki <i>dashboard</i> untuk guru, yang tidak terdapat di sistem ini.</p>
--	---	---

	<p>Hasil evaluasi menunjukkan pengguna merasa lebih mudah memahami konsep yang biasanya sulit dipahami lewat teori saja. Akses melalui <i>smartphone</i> juga memudahkan siswa yang tidak punya fasilitas lab lengkap.</p>
<p>3. Pengembangan Laboratorium Multimedia <i>Virtual</i> sebagai Media Pembelajaran Audio Digital menggunakan Model <i>Game First Person View</i> [6].</p>	<p>Aplikasi ini mengusung model <i>First Person View</i> seperti <i>game</i>, sehingga pengguna seolah berada langsung dalam laboratorium audio digital. Dibuat dengan Unity dan mengedepankan navigasi bebas seperti dalam <i>game FPS</i>. Pengembangannya mengikuti model <i>ADDIE</i> (<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>). Sebanyak 85,4% pengguna menyatakan aplikasi ini mudah digunakan dan mampu menciptakan</p> <p>Jika dibandingkan, lab farmasi juga mengedepankan interaktivitas, tapi dengan perangkat Meta Quest dan fokus ke bidang farmasi. Pendekatan imersif digunakan untuk memperkenalkan alat dan prosedur, bahkan disertai evaluasi berbasis skor untuk memperkuat hasil belajar siswa.</p>

suasana praktik yang realistis. Penggunaan visual interaktif menjadikan proses belajar lebih menarik dibanding metode konvensional.

<p>4. Penerapan Teknologi <i>Virtual Reality</i> Dalam Pengembangan Laboratorium <i>Virtual Kimia</i> Terapan [7].</p>	<p>Sistem ini dikembangkan dengan menggabungkan beberapa platform seperti Moodle sebagai <i>LMS</i>, <i>3DVista</i> untuk visualisasi 360 derajat, dan <i>PhET</i> untuk simulasi interaktif. Metode yang digunakan mengacu pada pengembangan media interaktif, dengan fokus pada efektivitas penggunaan. Hasil akhirnya berupa laboratorium kimia daring yang bisa diakses dari berbagai browser. Skor <i>System Usability Scale (SUS)</i> mencapai 74,2, yang menunjukkan aplikasi ini mudah digunakan dan cukup efektif. Pengujian kompatibilitas</p>	<p>Berbeda dari pendekatan berbasis <i>website</i> ini, <i>Virtual Lab Farmasi</i> lebih menekankan pada pengalaman langsung dalam lingkungan 3D dengan <i>VR</i>. Siswa menggunakan headset untuk berinteraksi dengan alat-alat laboratorium yang biasanya hanya tersedia secara fisik, memberikan pengalaman yang lebih dalam dan personal.</p>
--	--	---

	menunjukkan performa baik di berbagai perangkat.
--	--

<p>5. Pengembangan <i>Virtual Lab</i> Menggunakan Animasi 3D di Sekolah Alam CEFA Islamic School Provinsi Riau [8].</p>	<p><i>Virtual Lab</i> ini fokus pada materi suhu dan kalor di tingkat SMP dan dibuat menggunakan animasi 3D berbasis Android. Pengembangan dilakukan menggunakan metode <i>4D (Define, Design, Develop, Disseminate)</i>. Aplikasi memungkinkan siswa belajar mandiri lewat <i>smartphone</i>, terutama saat fasilitas praktik terbatas. Hasil validasi konten mendapatkan skor 81,42% dan uji kelayakan mencapai 90,25%, masuk kategori sangat layak. Aplikasi ini berhasil meningkatkan pemahaman konsep dasar fisika serta membuat siswa lebih tertarik mengikuti pelajaran.</p>
---	---

2.2 Laboratorium Farmasi

Laboratorium adalah ruang atau gedung yang digunakan untuk melakukan penelitian, eksperimen, dan berbagai uji coba ilmiah. Namun, laboratorium tidak hanya berarti bangunan dan peralatan. Seiring berjalannya waktu, laboratorium juga dianggap sebagai tempat pembelajaran yang lebih luas untuk bidang studi tertentu. Laboratorium sebenarnya memiliki bentuk yang lebih beragam daripada hanya dianggap sebagai tempat yang penuh dengan peralatan eksperimen dan penelitian. Laboratorium, misalnya, dapat berupa ruang kelas, lingkungan alam, atau bahkan komunitas sosial di mana orang belajar dan melakukan penelitian. Dengan kata lain, laboratorium tidak hanya harus ada secara fisik, tetapi mereka juga dapat hadir sebagai lingkungan yang mendukung pembelajaran dan penelitian [9].

Farmasi adalah profesi yang sangat tertarik pada obat dan dilatih dalam ilmu kedokteran dan kimia untuk memastikan bahwa obat efektif dan aman digunakan. Farmasi berasal dari kata Yunani "*pharmakon*", yang berarti mantra sihir, obat, atau racun, dan merupakan bidang profesional kesehatan yang menggabungkan ilmu kedokteran dan kimia untuk memastikan bahwa obat efektif dan aman digunakan [10].

Laboratorium farmasi adalah fasilitas yang digunakan untuk mengaplikasikan teori keilmuan dalam bidang farmasi, melakukan pengujian, penelitian, serta pembuktian uji coba dengan menggunakan peralatan yang memadai. Laboratorium ini harus didukung oleh staf yang terampil, sistem manajemen yang baik, serta pemanfaatan fasilitas yang efektif dan efisien [11].

2.2 Teknologi *Virtual Reality (VR)*

Tidak ada yang tahu siapa yang pertama kali menggunakan istilah *virtual reality*, tetapi Jaron Lanier adalah orang pertama yang menggunakannya. *Virtual reality (VR)* adalah teknologi yang memungkinkan simulasi dalam bentuk gambar atau video yang dibuat dalam lingkungan imajinatif yang tampak seperti dunia nyata. Gambar dan video ini dirancang dalam format tiga dimensi (3D) dengan

bantuan komputer, memungkinkan pengguna merasakan pengalaman yang seolah-olah mereka benar-benar berada di dalam lingkungan *virtual* tersebut. Dengan berkembangnya, teknologi ini telah digunakan dalam berbagai bidang kehidupan manusia, seperti industri hiburan, kesehatan, pendidikan, manufaktur, dan *e-commerce* [12].

Dalam penelitian ini, teknologi *Virtual Reality* digunakan untuk digunakan untuk merancang dan membangun laboratorium *virtual* farmasi di SMK Negeri 5 Pangkalpinang.

2.3 Teknologi *Virtual Reality* (VR) Dalam Pendidikan

Salah satu penerapan *VR* dalam pendidikan adalah dalam laboratorium *virtual*. Penggunaan aplikasi laboratorium *virtual* dalam analisis farmasi memberikan hasil yang sangat memuaskan. Dari segi konten, aplikasi ini telah berfungsi dengan baik, meskipun masih diperlukan beberapa perbaikan kecil, seperti peningkatan kualitas rekaman video dan audio serta penyempurnaan transisi pergerakan praktikan. Dengan adanya laboratorium *virtual*, mahasiswa tidak hanya menjadi objek pembelajaran yang pasif tetapi juga aktif dalam mengikuti alur pembelajaran yang lebih sistematis [13].

Sebagai media pembelajaran memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan, pemahaman, serta motivasi siswa dalam proses belajar. Pengalaman belajar yang lebih nyata dan interaktif melalui *VR* membuat siswa lebih mudah memahami konsep yang kompleks dibandingkan dengan metode konvensional [14].

2.4 Implementasi *Website*

Website atau situs adalah kumpulan halaman yang berisi berbagai jenis informasi, seperti teks, gambar, animasi, suara, video, dan informasi statis atau dinamis. Halaman-halaman ini terhubung satu sama lain melalui jaringan halaman, yang membentuk struktur yang terorganisir. *Website* sebagai media informasi yang sangat baik karena dapat menyajikan informasi secara cepat, akurat, dan mudah

diakses. Setiap informasi yang ditampilkan di dalamnya dapat dijelaskan secara rinci dan didukung oleh elemen visual seperti gambar atau video untuk memberikan pemahaman yang lebih baik kepada pengguna [15].

2.5 Implementasi Metode ADDIE

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode *ADDIE*. Model ini terdiri dari lima tahapan utama, yaitu *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Model *ADDIE* dipilih karena memberikan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam pengembangan *Virtual Reality* (*VR*). Setiap tahap dalam model ini memastikan bahwa sistem yang dikembangkan memenuhi kebutuhan pengguna, memiliki desain yang efektif, dikembangkan dengan standar yang baik, diimplementasikan dengan optimal, serta dievaluasi untuk meningkatkan kualitasnya. Dengan pendekatan ini, pengembangan *VR* menjadi lebih terarah, interaktif, dan dapat memberikan pengalaman yang lebih realistis bagi pengguna [16].

2.6 Alat Pendukung Dalam Rancang Bangun Laboratorium *Virtual*

Berikut ini alat pendukung dalam rancang bangun laboratorium *virtual* yang memiliki peran penting dalam meningkatkan kinerja dan optimalisasi dalam pengembangan sistem :

2.6.1 Unity

Unity adalah sebuah *game engine* yang dirancang untuk memudahkan individu maupun tim dalam mengembangkan *game* 3D dengan efisien. Secara bawaan, Unity telah dikonfigurasi untuk pembuatan *game* dengan *genre First Person Shooter (FPS)*. Namun, fleksibilitasnya memungkinkan pengembangan berbagai *genre* lain seperti *Role Playing Games (RPG)* dan *Real Time Strategy (RTS)*. Selain itu, Unity memiliki keunggulan sebagai *engine* multiplatform, yang

memungkinkan *game* yang dibuat dapat dipublikasikan ke berbagai sistem operasi dan perangkat, termasuk Windows, Mac, Android, iOS, PlayStation, dan Wii [17].

Beberapa fitur utama dari Unity antara lain:

1. Multiplatform : Dapat dipublikasikan ke berbagai platform seperti Windows, macOS, Android, iOS, PlayStation, Wii, dan lainnya.
2. Fleksibel : Cocok digunakan untuk berbagai genre permainan seperti *First-Person Shooter (FPS)*, *Role-Playing Game (RPG)*, *Real-Time Strategy (RTS)*, dan sebagainya.
3. Antarmuka Visual : Menyediakan editor yang intuitif untuk pengaturan adegan (*scene*), animasi, serta penulisan skrip.
4. Fitur Fisika dan Animasi : Mendukung simulasi fisika dan animasi secara realistis.
5. Toko Aset (*Asset Store*) : Menyediakan ribuan aset siap pakai, seperti model 3D, animasi, efek visual, dan plugin.
6. Pemrograman dengan C# : Mendukung pembuatan logika permainan, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), dan sistem kompleks lainnya menggunakan bahasa pemrograman C#.
7. Grafis Waktu Nyata (*Real-Time Graphics*) : Menyediakan kualitas visual tinggi melalui fitur seperti *Shader Graph* dan *VFX Graph*.
8. Dukungan Realitas *Virtual* dan Augmentasi : Mendukung pengembangan proyek berbasis *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)*.
9. Analitik dan Monetisasi : Tersedia fitur bawaan untuk menganalisis perilaku pemain dan menayangkan iklan.
10. Komunitas yang Besar : Didukung dokumentasi yang lengkap serta forum pengguna yang aktif.

2.6.2 Blender

Blender adalah perangkat lunak 3D yang gratis dan *open-source*. Mulai dari *modeling*, *rigging*, animasi, simulasi, *rendering*, *compositing*, dan pelacak gerakan,

aplikasi ini menawarkan berbagai fitur lengkap untuk proses pengembangan 3D. Blender juga mendukung pembuatan *game* dan pengeditan video. Blender menyediakan *Application Programming Interface* berbasis Python untuk pengguna yang mahir, yang memungkinkan mereka untuk menulis kode dan membuat *tools* khusus sesuai kebutuhan. Blender adalah pilihan yang ideal untuk studio kecil atau orang-orang yang ingin berkarya dalam desain dan animasi 3D karena pendekatan yang fleksibel dan proses pengembangan yang responsif [18].

Beberapa fitur utama dari Blender antara lain:

1. Gratis dan *Open-Source* : Blender merupakan perangkat lunak yang sepenuhnya gratis dan bersifat *open-source*, sehingga dapat digunakan, dimodifikasi, dan dikembangkan secara bebas oleh siapa saja.
2. Pemodelan 3D yang Lengkap : Menyediakan berbagai fitur pemodelan 3D yang kuat, seperti *sculpting*, pengeditan *mesh*, dan fitur pemodelan lainnya.
3. Animasi dan *Rigging* : Mendukung proses pembuatan animasi secara lengkap, termasuk animasi karakter dan objek melalui sistem *rigging* yang canggih.
4. Simulasi : Mampu mensimulasikan berbagai elemen fisik seperti asap, cairan, rambut, kain, dan lainnya untuk menghasilkan efek yang realistis.
5. Rendering : Dilengkapi dengan dua mesin rendering, yaitu *Cycles* dan *Eevee*, yang memungkinkan pengguna memperoleh hasil visual dengan kualitas tinggi dan realistis.
6. Compositing dan Efek Visual (*VFX*) : Menyediakan fitur compositing internal serta dukungan untuk pelacakan gerakan (*motion tracking*) yang bermanfaat dalam proses produksi efek visual.
7. Dukungan untuk Pengembangan *Game* : Blender memungkinkan pembuatan model dan animasi yang dapat digunakan langsung dalam pengembangan permainan (*game development*).
8. Penyuntingan Video : Terdapat fitur penyunting video yang mendukung proses pengeditan dari tingkat dasar hingga lanjutan.

9. Antarmuka Pemrograman Aplikasi (*API*) Python: Menyediakan *API* berbasis Python yang memungkinkan pengguna membuat skrip dan alat khusus untuk mempercepat alur kerja (*workflow*).
10. Fleksibel dan Ringan: Cocok digunakan oleh individu kreatif maupun studio kecil karena tidak membutuhkan spesifikasi perangkat keras yang tinggi.

2.6.3 Visual Studio Code

Menggunakan Visual Studio Code sebagai *text editor*, pengetikkan kode menggunakan Visual Studio Code yang sangat mendukung *environment program language* PHP. Pengirganisasian suatu *DBMS* menggunakan MySQLi yang umum untuk digunakan [19].

Beberapa fitur utama dari Visual Studio Code antara lain:

1. Visual Studio Code (VS Code) : *Text editor* yang mendukung berbagai bahasa pemrograman, termasuk PHP.
2. Lingkungan *Coding* Nyaman : Fitur seperti IntelliSense, *debugging*, dan *extensions* mempermudah penulisan kode.
3. Integrasi MySQLi : Mudah diintegrasikan dengan ekstensi MySQLi untuk pengelolaan basis data secara efisien.
4. Ringan dan Cepat : Performa cepat meskipun memiliki banyak fitur.
5. *Extensibility* : Bisa ditambah ekstensi sesuai kebutuhan (PHP *tools*, *database manager*).

2.6.4 MySQLi

Berbagai perangkat lunak, termasuk MySQLi, telah diperbarui seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi. Michael Monty Widenius bekerja sama dengan perusahaan perangkat lunak asal Swedia TeX untuk mengembangkan MySQLi, yang merupakan pengembangan lanjutan dari proyek UNIREG. MySQLi adalah sistem manajemen basis data (*DBMS*) *open-source* yang tersedia dalam dua bentuk lisensi: gratis, yang dapat digunakan secara bebas, dan *shareware*, yang

memiliki batasan tertentu. Namun, lisensi GNU General Public License (GPL) memungkinkan MySQLi digunakan secara gratis untuk tujuan pribadi maupun bisnis. MySQLi menggunakan konsep struktur data berbasis tabel, yang terdiri dari baris dan kolom, untuk mengelola dan menyimpan data secara sistematis. Ini merupakan bagian dari kategori *Relational Database Management System (RDBMS)* [20].

Beberapa fitur utama dari MySQLi antara lain:

1. *Open-Source & Fleksibel*: Gratis di bawah lisensi GNU GPL dan juga tersedia versi berbayar dengan fitur tambahan.
2. *Struktur Data Berbasis Tabel*: Menggunakan model *Relational Database Management System (RDBMS)* dengan baris dan kolom.
3. *Performa Cepat & Handal*: Dioptimalkan untuk menangani banyak data dengan kecepatan tinggi.
4. *Dukungan Multi-Platform*: Bisa dijalankan di berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan macOS.
5. *Bahasa Query Standar (SQL)*: Menggunakan perintah SQL yang mudah dipahami dan dipelajari.
6. *Keamanan Data*: Memiliki fitur *user privilege* dan enkripsi untuk melindungi data.
7. *Replikasi & Backup*: Mendukung replikasi data dan metode *backup* untuk mencegah kehilangan data.
8. *Integrasi Luas*: Mudah diintegrasikan dengan berbagai bahasa pemrograman seperti PHP, Python, dan Java.

2.6.5 Laragon

Laragon merupakan perangkat lunak gratis yang berfungsi sebagai localhost atau *server* mandiri, mendukung berbagai sistem operasi. Perangkat ini dilengkapi dengan berbagai layanan dan fitur yang memudahkan pengembangan aplikasi, seperti Apache, PHP *Server*, PhpMyAdmin, MySQLi, Memcached, Redis,

Composer, Xdebug, Cmdre, dan Laravel. Dengan kemampuannya yang fleksibel, Laragon menjadi pilihan ideal bagi pengembang untuk membuat dan mengelola lingkungan pengembangan secara efisien [21].

Beberapa fitur utama dari Laragon antara lain:

1. *Gratis & Ringan* : Perangkat lunak gratis dengan performa cepat dan penggunaan memori yang rendah.
2. *Mendukung Banyak Layanan* : Dilengkapi dengan Apache, PHP, MySQL, PhpMyAdmin, Redis, Memcached, Composer, Xdebug, dan Laravel.
3. *Portable & Fleksibel* : Bisa dipindahkan tanpa perlu instalasi ulang, cocok untuk pengembangan di berbagai perangkat.
4. *Custom Domain Lokal* : Memungkinkan pembuatan domain lokal dengan mudah, seperti *project.test* alih-alih localhost atau *project*.
5. *Quick Setup* : Instalasi dan konfigurasi hanya butuh beberapa klik, langsung siap pakai.
6. *Support Multi-PHP* : Bisa menjalankan berbagai versi PHP tanpa konflik.
7. *Terminal Terintegrasi* : Dilengkapi CMD, Git Bash, dan Cmder untuk manajemen proyek lebih efisien.
8. *Autostart Services* : Layanan otomatis berjalan saat Laragon dijalankan, menghemat waktu *setup*.
9. *Isolasi Lingkungan* : Setiap proyek bisa memiliki konfigurasi *environment* tersendiri tanpa mengganggu yang lain.

2.6.6 Canva

Canva adalah platform desain grafis *online* yang memudahkan siapa saja, termasuk pendidik, untuk membuat berbagai media pembelajaran yang menarik dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Dengan beragam fitur dan *template* yang tersedia, pengguna dapat membuat presentasi, poster, pamflet, brosur, infografis, hingga spanduk dengan mudah. Selain itu, Canva juga menyediakan berbagai jenis

format presentasi, seperti presentasi kreatif, pendidikan, bisnis, hingga teknologi, yang mendukung penyampaian informasi secara lebih efektif dan menarik [22].

Beberapa fitur utama dari Canva antara lain:

1. *Template* Siap Pakai : Menyediakan ribuan template untuk berbagai kebutuhan seperti presentasi, poster, infografis, media sosial, hingga undangan.
2. Desain Seret dan Letakkan (*Drag and Drop*) : Memudahkan pengguna menyusun elemen desain hanya dengan menyeret dan meletakkan gambar, teks, ikon, atau elemen lainnya.
3. Koleksi Elemen Desain Lengkap : Canva menawarkan berbagai elemen grafis seperti ikon, ilustrasi, stiker, dan foto gratis maupun berbayar.
4. Teks dengan Beragam Gaya : Memiliki banyak pilihan font dan efek teks yang dapat disesuaikan untuk mempercantik desain.
5. Pengeditan Gambar : Dilengkapi fitur dasar pengeditan foto seperti pemotongan, *filter*, penyesuaian warna, dan penghapusan latar belakang (untuk versi pro).
6. Kolaborasi Tim : Memungkinkan beberapa orang bekerja sama dalam satu desain secara *real-time*.
7. Ekspor dan Berbagi Mudah : Desain bisa diunduh dalam berbagai format seperti PNG, JPG, PDF, atau langsung dibagikan ke media sosial.

2.6.7 Unified Modeling Language (UML)

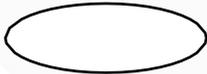
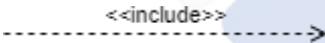
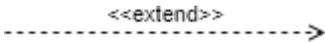
UML adalah salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan *requirement*, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur pemrograman berorientasi objek [23]. *UML* merupakan sebuah pemodelan yang menggambarkan proses pembangunan sistem serta menyajikan rancangan sistem yang akan dikembangkan. Dalam penelitian ini, *UML* digunakan untuk menunjukkan desain dan proses pembangunan laboratorium farmasi berbasis realitas *virtual*, serta tahapan-tahapan pengembangan sistem

tersebut. Hal ini bertujuan untuk membantu penulis dalam menciptakan sistem yang terstruktur dan terorganisir dengan baik.

A. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan sistem informasi yang akan dibuat. *Use case* bekerja dengan mendeskripsikan tipikal interaksi antara user sebuah sistem dengan sistemnya sendiri melalui sebuah cerita bagaimana sistem itu dipakai [23].

Tabel 2. 2 Simbol-simbol *Use case* Diagram

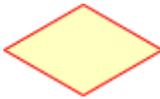
Gambar	Keterangan
	<i>Actor</i> : Entitas atau pengguna yang berperan dalam berinteraksi dengan sistem.
	<i>Use case</i> : Mengilustrasikan fungsi atau layanan yang disediakan oleh sistem kepada <i>actor</i> .
	<i>Include</i> (inklusi) : Menandakan bahwa satu <i>use case</i> memanfaatkan fungsi dari <i>use case</i> lainnya.
	<i>Extend</i> (ekstensi) : menunjukkan bahwa <i>use case</i> satu dapat diperluas oleh <i>use case</i> lain dalam situasi tertentu.
	<i>Association</i> : Menggambarkan hubungan interaksi antara <i>actor</i> dan <i>use case</i> .
	<i>Generalization</i> : Menunjukkan adanya hubungan antara dua <i>use case</i> atau dua

actor yang memiliki karakteristik atau fungsi yang serupa.

B. *Activity* Diagram

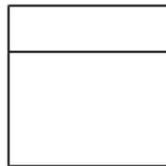
Activity diagram merupakan diagram yang menggambarkan *workflow* atau aktivitas dari sebuah sistem yang ada pada perangkat lunak [23]. Oleh karena itu, diagram ini penting untuk menggambarkan urutan aktivitas yang terjadi dalam sistem informasi yang akan dikembangkan. Diagram aktivitas digambarkan menggunakan simbol-simbol berikut:

Tabel 2. 3 Simbol-simbol *Activity* Diagram

Gambar	Keterangan
	<i>Initial Node</i> : Menandakan awal dari suatu aktivitas atau status awal dari aktivitas tersebut.
	<i>Final Node</i> : Menunjukkan akhir dari aktivitas atau status akhir dari aktivitas tersebut.
	<i>Activity</i> : Menggambarkan aktivitas yang dilakukan dalam sistem.
	<i>Decision</i> : Menunjukkan bahwa aktivitas yang sedang berlangsung memiliki dua opsi keputusan.
	<i>Join</i> : Menandakan penggabungan beberapa aktivitas menjadi satu.



Line Connector : Berfungsi untuk menghubungkan alur antara simbol-simbol yang ada.



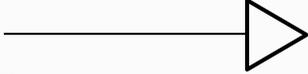
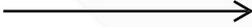
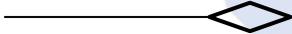
Swimlane : Digunakan untuk menggambarkan siapa yang bertanggung jawab atas subset aktivitas atau untuk memisahkan pelaku-pelaku yang terlibat dalam aktivitas. menggambarkan siapa yang bertanggung jawab atas subset aktivitas atau untuk memisahkan pelaku-pelaku yang terlibat dalam aktivitas.

C. Class Diagram

Class diagram adalah salah satu representasi visual yang menggambarkan struktur sistem dari sisi kelas-kelas yang akan digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Diagram ini menunjukkan bagaimana setiap kelas didefinisikan, termasuk atribut (data yang dimiliki oleh kelas) serta operasi atau metode (fungsi yang bisa dilakukan oleh kelas tersebut) [23].

Tabel 2. 4 Simbol-simbol *Class* Diagram

Simbol	Deskripsi			
Kelas	Kelas pada struktur sistem.			
<table border="1"><tr><td>Nama_kelas</td></tr><tr><td>+atribut</td></tr><tr><td>+operasi()</td></tr></table>	Nama_kelas	+atribut	+operasi()	
Nama_kelas				
+atribut				
+operasi()				

Antarmuka / <i>interface</i>		Sama dengan konsep <i>interface</i> dalam pemrograman berorientasi objek.
	Nama_interface	
Asosiasi / <i>association</i>		Relasi antar kelas dengan makna umum, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicity</i> .
Asosiasi berarah / <i>directed association</i>		Relasi antar kelas dengan makna kelas yang satu digunakan oleh kelas yang lain, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicity</i> .
Generalisasi		Relasi antar kelas dengan makna generalisasi-spesialisasi (umum-khusus).
Kebergantungan / <i>dependency</i>		Relasi antar kelas dengan makna kebergantungan antar kelas.
Agregasi / <i>aggregation</i>		Relasi antar kelas dengan makna semuabagian (<i>whole-part</i>).

2.6.8 Bootstrap

Bootstrap adalah sebuah *framework* yang dirancang untuk mempermudah pengembangan tampilan *website* yang responsif, menyesuaikan layoutnya berdasarkan ukuran layar perangkat pengakses, baik itu *smartphone*, tablet, maupun PC. *Framework* ini dibangun menggunakan HTML dan CSS serta dilengkapi dengan berbagai efek interaktif berbasis JavaScript melalui jQuery. Bootstrap menyediakan kumpulan komponen dan *class interface* yang telah dirancang agar tampilan *website* terlihat menarik, bersih, dan ringan. Selain itu, fitur *grid* yang

dimilikinya memungkinkan pengaturan layout secara fleksibel dan efisien. Pengguna juga dapat menyesuaikan tampilan dengan menambahkan *class* atau mengubah gaya menggunakan CSS sesuai kebutuhan [24].

Beberapa fitur utama dari Bootstrap antara lain:

1. Sistem *Grid* Responsif : Memudahkan pengaturan *layout* dengan membagi halaman menjadi kolom yang fleksibel dan otomatis menyesuaikan ukuran layar.
2. Komponen Siap Pakai : Menyediakan berbagai elemen *User Interface* seperti tombol, *form*, navigasi, kartu, modal, dan lainnya yang siap digunakan.
3. Kustomisasi Mudah : Dapat diubah dengan menambahkan *class* tambahan atau mengedit *file* CSS agar sesuai dengan desain yang diinginkan.
4. Dukungan JavaScript Bawaan : Dilengkapi dengan berbagai plugin interaktif seperti *carousel*, *popover*, *tooltip*, dan *collapse* yang berbasis jQuery.
5. Kompatibel dengan Berbagai *Browser* : Dirancang agar tampil konsisten di berbagai *browser* modern seperti Chrome, Firefox, Safari, dan Edge.
6. Tampilan *Mobile-First* : Secara default dirancang dengan pendekatan *mobile-first*, memastikan *website* terlihat optimal di perangkat kecil hingga besar.
7. *Icon* Siap Pakai : Menyediakan pustaka ikon seperti Bootstrap *Icons* yang bisa langsung digunakan untuk mempercantik tampilan.
8. Formulir Interaktif : Mendukung berbagai elemen *form*, validasi bawaan, dan kontrol *input* yang responsif.
9. *Utility Classes* : Menyediakan banyak *class* siap pakai untuk *margin*, *padding*, warna, teks, dan lainnya yang mempercepat proses *styling*.
10. Ekosistem Luas : Didukung komunitas besar dan berbagai template, tema, serta ekstensi yang siap digunakan.

2.6.9 Draw.io

Draw.io merupakan sebuah situs yang didesain khusus untuk menggambar diagram secara *online*. Untuk mengaksesnya hanya diperlukan *browser* yang mendukung HTML5 dan juga koneksi internet. Draw.io sudah terintegrasi dengan Google Drive untuk penyimpanan *file* selain mengekspor dalam bentuk JPG/PNG/SVG/XML [25].

Beberapa fitur utama dari Draw.io antara lain:

1. Beragam Bentuk dan *Icon*: Menyediakan banyak elemen diagram seperti *flowchart*, diagram jaringan, *UML*, *ERD*, hingga diagram arsitektur.
2. Integrasi dengan Google Drive, OneDrive, dan GitHub: Memungkinkan penyimpanan *file* langsung di *cloud* atau *repository*.
3. Kolaborasi *Real-Time*: Dapat bekerja bersama tim dengan akses *file* yang sama.
4. Ekspor Fleksibel: Bisa menyimpan diagram dalam format JPG, PNG, SVG, PDF, dan XML.
5. *Drag and Drop Interface*: Antarmuka intuitif yang mudah dipahami, hanya tinggal seret dan lepas elemen.
6. Mode *Offline*: Meski berbasis *website*, Draw.io juga dapat digunakan tanpa koneksi internet setelah diunduh sebagai aplikasi.
7. Kustomisasi Lengkap: Warna, teks, bentuk, hingga konektor bisa disesuaikan sesuai kebutuhan.
8. Gratis dan *Open-Source*: Bisa digunakan tanpa biaya dan tersedia juga kode sumbernya di GitHub.

2.6.10 Visual Studio

Microsoft Visual Studio adalah sebuah perangkat lunak terpadu yang dikembangkan oleh Microsoft dan digunakan dalam proses perancangan serta pengembangan aplikasi. *Software* ini mendukung berbagai jenis aplikasi, mulai dari

aplikasi pribadi, aplikasi bisnis, hingga pengembangan komponen-komponen dalam suatu aplikasi [26].

