

PROYEK AKHIR - VM191837

**PEMBUATAN *VIRTUAL REALITY* PROSEDUR UJI
TARIK BENDA KERJA BAJA ST 37 BERSTANDAR
ASTM E8 SEBAGAI APLIKASI LAB VIRTUAL
LABORATORIUM MATERIAL DAN METALURGI**

DIMAS ARYA KAUTSAR
10211810000033

Dosen Pembimbing
Rivai Wardhani ST., M.Sc.
NIP 19810722 200912 1 004

Program Studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022



PROYEK AKHIR - VM 191837

**PEMBUATAN *VIRTUAL REALITY* PROSEDUR UJI
TARIK BENDA KERJA BAJA ST 37 BERSTANDAR
ASTM E8 SEBAGAI APLIKASI LAB VIRTUAL
LABORATORIUM MATERIAL DAN METALURGI**

**DIMAS ARYA KAUTSAR
10211810000033**

Dosen Pembimbing
Rivai Wardhani, ST., M.Sc.
NIP 19810722 200912 1 004

**Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2022**



FINAL PROJECT - VM 191837

***DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TESTING
PROCEDURES FOR ST 37 STEEL WORKING OBJECTS
WITH ASTM E8 STANDARD AS A VIRTUAL LAB
APPLICATION FOR MATERIALS AND METALURGY
LABORATORY***

**DIMAS ARYA KAUTSAR
10211810000033**

Advisor

Rivai Wardhani, ST., M.Sc.

NIP 19810722 200912 1 004

Applied Bachelor of Manufacturing Engineering

Mechanical Industrial Engineering

Faculty of Vocation

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2022

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PEMBUATAN *VIRTUAL REALITY* PROSEDUR UJI TARIK BENDA
KERJA BAJA ST 37 BERSTANDAR *ASTM E8* SEBAGAI APLIKASI
LAB VIRTUAL LABORATORIUM MATERIAL DAN METALURGI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada
Program Studi S1 Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :

DIMAS ARYA KAUSAR

NRP 10211810000033

Telah disetujui dan disahkan, oleh:

Dosen Pembimbing

Rivai Wardhani ST., M.Sc.

NIP 19810722 200912 1 004

Dosen Penguji

Dr. Atria Pradityana, ST., MT.

NIP 19851124 200912 2 008

Rizaldy Hakim Ash-Shiddieqy, ST., MT.

NIP 1993201911071

Ir. Eddy Widivono, M.Sc.

NIP 19601025 198701 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa/NRP : DIMAS ARYA KAUTSAR / 10211810000033
Departemen : Teknik Mesin Industri
Dosen Pembimbing / NIP : Rivai Wardhani, ST., MSc. / 19810722 200912 1 004

dengan ini menyatakan bahwa Proyek Akhir dengan judul "PEMBUATAN VIRTUAL REALITY PROSEDUR UJI TARIK BENDA KERJA BAJA ST37 BERSTANDAR ASTM E8 SEBAGAI APLIKASI LAB VIRTUAL LABORATORIUM MATERIAL DAN METALURGI" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

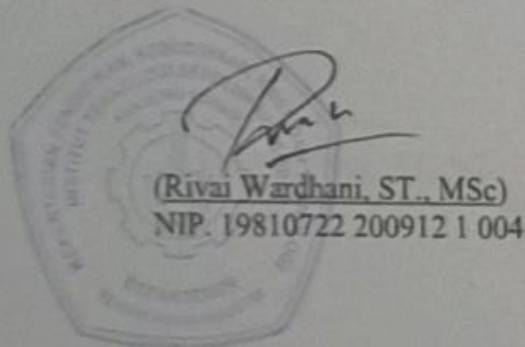
Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, Juli 2022

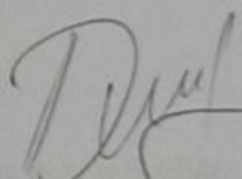
Mengetahui

Dosen Pembimbing

Mahasiswa,



(Rivai Wardhani, ST., MSc)
NIP. 19810722 200912 1 004



(Dimas Arya Kautsar)
NRP. 10211810000033

PEMBUATAN *VIRTUAL REALITY* PROSEDUR UJI TARIK BENDA KERJA BAJA ST 37 BERSTANDAR *ASTM E8* SEBAGAI APLIKASI LAB VIRTUAL LABORATORIUM MATERIAL DAN METALURGI

Nama : Dimas Arya Kautsar
NRP : 10211810000033
Jurusan : Teknik Mesin Industri
Dosen Pembimbing : Rivai Wardhani, ST., MSc.

ABSTRAK

Pada pandemi *Covid-19* yang sedang melanda di seluruh dunia saat ini diharapkan pembuatan aplikasi praktikum uji tarik dengan memasukkannya ke dalam *Virtual Reality* dapat mempermudah aksesibilitas pengguna laboratorium material dan metalurgi dalam menggunakan mesin uji tarik untuk mendapatkan pengalaman yang hampir sama sebagai orientasi penggunaan laboratorium uji tarik dan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa sebelum masuk kedalam laboratorium sebenarnya.

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dibuat aplikasi *3D Virtual Reality* : “*Virtual reality* prosedur uji tarik benda kerja berstandar *ASTM E8* sebagai aplikasi lab virtual laboratorium material dan metalurgi”. Aplikasi *virtual reality* uji tarik ini merupakan aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengujian uji tarik dengan standar baja *ASTM E8* dengan jenis baja ST 37 yang akan menampilkan hasil pengujian yang sudah diperhitungkan menggunakan mesin uji tarik asli di laboratorium material dan metalurgi menggunakan *Unity 3D engine* sebagai aplikasi pembuatan *VR*. Dalam memperoleh data yang diperlukan peneliti perlu melakukan studi literatur mengenai cara pembuatan aplikasi *virtual reality* menggunakan aplikasi *Unity* dan melakukan studi lapangan dengan melakukan pengujian tarik secara langsung menggunakan spesimen baja ST 37 berstandar *ASTM E8*. Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan *asset* aplikasi yang terdiri dari *asset 2D* dan *asset 3D*. *Asset 2D* dibuat menggunakan aplikasi *Canva* untuk *file* gambar dan *Adobe Premiere Pro* untuk *file* video. *Asset 3D* dibuat menggunakan *Sketchup* untuk *asset environment* aplikasi *VR* dan menggunakan *Solidworks* untuk *asset* alat *UTM* dan spesimen. Setelah semua *asset* jadi dilanjutkan dengan input *asset* kedalam aplikasi untuk pembuatan skenario pengujian didalam *VR* menggunakan aplikasi *Unity*.

Hasil dari penelitian yang dilakukan adalah berupa aplikasi *virtual* uji tarik berbentuk *file .apk* yang dijalankan pada perangkat *Oculus Quest 2*. Aplikasi *virtual* uji tarik diharapkan mampu memberikan gambaran visual serta pengalaman melakukan uji tarik di laboratorium material dan metalurgi seperti aslinya, sehingga dapat menjadikan aplikasi ini sebagai media pengenalan serta pembelajaran pada mata kuliah material dan metalurgi.

Kata Kunci : *Virtual Reality, Uji Tarik, Oculus Quest 2, Unity 3D Engine*

DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TESTING PROCEDURES FOR ST 37 STEEL WORKING OBJECTS WITH ASTM E8 STANDARD AS A VIRTUAL LAB APPLICATION FOR MATERIALS AND METALURGY LABORATORY

Name : Dimas Arya Kautsar
NRP : 10211810000033
Major : Mechanical Industrial Engineering
Lecturer : Rivai Wardhani, ST., MSc.

ABSTRACT

In the current Covid-19 pandemic that is currently engulfing the world, it is hoped that the creation of a tensile test practicum application by inserting it into Virtual Reality can facilitate the accessibility of material and metallurgical laboratory users in using tensile testing machines to get almost the same experience as the orientation of using a tensile test laboratory. and as a learning medium for students before entering the actual laboratory.