Berikut adalah daftar fitur utama Visual Studio antara lain:

- Editor Kode Canggih: Mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti C#, C++, Python, JavaScript, dan lainnya dengan fitur seperti IntelliSense (*auto-complete*) dan *syntax highlighting*.
- *Debugging* Interaktif: Memungkinkan *developer* untuk menelusuri kode langkah demi langkah, menambahkan *breakpoint*, dan memantau nilai variabel secara *real-time*.
- Desain Antarmuka Visual (*GUI Designer*): Mempermudah pembuatan tampilan aplikasi berbasis Windows melalui fitur *drag-and-drop*.
- Integrasi Kontrol Versi: Mendukung Git, GitHub, dan sistem *version control* lainnya langsung dari dalam *IDE*.
- Kompilasi dan *Build* Otomatis: Menyediakan *tools* untuk membangun (*build*) proyek secara efisien, termasuk integrasi dengan *MSBuild*.
- *Test Unit* dan Pengujian Otomatis: Mendukung berbagai *framework testing* seperti NUnit, MSTest, dan xUnit untuk pengujian aplikasi.
- Integrasi Azure: Mempermudah *deployment* dan pengelolaan aplikasi berbasis *cloud* menggunakan layanan Microsoft Azure.
- Pengembangan Lintas Platform Mendukung pembuatan aplikasi untuk Windows, Android, iOS, dan web (dengan Xamarin atau .NET MAUI).
- *Marketplace Extension*: Tersedia ribuan ekstensi yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan produktivitas pengembangan.
- *Code Refactoring Tools*: Fitur untuk merapikan, menyederhanakan, dan mengoptimalkan kode dengan cepat dan aman.

2.7 Pengujian Sistem

Pengujian perangkat lunak atau *Software Testing* merupakan sebuah metode untuk mengetahui apakah *software* yang dibuat, berfungsi dengan baik dan

benar. Tanpa adanya *software testing* kita tidak dapat mengetahui apakah sebuah *software* sudah memenuhi kriteria yang dibutuhkan untuk *user* [27].

2.7.1 Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian fungsional merupakan salah satu proses dalam jaminan kualitas perangkat lunak yang berfokus pada pengujian berdasarkan spesifikasi komponen yang diuji. Proses ini dilakukan dengan memberikan data masukan dan mengevaluasi hasil keluaran untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini lebih menitikberatkan pada bagaimana sistem merespon berbagai input dan situasi tertentu, tanpa terlalu memperhatikan struktur internal program. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa layanan yang disediakan oleh perangkat lunak berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasinya [27].

2.7.2 User Acceptance Testing (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah tahap pengujian yang dilakukan oleh pengguna akhir untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Pengujian ini menggunakan pendekatan *black box testing*, di mana sistem diuji berdasarkan spesifikasinya tanpa memperhatikan struktur internalnya. *UAT* bertujuan untuk memverifikasi bahwa fitur yang tersedia dapat digunakan secara efektif dan memenuhi kebutuhan pengguna dalam praktiknya. Hasil dari pengujian ini menjadi bukti bahwa sistem telah siap digunakan dan dapat memberikan manfaat sesuai dengan tujuan pengembangannya [28].

Tabel 2. 5 Kriteria Skor

Jawaban	Bobot
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Netral	3

Kurang Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Dari nilai tabel di atas, hasil jawaban kuisiner dapat dianalisa dengan menggunakan rumus:

- Nilai Tertinggi = (Bobot tertinggi × Jumlah pertanyaan × Jumlah responden)
- Nilai Akhir = (Total / Nilai Tertinggi) × 100%

Adapun interpretasi persentase jawaban ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 6 Kriteria Kelayakan

Interval Persentase	Nilai	Kualifikasi
0% - 20%	1	Sangat Tidak Setuju
21% - 40%	2	Tidak Setuju
41% - 60%	3	Netral
61% - 80%	4	Setuju
81% - 100%	5	Sangat Setuju

2.8 Perhitungan Kuesioner

Metode dan tahapan perhitungan kuesioner.

A. Bobot Kuesioner

Bobot kuesioner digunakan untuk proses perhitungan persentase dalam klasifikasi berdasarkan skala *Likert*. Berikut merupakan tabel yang memuat bobot kuesioner:

Tabel 2. 7 Perhitungan Kuesioner

Jawaban	A	B	C	D	E
Bobot	5	4	3	2	1

Keterangan:

A = Sangat Setuju

B = Setuju

C = Netral

D = Tidak Setuju

E = Sangat Tidak Setuju

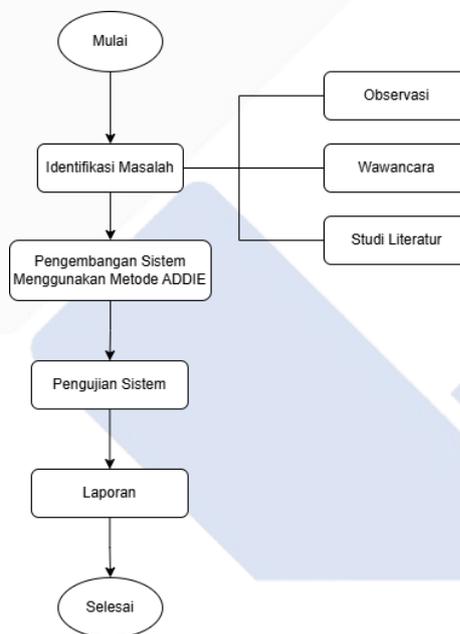
2.9 Pengujian *Pre-test* dan *Post-test*

Tahapan pengujian ini dilakukan dengan menggunakan angket *pre-test* dan *post-test*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis perbedaan hasil pembelajaran siswa sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran. Hasil pengujian ini juga dapat menunjukkan adanya peningkatan minat siswa dalam mempelajari laboratorium farmasi.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir

Metode pelaksanaan adalah prosedur yang menjelaskan tahapan-tahapan yang harus dilalui dalam menyelesaikan proyek sistem, dari awal hingga akhir. Metode ini memberikan petunjuk mengenai langkah-langkah yang perlu diambil, alat dan teknik yang digunakan, serta prosedur yang diterapkan dalam pengumpulan, analisis, dan interpretasi data. Dengan adanya metode pelaksanaan, proyek dapat diselesaikan secara terstruktur dan sistematis sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Berikut ini adalah diagram alir (*flowchart*) yang menggambarkan pelaksanaan proyek akhir ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan penelitian merupakan salah satu langkah krusial dalam penyusunan skripsi, tesis, atau disertasi. Pemilihan masalah yang tepat menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian di berbagai bidang. Permasalahan

penelitian harus memungkinkan adanya investigasi secara empiris untuk mendapatkan temuan yang valid. Selain itu, signifikansi masalah berperan dalam menjelaskan pentingnya kajian yang dilakukan serta alasan pemilihan topik penelitian. Mengingat bahwa penelitian memerlukan keahlian, waktu, dan biaya, maka permasalahan yang dikaji harus memiliki relevansi dan nilai penting yang jelas [29].

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dalam metode kualitatif untuk menganalisis data yang diperoleh. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan studi literatur, yang memungkinkan penulis memperoleh informasi langsung dari para pemangku kepentingan. Dengan pendekatan ini, data yang terkumpul dapat dianalisis secara mendalam sesuai dengan tujuan penelitian, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai masalah yang diteliti.

1. Observasi

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung atau tidak langsung objek atau fenomena yang diteliti, disertai pencatatan secara sistematis terhadap perilaku atau kejadian yang muncul. Observasi dilakukan secara terstruktur untuk memperoleh data yang akurat sesuai dengan kenyataan di lapangan, sehingga informasi yang diperoleh benar-benar berdasarkan apa yang dilihat dan dialami oleh peneliti selama proses pengamatan berlangsung[30].

Pada Februari 2025, dilakukan observasi langsung di SMKN 5 Pangkalpinang yang difokuskan pada lingkungan sekolah dan laboratorium farmasi. Tujuan dari observasi ini adalah untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai kondisi pembelajaran di bidang farmasi, khususnya dari aspek fasilitas dan situasi laboratorium.

Laboratorium farmasi SMKN 5 Pangkalpinang secara umum berada dalam kondisi yang cukup baik dan mendukung proses pembelajaran. Ruangan laboratorium memiliki pencahayaan alami dan buatan yang memadai, serta ventilasi yang cukup untuk menjaga sirkulasi udara. Meja-meja kerja yang teratur dan memberikan ruang gerak yang cukup bagi peserta didik. Kebersihan ruangan dijaga dengan baik, meskipun masih terdapat beberapa bagian, seperti sudut ruangan dan area penyimpanan alat, yang perlu perhatian lebih lanjut dalam hal perawatan dan kerapian.

Suasana di dalam laboratorium terasa tenang dan tertib, mendukung terciptanya lingkungan belajar yang kondusif. Hubungan antara guru dan siswa terlihat cukup harmonis, tercermin dari komunikasi yang berjalan lancar selama sesi pembelajaran berlangsung. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kendala teknis, seperti keterbatasan jumlah alat pada jenis tertentu, yang berpotensi menghambat kelancaran praktikum jika jumlah siswa cukup banyak. Berbagai alat penunjang praktikum tersedia di laboratorium farmasi dan digunakan sesuai kebutuhan pembelajaran. Adapun daftar alat yang teridentifikasi selama observasi meliputi:

- Microscope Olympus CX23
- Centrifuge LC-04S
- Neraca Obat
- Mortar
- Gelas Ukur
- Labu Ukur
- Gelas Ukur Pyrex
- Autoclave
- Rotator Gemmy VRN 200
- Botol Obat

Alat-alat tersebut dalam kondisi layak pakai dan mendukung berbagai kegiatan praktikum di bidang farmasi. Namun, diperlukan perawatan berkala serta pengelolaan inventaris yang sistematis untuk menjaga kelangsungan dan kualitas penggunaan alat dalam jangka panjang.

2. Wawancara

Penelitian kualitatif sering menggunakan wawancara, teknik pengumpulan data yang melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan responden untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang subjek yang diteliti. Wawancara terstruktur adalah salah satu jenis wawancara yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Jenis wawancara ini dilakukan secara sistematis dengan menggunakan daftar pertanyaan yang telah disusun sebelumnya, yang memungkinkan perbandingan jawaban dari berbagai responden [31].

Sebagai bagian dari pengumpulan data dalam penelitian ini, dilakukan wawancara langsung dengan Bapak Dwi Robani, S.Pd, seorang guru di SMKN 5 Pangkalpinang, pada Februari 2025. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan perspektif langsung dari pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran, sehingga data yang diperoleh bersifat lebih mendalam, relevan, dan mampu mendukung analisis temuan secara komprehensif.

Dalam percakapan yang berlangsung pada Februari 2025 tersebut, Bapak Dwi Robani menjelaskan beberapa hal penting terkait kondisi laboratorium farmasi di sekolah. Beliau menyampaikan bahwa ukuran gedung laboratorium farmasi adalah 17 meter untuk panjang dan 6 meter untuk lebar, yang memberikan ruang cukup untuk kegiatan praktikum bagi sejumlah siswa dalam satu sesi pembelajaran. Selain itu, disebutkan pula bahwa laboratorium telah dilengkapi dengan perangkat keras berbasis teknologi *Virtual Reality*, yakni Meta Quest 2, yang dirancang untuk mendukung pembelajaran farmasi secara lebih interaktif dan modern.

Hasil wawancara juga mencakup informasi tentang waktu yang dihabiskan siswa untuk mengakses laboratorium. Kegiatan praktikum diadakan tiga kali setiap

minggu, dan frekuensi ini dianggap cukup untuk memberikan siswa pengalaman langsung dengan alat dan prosedur laboratorium.

Namun, Bapak Dwi mengatakan bahwa beberapa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami pengertian dan fungsi-fungsi alat laboratorium. Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun fasilitas telah tersedia dengan cukup baik, pendekatan pembelajaran yang lebih mendalam dan berulang masih diperlukan untuk memastikan bahwa siswa memperoleh pemahaman yang optimal tentang setiap fasilitas. Beliau percaya bahwa agar pemahaman siswa tentang alat laboratorium tidak hanya bersifat hafalan tetapi juga benar-benar melekat dalam praktik yang konsisten, diperlukan waktu dan pendampingan yang cukup.

3. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode pengumpulan data yang tidak melibatkan interaksi langsung dengan pemangku kepentingan. Metode ini dilakukan dengan menganalisis dan menelaah dokumen-dokumen hasil penelitian sebelumnya. Dokumen-dokumen tersebut dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti perpustakaan, jurnal ilmiah, artikel daring, laporan penelitian, dan sumber-sumber terpercaya lainnya di internet.

Dalam penelitian ini, studi literatur tidak hanya digunakan untuk memahami latar belakang dan dasar teori, tetapi juga mencakup beberapa aspek penting, yaitu:

A. Spesifikasi Alat Laboratorium

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui standar spesifikasi alat laboratorium yang digunakan dalam penelitian atau praktik pendidikan. Hal ini mencakup pengertian, jenis alat, fungsi, serta kelebihan. Informasi ini penting sebagai acuan dalam merancang atau memilih alat yang tepat sesuai kebutuhan pembelajaran atau penelitian.

Adapun spesifikasi alat laborototium yang digunakan yaitu:

- Microscope Olympus CX23
- Centrifuge LC-04S
- Neraca Obat: Timbangan beserta pemberatnya.
- Mortar: Tipe 8cm, 10cm, 13cm, dan 16cm. Tempat numbuk dan tumbukan terpisah, jadi ada 2 model per masing masing tipe.
- Gelas Ukur: Tipe 10ml, 50ml, 100ml, dan 500ml.
- Labu Ukur: Tipe 100ml, 250ml, 500ml, dan 1000ml.
- Gelas Ukur Pyrex: Tipe 5ml, 10ml, 50ml, 100ml.
- Autoclave
- Rotator Gemmy VRN 200
- Botol Obat: Tipe botol yang 100ml dan tanpa label.

B. Metode Pengembangan

Studi literatur juga meninjau berbagai metode pengembangan (*development methods*) yang digunakan dalam penelitian serupa, seperti metode *Research and Development (R&D)*, model *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)*, atau model pengembangan lainnya. Tujuannya adalah untuk memilih pendekatan yang paling sesuai dan efektif dalam mengembangkan media, alat, atau sistem yang menjadi fokus penelitian.

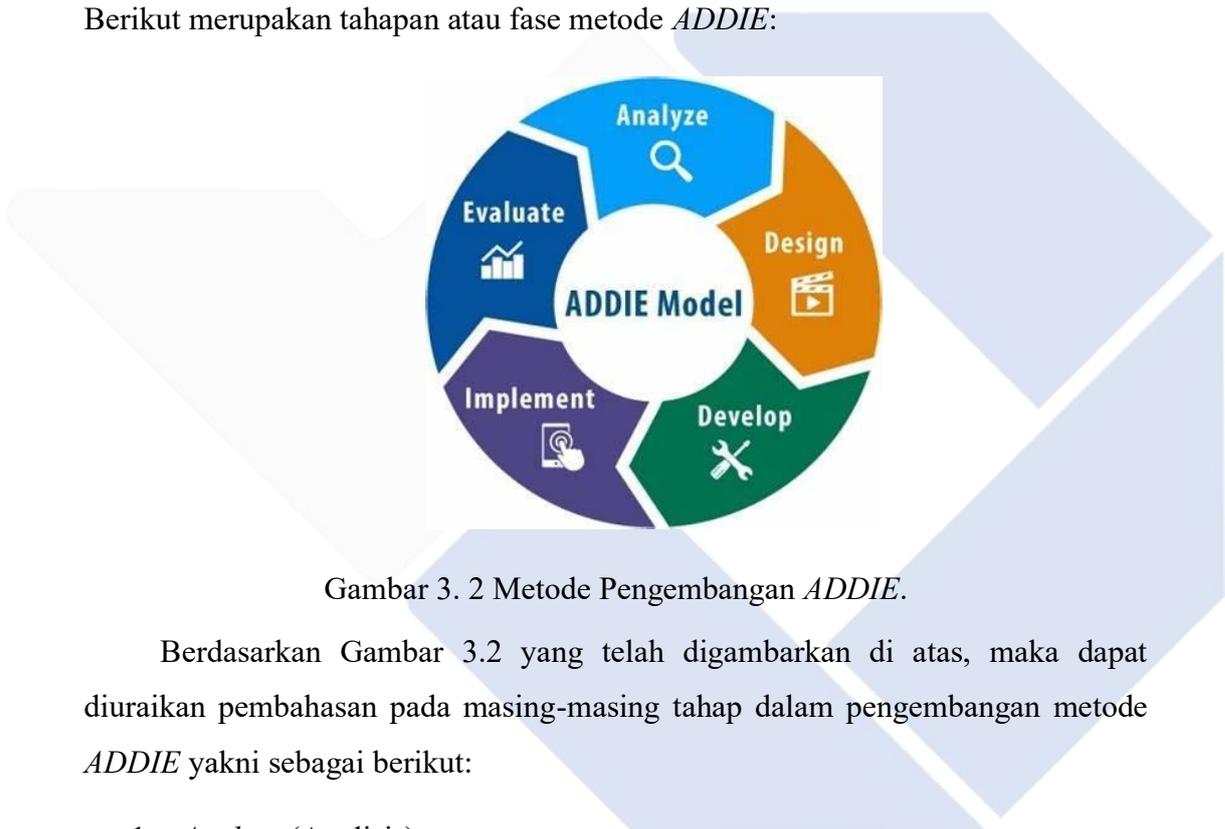
C. Metode Pembelajaran

Selain itu, literatur tentang metode pembelajaran juga dianalisis guna mengetahui strategi yang paling relevan dan sesuai dengan konteks pendidikan yang sedang dikaji. Ini bisa mencakup metode pembelajaran aktif, kolaboratif, berbasis proyek, *blended learning*, dan sebagainya. Pemahaman terhadap berbagai pendekatan pembelajaran ini membantu dalam merancang intervensi atau alat bantu pembelajaran yang efektif dan efisien.

Dengan melakukan studi literatur secara menyeluruh, maka dapat membangun dasar teoretis yang kuat dan memperoleh wawasan yang mendalam untuk mendukung proses penelitian secara keseluruhan.

3.4 Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode *ADDIE*. Model ini terdiri dari lima tahapan utama, yaitu *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi). Dengan menggunakan metode *ADDIE*, penulis dapat memahami lebih baik tentang sistem yang akan dibangun sebelum mencapai tahap pembangunan sistem yang menjadi hasil utama dari penelitian tersebut [32]. Berikut merupakan tahapan atau fase metode *ADDIE*:



Gambar 3. 2 Metode Pengembangan *ADDIE*.

Berdasarkan Gambar 3.2 yang telah digambarkan di atas, maka dapat diuraikan pembahasan pada masing-masing tahap dalam pengembangan metode *ADDIE* yakni sebagai berikut:

1. *Analyze* (Analisis)

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, masalah, serta tujuan yang ingin dicapai dalam pengembangan sistem atau pembelajaran. Analisis dilakukan dengan mengumpulkan data mengenai audiens, kompetensi yang harus dicapai, materi yang dibutuhkan, serta hambatan yang mungkin terjadi. Informasi ini menjadi dasar dalam

menentukan strategi dan rancangan pengembangan selanjutnya. Beberapa kegiatan dalam tahap analisis antara lain:

- Mengumpulkan informasi tentang pengguna atau target sistem.
- Menganalisis kebutuhan sistem (kebutuhan fungsional dan non-fungsional).
- Menentukan tujuan pengembangan sistem.
- Menganalisis hambatan yang mungkin terjadi dan sumber daya yang tersedia.

2. *Design* (Desain)

Tahap ini adalah tahap perencanaan dan perancangan sistem berdasarkan hasil analisis. Hasil dari tahap ini akan menjadi kerangka kerja atau blueprint sistem yang akan dibangun. Aktivitas umum dalam tahap ini meliputi:

- Mendesain struktur sistem dan alur proses (*flowchart, DFD, UML*).
- Mendesain antarmuka pengguna (*UI/UX*).
- Mendesain database (*ERD*).
- Menentukan teknologi atau *tools* yang akan digunakan.

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap ini, desain yang telah dirancang sebelumnya mulai diimplementasikan dalam bentuk kode program atau sistem nyata. Ini adalah tahap pembuatan sistem.

- Pengkodean (*programming*).
- Pengujian internal (*unit test, integration test*).
- Pengembangan dokumentasi sistem.

4. *Implementation* (Implementasi)

Setelah sistem dikembangkan, tahap berikutnya adalah mengimplementasikan sistem ke dalam lingkungan nyata atau pengguna akhir.

- Instalasi sistem.

- Pelatihan pengguna (jika diperlukan).
- Migrasi data (jika ada data lama).
- Penggunaan awal sistem.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi sistem yang telah diimplementasikan. Terdapat dua jenis evaluasi:

- *Formative Evaluation*: Evaluasi yang dilakukan pada setiap tahapan *ADDIE*.
- *Summative Evaluation*: Evaluasi akhir untuk menilai keseluruhan sistem.

Langkah-langkah umum evaluasi:

- Mengumpulkan umpan balik dari pengguna.
- Mengukur apakah sistem memenuhi tujuan awal.
- Melakukan perbaikan atau pembaruan sistem jika diperlukan.

3.5 Hasil Analisa Kebutuhan

Pada tahapan ini, penulis telah melakukan analisis dan pengumpulan data, sehingga disimpulkan bahwa SMK Negeri 5 Pangkalpinang membutuhkan media pembelajaran, yaitu alat bantu atau sarana yang digunakan untuk mempermudah proses belajar. Dalam hal ini, penulis membangun Media Pembelajaran Virtual Farmasi, sebuah platform digital interaktif yang bertujuan untuk membantu siswa memahami dan mengenal alat-alat laboratorium farmasi tanpa harus melihat atau menggunakan alat praktik secara langsung di laboratorium.

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, masalah, serta tujuan yang ingin dicapai dalam pengembangan sistem atau pembelajaran. Analisis dilakukan dengan mengumpulkan data mengenai audiens, kompetensi yang harus dicapai, materi yang dibutuhkan, serta hambatan yang mungkin terjadi. Informasi

ini menjadi dasar dalam menentukan strategi dan rancangan pengembangan selanjutnya.

A. Analisa Kebutuhan Sistem

Pada tahap awal pengembangan, dilakukan analisis kebutuhan sistem guna merancang media pembelajaran *virtual* laboratorium farmasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses analisis melibatkan observasi dan wawancara dengan guru di SMK Negeri 5 Pangkalpinang untuk mendapatkan data dan informasi yang relevan. Dari hasil analisis, ditetapkan bahwa sistem ini akan memiliki dua jenis pengguna (*user*), yaitu siswa dan guru. Berikut merupakan rincian kebutuhan sistem berdasarkan masing-masing pengguna:

1. Kebutuhan Fungsional Siswa

Siswa membutuhkan aplikasi yang:

- Mudah digunakan dan intuitif.
- Ringan serta dapat berjalan pada perangkat dengan spesifikasi standar.
- Mampu meningkatkan minat dan motivasi belajar.
- Dapat membantu dalam memahami nama dan fungsi alat laboratorium farmasi.

2. Kebutuhan Fungsional Media Pembelajaran

Media pembelajaran harus menyediakan fitur-fitur utama, yaitu:

- Interaksi berupa klik (*clickable*) pada alat laboratorium farmasi untuk menampilkan informasi.
- Fitur *grab* untuk mengambil alat secara *virtual*.
- Materi berupa teks yang menjelaskan alat laboratorium farmasi.
- Fitur kuis interaktif sebagai bentuk evaluasi pemahaman siswa.
- Penilaian atau skor otomatis berdasarkan hasil *quiz*.

3. Kebutuhan Fungsional *Website* Guru

Website guru harus memiliki fitur:

- Login untuk autentikasi guru.

- Fitur *CRUD* (*Create, Read, Update, Delete*) untuk mengelola data nilai siswa.
- Fitur *update profile* guru untuk memperbarui informasi akun.

4. Kebutuhan Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Antarmuka siswa:

- Harus mudah dipahami, terutama bagi pengguna yang belum terbiasa dengan teknologi *Virtual Reality* atau tampilan 3D.

Antarmuka guru:

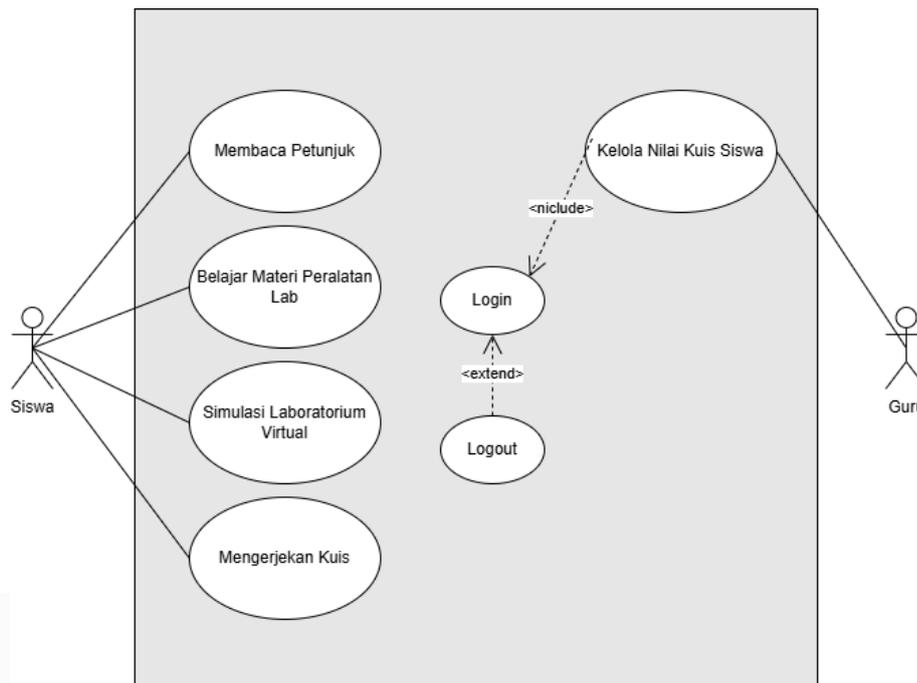
- Harus sederhana dan ramah pengguna, sehingga tetap mudah dioperasikan oleh guru meskipun belum terbiasa dengan sistem berbasis *website*.

Dengan pemetaan kebutuhan ini, proses desain dan pengembangan media pembelajaran *virtual* laboratorium farmasi akan dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan, guna menciptakan aplikasi yang efektif dalam mendukung proses pembelajaran serta menarik bagi siswa.

B. Hasil Rancangan

1. *Use Case* Diagram

Dalam pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium *Virtual* Farmasi, *use case* diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan fitur yang tersedia dalam aplikasi. Berikut adalah diagram *use case* yang menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi:



Gambar 3. 3 *Use Case Diagram*

Pada *use case* diagram media pembelajaran *virtual* laboratorium farmasi di SMK Negeri 5 Pangkalpinang, terdapat 2 *user* yang menjalankan media pembelajarannya, diantaranya:

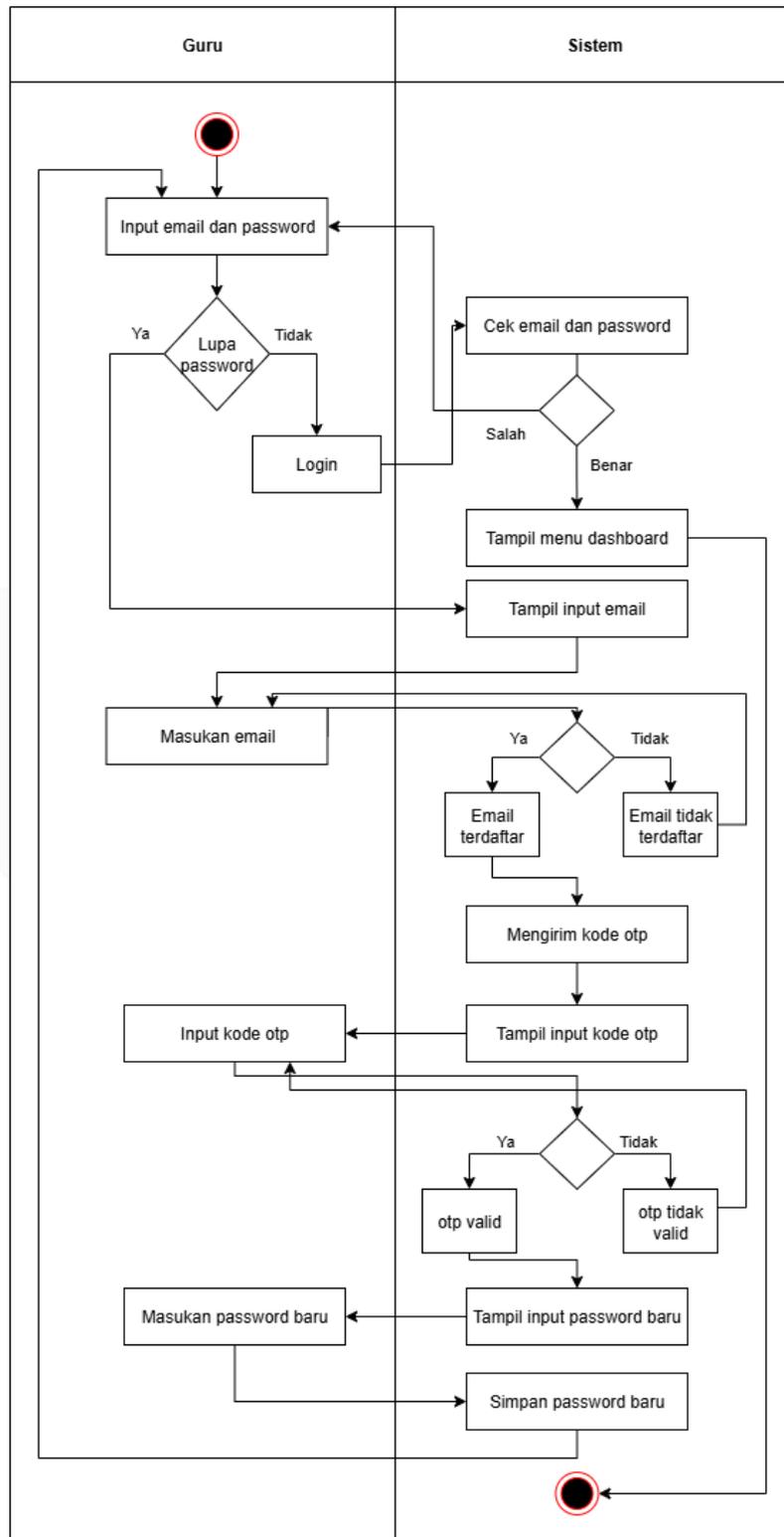
- Guru
Guru dapat mengelola data nilai *quiz* siswa. Namun, untuk dapat mengola dan melakukan kegiatan - kegiatan tersebut guru harus melakukan login.
- Siswa
Siswa sebagai pengguna dapat menggunakan oculus quest 2 sebagai alat untuk menjalankan media pembelajaran, kemudian pada media pembelajaran siswa dapat membaca petunjuk penggunaan media pembelajaran, belajar materi peralatan laboratorium, melakukan simulasi laboratorium *virtual*, dan mengerjakan *quiz*.

2. *Activity* Diagram

Berikut adalah *activity* diagram yang menggambarkan alur proses dalam sistem. Diagram ini menunjukkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi, baik dalam permainan maupun pada *website* guru. Setiap aktivitas yang dilakukan oleh pengguna akan diproses oleh sistem hingga mencapai hasil akhir yang diharapkan.

- *Activity* Diagram Login Guru.

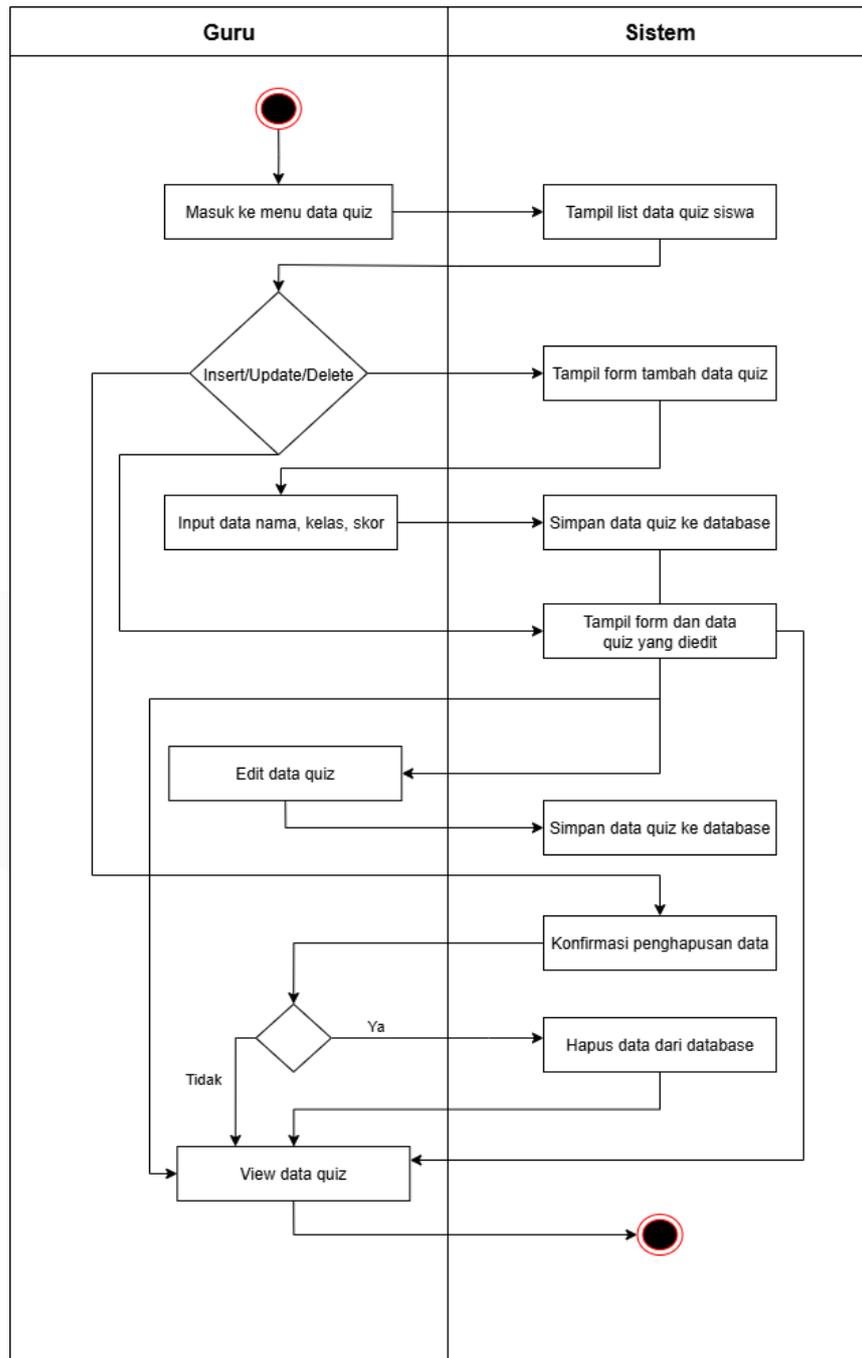
Activity diagram di bawah ini menggambarkan alur aktivitas login yang terjadi pada sistem. Proses dimulai ketika guru memasukkan email dan *password*, lalu menekan tombol login. Selanjutnya, sistem akan melakukan verifikasi dengan mencocokkan data yang dimasukkan dengan informasi yang tersimpan di dalam *database*. Jika email dan *password* sesuai, maka pengguna akan diarahkan ke halaman *dashboard*. Namun, jika data yang dimasukkan tidak cocok, sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan meminta pengguna untuk mengulangi proses login.



Gambar 3. 4 Activity Diagram Login Guru

- *Activity Diagram Guru Kelola Data Nilai Siswa*

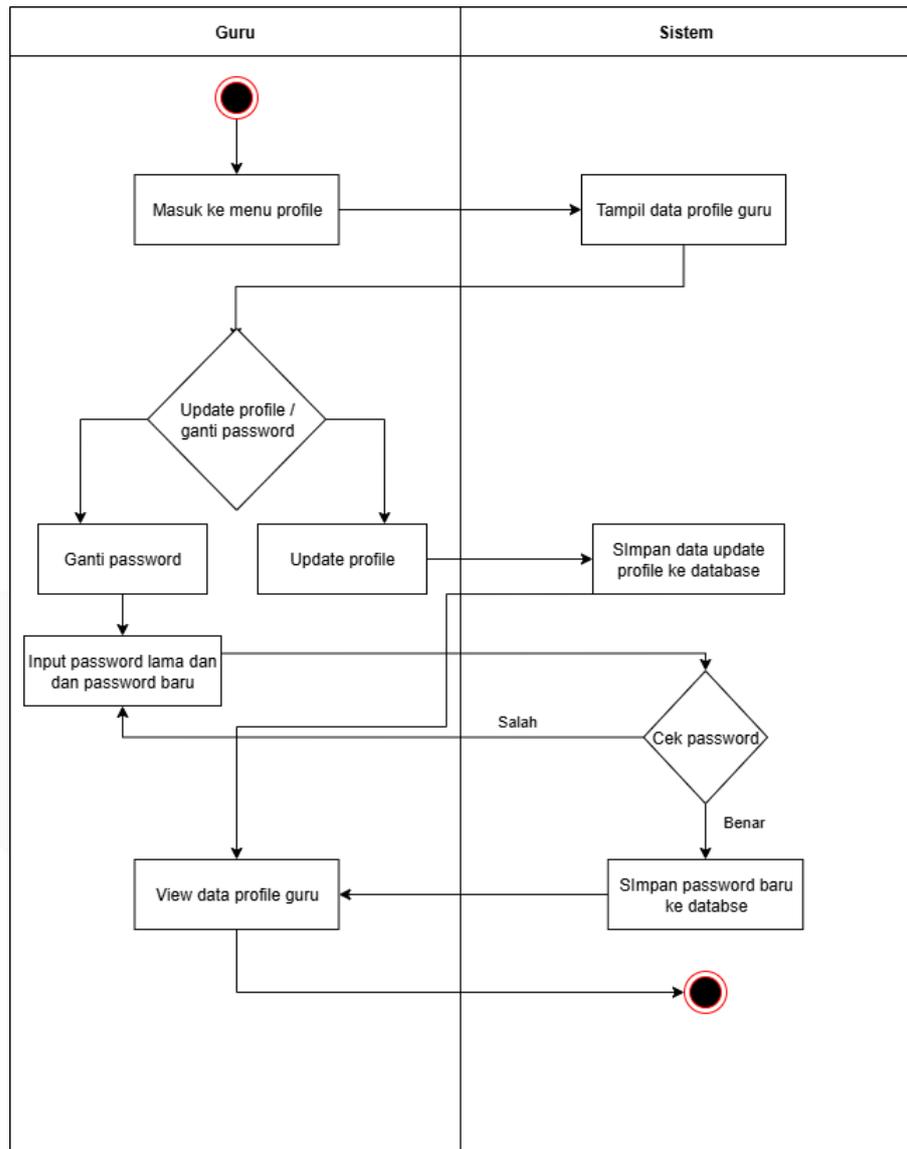
Activity diagram di bawah ini menggambarkan alur aktivitas guru dalam mengelola nilai siswa, mulai *dari create, update, hingga delete*. Proses dimulai saat admin masuk ke menu nilai siswa. Jika memilih *create*, admin akan mengisi *form* nilai dan menyimpannya. Jika memilih *update*, guru mengedit nilai yang sudah ada lalu menyimpan perubahan. Jika memilih *delete*, guru menghapus nilai yang tidak diperlukan. Setelah proses selesai, sistem akan menyimpan perubahan ke *database* dan menampilkan notifikasi, lalu guru kembali ke daftar nilai.



Gambar 3. 5 Activity Diagram Guru Kelola Data Nilai Siswa

- *Activity Diagram* Kelola Data Profile

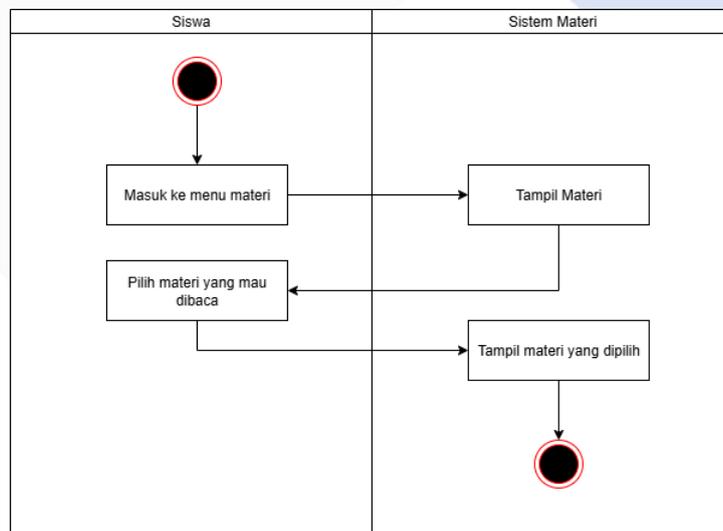
Activity diagram berikut menggambarkan alur aktivitas guru dalam mengelola data *profile*, seperti memperbarui nama, email, nomor telepon, alamat, foto *profile*, dan *password*. Proses dimulai saat guru mengakses menu *profile*. Sistem menampilkan data *profile* yang ada. Guru kemudian memilih data yang ingin diubah, mengisi *form*, dan menyimpan perubahan. Jika mengganti foto, guru mengunggah gambar baru. Jika mengganti *password*, admin memasukkan *password* lama dan baru. Setelah semua perubahan disimpan ke *database*, sistem menampilkan notifikasi, lalu admin kembali ke halaman *profile*.



Gambar 3. 6 Activity Diagram Kelola Data Profile Guru

- *Activity Diagram Materi Media Pembelajaran Siswa*

Activity diagram berikut menggambarkan alur aktivitas siswa dalam mengakses materi pembelajaran pada aplikasi *virtual* laboratorium farmasi berbasis *Virtual Reality (VR)*. Proses dimulai saat siswa membuka menu materi dari tampilan utama aplikasi. Setelah itu, sistem menampilkan daftar materi yang tersedia untuk dipelajari. Siswa kemudian memilih salah satu materi yang ingin dibaca. Sistem memproses pilihan tersebut dan menampilkan isi materi sesuai dengan yang dipilih oleh siswa. Setelah materi ditampilkan, siswa dapat membaca dan memahami isi pembelajaran. Proses ini dapat diulang apabila siswa ingin mempelajari materi lainnya, atau siswa dapat kembali ke menu utama untuk memilih jenis pembelajaran lainnya.

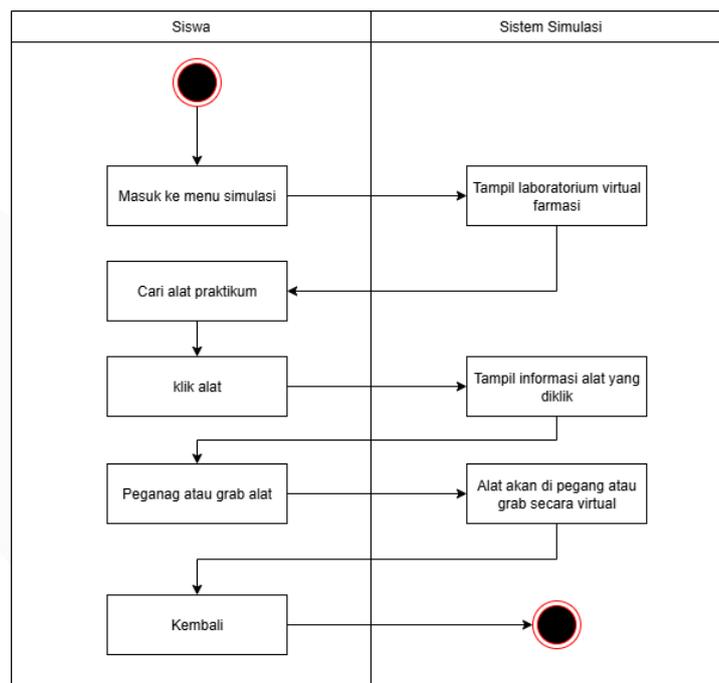


Gambar 3. 7 *Activity Diagram Materi Media Pembelajaran Siswa*

- *Activity Diagram Simulasi Media Pembelajaran Siswa*

Activity diagram berikut menggambarkan alur aktivitas siswa dalam menggunakan fitur simulasi pada media pembelajaran *virtual* laboratorium farmasi berbasis *Virtual Reality (VR)*. Proses dimulai saat siswa mengakses menu simulasi dari aplikasi. Sistem kemudian menampilkan tampilan laboratorium farmasi dalam bentuk lingkungan *virtual*. Selanjutnya, siswa mencari dan memilih alat praktikum yang

ingin dipelajari. Ketika siswa mengklik salah satu alat, sistem menampilkan informasi terkait alat tersebut, seperti nama, jenis, dan fungsinya. Setelah itu, siswa dapat memegang atau grab alat tersebut untuk berinteraksi secara langsung di lingkungan *virtual*. Alat akan *merespons* dengan bergerak atau berpindah seolah-olah dipegang secara nyata. Setelah selesai melakukan eksplorasi, siswa dapat kembali ke menu sebelumnya untuk melanjutkan aktivitas pembelajaran lainnya.



Gambar 3. 8 *Activity Diagram* Simulasi Media Pembelajaran Siswa

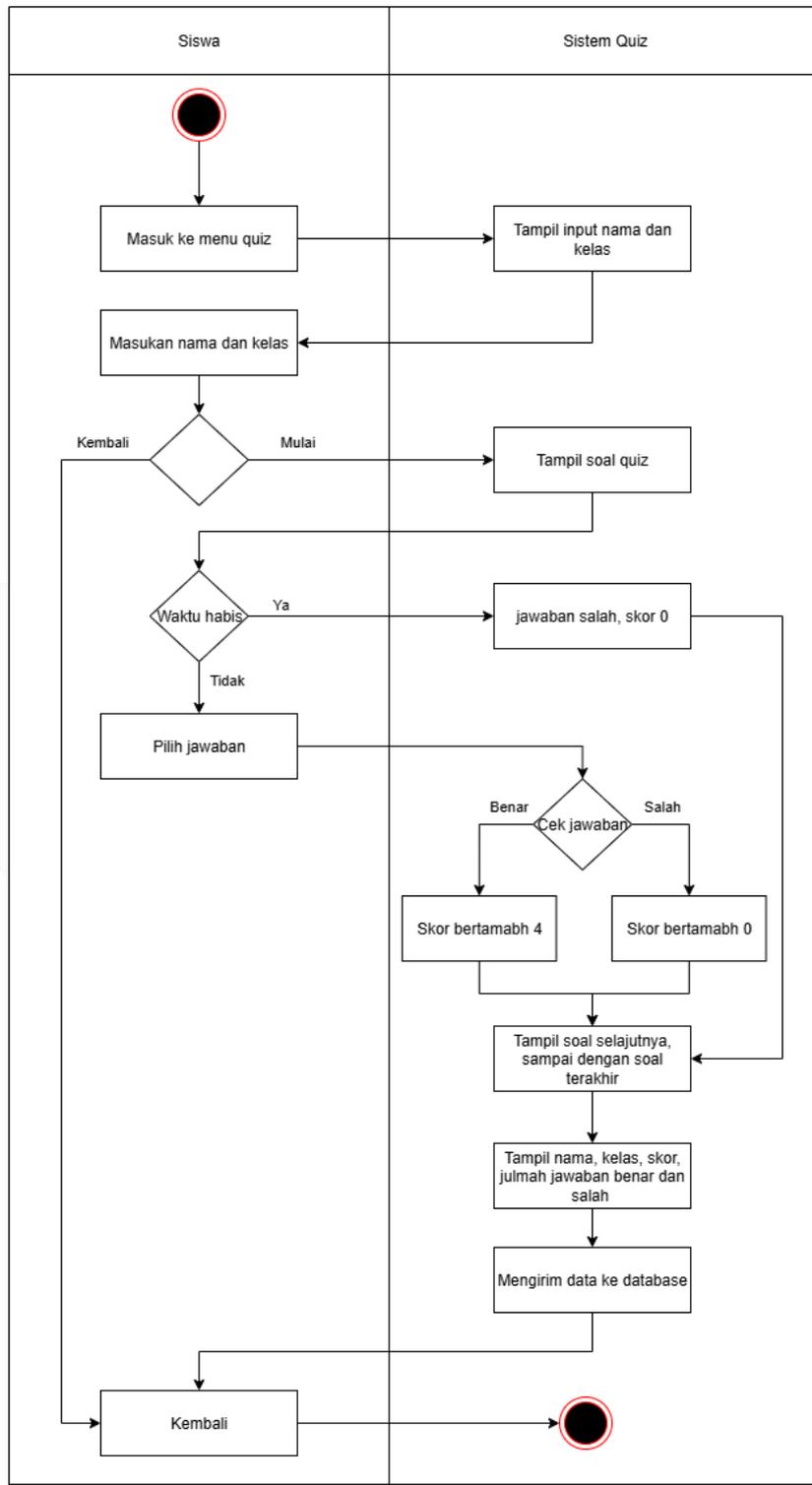
- *Activity Diagram Quiz* Media Pembelajaran Siswa

Activity diagram berikut menggambarkan alur aktivitas siswa dalam mengikuti kuis pada media pembelajaran *virtual* laboratorium farmasi berbasis *Virtual Reality (VR)*. Proses dimulai saat siswa mengakses menu kuis dari aplikasi. Sistem kemudian meminta siswa untuk mengisi data diri berupa nama dan kelas. Setelah data diisi, siswa dapat memilih untuk memulai kuis atau kembali ke menu sebelumnya.

Jika memilih mulai, sistem akan menampilkan soal beserta pilihan jawaban dan batas waktu pengerjaan. Selama waktu masih tersedia, siswa dapat memilih jawaban yang menurutnya benar. Sistem akan mengecek jawaban tersebut:

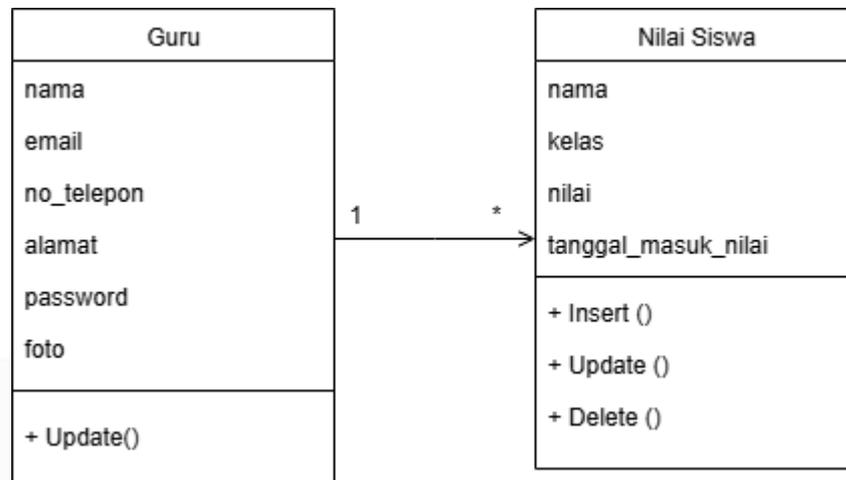
- Jika benar, skor bertambah (misalnya 4 poin).
- Jika salah, skor tidak bertambah.

Proses ini berulang hingga seluruh soal selesai dikerjakan atau waktu habis. Jika waktu habis sebelum menjawab, sistem akan memberi nilai 0 untuk soal tersebut. Setelah seluruh soal selesai dijawab, sistem menampilkan nama, kelas, total skor, serta jumlah jawaban benar dan salah, kemudian mengirimkan data hasil kuis ke dalam database. Siswa kemudian kembali ke halaman awal atau memilih aktivitas lainnya.



Gambar 3. 9 Activity Diagram Mengerjakan Quiz Media Pembelajaran Siswa

3. Class Diagram



Gambar 3. 10 Class Diagram

Class diagram di atas menggambarkan struktur kelas dalam sistem yang dirancang untuk mengelola data nilai siswa. Diagram ini terdiri dari dua kelas utama, yaitu *Guru* dan *Nilai Siswa*, serta hubungan (relasi) antara keduanya.

a. Kelas *Guru*

Kelas ini merepresentasikan pengguna sistem, yang dalam konteks ini adalah guru.

Atribut:

- *nama*: Nama lengkap guru.
- *email*: Alamat email guru.
- *no_telepon*: Nomor telepon guru.
- *alamat*: Alamat tempat tinggal guru.
- *password*: *Password* untuk login ke sistem.
- *foto*: Foto *profile* guru.

Method (Fungsi):

- *Update()*: Fungsi untuk memperbarui data *profile* guru.

b. Kelas Nilai Siswa

Kelas ini merepresentasikan data nilai dari masing-masing siswa yang dimasukkan oleh guru.

Atribut:

- *nama*: Nama siswa.
- *kelas*: Kelas siswa.
- *nilai*: Nilai yang diperoleh siswa.
- *tanggal_masuk_nilai*: Tanggal data nilai dimasukkan ke sistem.

Method (Fungsi):

- *Insert()*: Fungsi untuk menambahkan data nilai siswa baru.
- *Update()*: Fungsi untuk memperbarui data nilai siswa.
- *Delete()*: Fungsi untuk menghapus data nilai siswa.

c. Relasi Antar Kelas

Relasi antara guru dan nilai_siswa adalah *one-to-many (1:N)*, artinya satu guru dapat memiliki banyak data nilai siswa. Relasi ini dihubungkan melalui atribut *id_guru* yang berfungsi sebagai *foreign key*.

3.6 Hasil Rancangan *Design* (Desain)

Pada tahap ini, dilakukan perencanaan yang mencakup struktur sistem, alur kerja, dan strategi pembelajaran. Desain juga melibatkan pemilihan media, metode, serta alat yang akan digunakan dalam pengembangan. Selain itu, dibuat juga *blueprint* atau *storyboard* sebagai panduan dalam proses pengembangan.

Berikut beberapa elemen utama desain sistem:

1. Arsitektur Sistem.

Media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi untuk *frontend* dikembangkan menggunakan blender dan unity dengan bahasa C# dan *backend* menggunakan MySQLi dan PHP untuk pengolahan data. Sistem terdiri dari dua bagian utama:

- Aplikasi Media Pembelajaran Laboratorium *Virtual* Farmasi (*Client Side*): Digunakan oleh siswa untuk belajar mengenal alat laboratorium farmasi yang ada di SMK Negeri 5 Pangkalpinang.
- *Website* Guru (*Backend System*): Digunakan guru untuk melihat nilai *quiz* yang di kerjakan oleh siswa.

2. Database dan Penyimpanan Data.

Data yang dikelola dalam sistem ini meliputi:

- Data Guru: nama, email, nomor telepon, alamat, foto, dan *password*.
- Data Skor: nama siswa, kelas, nilai, dan tanggal masuk nilai.

3. Interaksi antara Sistem dan Pengguna

Pengguna dapat berinteraksi dengan sistem melalui berbagai fitur yang mendukung pembelajaran dan pemahaman alat laboratorium, antara lain:

- Eksplorasi alat laboratorium secara interaktif.
- Melihat petunjuk penggunaan aplikasi untuk memahami cara kerja sistem.
- Mengakses materi umum yang disediakan mengenai berbagai alat laboratorium.
- Mengerjakan kuis untuk menguji pemahaman, dan langsung melihat hasil secara instan.

4. Integrasi dengan *Website* Guru

Sistem juga terintegrasi dengan panel guru yang memudahkan pengelolaan data pengguna dan hasil pembelajaran, meliputi:

- Fitur login untuk keamanan akses guru.

- *View* dan *create, update, delete (CRUD)* nilai siswa sesuai kebutuhan.

Berikut adalah hasil rancangan desain:

A. Desain Aplikasi Siswa.

1. Desain Halaman *Splashscreen*.

Splashscreen merupakan rancangan antarmuka halaman awal yang muncul saat aplikasi pertama kali dijalankan. Tujuan dari halaman ini adalah untuk memberikan identitas aplikasi kepada pengguna melalui tampilan logo dan nama aplikasi secara singkat sebelum masuk ke halaman utama.



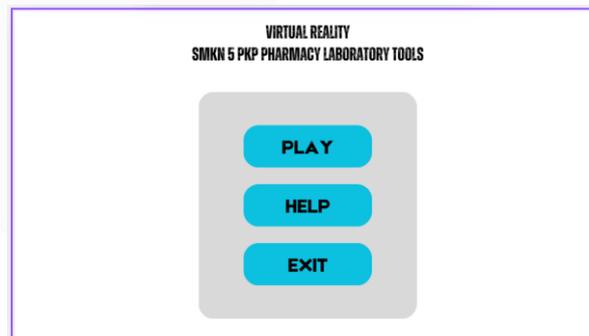
VIRTUAL REALITY
SMKN 5 PKP PHARMACY LABORATORY TOOLS

Gambar 3. 11 Halaman *Splashscreen*

2. Desain Halaman *Main Menu*.

Halaman *Main Menu* merupakan rancangan antarmuka yang ditampilkan setelah pengguna melewati halaman *Splashscreen*. Halaman ini berperan sebagai pusat navigasi utama dalam aplikasi *Virtual Reality SMKN 5 PKP Pharmacy Laboratory Tools*. Tujuan utama dari halaman ini adalah memberikan kemudahan kepada pengguna untuk memilih aksi yang akan dilakukan selanjutnya dengan tampilan yang sederhana, intuitif, dan mudah dipahami. Pada halaman ini terdapat tiga tombol navigasi utama, yaitu:

- *Play*
Tombol ini akan membawa pengguna menuju halaman *Select Menu*, di mana pengguna dapat memilih simulasi laboratorium farmasi yang ingin dijalankan dalam bentuk *Virtual Reality*.
- *Help*
Tombol ini memberikan akses kepada pengguna untuk melihat panduan penggunaan aplikasi. Informasi yang ditampilkan meliputi cara mengoperasikan aplikasi, fungsi setiap menu, serta instruksi dasar dalam menggunakan perangkat *VR* yang terintegrasi.
- *Exit*
Tombol ini berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Dengan menekan tombol ini, pengguna dapat mengakhiri sesi penggunaan dan kembali ke sistem utama perangkat.



Gambar 3. 12 Halaman *Main Menu*

3. Desain Halaman *Help*.

Halaman *Help* (Bantuan) merupakan rancangan antarmuka yang dirancang khusus untuk memberikan panduan penggunaan aplikasi kepada pengguna, terutama siswa atau pengguna baru yang belum familiar dengan fitur-fitur dalam aplikasi *Virtual Reality SMKN 5 PKP Pharmacy Laboratory Tools*. Keberadaan halaman ini sangat penting untuk

memastikan bahwa pengguna dapat memahami cara kerja aplikasi secara mandiri. Adapun tujuan dari menu ini yaitu membantu pengguna dalam:

- Memahami alur penggunaan aplikasi.
- Memahami alur penggunaan fitur materi pembelajaran.
- Memahami alur penggunaan fitur simulasi.
- Memahami alur penggunaan fitur *quiz*.

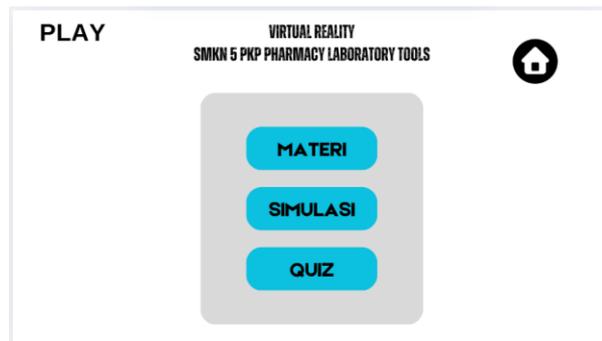


Gambar 3. 13 Halaman *Help*

4. Desain Halaman *Play*.

Halaman ini merupakan rancangan antarmuka halaman utama yang berisi tiga tombol navigasi untuk mengakses fitur-fitur pembelajaran utama dalam aplikasi. Tampilan terdiri dari:

- Materi: Menampilkan materi pembelajaran alat laboratorium.
- Simulasi: Mengarahkan ke fitur *Virtual Reality* untuk melihat alat secara interaktif.
- *Quiz*: Menyediakan soal-soal kuis untuk menguji pemahaman pengguna.



Gambar 3. 14 Halaman *Play*

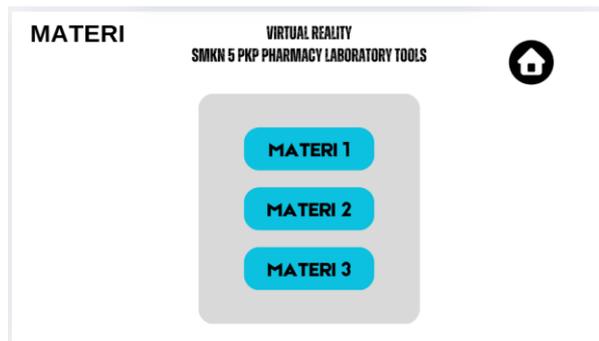
5. Desain Halaman Materi.

Halaman ini merupakan rancangan antarmuka halaman utama materi pembelajaran yang ditujukan untuk memfasilitasi pengguna dalam memilih konten pembelajaran alat laboratorium farmasi secara terstruktur dan interaktif.