To meet these needs, a 3D Virtual Reality application was created: "Virtual reality tensile test procedure for workpieces with ASTM E8 standards as a virtual lab application for materials and metallurgy laboratories". This virtual reality tensile test application is an application that is used to perform tensile test tests with ASTM E8 steel standards with ST 37 steel types which will display calculated test results using an original tensile testing machine in the materials and metallurgical laboratory using the Unity 3D engine as a manufacturing application. VR. In obtaining the required data, researchers need to conduct a literature study on how to make virtual reality applications using the Unity application and conduct field studies by conducting direct tensile tests using ST 37 steel specimens with ASTM E8 standards. After that proceed with the creation of application assets consisting of 2D assets and 3D assets. 2D assets are created using the Canva application for image files and Adobe Premiere Pro for video files. 3D assets were created using Sketchup for the VR application environment assets and using Solidworks for UTM tool assets and specimens. After all the assets are finished, it is continued with asset input into the application for making test scenarios in VR using the Unity application.

The results of the research carried out are in the form of a virtual tensile test application in the form of an .apk file that is run on the Oculus Quest 2 device. The virtual tensile test application is expected to be able to provide a visual description and experience of performing tensile tests in a material and metallurgical laboratory like the original, so that this application can be made as a medium for introduction and learning in materials and metallurgy courses.

Keywords: Virtual Reality, Tensile Test, Oculus Quest 2, Unity 3D Engine

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan pada Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga kami semua dapat menyelesaikan proyek akhir dengan judul **“PEMBUATAN *VIRTUAL REALITY* PROSEDUR UJI TARIK BENDA KERJA BAJA ST 37 BERSTANDAR *ASTM E8* SEBAGAI APLIKASI LAB VIRTUAL LABORATORIUM MATERIAL DAN METALURGI”** dengan baik. Penyusunan proyek akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember sebagai salah satu mata kuliah wajib. Proyek akhir ini disusun atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Rivai Wardhani ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan bimbingan dalam penyusunan proyek akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS.
3. Ibu Dr. Atria Pradityana, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur.
4. Seluruh Dosen dan Staff Departemen Teknik Mesin Industri Program Studi S1 terapan Fakultas Vokasi ITS.
5. Orang tua yang selalu mendoakan serta memotivasi kami untuk senantiasa bersemangat dan tak mengenal kata putus asa. Terima kasih atas segala dukungan yang di berikan, baik secara material maupun spiritual hingga proyek akhir ini terselesaikan.
6. Teman-teman seperbimbingan Rofiq, Zufar, dan Tsabit serta Teman – teman DTMI 2018 yang selalu memberikan motivasi serta dukungan dalam menyusun proyek akhir ini.
7. Mas Arief yang sudah membantu memberikan tutor dalam pengerjaan aplikasi *virtual reality*.
8. Mas Dimas yang membantu saya dalam pengambilan data pengujian tarik di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Teknik Perkapalan ITS.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu hingga proyek akhir ini terselesaikan.

Penyusun menyadari adanya keterbatasan dalam penyusunan proyek akhir ini. Penyusun akan menerima segala bentuk saran serta kritik yang bersifat membangun. Penyusun berharap agar proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi pembaca.

Surabaya, Desember 2021

Dimas Arya Kautsar
1021181000033

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II DASAR TEORI.....	3
2.1 Virtual Reality.....	3
2.1.1 <i>Oculus Quest 2</i>	3
2.1.2 <i>Android SDK</i>	4
2.1.3 <i>Unity 3D Engine</i>	4
2.1.4 <i>User Interface (UI)</i>	5
2.1.5 <i>3D Modelling</i>	5
2.2 Uji Tarik.....	6
2.2.1 Baja ST 37	6
2.2.2 ASTM E8.....	6
2.2.3 <i>Universal Testing Machine</i>	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	8
3.1 Lokasi Peneitian.....	8
3.2 Jenis Penelitian	8
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	8
3.4 Diagram Alir Penelitian	8
3.5 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	11

3.5.1 Studi Literatur	11
3.5.2 Studi Lapangan	11
3.5.3 Pelaksanaan Uji Tarik	11
3.5.4 Data Hasil Pengujian.....	12
3.5.5 Pembuatan VR	12
3.5.6 Inspeksi Aplikasi VR.....	12
3.5.7 Kesimpulan dan Saran	12
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	13
3.6.1 Bahan Penelitian	13
3.6.2 Alat Penelitian.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Pelaksanaan Uji Tarik.....	16
4.2 Hasil Uji Tarik	18
4.3 Desain <i>Asset</i> Aplikasi VR.....	19
4.3.1 Desain <i>Asset</i> video dan gambar	20
4.3.2 Desain <i>Asset</i> 3D Ruangan	21
4.3.3 Desain <i>Asset</i> 3D Alat Uji Tarik dan Spesimen	21
4.4 Pembuatan Aplikasi VR	22
4.4.1 Pembuatan User Interface Main Menu	23
4.4.2 Pembuatan <i>Scene</i> Pengujian Tarik.....	24
4.4.3 Ekspor Aplikasi Dalam Bentuk Format Apk	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN	36
BIODATA PENULIS.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Oculus Quest 2 (Sumber: IGN.com)	3
Gambar 2. 2 Unity 3D Engine (Sumber: Unity.com).....	4
Gambar 2. 3 Baja ST 37	6
Gambar 2. 4 Spesifikasi ASTM E8 (Sumber: www.galvanizeit.com).....	7
Gambar 2. 5 Universal Testing Machine.....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	9
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	10
Gambar 3. 3 Laptop Republic of Gamers GL503GE Sumber : (IGN.com).....	14
Gambar 4. 1 Spesimen Baja ST 37 Berstandar ASTM E8.....	16
Gambar 4.2 Proses Pengukuran Spesimen	17
Gambar 4.3 Pemasangan Spesimen Pada UTM	17
Gambar 4.4 Grafik Load vs Stroke Setelah Pengujian Tarik	18
Gambar 4.5 Grafik Stress-Strain Engineering.....	19
Gambar 4.6 Grafik True Stress-Strain.....	19
Gambar 4.7 Gambar Tampilan Informasi Ukuran Awal Spesimen	20
Gambar 4. 8 Tampilan Informasi Hasil Uji Tarik Didalam Aplikasi VR	20
Gambar 4. 9 Cuplikan Video Grafik Saat Pengujian Berlangsung	21
Gambar 4. 10 Desain 3D Ruang Lab Virtual.....	21
Gambar 4.11 Desain 3D Alat Uji Tarik.....	22
Gambar 4.12 Desain 3D Spesimen Dalam Kondisi Normal, Kondisi Necking, dan Kondisi Putus.....	22
Gambar 4.13 User Interface Main Menu.....	23
Gambar 4.14 Panduan Aplikasi.....	24
Gambar 4.15 Input OVRCameraRig dan InputOVR yang sudah di lokalisasi kedalam OculusIntegrationRig.....	24
Gambar 4.16 3D Asset Setelah Diimport ke dalam aplikasi Unity	25
Gambar 4.17 Asset Setelah Disusun Didalam Scene Pengujian	25
Gambar 4.18 Prosedur Pengujian Tarik Didalam Aplikasi VR.....	26
Gambar 4. 19 OVRCameraRig dan InputOVR Yang Dilokalisasikan Kedalam PlayerController	26
Gambar 4. 20 Component Yang Perlu Dimasukkan Kedalam.....	27
Gambar 4. 21 Pengambilan Objek Spesimen Didalam Aplikasi VR	27
Gambar 4.22 Tampilan Gambar Tombol No.1 Data Hasil Pengujian Didalam Aplikasi	28
Gambar 4. 23 Tampilan Gambar Tombol No.2 Data Hasil Pengujian Tarik Stress-Strain Engineering Diagram Didalam Aplikasi	28
Gambar 4. 24 Tampilan Gambar Tombol No.3 Data Hasil Pengujian Tarik True Stress-Strain Diagram Didalam Aplikasi	29
Gambar 4. 25 Tampilan Gambar Tombol No.4 Data Hasil Kesimpulan Pengujian Tarik Didalam Aplikasi	29
Gambar 4. 26 Tampilan Video Pengujian Tarik Pada Tombol “Video Pengujian Real” Didalam Aplikasi	30