Halaman ini menyediakan akses langsung ke beberapa topik materi yang telah disiapkan oleh pengembang aplikasi. Setiap topik materi berisi informasi penting mengenai alat-alat laboratorium yang digunakan di lingkungan pembelajaran farmasi.

- Materi 1: Menampilkan materi mengenai microscope.
- Materi 2: Menampilkan materi mengenai gelas ukur.
- Materi 3: Menampilkan materi mengenai timbangan neraca.

Dan materi akan diisi sesuai dengan alat yang digunakan pada laboratorium farmasi SMKN 5 pangkalpinang.

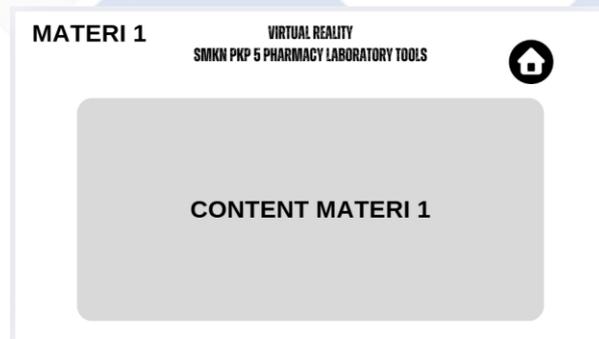


Gambar 3. 15 Halaman Materi

6. Desain Halaman Konten Materi.

Halaman ini merupakan rancangan antarmuka isi dari salah satu materi pembelajaran yang telah dipilih sebelumnya oleh pengguna, seperti Materi 1, Materi 2, atau Materi 3.

Halaman ini menyediakan konten materi pembelajaran yang berisi informasi teoritis terkait alat-alat laboratorium farmasi. Halaman ini menjadi bagian penting dalam mendukung proses pembelajaran siswa secara mandiri melalui aplikasi *Virtual Reality*.

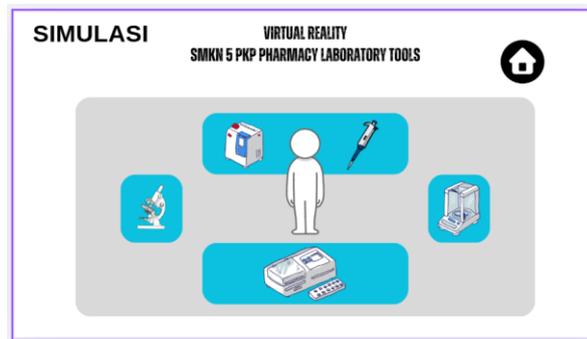


Gambar 3. 16 Halaman Materi

7. Desain Halaman Simulasi.

Halaman ini merupakan rancangan antarmuka fitur simulasi *Virtual Reality* yang dirancang untuk menampilkan berbagai alat laboratorium farmasi dalam bentuk visual interaktif. Fitur ini memungkinkan pengguna,

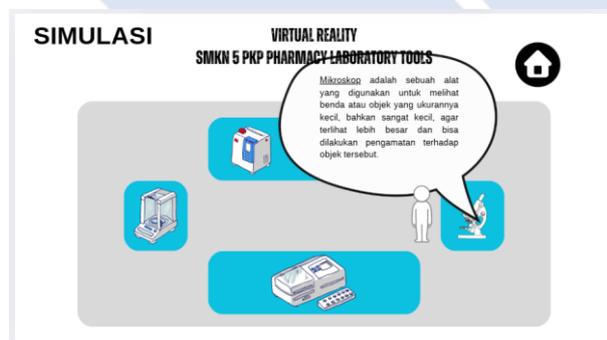
khususnya siswa, untuk menjelajahi laboratorium secara *virtual* dan mengenal fungsi serta bentuk alat-alat praktikum secara lebih mendalam dan dapat melihat alat laboratorium secara *virtual* tanpa harus melihat fisik di duni nyata.



Gambar 3. 17 Halaman Simulasi

8. Desain Halaman Konten Simulasi.

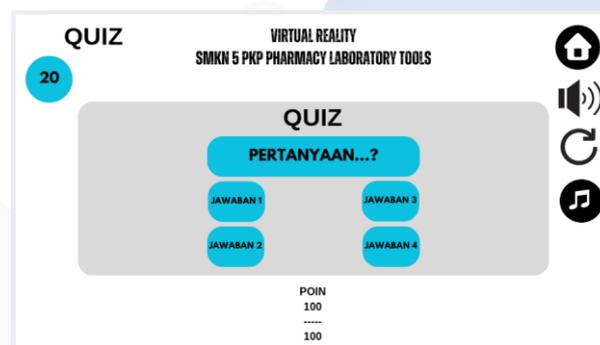
Halaman ini merupakan rancangan antarmuka konten interaktif dari salah satu alat laboratorium farmasi yang telah dipilih oleh pengguna pada halaman Simulasi. Fitur ini memungkinkan siswa untuk membaca informasi deskriptif mengenai alat tersebut, serta berinteraksi secara *virtual* layaknya sedang berada di dalam lingkungan laboratorium sesungguhnya.



Gambar 3. 18 Halaman Simulasi

9. Desain Halaman *Quiz*.

Halaman ini merupakan rancangan antarmuka kuis interaktif yang disediakan sebagai alat evaluasi pembelajaran dalam aplikasi *Virtual Reality SMKN 5 PKP Pharmacy Laboratory Tools*. Fitur ini bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman pengguna, khususnya siswa, terhadap materi-materi dan simulasi alat laboratorium yang telah disampaikan sebelumnya.

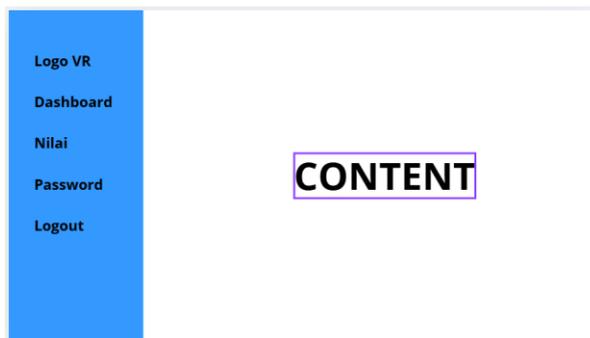


Gambar 3. 19 Halaman *Quiz*

B. Desain *Website* Guru

Halaman ini merupakan rancangan antarmuka dari *website* khusus untuk guru, yang berfungsi sebagai panel kontrol dalam sistem aplikasi *Virtual Reality SMKN 5 PKP Pharmacy Laboratory Tools*. *Website* ini dirancang untuk memberikan akses eksklusif kepada guru dalam mengelola data siswa, khususnya nilai hasil kuis, serta fitur administrasi pengguna. Adapun tujuan utama *website* ini adalah:

- Menyediakan platform bagi guru untuk memantau hasil evaluasi siswa.
- Memudahkan proses manajemen data nilai secara digital dan terintegrasi.
- Memberikan akses pengaturan akun pengguna dan *logout* sistem.



Gambar 3. 20 Halaman *Website* Guru

3.7 *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan proses realisasi dari desain yang telah dibuat. Pada tahap ini, materi pembelajaran, sistem, atau perangkat yang dirancang mulai dikembangkan. Jika berupa pembelajaran berbasis teknologi, maka pembuatan konten digital, *coding*, dan pengujian awal dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai perencanaan. Metode yang digunakan dalam pengembangan adalah *Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate (ADDIE)*, yang terdiri dari beberapa tahapan utama:

1. Pengembangan *Frontend* (Aplikasi Media Pembelajaran & *Website* Guru).

- A. Aplikasi *User* (Siswa)

- a. Menggunakan aplikasi blender untuk pembuatan 3D.
- b. Menggunakan bahasa pemrograman C#.
- c. Interaksi untuk menampilkan informasi alat laboratorium farmasi atau *clickable*.
- d. Interaksi alat laboratorium farmasi bisa diambil atau *grab*
- e. Materi yang berisi pengenalan alat laboratorium secara umum.
- f. *Quiz* sebagai evaluasi, dan skor atau penilaian sebagai hasil dari *Quiz*.

B. *Website* Guru (PHP & MySQLi)

- a. Dibuat menggunakan PHP dengan *database* MySQLi.
 - b. Guru bisa login untuk mengelola data *quiz* dan skor siswa.
 - c. Desain tampilan dibuat dengan HTML, CSS, dan JavaScript.
2. Pengembangan *Backend* (*Database*).
 - a. *Database* MySQLi digunakan untuk menyimpan data guru, dan skor.
 - b. Sistem autentikasi untuk memastikan hanya admin yang bisa mengakses data nilai siswa.
 3. Implementasi Fitur Utama.
 - a. Mekanisme Petunjuk: *User* (Siswa) akan mendapatkan petunjuk penggunaan aplikasi ketika di klik.
 - b. Mekanisme Materi: *User* (Siswa) akan mendapatkan materi yang memperkenalkan alat secara umum.
 - c. Mekanisme Simulasi: *User* (Siswa) dapat menggunakan simulasi untuk mengenal alat pada laboratorium farmasi dan alat bisa di *grab*.
 - d. Sistem *Quiz*: *User* (Siswa) bisa mengerjakan kuis yang telah di sediakan dari sistem yang berisi pertanyaan mengenai alat yang telah di pelajari di simulasi.
 - e. Sistem penilaian: nilai siswa akan bertambah ketika berhasil menjawab soal dengan benar.
 - f. Sistem *database*: data guru, data siswa dan nilai tersimpan dan dapat diakses melalui *website* guru.
 5. Pengujian Awal
 - a. Pengujian dilakukan dalam tahap ini untuk memastikan tidak ada bug yang menghambat jalannya aplikasi.
 - b. Jika ditemukan kesalahan, maka dilakukan debugging dan revisi kode sebelum masuk tahap evaluasi.

3.8 Implement (Implementasi)

Setelah tahap pengembangan selesai, sistem atau pembelajaran mulai diterapkan dalam lingkungan nyata. Pada tahap ini, dilakukan uji coba atau pelatihan kepada pengguna agar mereka dapat memahami dan menggunakan sistem dengan baik. Implementasi juga melibatkan pengumpulan umpan balik dari pengguna untuk mengetahui sejauh mana efektivitas sistem atau program yang telah dikembangkan.

Dalam pembuatan media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi ini pada tahap implementasi menggunakan *white box testing*. *White box testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pemeriksaan struktur *internal*, kode, dan logika program. Dalam konteks implementasi media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi, tujuan dari *white box testing* meliputi:

1. Memastikan alur logika berfungsi sesuai rencana: Penguji memeriksa apakah setiap bagian kode, seperti perulangan, percabangan, dan kondisi, berjalan sesuai dengan skenario yang diharapkan. Ini memastikan tidak ada alur yang terlewat atau salah arah.
2. Mengidentifikasi error atau bug dalam kode: Pengujian ini membantu menemukan kesalahan di *level* kode, seperti variabel yang tidak diinisialisasi, kesalahan perhitungan, atau pemanggilan fungsi yang salah.
3. Optimasi performa kode: *White box testing* juga bertujuan untuk mengevaluasi apakah kode sudah ditulis dengan cara yang efisien. Ini bisa mencakup pengurangan redudansi atau penghapusan bagian kode yang tidak terpakai.
4. Menguji semua jalur eksekusi: Setiap jalur yang mungkin diambil oleh program diuji untuk memastikan tidak ada kondisi yang terlewat, terutama pada bagian yang krusial seperti perhitungan dosis atau simulasi reaksi.
5. Meningkatkan keamanan sistem: Dengan memeriksa kode secara mendalam, *white box testing* bisa mengungkap potensi celah keamanan, seperti *input* yang bisa dimanipulasi pengguna.

Dalam proyek ini, pengujian bisa memastikan simulasi di laboratorium *virtual* berjalan akurat, seperti memberikan informasi yang tepat mengenai alat laboratorium farmasi.

3.9 Evaluate (Evaluasi)

Tahap terakhir adalah evaluasi, yang bertujuan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sistem atau pembelajaran yang telah diterapkan. Evaluasi dapat dilakukan dalam dua bentuk, yaitu *formative evaluation* (evaluasi yang dilakukan selama proses pengembangan untuk perbaikan) dan *summative evaluation* (evaluasi akhir untuk menilai keseluruhan hasil). Jika ditemukan kekurangan atau kendala, maka dilakukan perbaikan agar sistem atau pembelajaran lebih optimal.

3.10 Pengujian

Pengujian perangkat lunak atau *Software Testing* merupakan sebuah metode untuk mengetahui apakah *software* yang dibuat, berfungsi dengan baik dan benar. Tanpa adanya *software testing* kita tidak dapat mengetahui apakah sebuah *software* sudah memenuhi kriteria yang dibutuhkan untuk *user* [33]. Pada penelitian ini pengujian dilakukan dengan menguji fungsionalitas sistem dan pengujian penerimaan pengguna.

Tahapan pengujian dilakukan setelah sistem selesai dibangun. Dalam hal ini, pengujian dilakukan dengan penerapan langsung ke sistem dan mengamati hasil eksekusi serta memeriksa apakah sistem berperilaku sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam pembuatan media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi ini pada tahap implementasi menggunakan *black box testing*. *Black box testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem tanpa memeriksa kode internal. Penguji hanya memperhatikan *input* dan *output* untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Tujuan dari *black box testing* dalam proyek ini meliputi:

1. Memastikan semua fitur utama berfungsi sesuai kebutuhan: Penguji memberikan berbagai *input* dan mengamati apakah *output* yang dihasilkan sesuai dengan ekspektasi, misalnya memastikan simulasi alat laboratorium berjalan sesuai instruksi.
2. Menguji kemudahan penggunaan sistem: *Black box testing* membantu mengevaluasi antarmuka pengguna untuk memastikan *user* dapat dengan mudah berinteraksi dengan sistem tanpa kebingungan.
3. Memverifikasi ketahanan sistem terhadap *input* yang tidak *valid*: Penguji mencoba memasukkan data yang salah atau tidak sesuai untuk memastikan sistem memberikan *respons* yang tepat, seperti pesan error yang informatif.
4. Menilai kinerja sistem secara keseluruhan: Pengujian ini juga membantu mengevaluasi apakah sistem berjalan dengan lancar dan cepat, terutama saat menangani banyak pengguna atau data besar.

Dengan metode *black box testing* ini, diharapkan media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi dapat berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan pengguna tanpa harus memahami kode program di balik sistem.

3.11 Laporan

Tahap pembuatan laporan merupakan tahapan terakhir dalam pembangunan Rancang Bangun Laboratorium Virtual Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Laporan tersebut merupakan dokumen hasil pelaksanaan penelitian pembangunan sistem yang dibuat secara jelas dan disusun sesuai dengan metode penulisan. Laporan mendeskripsikan gambaran mengenai sistem yang telah dibangun. Gambaran yang dimaksud berupa alur kerja sistem. Oleh karena itu, laporan ini disusun untuk menjelaskan proses serta hasil keseluruhan dari proyek akhir yang telah diselesaikan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Antarmuka

Tampilan antarmuka pengguna (*User Interface*) merupakan bagian penting dalam sistem karena menjadi media interaksi antara pengguna dengan media pembelajaran laboratorium farmasi yang dibuat. Desain antarmuka yang baik harus intuitif, responsif, dan mudah digunakan.

Desain antarmuka dalam sistem ini mengintegrasikan elemen visual berupa 3D *assets*, guna meningkatkan pengalaman belajar interaktif yang menyerupai kondisi nyata di dalam laboratorium.

4.1.1 Pembuatan 3D Assets

Penggunaan objek 3D bertujuan untuk menghadirkan suasana laboratorium secara lebih nyata, mendalam, dan mendukung metode pembelajaran berbasis *virtual reality*.

A. Microscope Olympus CX23

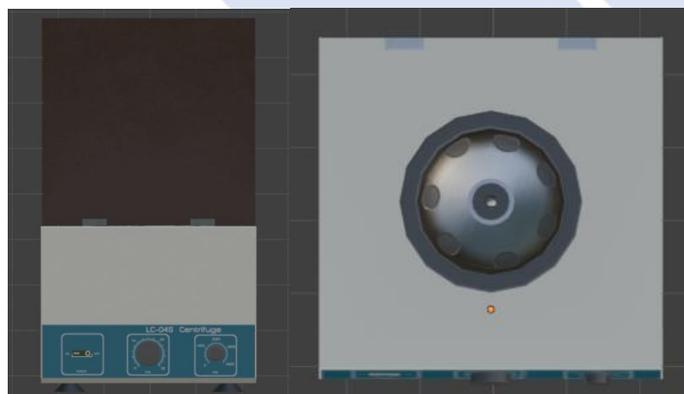
Microscope Olympus CX23 adalah mikroskop optik berkualitas tinggi yang dirancang untuk pendidikan dan penelitian dasar di bidang biologi dan medis. Dilengkapi dengan lensa objektif *achromatic*, sistem pencahayaan LED hemat energi, serta kepala binokular ergonomis dengan sudut 30°, mikroskop ini memberikan kenyamanan dan kualitas gambar yang optimal. Dengan pilihan perbesaran hingga 100x, meja preparat presisi, serta desain kokoh dan portabel, Olympus CX23 menjadi pilihan ideal bagi mahasiswa, guru, dan peneliti yang membutuhkan microscope andal dengan harga terjangkau.



Gambar 4. 1 Microscope Olympus CX23

B. Centrifuge LC-04S

Centrifuge LC-04S adalah alat laboratorium yang digunakan untuk memisahkan partikel dalam cairan berdasarkan perbedaan densitas dengan gaya sentrifugal hingga 4000 RPM. Dengan kapasitas hingga 6 tabung, alat ini dilengkapi layar LCD untuk pengaturan waktu dan kecepatan yang akurat serta fitur keamanan seperti sensor ketidakseimbangan dan mekanisme pengunci penutup. Desainnya yang ringkas dan minim getaran menjadikannya ideal untuk laboratorium klinis, penelitian, dan industri farmasi, memungkinkan pemrosesan sampel biologis dengan efisiensi tinggi.



Gambar 4. 2 Centrifuge LC-04S

C. Timbangan Neraca

Timbangan neraca obat adalah alat laboratorium yang digunakan untuk menimbang bahan obat dengan tingkat akurasi tinggi, biasanya dalam skala gram hingga miligram. Alat ini sering digunakan di apotek, laboratorium farmasi, dan industri obat untuk memastikan takaran yang presisi dalam pembuatan dan peracikan obat. Dilengkapi dengan sensor digital atau mekanisme keseimbangan lengan, neraca obat mampu memberikan hasil yang stabil dan akurat. Beberapa model juga memiliki fitur seperti kalibrasi otomatis, layar digital, serta perlindungan terhadap getaran dan angin untuk menjaga ketepatan pengukuran.

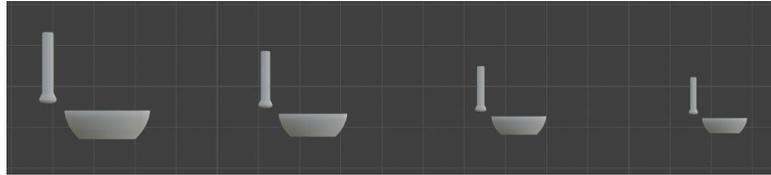


Gambar 4. 3 Timbangan Neraca

D. Mortar

Mortar adalah alat laboratorium yang terdiri dari mangkuk (mortar) dan alat penumbuknya (*pestle*), digunakan untuk menghaluskan, mencampur, atau menghancurkan bahan padat menjadi serbuk halus. Alat ini sering digunakan dalam bidang farmasi, kimia, dan biologi untuk menyiapkan bahan obat, sampel penelitian, atau campuran kimia. Mortar biasanya terbuat dari bahan seperti porselen, kaca, atau batu granit, yang tahan terhadap reaksi kimia dan tidak mudah tergores. Dengan desainnya yang sederhana namun efektif, mortar memungkinkan proses penumbukan

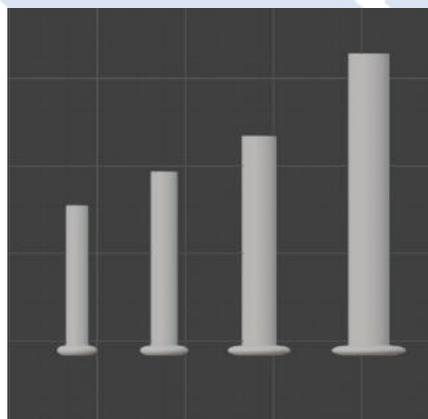
yang optimal untuk menghasilkan partikel dengan ukuran yang lebih kecil dan merata.



Gambar 4. 4 Mortar

E. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah alat laboratorium berbentuk silinder dengan skala pengukuran yang digunakan untuk mengukur volume cairan secara akurat. Terbuat dari kaca atau plastik tahan bahan kimia, gelas ukur tersedia dalam berbagai kapasitas, mulai dari beberapa mililiter hingga beberapa liter. Alat ini sering digunakan dalam eksperimen kimia, farmasi, dan biologi untuk memastikan takaran cairan yang tepat dalam proses pencampuran atau pengenceran larutan. Dengan dasar yang stabil dan mulut yang didesain untuk menuangkan cairan dengan mudah, gelas ukur menjadi peralatan penting dalam laboratorium untuk mendapatkan hasil pengukuran yang presisi.



Gambar 4. 5 Gelas Ukur

F. Labu Ukur

Labu ukur adalah alat laboratorium berbentuk labu dengan leher panjang dan skala tunggal yang digunakan untuk mengukur volume cairan dengan presisi tinggi. Terbuat dari kaca atau plastik tahan bahan kimia, labu ukur biasanya digunakan dalam pembuatan larutan dengan konsentrasi tertentu, seperti dalam titrasi atau analisis kuantitatif. Lehernya yang sempit membantu memastikan pengukuran yang akurat, sementara garis tanda pada leher menunjukkan volume maksimum yang dapat diisi. Dengan tutup yang rapat, labu ukur juga memungkinkan pencampuran larutan secara homogen tanpa risiko tumpah, menjadikannya peralatan penting dalam laboratorium kimia, farmasi, dan biologi.

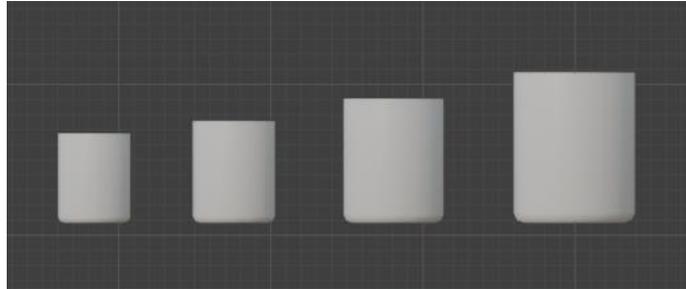


Gambar 4. 6 Labu Ukur

G. Gelas Ukur Pyrex

Gelas ukur Pyrex adalah alat laboratorium berbentuk silinder yang terbuat dari kaca borosilikat tahan panas dan bahan kimia, digunakan untuk mengukur volume cairan dengan presisi. Keunggulan utama gelas ukur Pyrex adalah ketahanannya terhadap perubahan suhu ekstrem, sehingga cocok untuk digunakan dalam pemanasan atau pendinginan larutan tanpa risiko retak. Skala pengukuran yang tercetak jelas pada permukaannya memungkinkan pembacaan yang akurat, sementara desainnya yang stabil

dengan mulut yang dirancang untuk menuangkan cairan dengan mudah menjadikannya alat penting dalam eksperimen kimia, farmasi, dan biologi.



Gambar 4. 7 Gelas ukur Pyrex

H. Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy

Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy adalah alat sterilisasi bertekanan tinggi yang digunakan untuk mensterilkan peralatan laboratorium, medis, dan farmasi dengan uap panas. Autoclave ini bekerja secara otomatis dengan sistem kontrol digital yang memungkinkan pengaturan suhu dan tekanan secara presisi, memastikan eliminasi bakteri, virus, dan mikroorganisme lainnya. Dilengkapi dengan fitur keamanan seperti perlindungan tekanan berlebih, pengunci pintu otomatis, serta indikator proses sterilisasi, alat ini memberikan efisiensi dan keandalan tinggi dalam prosedur sterilisasi. Dengan desain yang kompak dan berbahan tahan korosi, SA-232X Gemmy ideal digunakan di laboratorium, rumah sakit, serta fasilitas penelitian untuk menjaga kebersihan dan keamanan alat medis maupun kultur mikrobiologi.



Gambar 4. 8 Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy

I. Rotator Gemmy VRN 200

Rotator Gemmy VRN-200 adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mencampur sampel secara merata dengan gerakan rotasi yang konstan. Alat ini dirancang untuk aplikasi dalam bidang biologi, kimia, dan farmasi, seperti pencampuran larutan, inkubasi antibodi, atau ekstraksi sampel. Dengan kecepatan rotasi yang dapat disesuaikan, VRN-200 memastikan homogenisasi yang optimal tanpa menyebabkan gelembung udara atau gangguan pada sampel sensitif. Dilengkapi dengan motor berkinerja tinggi dan kedudukan yang dapat disesuaikan untuk berbagai ukuran tabung, rotator ini memberikan efisiensi dan kenyamanan dalam pengoperasian, menjadikannya pilihan ideal untuk laboratorium penelitian dan klinis.



Gambar 4. 9 Rotator Gemmy VRN-200

J. Botol Obat

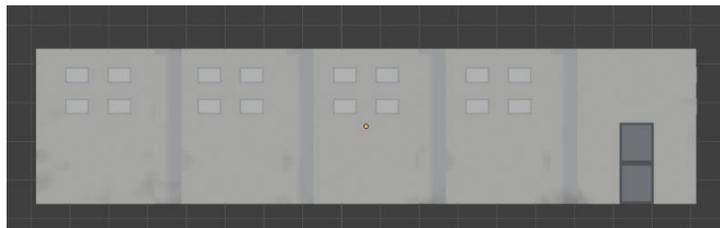
Botol obat adalah wadah khusus yang digunakan untuk menyimpan dan melindungi obat dalam bentuk cair, tablet, kapsul, atau serbuk agar tetap aman dan terjaga kualitasnya. Terbuat dari bahan seperti kaca atau plastik yang tahan terhadap reaksi kimia, botol obat dirancang dengan berbagai ukuran dan bentuk, sering kali dilengkapi dengan tutup kedap udara atau fitur pengaman anak untuk mencegah kontaminasi dan penyalahgunaan. Dalam industri farmasi dan kesehatan, botol ini berperan penting dalam menjaga stabilitas obat, memperpanjang masa simpan, serta memudahkan distribusi dan penggunaan obat oleh pasien atau tenaga medis.



Gambar 4. 10 Botol Obat

K. Ruang Laboratorium Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang

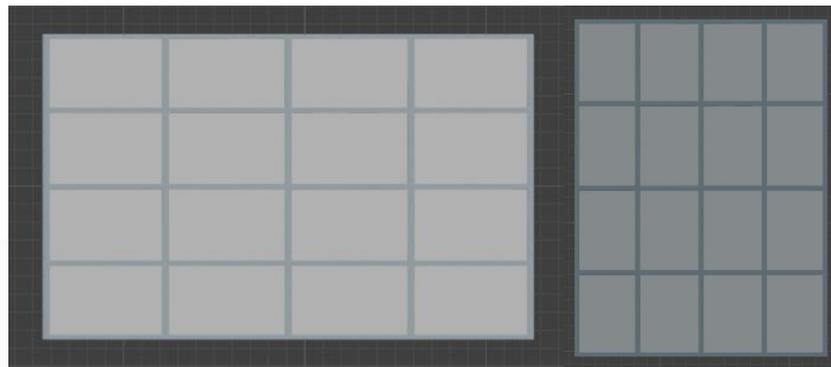
Laboratorium Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang merupakan fasilitas penting yang digunakan oleh siswa Jurusan Farmasi untuk melaksanakan kegiatan praktik yang mendukung pembelajaran teori di kelas.



Gambar 4. 11 Laboratorium Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang

L. *Storage* Lemari Kaca)

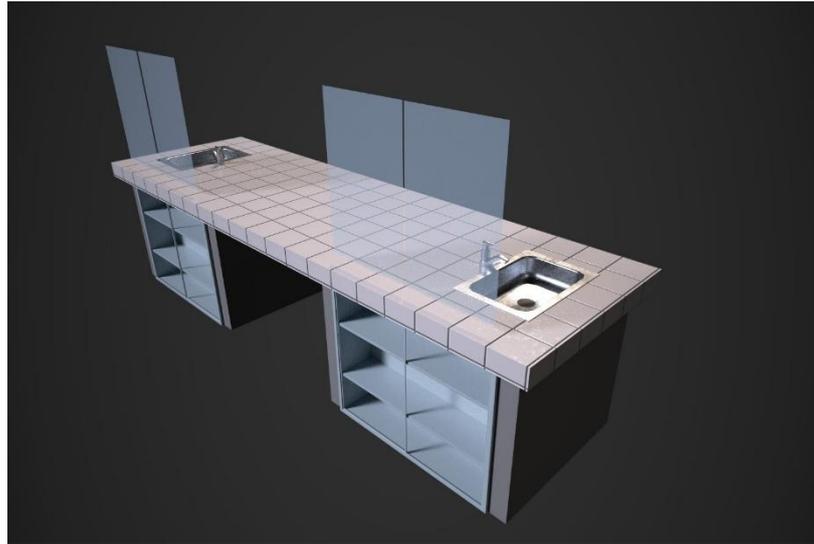
Lemari kaca merupakan salah satu perabot penting yang terdapat di Laboratorium Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Lemari ini digunakan untuk menyimpan berbagai alat praktikum, seperti mikroskop, gelas ukur, tabung reaksi, pipet, dan peralatan laboratorium lainnya yang memerlukan perlindungan dari debu, kotoran, dan kerusakan fisik.



Gambar 4. 12 *Storage* (Lemari Kaca)

M. *Table* (Meja)

Table merupakan meja kerja praktikum yang biasa digunakan di laboratorium. Meja ini dilengkapi dengan wastafel di kedua ujungnya dan rak penyimpanan di bawahnya untuk menyimpan alat dan bahan praktikum. Permukaannya menggunakan keramik agar tahan terhadap bahan kimia dan mudah dibersihkan setelah kegiatan laboratorium.



Gambar 4. 13 *Table* (Meja)

N. *Pigura* dan *Whiteboard*

Pigura dan *whiteboard* merupakan bagian dari tampilan ruang kelas yang umum ditemukan di lingkungan sekolah. *Pigura* berisi foto Presiden, Wakil Presiden, dan lambang Garuda Pancasila. *Whiteboard* digunakan sebagai media tulis dalam kegiatan belajar mengajar.