Gambar 4. 27 Tampilan Panel Uji Saat Tombol Start Belum Ditekan....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 28 Tampilan Panel Uji Saat Tombol Start Sudah Ditekan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.29 Animasi Spesimen Dalam Kondisi Normal.....	31
Gambar 4.30 Animasi Spesimen Dalam Kondisi Necking	31
Gambar 4.31 Animasi Spesimen Dalam Kondisi Putus	32
Gambar 4.32 Proses Compiling Aplikasi VR.....	33
Gambar 4.33 Proses Penginstalan Aplikasi Kedalam Oculus Developer HUB	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Oculus Quest 2 VR 3D Device	13
Tabel 3. 2 Spesifikasi Laptop Republic of Gamers GL503 GE	13
Tabel 4. 1 Ukuran Spesimen Baja ST 37.....	16

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan / Unit
<i>UTM</i>	<i>Universal Testing Machine</i>	
<i>VR</i>	<i>Virtual Reality</i>	
<i>AI</i>	<i>Artificial Intelligence</i>	
<i>UI</i>	<i>User Interface</i>	
<i>OVR</i>	<i>Oculus Virtual Reality</i>	
<i>OS</i>	<i>Operating System</i>	
<i>UTS</i>	<i>Ultimate Tensile Strength</i>	
<i>ASTM</i>	<i>American Standard for Testing and Materials</i>	
2D	<i>2 Dimension</i>	
3D	<i>3 Dimension</i>	
σ_E	<i>Stress Engineering</i>	N/mm^2
ε_E	<i>Strain Engineering</i>	mm
F	<i>Force</i>	N
L	<i>Length</i>	mm
D	<i>Diameter</i>	mm
σ_T	<i>True Stress</i>	N/mm^2
ε_T	<i>True Strain</i>	mm
π	<i>Phi</i>	
A	<i>Area</i>	mm^2

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan zaman yang semakin maju teknologi digital sudah sangat banyak berperan dikalangan masyarakat umum dan memberikan banyak bantuan, baik dalam memberi informasi serta membantu pekerjaan manusia. Saat ini manusia sedang memasuki revolusi industri 4.0 yang berkonsep pada pemanfaatan digitalisasi dalam setiap pekerjaan manusia menggunakan *A.I (Artificial Intelligence)*. *Artificial intelligence* sendiri merupakan base atau dasar pembuatan teknologi *VR (Virtual Reality)* yang dimana *artificial intelligence* sendiri memiliki arti kecerdasan buatan yang berupa suatu perhitungan komputasi kompleks untuk menciptakan realitas maya pada *VR* berupa simulasi.

Teknologi *Virtual Reality* ini sudah sangat banyak berperan dalam kehidupan, contohnya adalah pembuatan *game*, simulasi praktik bedah dokter, simulasi pengendalian pesawat. Teknologi *VR* sudah sangat banyak dikembangkan oleh perusahaan-perusahaan besar untuk memenuhi kebutuhan dalam uji coba suatu alat buatan mereka maupun pekerjaan lain yang dapat di simulasikan dengan *VR* dengan sangat murah serta efisien.

Virtual reality sudah banyak dikembangkan kedalam aplikasi yang mencakup kedalam penerapan berbagai macam pekerjaan termasuk kedalam ranah teknik mesin. Dalam ranah teknik mesin aplikasi *virtual reality* dikembangkan untuk membuat aplikasi desain, simulasi, dan lain-lain. *Gravity sketch* merupakan salah satu contoh aplikasi desain yang sudah diterapkan kedalam *virtual reality*.

Dalam pengembangan laboratorium *virtual* departemen teknik mesin industri ITS diperlukan aplikasi *virtual reality* yang dapat mensimulasikan proses praktikum didalam laboratorium agar sebelum masuk kedalam praktikum sebenarnya mahasiswa dapat mempelajari situasi dan prosedur praktikum yang akan dihadapi didalam laboratorium sebenarnya sendiri tanpa harus melakukannya secara langsung dengan mesin yang beresiko apabila tidak dipandu.

Dengan adanya latar belakang yang disampaikan diatas, penulis sangat tertarik untuk mengimplementasikan teknologi *VR* ini dengan salah satu permasalahan yang terjadi di dalam kampus yaitu dengan mensimulasikannya kedalam salah satu praktikum uji tarik. Tujuan dari pengimplementasian tersebut adalah untuk mempermudah para mahasiswa dalam melakukan praktikum uji tarik yang dimana sangat sulit untuk dilakukan karena adanya pandemi *Covid-19* yang menghambat penggunaan laboratorium secara bersama-sama, serta dapat mengurangi kecelakaan kerja dan menghemat biaya operasi praktikum.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini akan dibahas berbagai rumusan masalah, antara lain:

1. Bagaimana membuat aplikasi *virtual reality* uji tarik yang akan diterapkan sebagai prosedur pengujian tarik pada laboratorium virtual departemen Teknik Mesin Industri ITS?
2. Bagaimana data uji tarik di tampilkan kedalam aplikasi *VR* proses uji tarik?
3. Bagaimana proses uji tarik dianimasikan ke dalam *virtual reality*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Pengalaman yang didapatkan dalam penggunaan aplikasi *VR* uji tarik tidak akan sama persis dengan di laboratorium uji tarik.

2. Penelitian ini hanya terfokus pada pembuatan aplikasi *VR* untuk uji tarik saja.
3. Hasil data uji tarik yang di masukkan ke dalam aplikasi hanya dilakukan pada parameter yang sudah dilakukan sesuai dengan pengujian tarik sesungguhnya.
4. Bahan yang digunakan hanya baja ST37 berstandar *ASTM E8*.
5. Hasil percobaan uji tarik pada *VR* berdasarkan kemampuan mesin yang ada pada laboratorium
6. Kondisi alat pengukuran pada *Universal Testing Machine* harus sudah terkalibrasi.
7. Aplikasi yang dibuat hanya dapat dijalankan menggunakan perangkat *standalone VR Oculus Quest* dengan *operating system* berbasis *Android*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Melakukan pengambilan data uji tarik secara *real* di laboratorium uji tarik.
2. Untuk menghasilkan aplikasi *virtual reality* uji tarik sebagai prosedur pengujian yang akan diterapkan pada laboratorium virtual departemen Teknik Mesin Industri ITS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Tugas akhir ini, antara lain:

1. Mengembangkan aplikasi uji tarik yang dapat digunakan secara fleksibel dan efisien.
2. Membantu memberikan pembelajaran daring melalui aplikasi virtual uji tarik pada mahasiswa dan kalangan umum untuk dapat mempelajari uji tarik yang tidak mendapatkan akses pada laboratorium uji tarik.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir terdiri dari 5 bab, antara lain :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi penulisan terhadap latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Dasar Teori

Bab ini berisi tentang dasar teori dari uji tarik, *virtual reality*, peralatan pembuatan aplikasi *virtual reality*, software pembuatan aplikasi berupa *Unity game engine*.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang proses pembuatan aplikasi *virtual reality* uji tarik dan perencanaan diagram alir pengerjaan tugas akhir.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang implementasi data, perhitungan, dan pembuatan aplikasi *virtual reality* uji tarik, serta pengujian dan analisa terhadap aplikasi *virtual reality* uji tarik.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan beserta saran terhadap pengerjaan tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Virtual Reality

Virtual reality merupakan sebuah teknologi ciptaan manusia yang dibuat untuk menciptakan suatu lingkungan realitas maya hasil simulasi komputer yang dapat di interaksikan dengan penggunanya. Konsep *Virtual Reality (VR)* merujuk pada prinsip, metode dan teknik sebuah sistem yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan produk perangkat lunak yang akan digunakan untuk membantu sistem komputasi *multimedia* dengan kebutuhan perangkat khusus. (Lacrama, 2007). Konsep *Virtual Reality* menggunakan bidang objek di mana objek tersebut dapat dijelajahi seperti pada dunia aslinya (Kurnia, 2010). Pengguna *virtual reality* dapat berinteraksi dengan pengguna *virtual reality* lainnya melalui sambungan LAN (*local area network*) ataupun secara *online* melalui sambungan internet.

Virtual reality banyak dikembangkan untuk membantu aktivitas manusia dan biasanya digunakan dalam pembuatan *game* sebagai hiburan. Selain dalam pembuatan *game*, *virtual reality* juga banyak di kembangkan untuk simulasi medis, perancangan arsitektur, simulasi kontrol pesawat, dsb. Simulasi menggunakan teknologi VR memiliki berbagai macam keuntungan antara lain : menghemat waktu, menghemat tenaga serta menghemat biaya dalam penggunaannya.

2.1.1 Oculus Quest 2

Oculus merupakan perusahaan yang berinovasi di bidang *virtual reality* terutama dalam pengembangan *hardware* dan *software VR* yang merupakan anak perusahaan *Facebook, Inc.* (sekarang *Meta*) yang didirikan pada tahun 2012.

Oculus Quest 2 merupakan sebuah *Headset Virtual Reality* yang berdiri sendiri (*Stand Alone*) tanpa memerlukan sebuah *PC* dalam menjalankan program aplikasinya, sehingga *engine* untuk menjalankan program sudah terintegrasi didalam perangkat tersebut yang pada dasarnya berbasis *android* dengan *extension (.apk)*. (Anggy Pradiftha Junfithrana,2020). *Oculus Quest 2* merupakan perangkat keras *virtual reality* versi terbaru dari tipe *Quest* yang di keluarkan oleh *Facebook* (sekarang *Meta*).



Gambar 2. 1 *Oculus Quest 2*
(Sumber: IGN.com)

2.1.2 *Android SDK*

Android merupakan sistem operasi (*OS*) seluler dengan sistem *open source* berbasis *kernel Linux* yang dikembangkan oleh *Google* dari *OHA_(Open Handset Alliance)*. Bagi seorang *developer* yang ingin mengembangkan suatu aplikasi didalam sistem operasi *Android*, maka di perlukan suatu perangkat pengembang aplikasi *Android* atau yang biasa disebut sebagai *Android Software Development Kit*. Didalam *Android SDK* terdapat *developer tools* seperti *debugger*, *software libraries*, *emulator*, dokumentasi, *sample code* dan *tutorial* yang diperlukan untuk membuat, testing dan debugging aplikasi *Android*.

2.1.3 *Unity 3D Engine*

Unity 3D Engine adalah suatu aplikasi *editor multiplatform* yang digunakan untuk mengembangkan *game* maupun aplikasi lain untuk mempermudah desain aplikasi agar mudah digunakan. Aplikasi *multiplatform* merupakan aplikasi yang dapat beroperasi di banyak sistem operasi dan sanggup *publish* ke banyak format tipe *file*, misalnya : *exe*, *apk*, dan lain-lain. *Unity 3D Engine* biasanya menggunakan bahasa pemrograman *C#* dalam pengembangan aplikasinya.

Unity 3D Engine pertama kali di keluarkan pada bulan juni tahun 2005 saat diadakannya *Apple Worldwide Developers Conference (WWDC)* sebagai *game engine* untuk *Mac operating system X* pertama. Pada awalnya *Unity 3D Engine* hanya berfokus pada pengembangan *game* berbasis *Mac OS X* dan *iOS*. Namun sekarang *Unity 3D Engine* dapat digunakan di segala macam jenis *OS* menjadi aplikasi *multiplatform*.



Gambar 2. 2 *Unity 3D Engine*
(Sumber: *Unity.com*)

Unity mampu mendukung berbagai jenis format *file*, terutama format umum seperti semua jenis format dari *art applications*. *Unity* memiliki banyak fitur yang dapat dipadukan dengan aplikasi yang lebih profesional. Fitur pada *Unity* didesain dengan *UI (user interface)* yang sangat simpel. Grafis pada *Unity* dirancang dengan grafis tinggi untuk *OpenGL* dan *directX*. *Unity* cocok beroperasi dengan versi *OS 64-bit windows*

serta dapat beroperasi pada *Mac OS x* dan dapat menghasilkan *game* untuk *Mac*, *Windows*, *Wii*, *iPhone*, *iPad* dan *Android*.

2.1.4 *User Interface (UI)*

User Interface merupakan komponen yang sangat penting dalam setiap aplikasi. Pembuatan desain *user interface* juga tidak kalah penting dari proses pembuatan aplikasi, karena tampilan pertama pada suatu aplikasi merupakan gambaran awal terhadap desain aplikasi itu sendiri yang akan dilihat pertama kali oleh pengguna aplikasi *Virtual Reality*, karenanya tampilan pada *user interface* harus dibuat dengan menarik dan sebagus mungkin agar dapat meningkatkan *user experience* saat menggunakan aplikasi. Dalam hal ini beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *user interface* adalah dengan membuat dan mendesain *background* atau latar yang dipakai seperti ,model ruangan, tekstur, penataan dan warna yang sesuai dengan aplikasi tersebut.

2.1.5 *3D Modelling*

3D Modelling merupakan suatu proses menciptakan objek 3 dimensi berdasarkan bentuk visual nyata dengan bantuan aplikasi maupun secara manual baik secara bentuk, ukuran, serta tekstur suatu objek. Pada aplikasi *VR* uji tarik *3D modelling* digunakan untuk menciptakan suatu latar dan objek yang akan di tampilkan pada aplikasi yang mendukung visual dari suatu objek agar menjadi lebih atraktif saat digunakan. Dengan beragam fitur yang ada pada *Unity 3D engine* dan aplikasi pendukung lainnya, pembuatan *3D modelling* ini sangat berguna dalam menciptakan materi visual yang diperlukan ditampilkan didalam aplikasi pada perancangan suatu aplikasi. Selain berfungsi untuk menciptakan konten visual yang atraktif, aplikasi pengolah gambar juga dapat membantu mensimulasikan perancangan visual pada suatu aplikasi yang akan diciptakan agar tampilan objek pada aplikasi dapat berinteraksi sesuai dengan kejadian di dunia nyata. Saat ini sangat banyak aplikasi perangkat lunak untuk mengolah gambar yang terintegrasi, dengan *software* untuk pengembangan aplikasi maupun dari *game engine* itu sendiri. Dari banyaknya perangkat lunak untuk mengolah visualisasi gambar yang digunakan untuk mendukung pengembangan suatu aplikasi maupun *game*. Aplikasi yang akan digunakan dalam menciptakan konten visual yang nantinya akan digunakan pada tahap pembuatan aplikasi *virtual* uji tarik tersebut, yaitu aplikasi *Solidworks*, *SketchUp*, dan *Unity*. *Solidworks* merupakan aplikasi *3D modelling* yang digunakan untuk mendesain suatu objek atau benda yang dikembangkan oleh *Dassault Systemmes*. Sejak di luncurkan pertama kali, *Solidworks* saat ini telah dikembangkan mencapai *Solidworks 2022* yang dikeluarkan pada tahun 2022. Aplikasi ini bersifat *multi-platform* yang prosesnya dapat diintegrasikan dengan *software game engine* seperti *Unity*. *SketchUp* merupakan aplikasi *3D modelling* yang berfokus pada pembuatan denah ruangan yang nantinya denah atau ruangan tersebut dapat diimport ke dalam *Unity* sebagai latar tempat atau lokasi dari proses uji tarik. *SketchUp* dikembangkan oleh *Trimble Inc.* dan pertama kali diluncurkan pada tahun 2000 dan berkembang hingga sekarang.

2.2 Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya tarik yang berlawanan arah secara vertikal pada Benda Uji yang sudah di cekam pada ragum menggunakan *Universal Testing Machine* dengan memasukkan nilai kekuatan gaya serta data mengenai Benda Uji ke dalam mesin menggunakan komputer hingga Benda Uji patah.