Gambar 4. 14 *Pigura* dan *Whiteboard*

O. *Chair* (Kursi)

Kursi laboratorium ini dirancang dengan rangka logam dan dudukan empuk berbentuk bundar. Kursi ini digunakan oleh siswa atau teknisi laboratorium saat melakukan praktikum di meja lab, memberikan kenyamanan dan stabilitas selama bekerja.



Gambar 4. 15 *Chair* (Kursi)

4.2 Struktur dan Pengelolaan *Asset* di Unity

Dalam pengembangan media pembelajaran laboratorium farmasi berbasis *Virtual Reality (VR)* menggunakan Unity, pengelolaan aset sangat penting untuk menjaga keteraturan proyek, efisiensi *workflow*, dan kemudahan pemeliharaan. Semua aset proyek dikelola di dalam folder *Assets*, dan didistribusikan dalam *subfolder* sesuai fungsinya.

4.2.1 Folder *Assets*

Folder ini merupakan direktori utama untuk semua sumber daya dalam proyek. Di dalamnya terdapat subfolder yang digunakan untuk mengelompokkan aset berdasarkan jenis dan fungsinya:

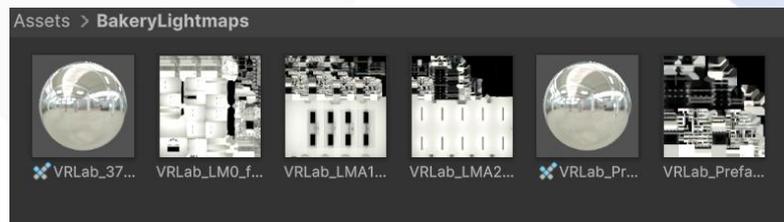
A. Folder *BakeryLightmaps*

Folder *BakeryLightmaps* berisi hasil *baking* pencahayaan menggunakan plugin *Bakery*. *Baking* ini bertujuan untuk menyimpan

pencapaian secara statis agar tampilan lebih realistis dan performa *game* lebih ringan karena tidak perlu menghitung cahaya saat *runtime*. *File-file* di dalamnya antara lain:

- VRLab_LM0, LMA1, LMA2, dan lain-lain: Ini adalah *texture lightmaps* hasil pembakaran (*baking*) cahaya yang sudah dipetakan ke objek-objek di *scene*.
- VRLab_PrefabPreview, dan lain-lain: *Representasi environment map* atau *preview* objek.
- Format *lightmaps* ini membantu Unity menampilkan cahaya statis secara efisien tanpa perlu *runtime lighting* yang mahal.

Lightmap ini digunakan Unity untuk menampilkan pencapaian yang tetap (*static lighting*), terutama cocok untuk proyek *VR* atau *scene* kompleks agar tetap lancar dan terlihat realistis.



Gambar 4. 16 Folder *BakeryLightmaps*

B. Folder *Images*

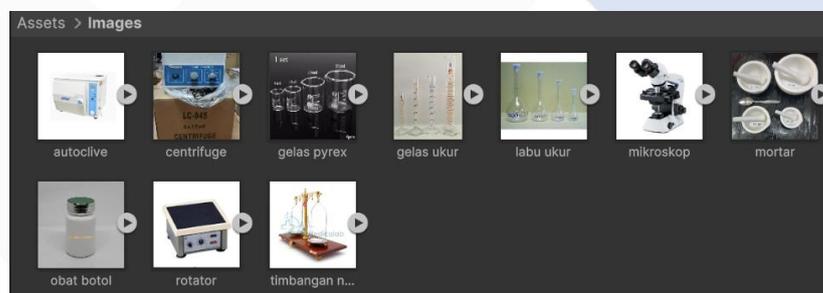
Folder *Images* digunakan untuk menyimpan gambar atau tekstur yang dibutuhkan dalam proyek, baik untuk tampilan antarmuka pengguna (*UI*) maupun dekorasi dalam *scene*.

Isi folder ini berisi gambar alat-alat laboratorium seperti:

- Autoclave
- Centrifuge
- Microscope
- Gelas Pyrex

- Gelas Ukur
- Labu Ukur
- Mortar
- Rotator
- Timbangan Neraca
- Obat Botol

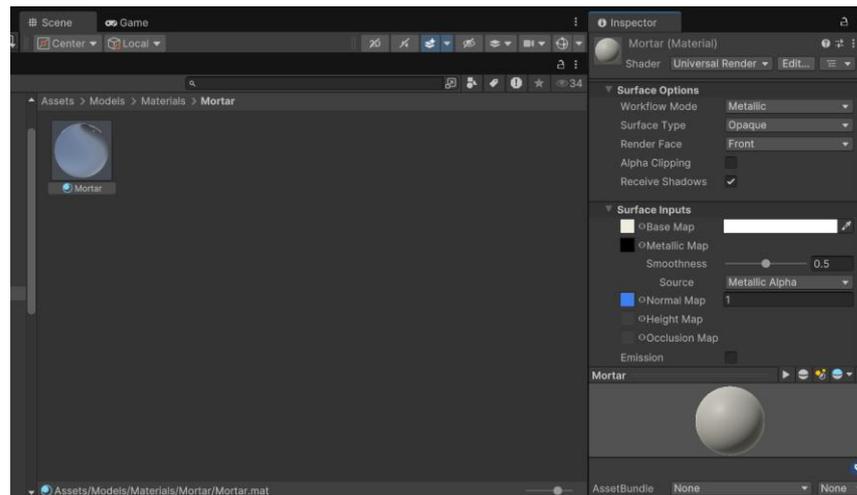
Gambar-gambar ini nantinya akan dipanggil ke dalam tampilan kartu (*card*) yang muncul saat pengguna mengklik objek alat di *scene*. Dengan begitu, saat informasi alat ditampilkan, akan muncul juga foto asli dari alat tersebut.



Gambar 4. 17 Folder *Images*

C. Folder *Models Materials*

Folder *Materials* menyimpan material atau tekstur permukaan yang digunakan untuk objek 3D di *scene*. Material ini akan dipanggil dan diterapkan ke model 3D alat (misalnya autoclave) agar tampilannya sesuai dengan bentuk dan warna aslinya. Tanpa material, objek 3D akan terlihat polos atau hanya berwarna default abu-abu. Setiap alat nantinya punya material masing-masing yang disesuaikan agar tampilan lebih realistis di dalam *scene*. Contoh salah satu *materials* mortar:



Gambar 4. 18 Folder *Models Materials*

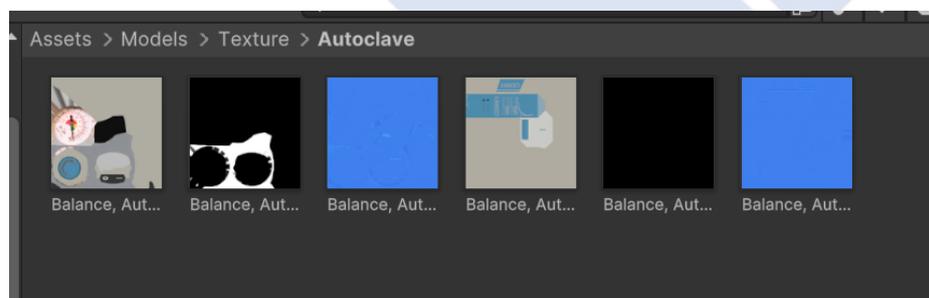
D. Folder *Models Texture*

Folder *Texture* menyimpan gambar permukaan (tekstur) yang digunakan oleh material untuk memberi detail visual pada model 3D.

Misalnya, tekstur ini mencakup:

- Alur warna, label, atau logo pada alat
- Bayangan dan efek cahaya (seperti *normal map*)
- Bentuk permukaan kasar atau halus

Setiap gambar di sini akan dihubungkan ke material (di folder *Materials*), dan kemudian diterapkan ke model alat. Jadi model alat seperti salah satu contoh alat yaitu Autoclave akan terlihat lebih nyata, tidak polos.



Gambar 4. 19 Folder *Models Texture*

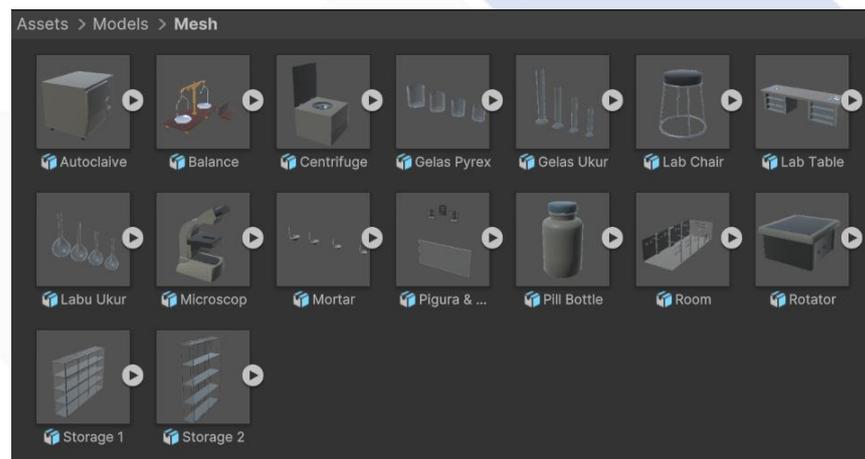
E. Folder *Models Mesh*

Folder *Mesh* berisi model 3D (*mesh*) dari alat-alat laboratorium yang digunakan di dalam *scene*. *File-file* di sini biasanya merupakan hasil *impor* dari *software* 3D seperti Blender, dan berformat *.fbx*.

Contoh isi:

1. Autoclave, Balance, Centrifuge, Mikroskop, dan alat lainnya.

Model ini adalah bentuk fisik 3D dari alat, tapi masih polos. Supaya terlihat realistis, model akan dipasangkan dengan material dan tekstur dari folder lain (*Materials & Texture*).



Gambar 4. 20 Folder *Models Mesh*

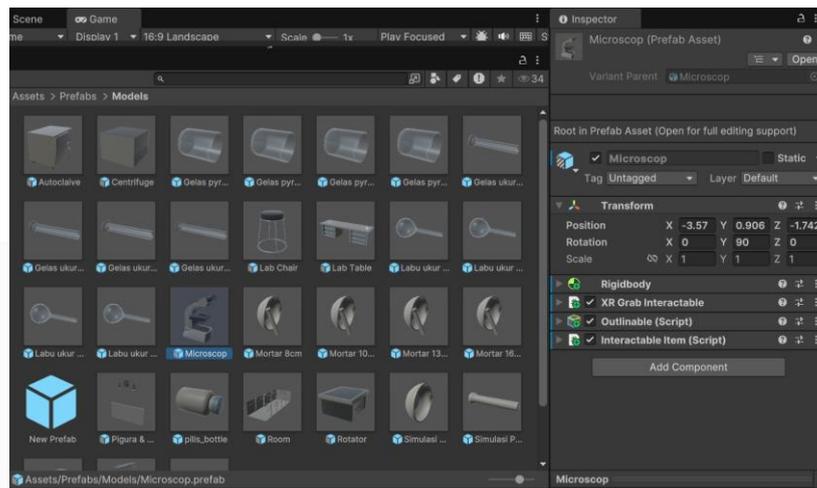
F. Folder *Prefabs Models*

Folder *Prefabs Models* berisi kumpulan prefab dari objek-objek 3D yang merepresentasikan berbagai alat dan perlengkapan laboratorium. Folder ini sangat penting karena menjadi basis utama dari visualisasi lingkungan laboratorium yang ditampilkan dalam *scene* simulasi.

Setiap *prefab* di dalam folder ini merupakan hasil konversi dari model 3D (biasanya file *.fbx*, *.obj*, atau *.glb*) yang telah dilengkapi dengan komponen tambahan seperti *Collider*, *Mesh Renderer*, dan terkadang *XR Grab Interactable* untuk mendukung interaksi dalam aplikasi *XR (Extended Reality)*.

Objek-objek ini digunakan dalam *scene* utama untuk membangun simulasi laboratorium secara realistis, sehingga pengguna dapat menjelajah dan berinteraksi seolah-olah berada di lingkungan laboratorium nyata.

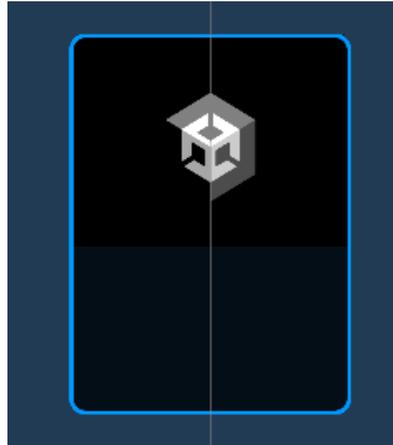
Model ini akan terhubung dengan sistem interaksi menggunakan *XR Interaction Toolkit*, sehingga pengguna dapat memegang, menggeser, atau memicu aksi tertentu (misalnya mengamati mikroskop).



Gambar 4. 21 Folder *Prefabs Models*

G. Folder *Prefabs User Interface*

Folder *UI* di dalam *Prefabs* berisi *prefab* komponen antarmuka pengguna (*User Interface*) yang digunakan dalam aplikasi. *Prefab* di sini sudah disiapkan lengkap dan tinggal dipanggil ke dalam *scene* saat dibutuhkan. Berikut adalah salah satu contoh *UI* yang digunakan untuk menampilkan informasi alat pada laboratorium *virtual* farmasi:



Gambar 4. 22 Folder *Prefabs User Interface*

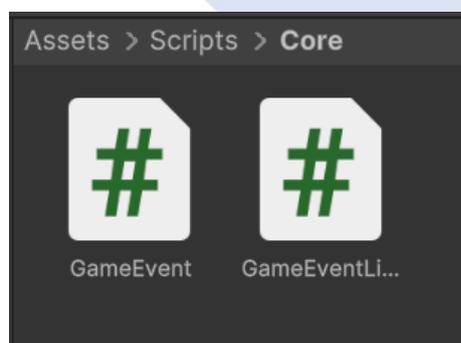
H. Folder *Script*

Folder *Scripts* berisi kumpulan skrip C# yang mengatur logika dan interaksi dalam aplikasi. Folder ini dibagi menjadi beberapa subfolder agar lebih terorganisir sesuai fungsinya.

Berikut isi dan fungsinya:

1. *Core*

Berisi skrip sistem event seperti `GameEvent` dan `GameEventListener`. Fungsinya untuk mengatur komunikasi antar objek dalam aplikasi secara modular, tanpa harus saling merujuk langsung. Sistem ini membantu menjaga struktur kode tetap bersih dan fleksibel.



Gambar 4. 23 Folder *Core*

2. *ItemInfo*

Folder *ItemInfo* berisi skrip-skrip yang mengatur informasi dan interaksi dengan alat-alat di dalam *scene*.

Isi utama folder ini:

- *InteractableItemDataHandler.cs*

Skrip *InteractableItemDataHandler.cs* berfungsi untuk menampilkan informasi item interaktif ke dalam *UI* di Unity. Data seperti nama, deskripsi, dan gambar galeri diambil dari objek *InteractableItemInfo*, lalu ditampilkan menggunakan komponen *TextMeshProUGUI* dan *Image*. Saat inisialisasi, skrip mengatur teks dan menampilkan gambar pertama dari galeri. Terdapat juga fungsi *NextImage()* yang disiapkan untuk navigasi gambar, serta opsi kode yang dikomentari untuk menampilkan galeri secara dinamis.

```
using TMPro;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class InteractableItemDataHandler : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] InteractableItemInfo data;

    [Header("UI")]
    [SerializeField] TextMeshProUGUI titleText;
    [SerializeField] TextMeshProUGUI descText;
    // [SerializeField] Image[] galleryImages;
    [SerializeField] Image galleryImage;
    [SerializeField] Transform galleryParent;

    void Start()
    {
        Initialize();
    }

    void Initialize()
    {
        titleText.text = data.itemName;
        descText.text = data.itemDescription;

        // for one
        galleryImage.sprite = data.galleryImages[0];

        // for Gallery
        // for (int i = 0; i < data.galleryImages.Length; i++)
        // {
        //     Image image = Instantiate(galleryImage, galleryParent).GetComponent<Image>();
        //     image.sprite = data.galleryImages[i];
        //     if (i == 0)
        //         image.gameObject.SetActive(true);
        // }

        // next gallery
        public void NextImage()
        {
        }
    }
}
```

Gambar 4. 24 *InteractableItemDataHandler.cs*

- *InteractableItemInfo.cs*

Skrip *InteractableItemInfo.cs* berfungsi sebagai wadah data (data *container*) untuk item interaktif dalam bentuk *ScriptableObject* di Unity. Skrip ini memungkinkan *developer* membuat aset data baru melalui menu *Create > ScriptableObjects > InteractableItemInfo* di Unity Editor. Di dalamnya terdapat tiga properti utama: *itemName* untuk menyimpan nama item, *itemDescription* untuk deskripsi panjang dengan dukungan area teks yang luas, serta *galleryImages*, yaitu array dari *Sprite* yang mewakili kumpulan gambar atau galeri item tersebut. Skrip ini dirancang agar dapat digunakan oleh skrip lain seperti *InteractableItemDataHandler* untuk menampilkan informasi item secara fleksibel dan terpisah dari logika game.

```
using UnityEngine;

[CreateAssetMenu(fileName = "InteractableItemInfo", menuName = "ScriptableObjects/InteractableItemInfo", order = 1)]
public class InteractableItemInfo : ScriptableObject
{
    public string itemName;
    [TextArea(3, 10)] public string itemDescription;
    public Sprite[] galleryImages;
}
```

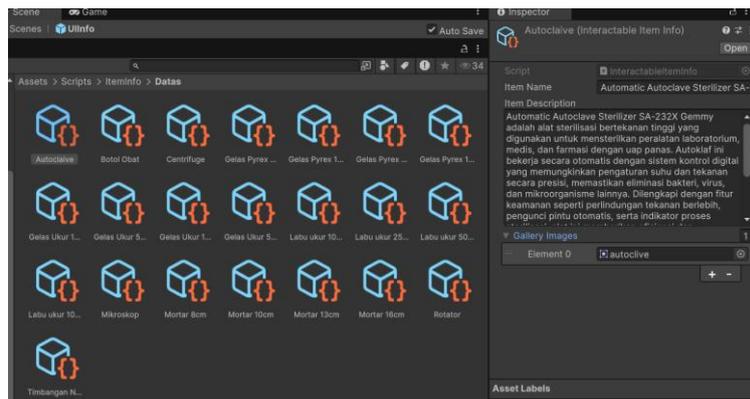
Gambar 4. 25 *InteractableItemInfo.cs*

- Folder *Datas*

Folder *Datas* di dalam *ItemInfo* berisi kumpulan *ScriptableObject* yang menyimpan data deskriptif tiap alat.

Contoh informasi yang disimpan:

- Nama alat (misal: Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X)
- Deskripsi fungsi alat
- Gambar alat asli pada dunia nyata.



Gambar 4. 26 Folder *Datas*

3. *Quiz*

Folder *Quiz* berisi skrip-skrip yang mengatur sistem kuis interaktif dalam aplikasi. Di dalamnya terdapat logika soal, jawaban, *timer*, hingga *UI* untuk menampilkan hasil kuis. Isi utamanya antara lain:

- *Questions.json*

File data yang menyimpan kumpulan soal dan jawaban.

```

"questions": [
  {
    "question": "Mikroskop Olympus CX23 dirancang untuk penggunaan di bidang...",
    "answers": [
      {
        "text": "Teknik mesin",
        "isCorrect": false
      },
      {
        "text": "Pendidikan dan penelitian dasar",
        "isCorrect": true
      },
      {
        "text": "Arsitektur",
        "isCorrect": false
      },
      {
        "text": "Konstruksi",
        "isCorrect": false
      }
    ]
  },
],

```

Gambar 4. 27 *Questions.json*

- *QuizManager*

Skrip *QuizManager.cs* adalah skrip utama untuk mengatur alur permainan *quiz* di Unity. Skrip ini memuat data pertanyaan dari *file* JSON, mengacaknya, lalu menampilkan pertanyaan satu per

satu. Jawaban pemain dicek melalui fungsi *CheckAnswer()*, dan skor dihitung berdasarkan jawaban yang benar. Setelah semua pertanyaan dijawab, skrip menampilkan ringkasan hasil melalui *event*. Data pertanyaan dan jawaban disusun menggunakan *class Question, Answer, dan QuestionWrapper*.

- *QuizTrigger*

Skrip *QuizTrigger.cs* digunakan untuk memicu dimulainya kuis berdasarkan *ID* panel tertentu. Saat fungsi *TriggerQuiz()* dipanggil dengan *ID* yang sesuai (*idPanel*), maka *event OnStartQuiz* akan dijalankan. Skrip ini biasanya digunakan untuk menghubungkan logika *UI* dengan sistem *quiz* secara dinamis melalui *event* di Unity Editor.

- *TimerQuestion*

Mengatur waktu pengerjaan soal agar ada batasan durasi.

- *AnswerTrigger* atau *AnswerEvent*

Menangani logika saat pengguna memilih jawaban dan memicu *event* yang sesuai.

- *QuestionEvent*

Mengatur pemanggilan dan tampilan soal ke *UI*.

- *QuizUI & SummaryUI*

Skrip *QuizUI.cs* dan *SummaryUI.cs* merupakan komponen *UI* utama dalam sistem *quiz*. *QuizUI.cs* berfungsi untuk menampilkan soal dan jawaban ke pemain. Pertanyaan dan opsi jawaban diatur melalui fungsi *Setup()*, yang juga mengacak urutan jawaban dan menetapkan fungsi ketika tombol jawaban diklik. Jika pemain menjawab, *event AnswerEvent* akan dikirim dengan nilai benar atau salah.

```

public void Setup(Question data)
{
    questionText.text = data.question;
    Answer[] answers = data.answers;

    ShuffleUtility.Shuffle(answers);

    for (int i = 0; i < answerButtons.Length; i++)
    {
        TextMeshProUGUI buttonText = answerButtons[i].GetComponentInChildren<TextMeshProUGUI>();
        buttonText.text = answers[i].text;
        answerButtons[i].onClick.RemoveAllListeners();
        int id = i;
        answerButtons[i].onClick.AddListener(() => { OnClickAnswer(answers[id].isCorrect); });
    }
}

```

Gambar 4. 28 QuizUI.cs

SummaryUI.cs digunakan untuk menampilkan hasil akhir *quiz*, seperti skor, jumlah jawaban benar dan salah, serta nama dan kelas peserta dari *input form*. Selain menampilkan data, skrip ini juga mengirim hasil *quiz* ke *database* melalui permintaan *HTTP POST* ke server PHP.

```

// Kirim ke database via PHP
StartCoroutine(KirimKeDatabase(nameInput.text, classInput.text, data.score));
}

IEnumerator KirimKeDatabase(string nama, string kelas, int score)
{
    WWWForm form = new WWWForm();
    form.AddField("nama", nama);
    form.AddField("kelas", kelas);
    form.AddField("score", score);

    using (UnityWebRequest www = UnityWebRequest.Post("https://vrlabfarmasismkn5pkp.fun/simpan_quiz.php", form))
    {
        yield return www.SendWebRequest();

        if (www.result == UnityWebRequest.Result.Success)
        {
            Debug.Log("Data berhasil dikirim: " + www.downloadHandler.text);
        }
        else
        {
            Debug.LogError("Gagal kirim data: " + www.error);
        }
    }
}

```

Gambar 4. 29 SummaryUI.cs

- *SummaryEvent*

Mengatur *event* setelah kuis selesai, seperti menampilkan hasil akhir.

4. UI

Mengatur sistem tampilan antar panel di *UI* menggunakan *event*. Folder ini berisi beberapa skrip:

- *PanelEvent*: adalah *ScriptableObject* untuk mengirim *ID* panel (*tipe int*) melalui sistem *event*. Digunakan untuk mengatur perpindahan panel *UI* secara dinamis dengan bantuan *listener* seperti *PanelManager*.
- *PanelManager*: adalah skrip untuk mengatur tampilan panel *UI* berdasarkan *ID*. Saat menerima *event* dengan *ID* panel, skrip akan mengaktifkan panel yang sesuai dan menonaktifkan panel lainnya dari daftar *panels*. Digunakan untuk mengelola transisi antar tampilan secara efisien.
- *PanelTrigger.cs*: adalah skrip untuk mengirim *event* panel saat tombol diklik. Saat tombol ditekan, skrip memanggil *panelEvent.Raise (idPanel)* untuk memberi tahu sistem agar menampilkan *panel* dengan *ID* tertentu. Digunakan untuk menghubungkan tombol *UI* dengan pergantian panel.
- *ExiteGames*: adalah skrip untuk keluar dari media pembelajaran.

5. *XR*

Skrip yang berkaitan dengan interaksi objek dalam lingkungan *Extended Reality (XR)*.

- *InteractableItem.cs*: Mengatur objek *XR* yang dapat disentuh, digenggam, dan diaktifkan. Saat di-*hover*, objek menampilkan efek *outline*; saat dilepas, objek kembali ke posisi awal dengan animasi halus menggunakan *DOTween*. Panel informasi juga bisa ditampilkan saat objek di-*activate*.

```

// Start is called once before the first execution of Update after the MonoBehaviour is created
void Start()
{
    xrGrab = GetComponent<XRGrabInteractable>();
    xrGrab.hoverEntered.AddListener(OnHoverEnter);
    xrGrab.hoverExited.AddListener(OnHoverExit);
    xrGrab.selectEntered.AddListener(OnGrab);
    xrGrab.selectExited.AddListener(OnRelease);
    xrGrab.activated.AddListener(OnActivated);

    rb = GetComponent<Rigidbody>();
    rb.isKinematic = true;

    outlinable = GetComponent<Outlinable>();
    outlinable.enabled = false;

    startPos = transform.position;
    startRot = transform.eulerAngles;

    ShowInfoPanel(false);
}

private void OnActivated(ActivateEventArgs arg0)
{
    ShowInfoPanel(!infoPanel.activeSelf);
}

private void OnHoverExit(HoverExitEventArgs arg0)
{
    outlinable.enabled = false;
}

private void OnHoverEnter(HoverEnterEventArgs arg0)
{
    outlinable.enabled = true;
}

private void OnRelease(SelectExitEventArgs arg0)
{
    Debug.Log("Release");
    rb.isKinematic = true;
    transform.DOMove(startPos, 1).SetEase(Ease.OutCubic);
    transform.DORotate(startRot, 1).SetEase(Ease.OutCubic);
}

private void OnGrab(SelectEnterEventArgs arg0)
{
    Debug.Log("Grab");
    rb.isKinematic = false;
    ShowInfoPanel(false);
    outlinable.enabled = false;
}

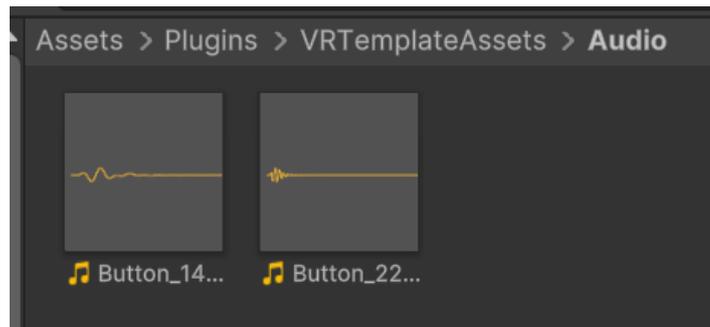
```

Gambar 4. 30 *InteractableItem.cs*

I. Folder Audio

Folder ini berisi file suara tombol, seperti *Button_14* dan *Button_22*, yang digunakan untuk memberikan efek suara ketika:

- Tombol *UI* diklik
- Pilihan jawaban kuis diklik, agar memberikan umpan balik audio saat pengguna berinteraksi.



Gambar 4. 31 *Audio*

4.3 Struktur *Scene* Laboratorium Farmasi (*VRLab*)

Hierarki ini merupakan struktur utama *scene* dalam proyek Unity yang digunakan untuk mensimulasikan laboratorium farmasi berbasis *VR*. Objek utama bernama "*VRLab*" berfungsi sebagai *root container*, yang membungkus berbagai elemen penting dalam *scene*. Setiap elemen memiliki peran spesifik untuk menunjang fungsi visual, interaktif, dan edukatif dari laboratorium *virtual* ini.

4.3.1 Rician Struktur

A. *Models*

Folder ini berisi objek-objek 3D yang digunakan dalam lingkungan laboratorium *virtual*. Objek-objek ini merepresentasikan alat-alat laboratorium fisik dan dikelompokkan berdasarkan karakteristik interaksi pengguna.

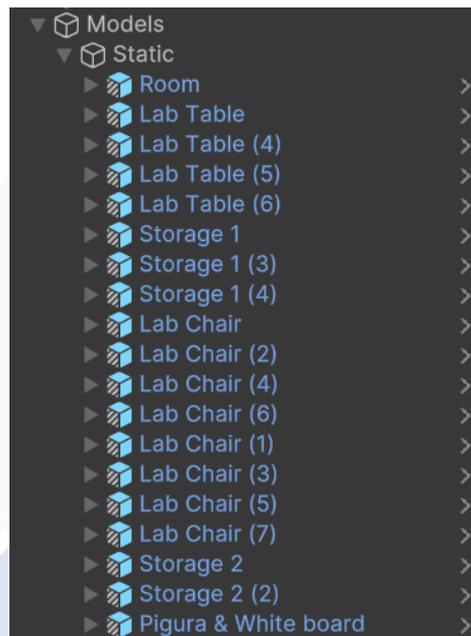
1. *Static*

mencakup objek-objek 3D yang bersifat statis atau tidak berinteraksi langsung dengan pengguna. Objek-objek ini berfungsi sebagai pelengkap visual untuk membangun suasana dan kondisi ruang laboratorium yang realistis. Beberapa objek yang termasuk dalam kategori ini antara lain:

- *Room*: Struktur ruangan utama laboratorium.
- *Lab Table*: Meja praktikum yang dilengkapi *washtafel* dan rak penyimpanan.

- *Storage*: Lemari penyimpanan alat dan bahan praktikum.
- *Lab Chair*: Kursi laboratorium untuk peserta praktikum.
- *Pigura & Whiteboard*: Elemen dekoratif dan media tulis yang umum dijumpai di ruang laboratorium.

Objek-objek ini membantu menciptakan representasi visual yang sesuai dengan lingkungan belajar di dunia nyata.



Gambar 4. 32 *Models Static*

2. *Interactable*

berisi objek-objek 3D yang dapat berinteraksi langsung dengan pengguna dalam simulasi laboratorium *virtual*. Beberapa objek dalam kategori ini antara lain:

- Gelas Pyrex: 5 ml, 10 ml, 50 ml, 100 ml
- Gelas Ukur: 10 ml, 50 ml, 100 ml, 500 ml
- Labu Ukur: 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml
- Mortar: 8 cm, 10 cm, 13 cm, 16 cm

- Simulasi Penumbuk & Simulasi Mortar: Salah satu jenis mortar yang dapat dipegang bersamaan dengan penumbuk dan mangkuknya.
- Pills Bottle
- Timbangan Neraca
- Centrifuge
- Autoclave
- Rotator
- Microscope

Objek-objek ini disusun di dalam ruangan laboratorium untuk menciptakan suasana pembelajaran yang realistis, mendukung eksplorasi interaktif dan pemahaman langsung terhadap fungsi setiap alat.



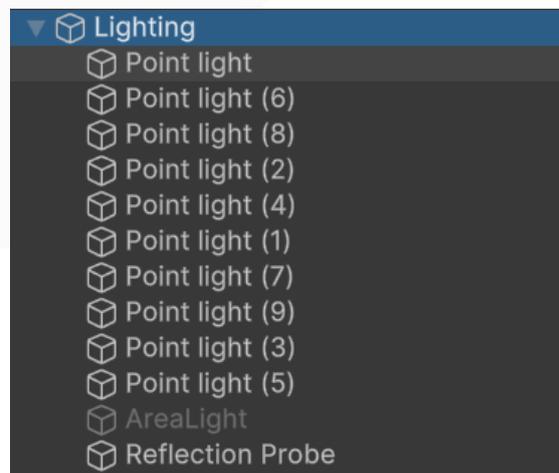
Gambar 4. 33 *Models Interactable*

B. *Lighting*

Folder ini berisi pengaturan pencahayaan tambahan untuk keseluruhan scene laboratorium *virtual*. Elemen-elemen pencahayaan ini digunakan untuk menciptakan suasana visual yang realistis dan mendukung tampilan objek 3D secara optimal. Beberapa komponen di dalamnya antara lain:

- *Point Light*: Sumber cahaya titik yang menyebar ke segala arah, digunakan untuk menerangi area tertentu dalam ruangan.
- *Reflection Probe*: Digunakan untuk menangkap pencahayaan dan pantulan lingkungan agar tampilan material objek terlihat lebih nyata.

Pencahayaan ini penting untuk memastikan setiap objek dalam *scene* terlihat jelas dan memiliki bayangan serta efek pantulan yang sesuai dengan kondisi laboratorium sebenarnya.



Gambar 4. 34 *Lighting*

C. Hasil Penyusunan 3D Laboratorium

Gambar dibawah ini menunjukkan tampilan atas dari hasil penyusunan elemen-elemen 3D dalam ruangan laboratorium *virtual* SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Objek-objek seperti *Lab Table*, *Lab Chair*, serta berbagai alat interaktif telah ditata secara sistematis pada masing-masing meja kerja.



Gambar 4. 35 Hasil Penyusunan 3D Laboratorium

D. *UI (User Interface)*

UI atau antarmuka pengguna berfungsi sebagai wadah untuk seluruh elemen visual dan interaksi yang terjadi di dalam aplikasi. *UI* dirancang agar pengguna dapat dengan mudah mengakses, memahami, dan menjalankan fitur-fitur yang tersedia. Adapun *UI* yang telah dibuat meliputi:

- *Main Menu*
- *Play Menu*
- Materi
- Simulasi
- *Instruction*
- *Quiz Instruction*
- *Quiz*
- *Summary*
- *UI Info Alat*

E. *Function*

Bagian *Function* merupakan wadah utama yang menampung berbagai komponen logika dan fungsionalitas utama aplikasi, terutama yang terkait dengan interaksi pengguna di dalam lingkungan simulasi. Komponen-komponen ini tidak bersifat statis seperti tampilan, namun lebih kepada bagaimana aplikasi merespon aksi pengguna dan mengelola alur aktivitas.

Adapun elemen-elemennya:

1. *Panel Manager*

Bertugas mengatur panel-panel *UI* yang ditampilkan atau disembunyikan dalam aplikasi. Fungsinya penting untuk navigasi antar menu dan transisi tampilan.

2. *XR Origin (XR Rig)*

Merupakan elemen inti dari sistem *XR (Extended Reality)*, berfungsi sebagai pusat orientasi dan posisi pengguna dalam lingkungan 3D. Digunakan untuk mendukung interaksi berbasis *VR* seperti gerakan kepala, tangan, serta navigasi teleportasi.

3. *Teleport Area Setup*

Mengatur area di mana pengguna dapat melakukan teleportasi di dalam lingkungan *VR*. Penting untuk kenyamanan eksplorasi dalam ruang simulasi tanpa harus berjalan fisik.

4. *Quiz:*

- *QuizManager*: Mengelola seluruh logika *quiz*, termasuk soal, skor, dan evaluasi.
- *QuizUI*: Komponen visual dari *quiz*, seperti pertanyaan dan pilihan jawaban.
- *Timer*: Mengatur waktu pengerjaan *quiz* oleh pengguna.
- *Summary*: Menampilkan hasil akhir *quiz*, seperti nama, kelas, skor, jumlah benar, dan jumlah salah.

4.4 Struktur Komponen *GameObject*

Pada pengembangan proyek ini, setiap objek yang digunakan di dalam lingkungan *virtual* dirancang sebagai *Game Object* dalam Unity. *GameObject* merupakan entitas dasar di Unity yang berfungsi sebagai wadah dari berbagai komponen (*components*) yang menentukan bentuk, perilaku, dan interaksi dari objek tersebut.

Sebagai contoh, berikut adalah struktur komponen dari salah satu objek yang digunakan dalam simulasi, yaitu Mortar 13cm. Objek ini merepresentasikan

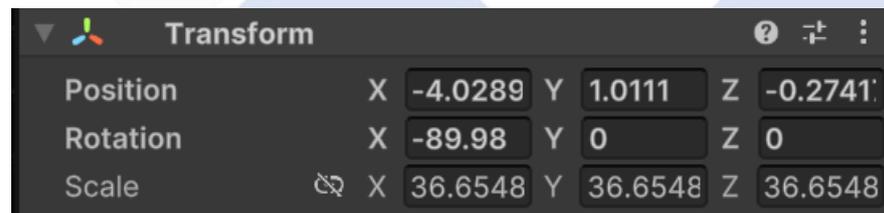
alat bantu di dunia *virtual* yang dapat dilihat, disentuh, dan diinteraksikan oleh pengguna melalui perangkat *XR* (*Extended Reality*).

Komponen-komponen yang digunakan pada *Game Object* "Mortar 13cm":

A. *Transform*

Komponen *Transform* digunakan untuk mengatur posisi, rotasi, dan skala objek di dalam *scene* Unity. Setiap *Game Object* secara otomatis memiliki komponen ini karena merupakan elemen dasar dalam penempatan objek di dunia *virtual*. *Transform* menjadi acuan utama bagi sistem untuk mengetahui di mana objek berada, ke arah mana objek menghadap, serta seberapa besar ukuran objek tersebut.

Dalam proyek ini, pengaturan *Transform* dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh *Game Object*, seperti Mortar 13cm dan objek-objek lainnya, ditempatkan dengan tepat dan dapat berinteraksi secara optimal di dalam lingkungan simulasi *XR*. Penyesuaian *Transform* yang akurat sangat penting agar setiap objek berada pada posisi yang sesuai dengan skenario pembelajaran atau simulasi yang dirancang.



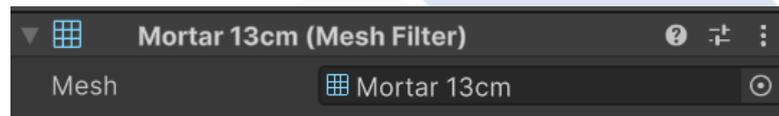
Gambar 4. 36 *Transform*

B. *Mesh Filter*

Komponen *Mesh Filter* digunakan untuk menentukan bentuk atau model 3D yang akan ditampilkan oleh objek dalam *scene*. Komponen ini berfungsi sebagai penghubung antara model 3D (*mesh*) dengan sistem *rendering*, sehingga Unity mengetahui bentuk geometris dari objek yang harus divisualisasikan.

Dalam proyek ini, setiap *Game Object*, seperti Mortar 13cm dan objek-objek lainnya, memiliki mesh masing-masing yang merepresentasikan bentuk fisiknya di dalam dunia *virtual*. Sebagai contoh, *Game Object* Mortar 13cm menggunakan *mesh* dengan nama yang sama, yaitu Mortar 13cm.

Dengan adanya *Mesh Filter*, seluruh objek dalam simulasi dapat memiliki struktur fisik yang sesuai, sebelum ditampilkan secara visual oleh komponen *Mesh Renderer*.



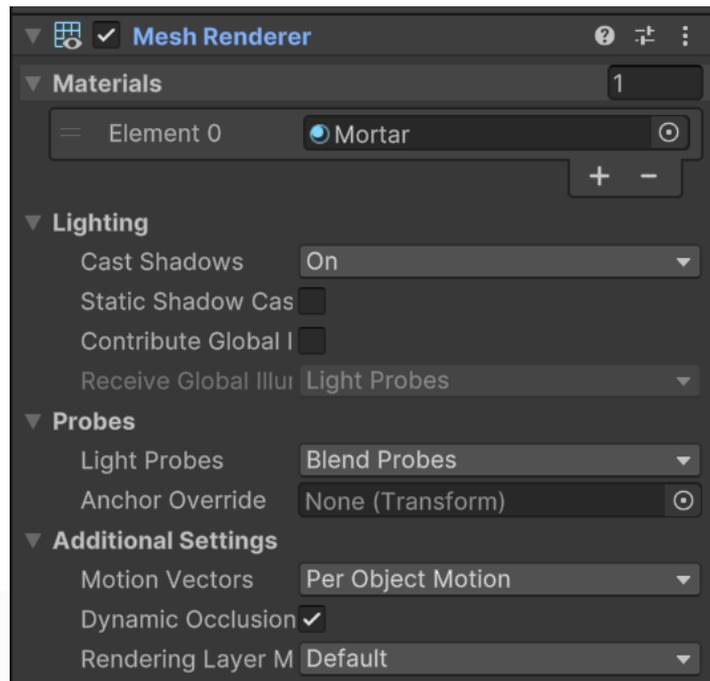
Gambar 4. 37 *Mesh Filter*

C. *Mesh Renderer*

Komponen *Mesh Renderer* digunakan untuk menampilkan *mesh* ke dalam dunia *virtual* dengan bantuan material yang telah ditentukan. Komponen ini bertanggung jawab dalam proses visualisasi objek, sehingga objek dapat terlihat oleh pengguna saat aplikasi dijalankan.

Mesh Renderer bekerja secara langsung bersama dengan *Mesh Filter*. Jika *Mesh Filter* menentukan bentuk atau struktur objek, maka *Mesh Renderer* memastikan bahwa bentuk tersebut dapat ditampilkan secara visual dengan dukungan warna, pencahayaan, tekstur, dan efek bayangan.

Dalam proyek ini, setiap *Game Object* yang digunakan termasuk contoh seperti Mortar 13cm yang dilengkapi dengan *Mesh Renderer* agar dapat divisualisasikan secara utuh di dalam lingkungan *XR*. Dengan begitu, pengguna dapat melihat dan mengenali objek dengan jelas sesuai desain tampilan yang telah dirancang.



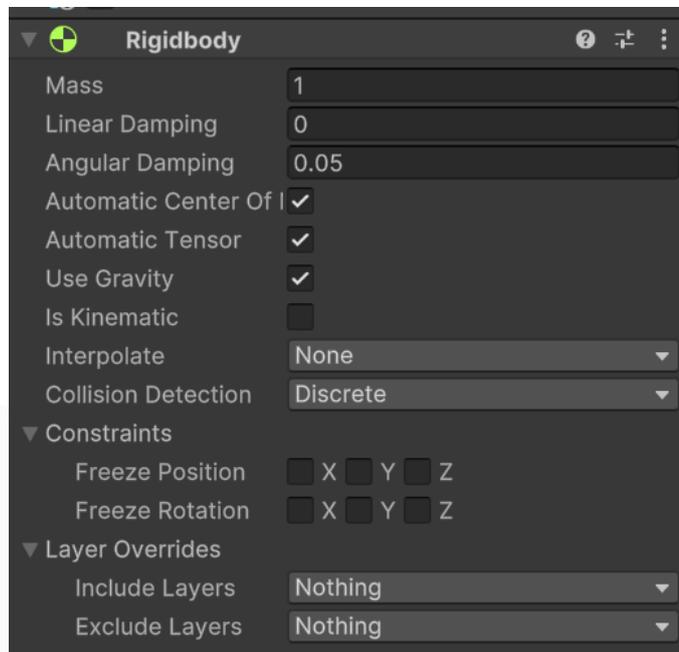
Gambar 4. 38 *Mesh Renderer*

D. *Rigidbody*

Komponen *Rigidbody* digunakan agar objek dapat berperilaku secara fisik di dalam dunia *virtual*, misalnya terjatuh karena gravitasi, bergerak karena dorongan, atau bertumbukan dengan objek lain. Dengan *Rigidbody*, objek akan merespons gaya dan momentum secara realistis, termasuk rotasi dan kecepatan akibat interaksi dari pengguna atau lingkungan.

Dalam proyek ini, seluruh *Game Object* yang membutuhkan perilaku fisika termasuk salah satu contohnya Mortar 13cm yang diberikan komponen *Rigidbody*. Pada konfigurasi ini, opsi seperti *Use Gravity* dicentang, yang berarti objek akan terpengaruh oleh gaya gravitasi. Nilai mass juga ditentukan, yaitu 1, sebagai bobot dasar objek.

Komponen ini sangat penting dalam simulasi berbasis *XR* untuk menciptakan interaksi yang nyata dan alami antara pengguna dan objek, terutama dalam skenario edukatif dan eksperiensial.



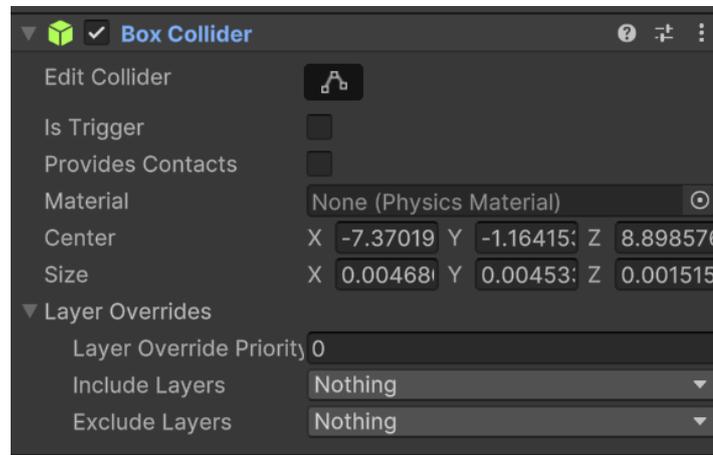
Gambar 4. 39 *Mesh Rigidbody*

D. *Box Collider*

Komponen *Box Collider* digunakan untuk mendeteksi tabrakan atau interaksi fisik antara objek dengan objek lain di dalam dunia *virtual*. *Collider* ini berbentuk kotak (*box*) yang secara tidak terlihat mengelilingi objek, dan berfungsi sebagai batas fisik yang bisa dikenali oleh sistem fisika Unity.

Dalam proyek ini, seluruh *GameObject* termasuk contoh seperti Mortar 13cm menggunakan *Box Collider* agar dapat berinteraksi secara realistis, baik saat disentuh, digerakkan, atau bertumbukan dengan objek lainnya. Tanpa komponen ini, sistem tidak dapat mengenali keberadaan objek dalam konteks fisika, sehingga interaksi tidak akan terjadi. *Box Collider* juga dapat disesuaikan ukuran dan posisinya melalui properti

Center dan *Size*, agar pas dengan bentuk visual objek yang direpresentasikan oleh *mesh*-nya.



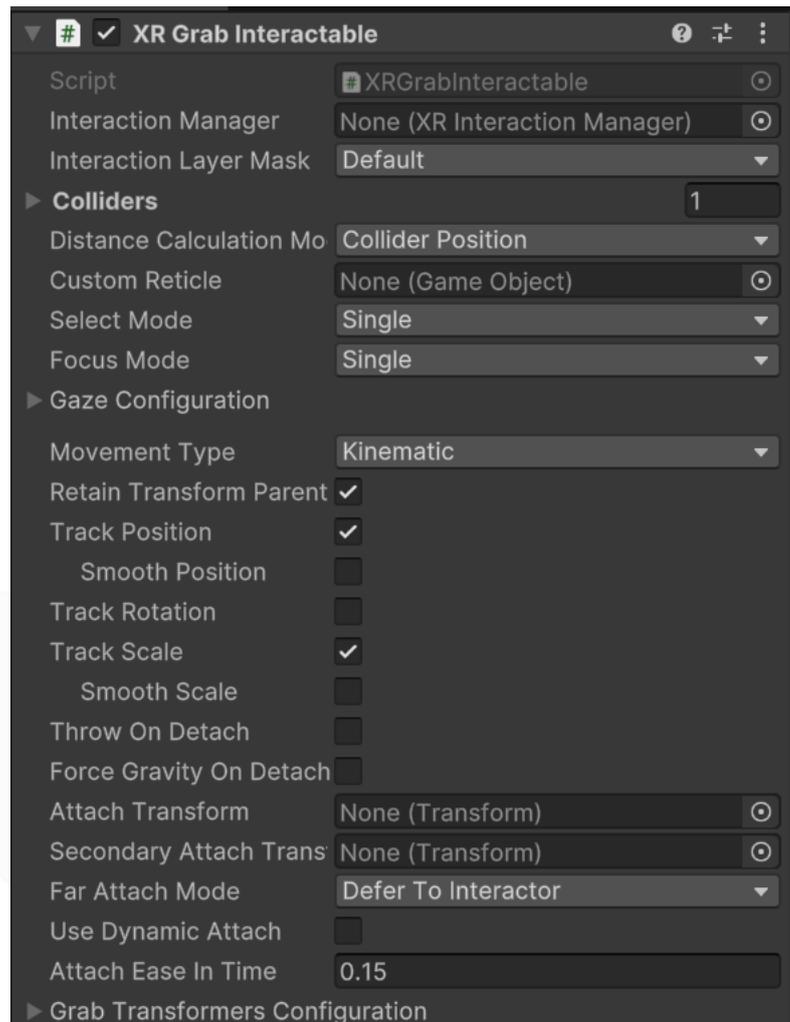
Gambar 4. 40 Mesh Box Collider

E. XR Grab Interactable

Komponen XR Grab Interactable berasal dari paket *XR Interaction Toolkit* yang disediakan oleh Unity untuk membangun interaksi dalam lingkungan *XR (Extended Reality)*, seperti *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)*.

Komponen ini digunakan untuk memungkinkan objek dapat dipegang, dipindahkan, atau digunakan secara langsung oleh pengguna melalui perangkat kontroler *VR*. Dengan *XR Grab Interactable*, *GameObject* dapat berinteraksi secara dinamis, seperti digeser, diambil, atau dilepaskan sesuai gerakan tangan pengguna.

Dalam proyek ini, komponen ini diterapkan pada berbagai objek interaktif termasuk contoh seperti Mortar 13cm agar pengguna dapat berinteraksi langsung seperti *Grab GameObject* dalam simulasi *XR*, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih imersif dan nyata.



Gambar 4. 41 Mesh XR Grab Interactable

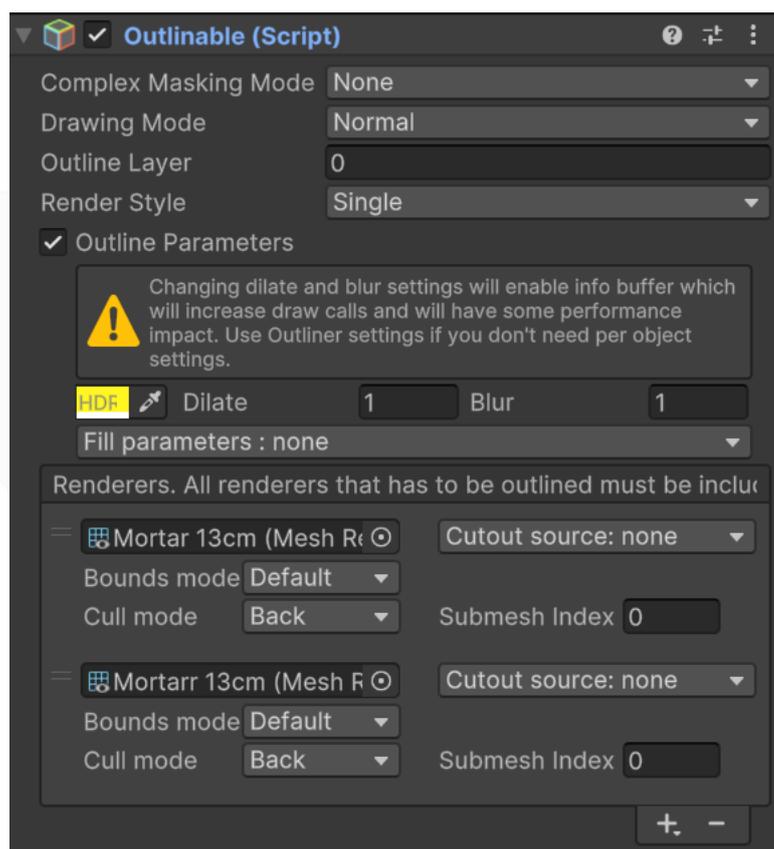
F. *Outlinable (Script)*

Komponen *Outlinable* merupakan skrip tambahan yang digunakan untuk memberikan efek visual berupa garis luar (*outline* atau *highlight*) pada objek tertentu di dalam dunia *virtual*. Efek ini biasanya muncul saat objek diarahkan oleh pandangan pengguna atau saat didekati dalam ruang simulasi.

Tujuan utama dari penggunaan *outline* adalah untuk meningkatkan keterlihatan objek, serta membantu pengguna memfokuskan perhatian pada

objek-objek penting yang bisa diinteraksikan atau sedang menjadi bagian dari instruksi sistem.

Dalam proyek ini, komponen *Outlinable* diterapkan pada beberapa *Game Object* termasuk contoh seperti Mortar 13cm agar pengguna lebih mudah mengenali objek yang relevan saat berinteraksi di lingkungan *XR*. Efek garis luar ini juga dapat dikustomisasi dari segi ketebalan, warna, dan gaya *render* sesuai kebutuhan visual dari simulasi.

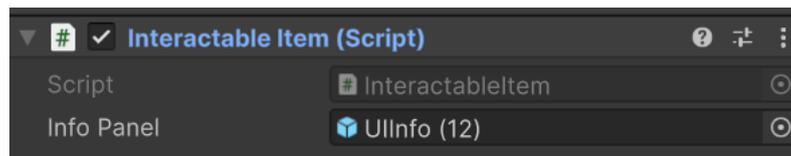


Gambar 4. 42 *Outlinable (Script)*

H. *Interactable Item (Script)*

Interactable Item merupakan skrip kustom yang dibuat khusus untuk menjalankan aksi tertentu ketika sebuah objek diklik atau digunakan oleh pengguna.

Dalam proyek ini, skrip ini berfungsi untuk memanggil panel informasi (*UI Info Panel*) yang akan muncul secara otomatis saat pengguna mengklik atau berinteraksi dengan objek alat di dalam simulasi. Tujuannya adalah agar pengguna bisa langsung mendapatkan informasi terkait objek tersebut tanpa perlu mencari secara manual, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih interaktif dan efisien.

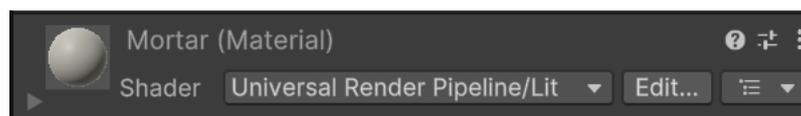


Gambar 4. 43 *Interactable Item*

I. *Material*

Komponen *Material* digunakan untuk menentukan warna, pencahayaan, dan tampilan permukaan dari objek 3D di dalam dunia *virtual*. *Material* sangat penting karena menjadi elemen visual utama yang mempengaruhi bagaimana objek terlihat oleh pengguna.

Dalam proyek ini, objek menggunakan material bernama "Mortar" yang dikombinasikan dengan *Shader Universal Render Pipeline (URP)* bertipe *Lit Shader* ini memungkinkan tampilan objek menjadi lebih realistis dengan dukungan pencahayaan dinamis, pantulan cahaya, dan tekstur permukaan yang lebih detail. Penggunaan *material* ini membantu meningkatkan kualitas visual simulasi *XR*, sehingga pengguna dapat melihat objek dengan tampilan yang sesuai dengan kondisi nyata.



Gambar 4. 44 *Material*

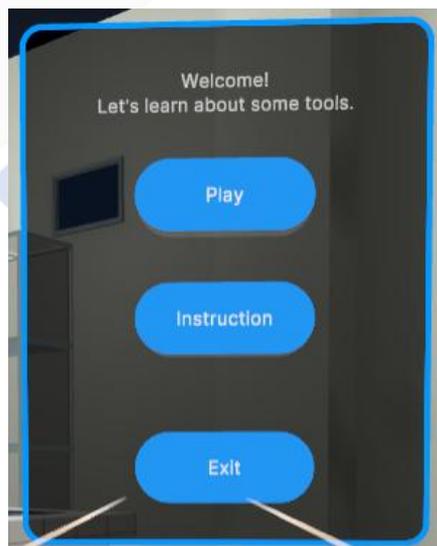
4.5 Tampilan Antarmuka Media Pembelajaran (Siswa)

4.5.1 Main Menu

Main Menu merupakan tampilan awal yang pertama kali muncul saat siswa membuka aplikasi media pembelajaran Laboratorium *Virtual Farmasi* SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Pada halaman ini, pengguna disambut dengan pesan selamat datang yang bertuliskan: "*Welcome! Let's learn about some tools.*"

Tampilan ini dilengkapi dengan tiga tombol utama yang berfungsi sebagai navigasi ke fitur-fitur utama dalam aplikasi, yaitu:

- *Play*: Mengarahkan pengguna untuk memulai simulasi pembelajaran laboratorium *virtual*.
- *Instruction*: Memberikan panduan atau petunjuk penggunaan aplikasi agar siswa memahami cara menjalankan simulasi dengan benar.
- *Exit*: Menutup aplikasi.



Gambar 4. 45 *Main Menu*

4.5.2 Menu *Instruction*

Halaman *Instruction* berfungsi sebagai panduan awal penggunaan aplikasi Laboratorium *Virtual Farmasi*. Instruksi ini dirancang khusus untuk pengguna yang

menggunakan perangkat Oculus VR Meta (seperti Meta Quest 2 atau Meta Quest 3), dengan langkah-langkah sebagai berikut:

A. Persiapan Perangkat

Pastikan headset dan *controller* dalam keadaan terisi penuh. Setelah itu, nyalakan *headset* dengan menekan tombol *power*.

B. Pemakaian Headset

Pasang headset di kepala pengguna dan sesuaikan agar terasa nyaman dan aman.

C. Pengaturan Awal

Gunakan *controller* untuk mengikuti instruksi awal di layar, seperti:

- Mengatur area bermain (*Guardian*)
- Menghubungkan ke jaringan *Wi-Fi*

D. Akses Aplikasi

Setelah proses setup selesai, pengguna akan masuk ke tampilan utama Oculus *Home*. Dari sana, pengguna dapat:

- Memilih aplikasi Laboratorium *Virtual Farmasi*
- Menggunakan *controller* untuk navigasi dan interaksi

E. Keamanan Pengguna

Pastikan:

- Area sekitar bebas hambatan
- Ruang cukup luas dan aman untuk bergerak bebas saat menggunakan *VR*

F. Tombol *Back*

Tombol ini digunakan untuk kembali ke halaman sebelumnya, yaitu *Main Menu*.



Gambar 4. 46 *Menu Instruction*

4.5.3 *Select Menu*

Select Menu merupakan tampilan yang muncul setelah pengguna menekan tombol *Play* pada halaman *Main Menu*. Halaman ini berfungsi sebagai pusat navigasi utama untuk mengakses berbagai fitur inti dalam aplikasi *Laboratorium Virtual Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang*. Pada halaman ini, pengguna disajikan empat tombol pilihan, yaitu:

A. *Materi*

Tombol ini mengarahkan pengguna ke bagian pembelajaran teori yang berisi penjelasan materi-materi farmasi. Materi ini disajikan dalam bentuk teks, gambar, atau media interaktif untuk mempermudah pemahaman siswa terhadap konsep dasar laboratorium.

B. *Simulation*

Opsi ini membawa pengguna ke lingkungan simulasi *virtual*, di mana siswa dapat melakukan praktik laboratorium secara interaktif menggunakan perangkat *VR*. Melalui simulasi ini, siswa dapat mempelajari cara

menggunakan alat-alat laboratorium serta langkah-langkah prosedural secara realistis namun aman.

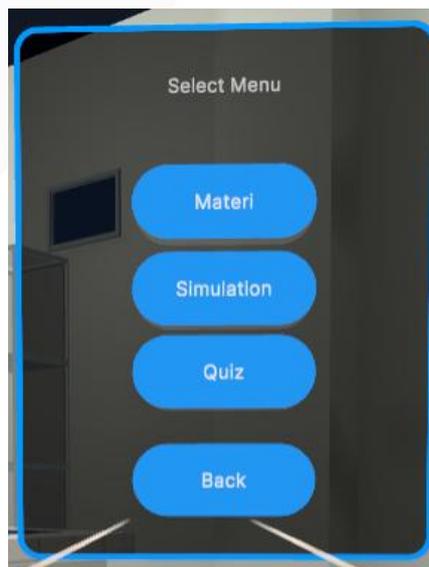
C. *Quiz*

Fitur ini menyajikan evaluasi dalam bentuk *quiz* untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari. Kuis dapat berupa pilihan ganda atau bentuk interaktif lainnya, dan hasilnya dapat digunakan sebagai umpan balik pembelajaran.

D. *Back*

Tombol ini digunakan untuk kembali ke halaman sebelumnya, yaitu *Main Menu*, jika pengguna belum ingin melanjutkan ke salah satu fitur pembelajaran.