2.2.1 Baja ST 37

Baja karbon rendah (ST 37) memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3 %. Baja ini sering dipakai juga untuk konstruksi-konstruksi mesin yang saling bergesekan seperti roda gigi, poros, dll karena sangat ulet. Namun kekerasan permukaan dari baja tersebut tergolong rendah sehingga sebelum digunakan untuk konstruksi perlu dimodifikasi atau diperbaiki sifat kekerasannya pada permukaannya. Baja karbon rendah ini tidak dapat dikeraskan secara konvensional tetapi melalui penambahan karbon dengan proses *carburizing*. Jenis baja karbon ST 37 untuk keperluan pembuatan komponen mesin yang distandarkan menurut kekuatan tarik mempunyai kekuatan tarik 37-45 Kg/mm² (Media Nofri, 2017).



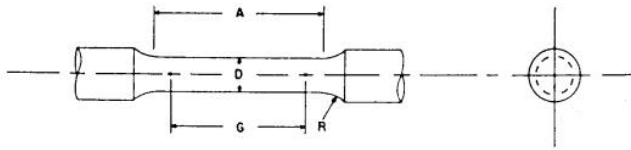
Gambar 2. 3 Baja ST 37

(Sumber: <http://indonesian.weldedsteel-tube.com/>)

2.2.2 ASTM E8

Standar baja *ASTM E8* merupakan suatu standar pengujian tarik bahan logam yang di kembangkan oleh *American Society for Testing and Materials (ASTM)*. Standar *ASTM E8* mencakup uji tarik, uji kekakuan, uji benturan dsb. Uji tarik *ASTM E8* dilakukan pada bahan logam dan dengan suhu kamar. Standar *ASTM E8* memiliki berbagai bentuk dan jenis spesimen. Bentuk silinder dan plat pipih adalah bentuk yang paling umum ditemui untuk digunakan sebagai benda uji.

ASTM E8/E8M - 13a



Dimensions, mm [in.]					
For Test Specimens with Gauge Length Four times the Diameter [E8]					
	Standard Specimen		Small-Size Specimens Proportional to Standard		
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
<i>G</i> —Gauge length	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	36.0 ± 0.1 [1.400 ± 0.005]	24.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.005]	16.0 ± 0.1 [0.640 ± 0.005]	10.0 ± 0.1 [0.450 ± 0.005]
<i>D</i> —Diameter (Note 1)	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	9.0 ± 0.1 [0.350 ± 0.007]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]	4.0 ± 0.1 [0.160 ± 0.003]	2.5 ± 0.1 [0.113 ± 0.002]
<i>R</i> —Radius of fillet, min	10 [0.375]	8 [0.25]	6 [0.188]	4 [0.156]	2 [0.094]
<i>A</i> —Length of reduced section, min (Note 2)	56 [2.25]	45 [1.75]	30 [1.25]	20 [0.75]	16 [0.625]

Gambar 2. 4 Spesifikasi ASTM E8
(Sumber: www.galvanizeit.com)

2.2.3 *Universal Testing Machine*

UTM atau yang biasa disebut sebagai *Universal Testing Machine* adalah alat atau mesin yang digunakan untuk menguji ketahanan, kekuatan tarik, dan kekuatan tekan untuk mengetahui karakteristik struktur pada suatu bahan atau material sebuah produk. Prinsip kerja dari *Universal Testing Machine* adalah dengan menguji benda kerja dengan memberikan gaya tarik atau gaya dorong yang sudah di tentukan dengan parameter-parameternya berupa besar nya gaya, ukuran, dan jenis material pada benda kerja tersebut.



Gambar 2. 5 *Universal Testing Machine*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada Laboratorium Material dan Metalurgi Departemen Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

3.2 Jenis Penelitian

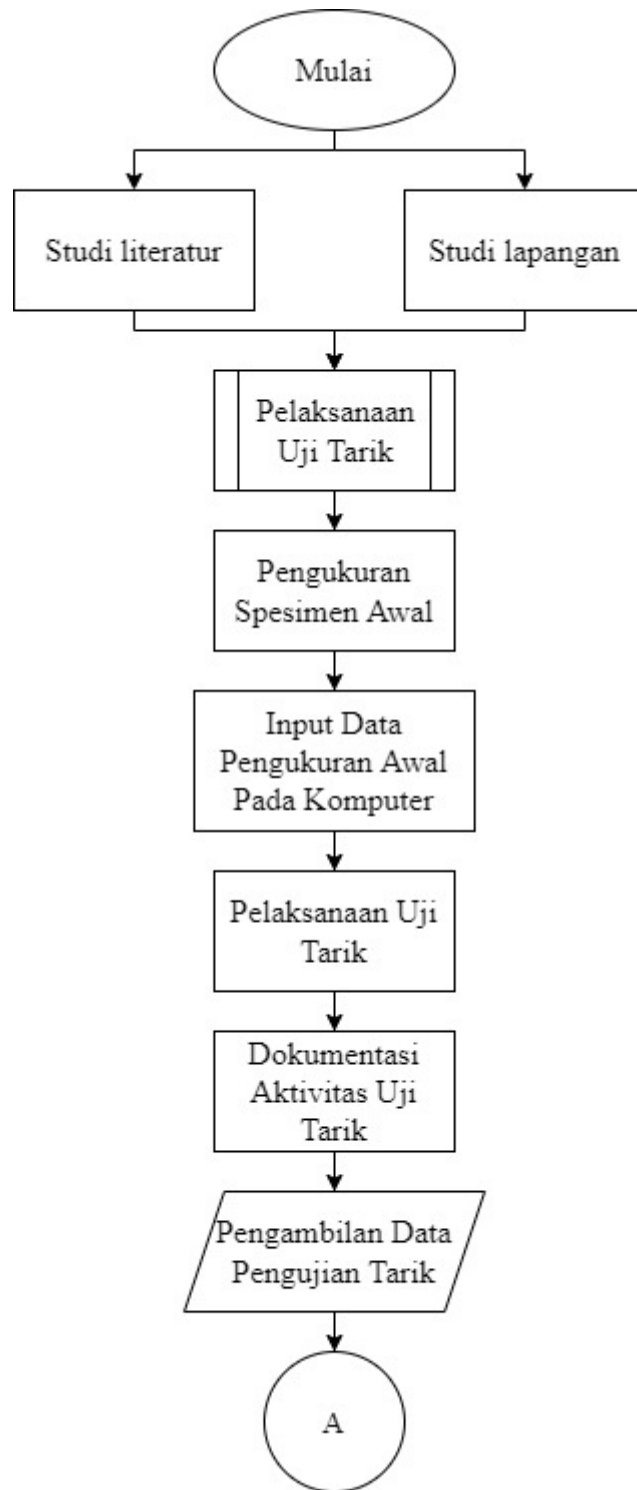
Jenis penelitian yang akan digunakan adalah dengan menggunakan metode R&D (Research and Development). Metode penelitian R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk atau desain tertentu, serta menguji keefektifan produk yang sudah dihasilkan. Metode R&D diterapkan karena dalam tahapan pembuatan aplikasi VR, perlu di uji coba berkali-kali untuk menyempurnakan hasil keluaran aplikasi yang sudah dibuat nantinya. Dalam penerapannya peneliti akan mengumpulkan berbagai data-data yang dibutuhkan dan dikumpulkan yang akan digunakan untuk menerapkan data yang sudah didapat kedalam produk berupa aplikasi VR.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