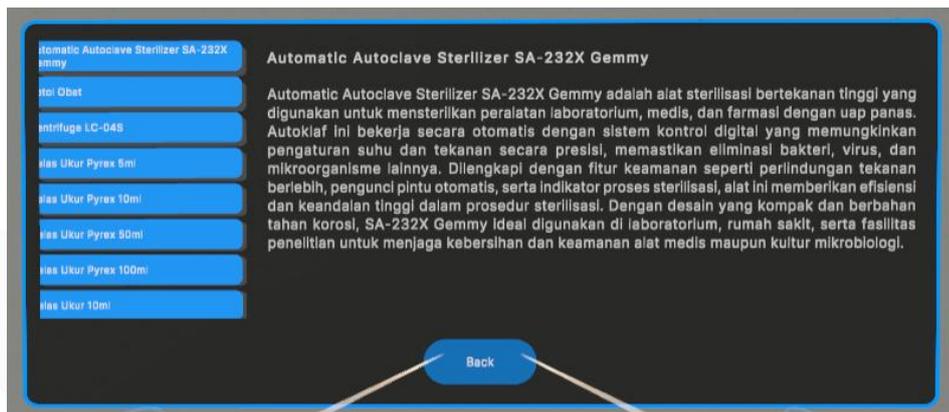
Tampilan *Select Menu* ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana, jelas, dan mudah dipahami, sehingga pengguna dapat memilih jalur pembelajaran sesuai kebutuhan secara efisien.



Gambar 4. 47 *Select Menu*

4.5.4 Menu Materi

Menu Materi merupakan salah satu fitur utama dalam aplikasi Laboratorium *Virtual* Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang, yang berfungsi untuk menyajikan pengetahuan dasar mengenai berbagai alat laboratorium farmasi. Melalui menu ini, siswa dapat mempelajari nama, fungsi, serta cara kerja masing-masing alat secara teoritis sebelum melakukan simulasi praktik.



Gambar 4. 48 Menu Materi

4.5.5 Menu Quiz

Menu Quiz merupakan fitur evaluatif dalam aplikasi Laboratorium *Virtual* Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang yang bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman siswa setelah mempelajari materi teori dan melakukan simulasi laboratorium *virtual*. Pada halaman awal *Quiz*, pengguna akan diminta untuk:

- Mengisi Nama
- Mengisi Kelas

Kedua kolom *input* ini wajib diisi sebelum siswa dapat memulai *quiz*. Setelah data di *input*, siswa dapat menekan tombol Mulai untuk melanjutkan ke halaman soal *quiz*. Tombol *Back* juga tersedia untuk kembali ke halaman *Main Menu* jika pengguna belum siap mengikuti *quiz*.



Gambar 4. 49 Menu *Quiz*

4.5.6 *Quiz Questions*

Quiz Questions merupakan tampilan utama dari fitur *quiz* dalam aplikasi Laboratorium *Virtual* Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Halaman ini menampilkan soal-soal interaktif yang bertujuan untuk mengevaluasi pemahaman siswa terhadap materi dan praktik laboratorium yang telah mereka pelajari. Tampilan *Quiz Questions* terdiri dari beberapa komponen penting:

- Teks Soal
Menampilkan pertanyaan yang berkaitan dengan alat laboratorium atau prosedur penggunaannya. Contoh:
"Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy digunakan untuk..."
- Pilihan Jawaban
Terdiri dari empat opsi, ditampilkan dalam bentuk tombol besar yang dapat dipilih menggunakan *controller VR*:
 - Mengukur volume cairan
 - Mencampur bahan
 - Mensterilkan alat dengan uap panas

- Menimbang bahan
- *Timer* (Penghitung Mundur)

Angka yang ditampilkan di pojok kanan atas menunjukkan waktu (dalam detik) yang tersedia bagi siswa untuk menjawab soal tersebut. Dalam satu soal diberikan waktu selama 20 detik, setelah waktu habis, sistem dapat diarahkan untuk otomatis berpindah ke soal selanjutnya dan jika tidak menjawab maka jawaban akan di anggap salah.



Gambar 4. 50 *Quiz Questions*

4.5.7 *Quiz Summary*

Quiz Summary merupakan tampilan akhir dari fitur *quiz* pada aplikasi Laboratorium *Virtual Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang* yang menyajikan rekap hasil pengerjaan *quiz* oleh pengguna. Tampilan ini bertujuan untuk memberikan umpan balik langsung terhadap performa siswa setelah menjawab serangkaian soal interaktif dalam mode *virtual reality (VR)*. Komponen Tampilan *Quiz Summary*:

- Judul Halaman
Teks "*Summary*" ditampilkan di bagian atas sebagai penanda bahwa halaman ini berfungsi sebagai rekapitulasi hasil *quiz*.
- Identitas Pengguna
 - Nama: Menampilkan nama pengguna, dalam contoh ini tertulis *test*.
 - Kelas: Menampilkan kelas pengguna, contohnya x farmasi 3.
- Skor Akhir
Bagian tengah menampilkan skor keseluruhan yang diperoleh oleh siswa. Dalam contoh ini, skor akhir adalah 20.
- Jumlah Jawaban Benar dan Salah
 - *Correct Answers*: Menunjukkan jumlah soal yang dijawab dengan benar, dalam teks hijau. Contoh: 5 jawaban benar.
 - *Wrong Answers*: Menunjukkan jumlah soal yang dijawab salah, dalam teks merah. Contoh: 20 jawaban salah.
- Tombol Navigasi
Terdapat tombol besar berlabel *Back* di bagian bawah layar. Tombol ini dapat diklik dengan controller *VR* dan berfungsi untuk kembali ke halaman *select menu*.



Gambar 4. 51 *Quiz Summary*

4.5.8 Menu Simulasi

Menu Simulasi merupakan fitur inti dari aplikasi Laboratorium *Virtual* Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang yang memberikan pengalaman imersif bagi siswa untuk menjelajahi dan berinteraksi langsung dengan lingkungan laboratorium farmasi dalam format 3D melalui *Virtual Reality (VR)*. Pada gambar ditampilkan ruangan laboratorium *virtual* lengkap dengan:

- Meja praktik dan wastafel,
- Rak penyimpanan alat, serta
- Beragam peralatan laboratorium seperti mikroskop, mortar dan pestle, gelas ukur, neraca, dan lainnya.

Lingkungan ini dirancang menyerupai laboratorium farmasi nyata, agar siswa dapat terbiasa dengan tata letak, fungsi alat, serta etika laboratorium sejak dini.



Gambar 4. 52 Menu Simulasi

A. Eksplorasi: Berjalan-jalan dalam Laboratorium

Dalam mode simulasi ini, siswa dapat berjalan langsung secara fisik di dalam area laboratorium *virtual* menggunakan perangkat Oculus *VR*. Dengan teknologi *VR* yang imersif, setiap langkah nyata yang dilakukan siswa akan diterjemahkan ke dalam gerakan di dunia *virtual*, sehingga siswa merasakan seolah-olah benar-benar berada di dalam laboratorium farmasi. Beberapa bentuk eksplorasi yang dapat dilakukan siswa meliputi:

- Mendekati alat-alat laboratorium secara langsung, cukup dengan berjalan ke arah meja atau rak tempat alat berada.
- Berpindah tempat di dalam ruang lab, untuk mengamati tata letak, posisi alat, dan area kerja lainnya dari berbagai sudut pandang.
- Menelusuri lingkungan lab untuk mengenal keseluruhan isi ruangan, mulai dari bagian depan hingga area penyimpanan di sisi belakang.

Fitur eksplorasi ini memberikan pengalaman yang:

- Membiasakan siswa terhadap lingkungan laboratorium sebelum praktik nyata,
- Meningkatkan kemampuan orientasi ruang dan pengetahuan tata letak,

- Mendorong keterlibatan aktif karena siswa menggunakan tubuh secara langsung untuk belajar.

Dengan berjalan secara fisik menggunakan Oculus, pembelajaran menjadi lebih hidup, interaktif, dan efektif karena menggabungkan aspek visual, kinestetik, dan spasial secara bersamaan.



Gambar 4. 53 Eksplorasi

B. Interaksi: Klik untuk Informasi Alat

Siswa dapat mengarahkan *pointer VR* ke alat tertentu dan mengklik alat tersebut untuk menampilkan informasi penting. Informasi yang muncul meliputi:

- Gambar alat yang jelas dan representatif,
- Nama alat laboratorium,
- Deskripsi singkat tentang fungsi dan spesifikasi alat.

Contohnya, ketika mengklik *Microscope Olympus CX23*, akan muncul informasi mengenai fitur optik, jenis lensa, dan pencahayaan yang digunakan alat tersebut.



Gambar 4. 54 Interaksi Alat Laboratorium

C. Interaksi Lanjut: *Grab* (Pegang) Alat

Selain melihat dan membaca informasi, siswa juga dapat mengambil atau memegang alat dengan fitur *grab*. Dengan *controller VR*:

- Alat akan mengikuti gerakan tangan pengguna,
- Dapat dipindahkan atau diposisikan ulang secara bebas,
- Digunakan untuk simulasi praktik sederhana, seperti mencampur, menimbang, atau memindahkan alat.

Fitur ini memberikan siswa pengalaman praktik tanpa risiko, sekaligus membangun keterampilan prosedural dan pemahaman teknis mengenai cara penggunaan alat.



Gambar 4. 55 *Grab* Alat Laboratorium

4.6 Tampilan Antarmuka *Website* (Guru)

Antarmuka *website* guru merupakan bagian penting dari sistem pendukung aplikasi Laboratorium *Virtual* Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang. *Website* ini dirancang khusus untuk guru atau pengajar dalam rangka memantau dan mengelola hasil kuis yang dikerjakan siswa melalui perangkat Oculus *VR*.

Antarmuka ini bertujuan untuk mempermudah guru dalam proses evaluasi, dokumentasi nilai, dan pelacakan kemajuan belajar siswa secara digital dan terintegrasi.

4.6.1 *Form* Login

Form login merupakan halaman awal yang harus diakses oleh guru sebelum memasuki *dashboard website*. Tujuan utama dari halaman ini adalah untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki akun resmi (guru) yang dapat mengakses dan mengelola data nilai siswa.

>Welcome Back!

Enter Email Address...

Password 

[Lupa Password?](#)

Login

Gambar 4. 56 *Form Login*

4.6.2 *Form Lupa Password (Input Email)*

Form ini merupakan bagian dari sistem pemulihan akun pada antarmuka *website* guru. Halaman ini ditampilkan ketika pengguna (guru) mengklik tautan “Lupa *Password?*” pada *form* login sebelumnya. Fungsinya adalah untuk mengirimkan instruksi reset *password* ke alamat email guru yang terdaftar.

Masukkan Email Anda

Kami akan mengirimkan instruksi untuk reset password.

Masukkan alamat email...

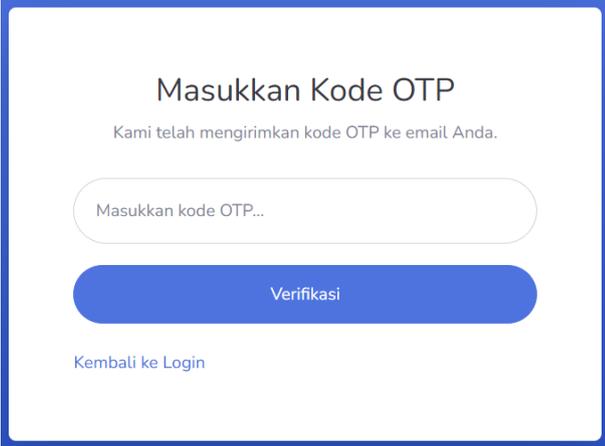
Kirim

[Kembali ke Login](#)

Gambar 4. 57 *Form Input Email*

4.6.3 Form Lupa Password (Input Kode OTP)

Setelah pengguna mengirimkan alamat email melalui *form* sebelumnya, sistem akan mengirimkan kode *OTP* (*One-Time Password*) ke email yang terdaftar. Halaman ini digunakan untuk memasukkan kode *OTP* tersebut sebagai langkah verifikasi sebelum melanjutkan ke proses pengaturan ulang kata sandi.



Masukkan Kode OTP

Kami telah mengirimkan kode OTP ke email Anda.

Masukkan kode OTP...

Verifikasi

[Kembali ke Login](#)

Gambar 4. 58 Form Input Kode OTP

4.6.4 Form Lupa Password (Input Password Baru)

Setelah guru berhasil memverifikasi kode *OTP*, langkah selanjutnya adalah mengatur ulang kata sandi melalui *form* ini. Halaman ini memungkinkan pengguna untuk mengganti *password* lama yang terlupakan dengan *password* baru agar dapat kembali mengakses akun guru secara normal.

Reset Password

Silakan masukkan password baru Anda.

Password Baru...

Konfirmasi Password...

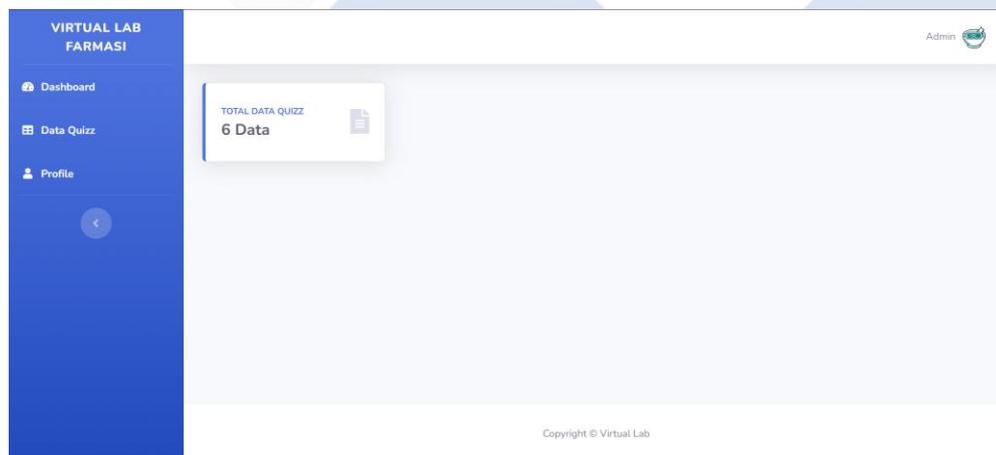
Ubah Password

[Kembali ke Login](#)

Gambar 4. 59 *Form Input Password Baru*

4.6.5 *Form Dashboard*

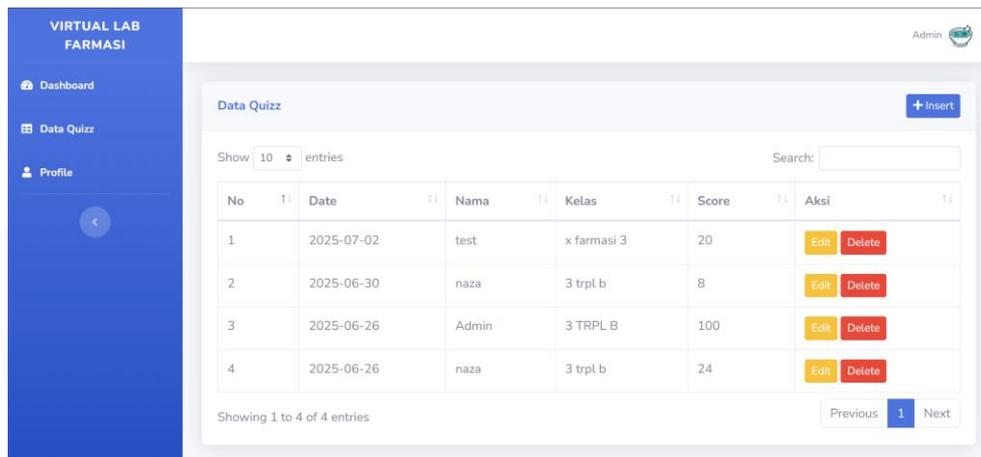
Form Dashboard merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah guru berhasil login ke dalam sistem *website*. Halaman ini berfungsi sebagai beranda pusat kontrol yang menyajikan ringkasan informasi penting dan navigasi cepat ke fitur-fitur utama dalam sistem manajemen nilai *quiz* siswa.



Gambar 4. 60 *Form Dashboard*

4.6.6 Form Data Quiz

Form Data Quiz merupakan halaman utama untuk melihat, mengelola, dan memodifikasi data hasil kuis siswa yang diperoleh dari aktivitas mereka dalam aplikasi *Virtual Reality Lab Farmasi*. Halaman ini sangat penting bagi guru untuk melakukan monitoring hasil belajar dan melakukan penyesuaian nilai jika diperlukan.

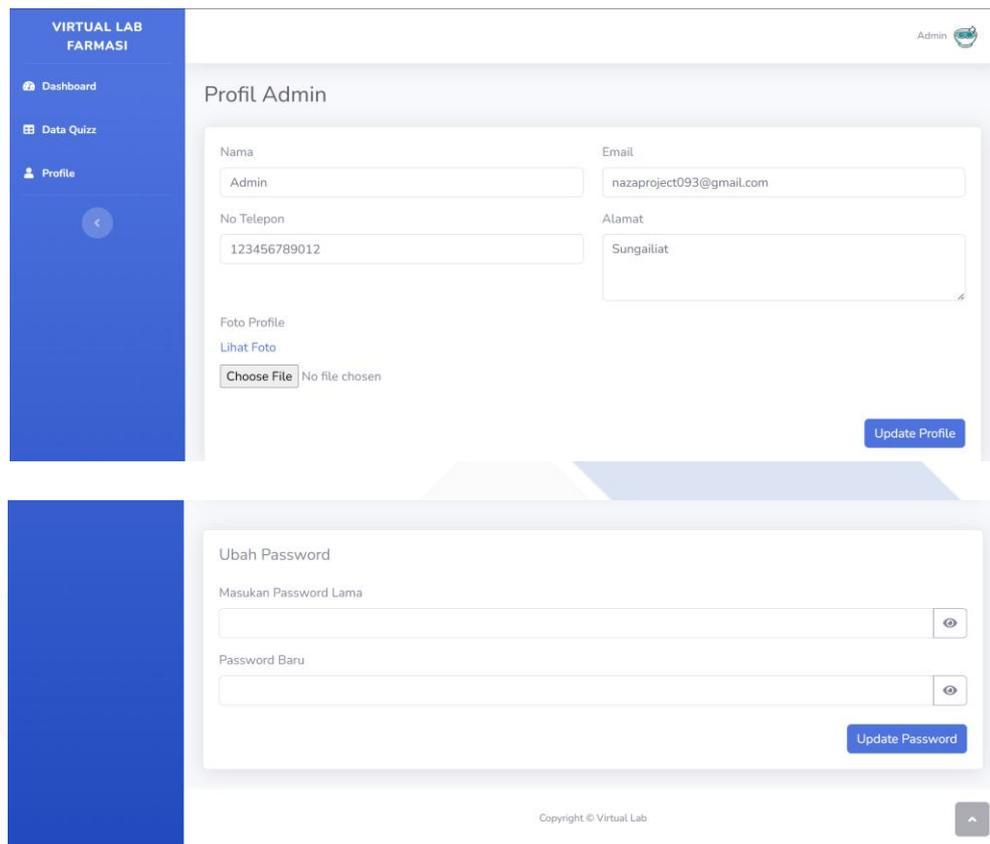


No	Date	Nama	Kelas	Score	Aksi
1	2025-07-02	test	x farmasi 3	20	Edit Delete
2	2025-06-30	naza	3 trpl b	8	Edit Delete
3	2025-06-26	Admin	3 TRPL B	100	Edit Delete
4	2025-06-26	naza	3 trpl b	24	Edit Delete

Gambar 4. 61 *Form Quiz*

4.6.7 Form Profile

Halaman *Form Profile* merupakan bagian dari antarmuka *website* guru yang digunakan untuk mengelola informasi akun pengguna, termasuk data pribadi, foto profil, dan pengaturan ulang kata sandi. Fitur ini penting untuk memberikan kendali penuh kepada pengguna terhadap identitas dan keamanan akun mereka di sistem *Virtual Lab Farmasi*.



Gambar 4. 62 *Form Profile*

4.7 Hasil Implementasi

Implementasi dilakukan oleh ahli *IT* dengan menggunakan metode *white-box testing* untuk menguji logika internal program, alur kontrol, struktur kode, dan pemrosesan data dalam sistem media pembelajaran berbasis *Virtual Reality (VR)* yang dikembangkan menggunakan Oculus Quest.

Metode *white-box testing* memungkinkan pengujian untuk mengevaluasi langsung struktur internal dari aplikasi, seperti alur program, fungsi logika percabangan (*branching*), perulangan, serta validasi *input-output* secara menyeluruh.

4.7.1 Media Pembelajaran (Siswa)

Di bawah ini merupakan hasil dari pengujian media pembelajaran siswa.

Tabel 4. 1 Implementasi Media Pembelajaran (Siswa)

No	Komponen yang dinilai	Harapan	Berhasil	Gagal	Keterangan
1	Tombol <i>play</i>	Menampilkan <i>content navigation</i> menu.	✓		Berhasil
2	Tombol <i>instruction</i>	Menampilkan intruksi penggunaan media pembelajaran pada oculus quest.	✓		Berhasil
3	Tombol <i>exit</i>	Keluar dari aplikasi media pembelajaran.	✓		Berhasil
4	Tombol materi	Menampilkan <i>content</i> materi.	✓		Berhasil
5	Tombol simulasi	Menampilkan <i>content</i> simulasi laraboratorium <i>virtual</i> farmasi.	✓		Berhasil
6	Tombol <i>Quiz</i>	Menampilkan <i>content quiz</i> .	✓		Berhasil
7	<i>Field input</i> nama pada <i>quiz</i>	Dapat melakukan <i>input</i> nama pada <i>content quiz</i> .	✓		Berhasil
8	<i>Field input</i> kelas pada <i>quiz</i>	Dapat melakukan <i>input</i> kelas pada <i>content quiz</i> .	✓		Berhasil
9	Tombol mulai <i>quiz</i>	Menampilkan soal dan pilihan jawaban.	✓		Berhasil
10	<i>Time quiz</i>	Waktu pengerjaan per soal berjalan.	✓		Berhasil
11	Tombol <i>back quiz</i>	Kembali ke halaman menu utama.	✓		Berhasil

12	Tombol jawaban <i>quiz</i>	Dapat di klik dan menyimpan pilihan jawaban.	✓		Berhasil
13	<i>Form</i> hasil <i>quiz</i>	Menampilkan nama, kelas, <i>score</i> , total jawaban benar, total jawaban salah.	✓		Berhasil
14	Hasil <i>quiz</i>	Data nama, kelas, <i>score</i> , di kirim ke <i>database</i> .	✓		Berhasil
15	Simulasi laboratorium	Alat dapat di klik dan memunculkan informasi.	✓		Berhasil
16	Simulasi laboratorium	Alat dapat di <i>grab</i> atau di pegang.	✓		Berhasil
17	Simulasi laboratorium	Dapat <i>explore</i> laboratorium <i>virtual</i> farmasi.	✓		Berhasil
18	Simulasi laboratorium	Penumbuk dan mangkok mortar dapat di <i>grab</i> secara bersamaan.	✓		Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian terhadap media pembelajaran oleh siswa, secara umum aplikasi berjalan dengan baik. Sebagian besar fitur, termasuk tombol navigasi, konten materi, simulasi laboratorium, dan kuis, berfungsi sesuai dengan instruksi yang diberikan pengguna. Interaksi antarmuka berlangsung lancar, dan sistem *merespons* dengan tepat terhadap *input* dari siswa. Dengan demikian, media pembelajaran ini dapat dinyatakan layak digunakan dari sisi fungsionalitas siswa.

4.7.2 Website (Guru)

Di bawah ini merupakan hasil dari pengujian *wabsite* guru.

Tabel 4. 2 Implementasi *Website* (guru)

No	Komponen yang dinilai	Harapan	Berhasil	Gagal	Keterangan
1	Tombol login	Menampilkan menu <i>dashboard</i> .	✓		Berhasil
2	Lupa <i>password</i>	Menampilkan menu <i>input</i> email.	✓		Berhasil
3	Tombol kirim email	Validasi email yang di kirim ke <i>database</i> .	✓		Berhasil
4	Validasi email berhasil	Mengirim kode <i>OTP</i> ke email dan menampilkan <i>form input</i> kode <i>OTP</i> .	✓		Berhasil
5	Tombol verifikasi kode <i>OTP</i>	Validasi kode <i>OTP</i> ke <i>database</i> .	✓		Berhasil
6	Validasi kode <i>OTP</i> berhasil	Menampilkan <i>form</i> reset <i>password</i> .	✓		Berhasil
7	Tombol ubah <i>passwrod</i> <i>form</i> reset <i>password</i>	Menyimpan <i>password</i> baru ke <i>database</i> .	✓		Berhasil
8	Kembali ke login	Menampilkan halaman login.	✓		Berhasil
9	Fitur data <i>quiz</i>	Menampilkan data <i>quiz</i> siswa.	✓		Berhasil
10	Fitur <i>profile</i>	Menampilkan data <i>profile</i> guru.	✓		Berhasil

11	Tombol <i>logout</i>	Menampilkan menu login.	✓		Berhasil
12	Tombol <i>insert quiz</i>	Menampilkan <i>form</i> tambah data <i>quiz</i> .	✓		Berhasil
13	Tombol edit <i>quiz</i>	Menampilkan data <i>quiz</i> yang dipilih.	✓		Berhasil
14	Tombol <i>delete</i>	Menghapus data <i>quiz</i> yang dipilih.	✓		Berhasil
15	Tombol simpan <i>form insert quiz</i>	Menyimpan data ke <i>database</i> .	✓		Berhasil
16	Tombol kembali <i>form insert quiz</i>	Menampilkan data <i>quiz</i> siswa.	✓		Berhasil
17	Tombol <i>update form edit quiz</i>	Menyimpan data baru ke dalam <i>database</i> .	✓		Berhasil
18	Tombol kembali <i>form edit quiz</i>	Menampilkan data <i>quiz</i> siswa.	✓		Berhasil
19	Fitur <i>search data quiz</i>	Menampilkan data <i>quiz</i> siswa berdasarkan nama dan kelas yang di <i>search</i> .	✓		Berhasil
20	Tombol <i>update profile</i>	Menyimpan data baru <i>profile</i> guru.	✓		Berhasil
21	Tombol ubah <i>password</i>	Menyimpan data <i>password</i> baru ke <i>database</i> .	✓		Berhasil

Dari hasil pengujian pada *website* (guru), diperoleh kesimpulan bahwa *website* dapat berjalan dengan baik. Setiap tombol *merespons* dengan tepat sesuai dengan perintah yang diberikan oleh pengguna. Arah tampilan berfungsi sebagaimana mestinya, mengikuti instruksi pengguna secara benar tanpa terjadi kendala teknis.

4.8 Evaluasi

Pada tahap ini terdapat hasil dari pengujian menggunakan metode *black box* dengan melakukan pengumpulan kuesioner pada anak-anak SMK Negeri 5 Pangkalpinang terhadap media pembelajaran. Tahap ini juga melakukan pengujian *pre-test* dan *post-test* untuk melihat kemampuan anak sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran.

4.8.1 Hasil Kuesioner

A. Hasil Kuesioner Siswa

Berikut ini merupakan hasil dari kuesioner dari anak-anak SMK Negeri 5 Pangkalpinang.

Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner Siswa

No	Nama	Pertanyaan										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Salwa Fariha Aini	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	43
2	Rahma Najua	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	46
3	Nayya Dwidona	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	49
4	Meta Resti	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	49
5	Amelia R.	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	47
6	Hikmah Lathifa	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48
7	Nadya Nur Azkia	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	46
8	Carissa Sefira	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	44
9	Alisya	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
10	Agung Juanda	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	43
11	Anisa Tri W.	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	47
12	Nevill Kaka	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	41
13	Vio Aulia	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	44
14	Maddyliviada	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	43

15	Devaldo Ellagsa	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	47
16	Laura Citra	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	46
Total												733

B. Hasil Kuesioner Guru

Berikut ini merupakan hasil dari pertanyaan kuesioner untuk guru.

Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner Guru

No	Nama	Pertanyaan										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Dwi Robani	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	40
2	Melly Dwi .P	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
3	Anugerah Galang.R	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	47
4	Nurulia Susanti	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	48
Total												185

4.8.2 Hasil Perhitungan *User Acceptance Test (UAT)*

A. Hasil Perhitungan Siswa

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari pengujian pada siswa yang sudah dilakukan:

$$\text{Total Skor} = 733$$

$$\text{Nilai Total Tertinggi} = (5 \times 10 \times 16) = 800$$

$$\text{Nilai Akhir} = (\text{Total} / \text{Nilai Total Tertinggi}) \times 100\%$$

$$= (733 / 800) \times 100\%$$

$$= 91,62\%$$

B. Hasil Perhitungan Guru

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari pengujian pada siswa yang sudah dilakukan:

$$\begin{aligned}\text{Total Skor} &= 185 \\ \text{Nilai Total Tertinggi} &= (5 \times 10 \times 4) = 200 \\ \text{Nilai Akhir} &= (\text{Total} / \text{Nilai Total Tertinggi}) \times 100\% \\ &= (185 / 200) \times 100\% \\ &= 92,5\%\end{aligned}$$

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil akhir perhitungan yang telah dilakukan adalah bahwa media pembelajaran laboratorium *virtual* farmasi sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran dan dapat meningkatkan minat belajar anak-anak sekolah dasar, dengan nilai persentase dari siswa sebesar 91,62% dan dari guru sebesar 92,5%.

4.8.3 Hasil Perhitungan *Pre Test* dan *Post Test*

Pengujian *pre-test* dan *post-test* dilakukan untuk melihat serta mengukur kemampuan siswa sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran. Berikut merupakan hasil dari pengujian tersebut:

Tabel 4. 5 Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

No	Nama	Nilai <i>Pre Test</i>	Nilai <i>Post Test</i>
1	Salwa Fariha Aini	88	92
2	Rahma Najua	76	84
3	Nayya Dwidona	76	84
4	Meta Resti	84	92
5	Amelia R.	80	84
6	Hikmah Lathifa	76	84
7	Nadya Nur Azkia	76	84

8	Carissa Sefira	92	96
9	Alisya	92	96
10	Agung Juanda	92	96
11	Anisa Tri W.	76	88
12	Nevill Kaka	88	92
13	Vio Aulia	84	88
14	Maddyliyiada	88	92
15	Devaldo Ellagsa	84	88
16	Laura Citra	92	96
	Jumlah	1344	1616
	Rata-rata	84	89,75

Dari hasil pengujian di atas, ditemukan bahwa rata-rata nilai *pre-test* mencapai 84,00, sedangkan nilai *post-test* mencapai 89,75. Oleh karena itu, dari perbandingan kedua rata-rata tersebut, terlihat adanya peningkatan sebesar 5,75 poin, yang menunjukkan adanya perbaikan signifikan dari kondisi sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa minat siswa dalam pelajaran laboratorium farmasi meningkat, dan media pembelajaran ini berkontribusi positif dalam membantu proses pengajaran guru.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari seluruh rangkaian tahapan mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi hingga evaluasi, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran laboratorium *virtual* berbasis *Virtual Reality (VR)* berhasil dibangun dengan mengimplementasikan alat-alat laboratorium farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang di dalamnya. Proses pengembangan dilakukan menggunakan metode *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)*.

Setelah proses pengujian yang dilakukan menggunakan metode *black box* dan *white box testing*, diketahui bahwa fitur-fitur dalam media pembelajaran berjalan dengan baik di perangkat Oculus Quest. Selain itu, hasil dari pengujian *User Acceptance Test (UAT)* menunjukkan tingkat kepuasan sebesar 92,5% dari guru dan 91,62% dari siswa, yang berarti media pembelajaran *virtual* ini dikategorikan "sangat layak" digunakan.

Adapun hasil dari pengujian *pre-test* dan *post-test* menunjukkan rata-rata nilai meningkat dari 84 menjadi 89,75, yang berarti terjadi peningkatan sebesar 5,75 poin. Ini menunjukkan adanya peningkatan minat dan pemahaman siswa terhadap alat laboratorium farmasi setelah menggunakan media pembelajaran ini, serta mendukung proses pengajaran guru menjadi lebih efektif dan menarik.

Selain itu, penggunaan laboratorium *virtual* farmasi terbukti mampu meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa jurusan farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang. Hal ini terlihat dari antusiasme siswa selama proses implementasi, serta hasil evaluasi pengguna yang menunjukkan tingkat kepuasan sebesar 91,62%. Tampilan interaktif dan pengalaman belajar yang imersif melalui perangkat *Virtual Reality* memberikan pengalaman baru yang lebih menarik dibandingkan metode konvensional, sehingga mendorong siswa untuk lebih aktif dan bersemangat dalam memahami materi laboratorium farmasi.

5.2 Saran

Dalam pelaksanaan seluruh proses dari perancangan hingga implementasi, meskipun media pembelajaran laboratorium *virtual* telah dapat digunakan dengan baik, masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, berikut merupakan saran untuk pengembangan selanjutnya agar media pembelajaran ini menjadi lebih maksimal:

1. Diharapkan pengembang selanjutnya dapat mengembangkan fitur simulasi praktik langsung, seperti menghaluskan bahan menggunakan mortar atau mencampurkan bahan kimia dengan gelas ukur, agar siswa tidak hanya mengenal alat, tetapi juga memahami cara penggunaannya secara lebih nyata.
2. Fitur informasi alat dan soal *quiz* sebaiknya bisa diperbarui langsung melalui *website*, agar konten dapat dikelola dan diperluas tanpa perlu memperbarui aplikasi utama.
3. Disarankan untuk memperluas platform, sehingga media pembelajaran tidak hanya berjalan di perangkat Oculus Quest, tetapi juga dapat diakses melalui Android, PC, atau laptop, agar dapat menjangkau lebih banyak siswa dan sekolah yang memiliki keterbatasan perangkat *VR*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Husaini, I. Raden, I. Lampung, J. Purnawirawan, N. 05, dan K. B. Lampung, "Pemanfaatan teknologi informasi dalam bidang pendidikan (E-education)," Bulan Mei, 2014.
- [2] Y. Lavandaia Dharma Bali, I. Nyoman Buda Hartawan, N. G. Luh Wiwik Sri Rahayu, and K. Suryati, "Jurnal Widya Laksmi (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) | 124," vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.59458.
- [3] Lenny Wahyuningsih, Masruroh, Reniati, Indah Destiana, Inka Indi Pramesti, Lintang Kartika Cahya Prithalia, Nurhadi, Resvy Noelaeni, Ryke Zain Yumna Kuncoro, & Upich Sepfitri Rizpevicha. (2024). Problematika dan dampak fasilitas laboratorium terhadap pembelajaran sains di MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 47186–47190. ISSN 2614-6754 (print), ISSN 2614-3097 (online).
- [4] A. P. Junfithrana, "Rancang bangun program aplikasi virtual reality pada pembelajaran praktikum secara online berbasis Oculus," *Fidelity: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 7–10, Jan. 2021, p-ISSN: 2686-3650, e-ISSN: 2686-3642.
- [5] J. Edukasi Elektro, A. Kurnia Triatmaja, Y. Wardana, P. Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika, and U. Ahmad Dahlan, "Virtual Laboratorium Teknik Digital berbasis Mobile Virtual Reality," 2021. [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>
- [6] I. Sonjaya, N. Marcheta, and P. B. L. Segara, "Pengembangan Laboratorium Multimedia Virtual sebagai Media Pembelajaran Audio Digital menggunakan Model Game First Person Shooter," *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 5, no. 4, pp. 334–342, Jan. 2024, doi: 10.35746/jtim.v5i4.435.
- [7] I. Arwani, T. Afirianto, M. A. Akbar, and S. Putra, "Penerapan teknologi virtual reality dalam pengembangan laboratorium virtual kimia terapan," *Jurnal Sistem*

Informasi, Teknologi Informasi, dan Edukasi Sistem Informasi (JUST-SI), vol. 4, no. 2, pp. 94–105, Dec. 2023.

- [8] R. Rizal Andhi, F. Candra, E. Susilo, D. Ramadhani, I. Taufik Ali, and T. Yudi Hadiwandura, “BATOBO: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Pengembangan Virtual Lab Menggunakan Animasi 3D di Sekolah Alam CEFA Islamic School Provinsi Riau”.
- [9] K. Muhajarah, M. Sulthon, F. Dakwah dan Komunikasi, and U. Walisongo Semarang, “Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran: Peluang dan Tantangan,” vol. 3, no. 2, pp. 77–83, 2020, doi: 10.31764/justek.vXiY.3553.
- [10] A. Khaerunnisa and D. D. Indriatmoko, “Ilmu kefarmasian dalam dunia Islam,” *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, vol. 6, no. 1, pp. 42–50, Jan. 2023, doi: 10.29313/jiff.v6i1.10823.
- [11] S. Marwah, S. Puspitorini, and Pariyadi, “Digitalisasi manajemen laboratorium farmasi pada Poltekkes Kemenkes Jambi berbasis web,” *FORTECH*, vol. 3, no. 2, pp. 13–19, 2023.
- [12] A. Auri Pramesti, N. Sopiya, and R. Panigor Sitompul, “Systematic literature review: Pemanfaatan virtual reality (VR) sebagai alternatif media pembelajaran,” *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 19, no. 2, 2022.
- [13] A. Nugroho, “Efektifitas Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Praktikum Analisis Farmasi Pada Mahasiswa Farmasi Saat Pandemic Covid-19,” *Refleksi Pembelajaran Inovatif*, vol. 3, no. 1, pp. 317–324, Jun. 2021, doi: 10.20885/rpi.vol3.iss1.art1.
- [14] S. R. Siahaya, “Literatur Review: Penerapan Virtual Reality sebagai Media Pembelajaran Interaktif.” [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/biikma>

- [15] W. Andriyan, S. Septiawan, and A. Aulya, "PERANCANGAN WEBSITE SEBAGAI MEDIA INFORMASI DAN PENINGKATAN CITRA PADA SMK DEWI SARTIKA TANGERANG," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 6, pp. 79–88, [Online]. Available: <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/JTT>
- [16] J. Bata, E. Vercelli, B. Anggipranoto, and B. Ruang, "Pengembangan Aplikasi Virtual Reality untuk Pembelajaran Bangun Ruang Kelas V Sekolah Dasar menggunakan Model ADDIE Kata kunci." [Online]. Available: <http://jiip.stkipyapisdompu.ac.id>
- [17] O. A. Susilowati, A. G. Yuniar, S. Andriyanto, dan A. Josi, *Praktis Membuat Game Edukasi Drag and Drop Menggunakan Inkscape dan Unity*. Sungailiat: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2024.
- [18] R. Julianti, A. Erianti, S. Andriyanto, I. Riezky Pratiwi, and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, "Penerapan Aplikasi Augmented Reality pada Media Pembelajaran Bangun Ruang di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka," 2025.
- [19] M. Fathur Payuda, E. Hermawan, and M. Aldisetya, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada PT. Duta Perfume Berbasis Web Menggunakan Metode Sekuensial Linier: Design Of Sales Information Systems Web-Based At PT. Duta Perfume Using Linear Sequential Methods," doi: 10.30813/j-alu.v2i2.2072.
- [20] U. Kalsum Siregar, T. Arbaim Sitakar, S. Haramain, Z. Nur Salamah Lubis, U. Nadhirah, and F. Sains dan Teknologi, "Pengembangan database Management system menggunakan My SQL," 2024.
- [21] T. Budiman et al., "Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Proyek Pada PT ABC," *Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta*, vol. 3, no. 2, pp. 128–141, 2023, doi: 10.52362/jmijayakarta.v3i2.1137.
- [22] J. S. Pendidikan and M. Perkantoran, "Pemanfaatan Fitur Aplikasi Canva dalam Perancangan Media Pembelajaran Berbasis Pendekatan Microlearning," 2023. [Online]. Available: <http://ejournal.upi.edu/index.php/jpmanper>

- [23] D. Wira, T. Putra, and R. Andriani, “Unified Modelling Language (UML) dalam Perancangan Sistem Informasi Permohonan Pembayaran Restitusi SPPD,” vol. 7, no. 1, 2019.
- [24] R. Sanjaya and S. Hesinto, “Rancang bangun website profil Hotel Agung Prabumulih menggunakan framework Bootstrap,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 4, pp. 4058–4065, Apr. 2019.
- [25] E. Suharyanto, Perancangan Aplikasi Pengenalan Budaya Nusantara Berbasis Android dengan Metode RAD, *Jurnal Ilmu Komputer (JIK)*, 2022.
- [26] E. R. Dewi, J. Hutabarat, and G. W. Heksa, “RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN BAHAN BAKU MENGGUNAKAN MICROSOFT VISUAL STUDIO,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [27] R. A. Sianturi, A. M. Sinaga, Y. Pratama, H. Simatupang, J. Panjaitan, and S. Sihotang, “Perancangan Pengujian Fungsional Dan Non Fungsional Aplikasi Siappara Di Kabupaten Humbang Hasundutan,” *Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 133–141, Sep. 2021, doi: 10.35508/jicon.v9i2.4706.
- [28] I. Wahyudi and F. Alameka, “Analisis Blackbox Testing Dan User Acceptance Testing Terhadap Sistem Informasi Solusimedsosku,” *Jurnal Teknosains Kodepena*, vol. 04, pp. 1–9, 2023.
- [29] A. Risqi and S. Nasution, “Identifikasi Permasalahan Penelitian,” 2021. [Online]. Available: <http://lpppipublishing.com/index.php/alacrity>
- [30] “Analisis Pengukuran Temperatur Udara Dengan Metode Observasi Analysis of Air Temperature Measurements Using the Observational Method,” 2023. [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [31] S. Romdona, S. Senja Junista, and A. Gunawan, “Teknik Pengumpulan Data: Observasi, Wawancara Dan Kuesioner,” vol. 3, no. 1, pp. 39–47, [Online]. Available: <https://samudrapublisher.com/index.php/JISOSEPOL>

- [32] M. Safitri et al., “Addie, Sebuah Model Untuk Pengembangan Multimedia Learning,” 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jpd>
- [33] M. Nur Ichsanudin, M. Yusuf, S. Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, J. Teknik Industri, I. AKPRIND Yogyakarta, and R. Artikel, “Pengujian Fungsional Perangkat Lunak Sistem Informasi Perpustakaan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula Info Artikel Abstrak,” vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.55123.





LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Naza Hardiansyah
Tempat & Tanggal Lahir : Melabun, 26 Desember 2003
Alamat Rumah : Jl. Raya Sungaiselan,
Desa Melabun,
Kec. Sungaiselan,
Kab. Bangka Tengah
Prov. Kep. Bangka Belitung
No Handphone : 085273879313
Email : nazahardiansyah093@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



1. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 11 Sungaiselan	2010 - 2016
SMP Negeri 6 Sungaiselan	2016 - 2019
SMK Negeri 1 Simpangkatis	2019 - 2022
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2022 - Sekarang

2. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 18 Juni 2025

Naza Hardiansyah

LAMPIRAN 2

HASIL UJI AHLI MEDIA

LEMBAR VALIDASI AHLI - UJI FUNGSI SISTEM

Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang

Nama Validator : Better Suwengy, M. Kom

Instansi/Institusi : Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Tanggal : 26 - 6 - 2025

Petunjuk Pengisian:

- Centang "**Berhasil**" jika fitur berfungsi sesuai harapan.
- Centang "**Gagal**" jika fitur tidak berfungsi.

A. Media pembelajaran laboratorium virtual farmasi (siswa).

No	Komponen yang Dinilai	Harapan	Berhasil	Gagal	Keterangan
1	Button play.	Menampilkan content navigation menu.	✓		
2	Button instruction.	Menampilkan intruksi penggunaan media pembelajaran pada oculus quest.	✓		
3	Button exit.	Keluar dari aplikasi media pembelajaran.	✓		
4	Button materi.	Menampilkan content materi.	✓		
5	Button simulasi.	Menampilkan content simulasi laboratorium virtual farmasi.	✓		
6	Button quiz.	Menampilkan content quizz.	✓		
7	Field input nama pada quiz.	Dapat melakukan input nama pada content quizz.	✓		

8	Field input kelas pada quiz.	Dapat melakukan input kelas pada content quizz.	✓		
9	Button mulai quiz.	Menampilkan soal dan pilihan jawaban.	✓		
10	Time quiz.	Waktu pengerjaan per soal berjalan.	✓		
11	Button back quiz.	Kembali ke menu utama.	✓		
12	Button jawaban quiz.	Dapat di klik dan menyimpan pilihan jawaban.	✓		
13	Form hasil quiz.	Menampilkan nama, kelas, score, total jawaban benar, total jawaban salah,	✓		
14	Hasil quiz.	Data nama, kelas, score, di kirim ke database.	✓		
15	Simulasi laboratorium.	Alat dapat di klik dan memunculkan informasi.	✓		
16	Simulasi laboratorium.	Alat dapat di grab atau di pegang.	✓		
17	Simulasi laboratorium.	Dapat explore laboratorium virtual farmasi.	✓		
18	Simulasi laboratorium.	Penumbuk dan mangkok mortar dapat di grab secara bersamaan.	✓		

B. Website guru

No	Komponen yang Dinilai	Indikator	Berhasil	Gagal	Keterangan
1	Button login.	Menampilkan menu dashboard.	✓		

2	Lupa password pada website.	Menampilkan menu input email.	✓		
3	Button kirim email.	Validasi email yang di kirim ke databsc.	✓		
4	Validasi email berhasil.	Mengirim kode OTP ke email dan menampilkan form input kode OTP.	✓		
5	Button Verifikasi kode OTP.	Validasi kode OTP ke database.	✓		
6	Validasi kode OTP berhasil.	Menampilkan form reset password.	✓		
7	Button ubah password form reset password.	Menyimpan password baru ke database.	✓		
8	Fitur kembali ke login form reset password	Menampilkan halaman login.	✓		
9	Fitur data quiz.	Menampilkan data quiz siswa.	✓		
10	Fitur profile	Menampilkan data profile guru.	✓		
11	Button logout.	Menampilkan menu login.	✓		
12	Button insert quiz.	Menampilkan form tambah data quiz.	✓		
13	Button edit quiz.	Menampilkan data quiz yang dipilih.	✓		
14	Button delete.	Menghapus data quiz yang di pilih	✓		
15	Button simpan form insert quiz.	Menyimpan data ke database.	✓		

16	Button kembali form insert quiz	Menampilkan data quiz siswa.	✓		
17	Button update form edit quiz.	Menyimpan data baru ke dalam database.	✓		
18	Button kembali form edit quiz.	Menampilkan data quiz siswa.	✓		
19	Fitur search data quiz.	Menampilkan data quiz siswa berdasarkan nama, dan kelas yang di search.	✓		
20	Button update profile.	Menyimpan data baru profile guru.	✓		
21	Button ubah password.	Meyimpan data password baru ke database.	✓		

Komentar dan Saran Validator:

Media Pembelajaran Virtual sudah bisa digunakan
 - beberapa button edit

Sungailiat, 26 Juni 2026

Mengetahui,

Bp.

.....
 Baiter Gungray, M.Kom

LAMPIRAN 3
HASIL UJI AHLI MATERI

Kuesioner Validasi Materi Sistem Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Farmasi

Nama : Melly Awi P

Nomor Induk Pegawai (NIP) :

Tanggal : 16 Juli 2025

Petunjuk:

Mohon berikan penilaian Anda untuk setiap pertanyaan dengan mencentang angka yang paling sesuai.

Skala Penilaian:

1 = Sangat Buruk

2 = Buruk

3 = Cukup Baik

4 = Baik

5 = Sangat Baik

No.	Pertanyaan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Apakah media pembelajaran laboratorium virtual sesuai dengan kurikulum pembelajaran farmasi?					✓
2	Apakah tampilan dan interaksi alat laboratorium dalam aplikasi mudah dipahami oleh siswa?					✓
3	Apakah materi yang ditampilkan pada informasi alat sudah sesuai dengan standar pembelajaran farmasi?					✓
4	Apakah fitur kuis dalam aplikasi dapat menjadi alat bantu evaluasi pemahaman siswa?					✓
5	Apakah media ini membantu dalam menyampaikan materi yang sulit dijelaskan secara					✓

	langsung?					
6	Apakah sistem laboratorium virtual ini mendukung pembelajaran interaktif dan mandiri bagi siswa?					✓
7	Apakah Anda sebagai guru merasa terbantu dengan adanya media pembelajaran ini dalam proses mengajar?					✓
8	Apakah tampilan dan alur penggunaan aplikasi sesuai untuk digunakan dalam proses belajar mengajar?					✓
9	Apakah siswa menunjukkan peningkatan pemahaman setelah menggunakan media ini?					✓
10	Apakah media ini layak untuk diterapkan secara berkelanjutan di sekolah?					✓

Komentar/Saran:

Sudah sangat baik, sangat membantu
 dlm proses pembelajaran. Siswa lebih tertarik
 untuk belajar krn menggunakan media yg
 tidak biasa mereka gunakan

LAMPIRAN 4
HASIL UJI KEPUASAN PENGGUNA

Alisya

Kuesioner Penilaian Sistem Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Farmasi

Nama : *Alisya*
NISN :
Kelas : *X Farmasi 3*
Tanggal : *20 Juni 2025*

Petunjuk:

Mohon berikan penilaian Anda untuk setiap pertanyaan dengan mencentang angka yang paling sesuai.

Skala Penilaian:

- 1 = Sangat Buruk
- 2 = Buruk
- 3 = Cukup Baik
- 4 = Baik
- 5 = Sangat Baik

No.	Pertanyaan	Skala Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Tampilan antarmuka laboratorium virtual menarik dan mudah dipahami.					✓
2	Alat-alat laboratorium dapat digerakkan (grab) dan diklik dengan mudah.					✓
3	Informasi alat laboratorium muncul dengan jelas saat diklik.					✓
4	Informasi yang ditampilkan pada alat sesuai dengan materi pembelajaran farmasi.					✓
5	Quiz yang disediakan sesuai dengan informasi dari alat laboratorium.					✓
6	Quiz membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap alat dan fungsinya					✓

7	Navigasi dalam aplikasi mudah digunakan oleh siswa.							✓
8	Respon aplikasi cepat saat mengakses alat atau quiz.							✓
9	Aplikasi dapat digunakan oleh siswa dengan berbagai tingkat pemahaman teknologi.							✓
10	Sistem berjalan dengan stabil dan jarang mengalami gangguan/error.							✓

Komentar/Saran:

Sudah sangat baik namun tambahkan alat / bahan $\frac{1}{2}$ alat? kan di etalase agar lebih memperkaya pengetahuan

LAMPIRAN 5
HASIL UJI PRE-TEST

Nama : Rahma Hayua
NISN :
Kelas : X Farmasi 3
Tanggal : 20-06-2025


 $B = 19 \times 1 = 19$
 $S = 6$

Soal Pilihan Ganda

- ✓ 1. Mikroskop Olympus CX23 dirancang untuk penggunaan di bidang...
A. Teknik mesin
 B. Pendidikan dan penelitian dasar
C. Arsitektur
D. Konstruksi
- ✓ 2. Sistem pencahayaan pada Mikroskop Olympus CX23 menggunakan...
A. Lampu bohlam biasa
 B. LED hemat energi
C. Lampu neon
D. Laser
- X 3. Mikroskop Olympus CX23 memiliki sudut kepala binokular sebesar...
A. 15°
 B. 45°
C. 60°
D. 30°
- X 4. Maksimal perbesaran Mikroskop Olympus CX23 adalah...
A. 400x
 B. 1000x
C. 100x
D. 40x
- ✓ 5. Salah satu keunggulan dari Mikroskop Olympus CX23 adalah...
A. Beratnya sangat berat
B. Tidak portabel

- Kokoh dan portabel
- D. Memerlukan listrik tinggi

- Fungsi utama dari Centrifuge LC-04S adalah untuk...
- A. Menimbang bahan kimia
 - B. Mengukur volume cairan
 - Memisahkan partikel berdasarkan densitas
 - D. Mencampur larutan

7. Berapa kecepatan maksimum Centrifuge LC-04S?
- A. 500 RPM
 - B. 4000 RPM
 - C. 6000 RPM
 - 2000 RPM

8. Centrifuge LC-04S memiliki kapasitas maksimal...
- A. 4 tabung
 - B. 10 tabung
 - 8 tabung
 - D. 6 tabung

9. Salah satu fitur keamanan Centrifuge LC-04S adalah...
- Lampu LED
 - B. Sensor ketidakseimbangan
 - C. Penutup transparan
 - D. Remote control

10. Timbangan neraca biasanya digunakan di bidang...
- A. Teknik sipil
 - Farmasi
 - C. Pertambangan
 - D. Arsitektur

✓1. Timbangan neraca memiliki tingkat akurasi hingga...

- A. Meteran
- B. Sentimeter
- X Gram dan miligram
- D. Kilogram

✓2. Beberapa timbangan neraca modern dilengkapi dengan fitur...

- A. Lampu sorot
- X Kalibrasi otomatis
- C. Pompa udara
- D. Pengatur suhu

✓3. Mortar biasanya digunakan untuk...

- A. Menyaring cairan
- X Menghaluskan bahan padat
- X Menimbang bahan
- D. Mengeringkan larutan

✓4. Bahan umum pembuatan mortar adalah...

- A. Plastik
- X Karet
- X Porselen
- D. Kayu

✓5. Gelas ukur digunakan untuk mengukur...

- A. Suhu
- X Volume cairan
- C. Massa benda
- D. Tekanan udara

✓6. Gelas ukur biasanya dibuat dari bahan...

- A. Logam
- B. Kayu
- C. Kaca atau plastik tahan bahan kimia
- D. Keramik

✓ 17. Fungsi mulut gelas ukur yang didesain khusus adalah untuk...

- A. Menyaring cairan
- B. Menimbang bahan
- C. Menuangkan cairan dengan mudah
- D. Menahan tekanan

✓ 18. Labu ukur memiliki bentuk...

- A. Silinder
- B. Persegi
- C. Labu dengan leher panjang
- D. Kubus

19. Kelebihan labu ukur dibandingkan gelas ukur adalah...

- A. Volume lebih besar
- B. Skala ganda
- C. Akurasi lebih tinggi
- D. Harga lebih murah

✓ 20. Gelas ukur Pyrex memiliki keunggulan tahan terhadap...

- A. Tekanan udara
- B. Suhu ekstrem
- C. Tegangan listrik
- D. Gaya gravitasi

✓ 21. Gelas ukur Pyrex terbuat dari bahan...

- A. Plastik biasa
- B. Karet silikon

- Kaca borosilikat
- D. Logam

22. Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy digunakan untuk...

- A. Mencampur bahan
- Mensterilkan alat dengan uap panas
- C. Mengukur volume cairan
- D. Menimbang bahan

23. Salah satu fitur keamanan autoklaf SA-232X adalah...

- A. Penyaring udara
- Pengunci pintu otomatis
- C. Rem tangan
- D. Sistem pendingin

24. Rotator Gemmy VRN 200 berfungsi untuk...

- A. Menimbang bahan
- B. Menghancurkan bahan padat
- Mencampur sampel dengan rotasi konstan
- D. Mensterilkan alat laboratorium

25. Botol obat sering dilengkapi dengan fitur...

- A. Pemanas
- Tutup kedap udara
- C. Sistem pendingin
- D. Lampu indikator

LAMPIRAN 6
HASIL POST-TEST

Nama : Rahma Njua
NISN :
Kelas : X Farmasi 3
Tanggal : 20 - 06 - 2025

RA
 $B = 21 \times 4 = 84$
 $S = 4$

Soal Pilihan Ganda

1. Mikroskop Olympus CX23 dirancang untuk penggunaan di bidang...
A. Teknik mesin
 B. Pendidikan dan penelitian dasar
C. Arsitektur
D. Konstruksi
2. Sistem pencahayaan pada Mikroskop Olympus CX23 menggunakan...
A. Lampu bohlam biasa
 B. LED hemat energi
C. Lampu neon
D. Laser
3. Mikroskop Olympus CX23 memiliki sudut kepala binokular sebesar...
A. 15°
 B. 45°
C. 60°
D. 30°
4. Maksimal perbesaran Mikroskop Olympus CX23 adalah...
A. 400x
 B. 1000x
C. 100x
D. 40x
5. Salah satu keunggulan dari Mikroskop Olympus CX23 adalah...
A. Beratnya sangat berat
B. Tidak portabel

- C. Kokoh dan portabel
- D. Memerlukan listrik tinggi

✓ 6. Fungsi utama dari Centrifuge LC-04S adalah untuk...

- A. Menimbang bahan kimia
- B. Mengukur volume cairan
- C. Memisahkan partikel berdasarkan densitas
- D. Mencampur larutan

✓ 7. Berapa kecepatan maksimum Centrifuge LC-04S?

- A. 500 RPM
- B. 4000 RPM
- C. 6000 RPM
- D. 2000 RPM

✓ 8. Centrifuge LC-04S memiliki kapasitas maksimal...

- A. 4 tabung
- B. 10 tabung
- C. 8 tabung
- D. 6 tabung

✓ 9. Salah satu fitur keamanan Centrifuge LC-04S adalah...

- A. Lampu LED
- B. Sensor ketidakseimbangan
- C. Penutup transparan
- D. Remote control

✓ 10. Timbangan neraca biasanya digunakan di bidang...

- A. Teknik sipil
- B. Farmasi
- C. Pertambangan
- D. Arsitektur

✓1. Timbangan neraca memiliki tingkat akurasi hingga...

- A. Meteran
- B. Sentimeter
- ✓ C. Gram dan miligram
- D. Kilogram

✓2. Beberapa timbangan neraca modern dilengkapi dengan fitur...

- A. Lampu sorot
- ✓ B. Kalibrasi otomatis
- C. Pompa udara
- D. Pengatur suhu

✓3. Mortar biasanya digunakan untuk...

- A. Menyaring cairan
- ✓ B. Menghaluskan bahan padat
- C. Menimbang bahan
- D. Mengeringkan larutan

✓4. Bahan umum pembuatan mortar adalah...

- A. Plastik
- B. Karet
- ✓ C. Porselen
- D. Kayu

✓5. Gelas ukur digunakan untuk mengukur...

- A. Suhu
- ✓ B. Volume cairan
- C. Massa benda
- D. Tekanan udara

✓6. Gelas ukur biasanya dibuat dari bahan...

- A. Logam
- B. Kayu
- C. Kaca atau plastik tahan bahan kimia
- D. Keramik

✓ 17. Fungsi mulut gelas ukur yang didesain khusus adalah untuk...

- A. Menyaring cairan
- B. Menimbang bahan
- C. Menuangkan cairan dengan mudah
- D. Menahan tekanan

✓ 18. Labu ukur memiliki bentuk...

- A. Silinder
- B. Persegi
- C. Labu dengan leher panjang
- D. Kubus

X 19. Kelebihan labu ukur dibandingkan gelas ukur adalah...

- A. Volume lebih besar
- B. Skala ganda
- C. Akurasi lebih tinggi
- D. Harga lebih murah

✓ 20. Gelas ukur Pyrex memiliki keunggulan tahan terhadap...

- A. Tekanan udara
- B. Suhu ekstrem
- C. Tegangan listrik
- D. Gaya gravitasi

✓ 21. Gelas ukur Pyrex terbuat dari bahan...

- A. Plastik biasa
- B. Karet silikon

Kaca borosilikat

D. Logam

✓ 22. Automatic Autoclave Sterilizer SA-232X Gemmy digunakan untuk...

A. Mencampur bahan

B. Mensterilkan alat dengan uap panas

C. Mengukur volume cairan

D. Menimbang bahan

✓ 23. Salah satu fitur keamanan autoklaf SA-232X adalah...

A. Penyaring udara

B. Pengunci pintu otomatis

C. Rem tangan

D. Sistem pendingin

✓ 24. Rotator Gemmy VRN 200 berfungsi untuk...

A. Menimbang bahan

B. Menghancurkan bahan padat

C. Mencampur sampel dengan rotasi konstan

D. Mensterilkan alat laboratorium

✓ 25. Botol obat sering dilengkapi dengan fitur...

A. Pemanas

B. Tutup kedap udara

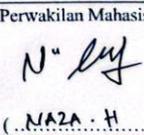
C. Sistem pendingin

D. Lampu indikator

LAMPIRAN 7
DOKUMENTASI PENGUJIAN



LAMPIRAN 8
DOKUMENTASI PENYERAHAN

	FORM PENYERAHAN PRODUK/ALAT ADOPSI PROYEK AKHIR 2024 / 2025	
Sungailiat, ... 20 Juni 2025.		
Kepada Yth, SMK Negeri 5 Pangkalpinang		
Dengan hormat, Kami yang bertanda tangan dibawah ini:		
Nama Mahasiswa	: <u>Naza Hardiansyah</u> NIM: <u>1062290</u> : NIM: : NIM: : NIM:	
Nama Pembimbing	: <u>1. Sidhiq Andriyanto, S.T., M.Kom.</u> : <u>2. Inda Isawan, S.Kom., M.Kom.</u> : :	
Nama Produk/Alat	: Rancang Bangun Labororium Virtual Farmasi SMK Negeri 5 Pangkalpinang	
Dengan ini bermaksud Menyerahkan Produk/Alat hasil Proyek Akhir sesuai dengan Surat Pengajuan Pembuatan Produk/Alat yang telah diajukan.		
Mengetahui		
Ketua Dosen Pembimbing  (.....)	Komisi Proyek Akhir  (.....)	Perwakilan Mahasiswa  (.....)
Perwakilan Perorangan/Badan Usaha  (.....)		