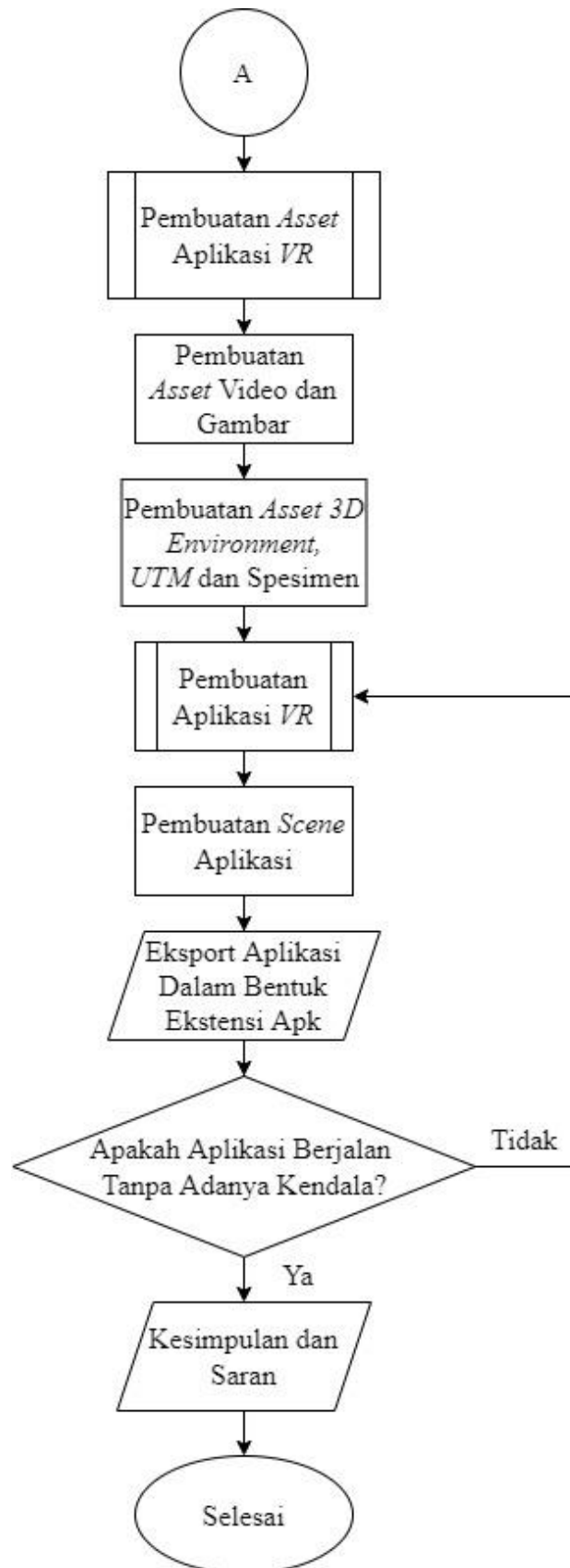
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan eksperimen. Eksperimen dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian tarik secara *real* dengan satu kali pengujian menggunakan baja ST 37 berstandar ASTM E8 untuk mendapatkan data pengujian tarik sebenarnya. Data pengujian tarik tersebut kemudian diolah menjadi *asset* didalam aplikasi *Unity* untuk dimasukkan kedalam aplikasi.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Tahapan pada penelitian sudah di rencanakan dari awal agar penelitian yang akan dilakukan dapat berjalan secara terorganisir dan terarah pada tugas akhir. Gambar 3.1 dan gambar 3.2 dibawah akan menggambarkan diagram alir pada tugas akhir yang akan di lakukan.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.5 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah metode mencari referensi mengenai teori pada permasalahan yang dihadapi dalam proses pengambilan data.

Referensi tersebut berisikan tentang :

1. Metode penggunaan *Universal Testing Machine*
2. Pemilihan bahan dan desain benda kerja *ASTM E8*
3. Parameter Uji Tarik *ASTM E8*

Referensi ini terdapat pada jurnal, buku atau artikel laporan penelitian, serta artikel pada internet. Hasil dari metode studi literatur ini adalah terkumpulnya referensi yang relevan dengan rumusan masalah pada penelitian. Tujuannya adalah sebagai bukti kuat yang mendasari teori penelitian ini yang kemudian akan diaplikasikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

3.5.2 Studi Lapangan

Studi lapangan adalah metode melakukan praktik secara langsung dengan mengamati benda uji tarik untuk mendapatkan hasil data yang benar, dan akurat sesuai pada permasalahan yang di hadapi pada uji tarik.

3.5.3 Pelaksanaan Uji Tarik

Pelaksanaan Uji Tarik akan di lakukan pada Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal ITS. Spesimen yang di gunakan adalah benda kerja *ASTM E8*, Mesin yang di gunakan untuk Uji Tarik adalah *Universal Testing Machine* dengan tipe ESH HCG-500 buatan perusahaan Inggris yaitu ESH testing.

Proses Uji Tarik yang dilakukan akan direkam dan difoto dengan kamera untuk mendapatkan rekaman grafik perubahan benda kerja setelah diuji. Langkah-langkah Uji Tarik yang dilakukan pada penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen baja ST 37 yang akan di uji tarik berstandar penarikan *ASTM E8* dengan cara: pengukuran dimensi benda kerja *ASTM E8*, dan pembersihan benda kerja dari hal-hal yang dapat mengganggu proses Uji Tarik.
2. Melakukan input dari data pengukuran spesimen baja ST 37 dan metode pengujian *ASTM E8* yang akan dilakukan ke dalam komputer.
3. Memasang spesimen baja ST 37 pada ragam *Universal Testing Machine* pada bagian atas dan bawah benda kerja dan memastikan pencekaman pada benda kerja sudah sempurna.
4. Memulai pelaksanaan uji tarik dan menunggu hasil kerja *Universal Testing Machine* pada spesimen uji tarik hingga benda kerja patah.
5. Mendokumentasikan data pengujian tarik.
6. Mengukur serta mencatat perubahan dimensi pada benda kerja terutama pada *Gauge Length*, dan *Minimum Diameter* pada *necking sector*.
7. Melakukan perhitungan untuk membuat grafik *stress-strain engineering* dan *true stress-strain*.

3.5.4 Data Hasil Pengujian

Data pengujian tarik sesungguhnya yang sudah didapatkan akan diolah terlebih dahulu melalui perhitungan untuk mendapatkan *stress-strain engineering diagram* dan *true stress-strain diagram* yang nanti akan dijadikan *asset* didalam *Unity* untuk ditampilkan sebagai data hasil pengujian dalam aplikasi.

3.5.5 Pembuatan VR

Pada pelaksanaan pembuatan aplikasi *VR* uji tarik akan dilakukan di Lab. Material dan Metalurgi Departemen Teknik Mesin Industri ITS. Langkah-langkah pembuatan aplikasi *virtual reality* yang dilakukan pada penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Melakukan pembuatan desain 3D model dari alat uji tarik yaitu *Universal Testing Machine* menggunakan aplikasi *Solidworks*.
2. Melakukan pembuatan desain 3D model dari bahan uji tarik yaitu baja ST 37 sesuai dengan standar spesifikasi ukuran ASTM E8 menggunakan aplikasi *Solidworks*.
3. Melakukan Pembuatan desain 3D model ruangan laboratorium uji tarik menggunakan aplikasi *SketchUp*.
4. Melakukan *export* terhadap semua desain 3D model ke dalam format *FBX*.
5. Membuat *file project 3D* dalam *Unity 3D Engine*.
6. Melakukan penginstalan *package manager* yang akan di gunakan dalam pembuatan aplikasi pada *Unity*.
7. Melakukan pembuatan aplikasi *VR* dengan memasukkan berbagai *asset* yang sudah dimiliki ke dalam aplikasi *Unity*. Melakukan pembuatan *user interface*, *locomotive movement*, *grabbable and interaction*,serta animasi uji tarik
8. Melakukan *testing* aplikasi untuk memastikan bahwa aplikasi sudah berjalan lancar dan sesuai dengan yang diharapkan.
9. Melakukan penginstalan aplikasi ke dalam *Oculus Quest 2 VR*.

3.5.6 Inspeksi Aplikasi VR

Pada tahap ini akan dilakukan pengetesan aplikasi untuk inspeksi terhadap jalannya aplikasi *VR* menggunakan perangkat *Oculus Quest 2*. Apabila dalam inspeksi terdapat kendala yang menghalangi jalannya aplikasi maka penelitian ini kembali ketahap pembuatan dengan memperbaiki kendala tersebut. Apabila aplikasi berjalan tanpa adanya kendala maka penelitian ini dilanjutkan ke tahap kesimpulan dan saran.

3.5.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini merupakan akhir dari penelitian yaitu dengan melakukan analisa dan menafsirkan hasil pembuatan aplikasi *VR Uji Tarik*. Dasar pembuatan kesimpulan dan saran adalah hasil analisa dan pembahasan aplikasi *VR Uji Tarik* dan dapat berisi rekomendasi pada hasil aplikasi *VR* yang berhubungan dengan cara kerja maupun desain aplikasi.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda kerja baja ST 37 dengan standar ASTM E8.

3.6.2 Alat Penelitian

Alat yang akan di gunakan dalam penelitian antara lain :

1. 1 paket *Oculus Quest 2 standalone 3D device* yang berfungsi sebagai alat untuk mengaplikasikan dan mengoperasikan aplikasi VR Uji Tarik. Berikut ini adalah spesifikasi alat Oculus Quest 2 :

Tabel 3. 1 Spesifikasi Oculus Quest 2 VR 3D Device

Dimensi Oculus Quest 2	191,5 mm x 102 mm x 142,5 mm (tali dilipat), 191,5 mm x102 mm x 295,5 mm (tali sepenuhnya terbuka)
Berat Produk	503g
Tracking	Mendukung 6 axis degree of freedom head and hand tracking melalui teknologi Oculus Insight terintegrasi.
Kapasitas Penyimpanan	64GB hingga 256GB
Display Panel	Fast-switch LCD
Resolusi Display Layar	1832×1920 per 1 layar mata
Display Refresh Rate	90 Hz
System on Chip	Qualcomm® Snapdragon™ XR2 Platform
RAM	6 Gb
Battery Life	2-3 jam

2. *Universal Testing Machine* tipe ESH HCG-500 buatan ESH *Testing England* yang digunakan untuk melakukan uji tarik pada benda kerja baja ST 37 berstandar ASTM E8.
3. 1 buah laptop yang digunakan untuk melakukan proses pembuatan aplikasi VR Uji Tarik. *Laptop* yang digunakan adalah *laptop ROG GL503GE* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Laptop Republic of Gamers GL503 GE*

Ukuran Layar	15.6-inch Full HD (1920x1080) TN 120Hz
--------------	--

Prosesor	Intel® Core™ i7-8750H (2.20 – 4.10 GHz, 9 MB Smart Cache)
Kartu Grafis	NVIDIA® GeForce GTX™ 1050 Ti dengan VRAM 4 GB GDDR5
Memori	Memori 8 GB DDR4 RAM, Penyimpanan 1 TB SSHD + 128 GB SSD
Sistem Operasi	Microsoft Windows 10 Home
Speaker	2 x 3.5W Smart AMP Technology
Jaringan	Wi-Fi 802.1ac 2x2



Gambar 3. 3 Laptop Republic of Gamers GL503GE
 Sumber : (IGN.com)

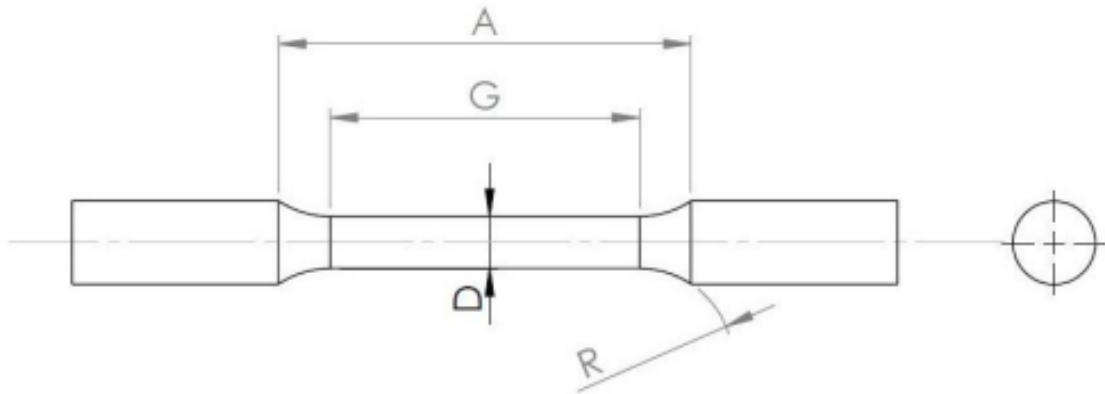
4. 1 buah jangka sorong yang akan digunakan untuk mengukur panjang serta lebar benda kerja ASTM E8.
5. 1 buah spidol marker untuk menandai standar panjang awal (*gauge length*) dan untuk menandai panjang akhir (*minimum total length*) pada benda kerja ASTM E8.

6. Aplikasi *Unity 3D engine software* yang digunakan untuk membuat aplikasi VR Uji Tarik.
7. Aplikasi *Solidworks* yang digunakan untuk mendesain alat uji tarik (*UTM*) sebagai *3D asset* pembuatan aplikasi VR.
8. Aplikasi *Sketchup* yang digunakan untuk mendesain *3D asset* denah ruangan laboratorium *virtual* pembuatan aplikasi VR.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Uji Tarik

Pelaksanaan uji tarik dilakukan dengan mempersiapkan spesimen Baja ST 37 dengan standar *ASTM E8*. Berikut adalah spesifikasi Baja ST 37 berstandar *ASTM E8* :



Gambar 4. 1 Spesimen Baja ST 37 Berstandar *ASTM E8*

Tabel 4. 1 Ukuran Spesimen Baja ST 37

<i>G (Gauge Length)</i>	$2.00 \pm 0.005 \text{ in}$	$50.0 \pm 0.10 \text{ mm}$
<i>D (Diameter)</i>	$0.5 \pm 0.01 \text{ in}$	$12.5 \pm 0.25 \text{ mm}$
<i>R (Radius of Fillet)</i>	$\frac{3}{8} \text{ in}$	10 mm
<i>A (Length of Red. Sector)</i>	$2 \frac{1}{3} \text{ in}$	60 mm

Langkah yang dilakukan saat melakukan pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Langkah pertama dalam melakukan uji tarik adalah dengan melakukan pengukuran benda kerja untuk memastikan benda kerja sesuai dengan dimensi yang sudah ditetapkan sesuai dengan tabel.



Gambar 4.2 Proses Pengukuran Spesimen

- Setelah pengukuran benda kerja dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dengan melakukan pencekaman benda kerja pada mesin *UTM* (*Ultimate Tensile Machine*). Mesin *UTM* (*Ultimate Tensile Machine*) yang digunakan adalah model ESH HCG-500 dengan kapasitas penarikan 500 KN yang sudah dikalibrasi pada tanggal 12 november 2021. Selama proses pengujian berlangsung dilakukan perekaman video terhadap pergerakan grafik uji tarik dan deformasi pada benda kerja hingga pengujian selesai sebagai data untuk dimasukkan ke dalam aplikasi *VR*.



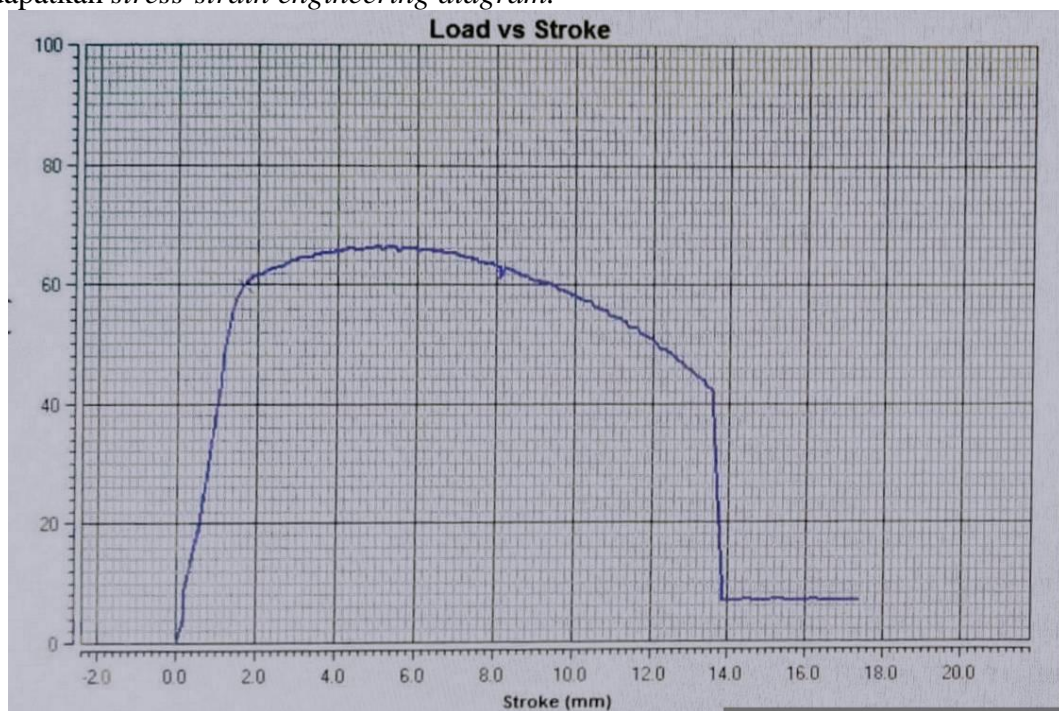
Gambar 4.3 Pemasangan Spesimen Pada *UTM*

4.2 Hasil Uji Tarik

Setelah pengujian tarik selesai dilakukan akan didapatkan data hasil pengujian tarik berupa ΔL (panjang akhir), D1 (diameter akhir) grafik *load vs stroke*. Setelah itu grafik *load vs stroke* diolah menjadi grafik *stress engineering* (σ_E) - *strain engineering* (ϵ_E) dengan rumus :

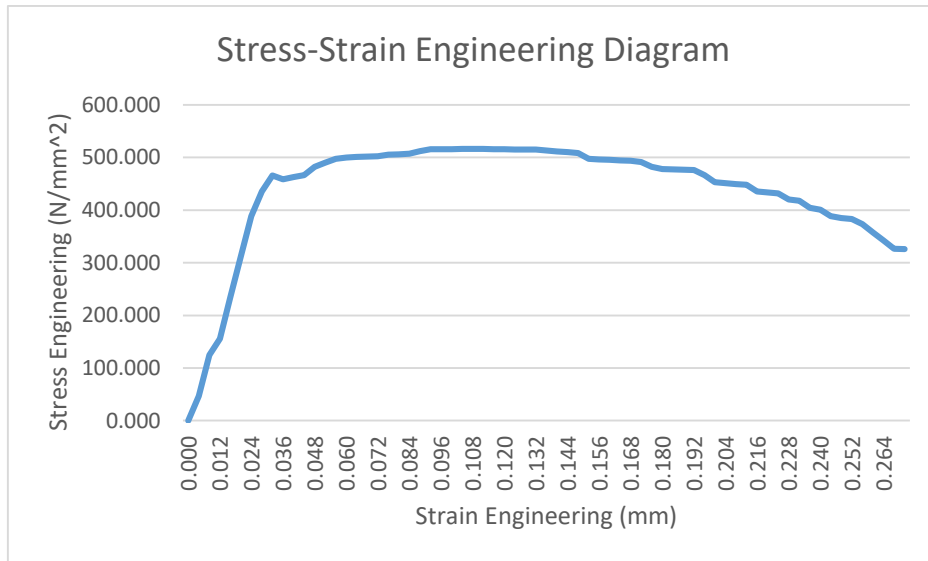
$$\sigma_E = \frac{F}{A_0}$$
$$\epsilon_E = \frac{L_i - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$
$$A_0 = \frac{\pi}{4} \times D_0^2$$

Berdasarkan analisa grafik *load vs stroke* pada mesin *UTM* didapatkan 68 titik perubahan *force* dan *elongation* pada gambar 4.4 yang akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan untuk mendapatkan *stress-strain engineering diagram*.



Gambar 4.4 Grafik *Load vs Stroke* Setelah Pengujian Tarik

Perhitungan *stress-strain engineering* dan *true stress-strain* dilakukan menggunakan aplikasi *excel*. Dari perhitungan terhadap 68 titik perubahan *force* dan *elongation* didapatkan *stress-strain engineering diagram* yang ditampilkan pada gambar 4.5.



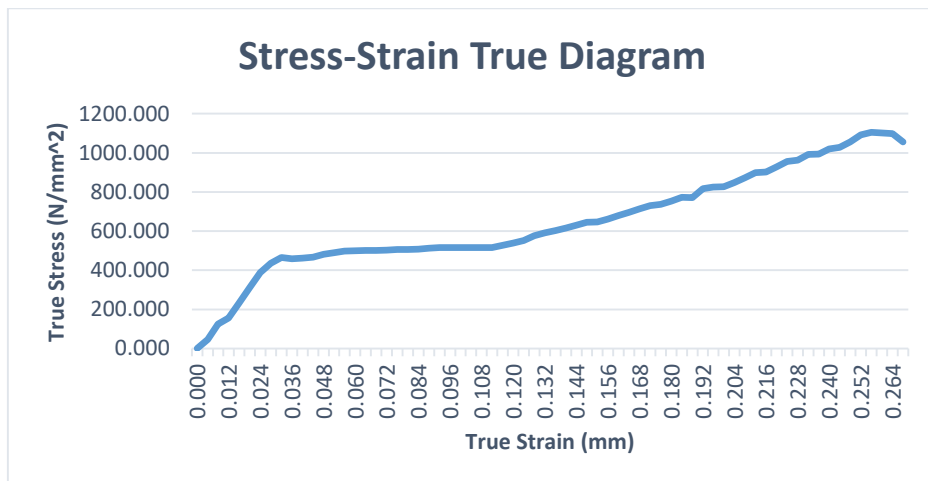
Gambar 4.5 Grafik *Stress-Strain Engineering*

Setelah *stress-strain engineering diagram* didapatkan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan terhadap *true stress-strain* untuk mendapatkan *true stress* (σ_T) – *strain* (ϵ_T) *diagram* dengan rumus :

$$\sigma_T = \frac{F}{A_i}$$

$$\epsilon_T = \frac{L_i - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus diatas didapatkan grafik *true stress-strain* yang ditampilkan pada gambar 4.6.



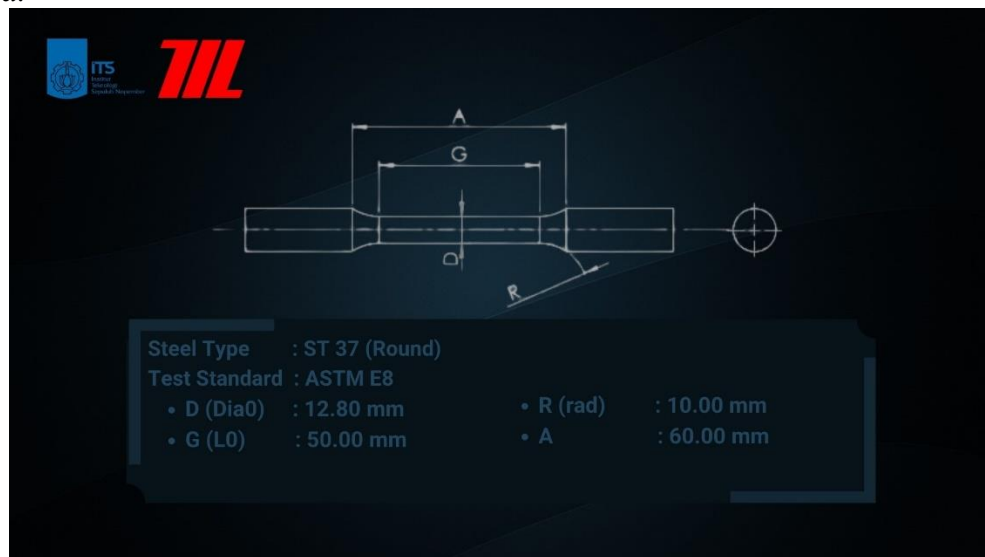
Gambar 4.6 Grafik *True Stress-Strain*

4.3 Desain Asset Aplikasi VR

Asset aplikasi VR didesain untuk mempersiapkan berbagai keperluan di dalam aplikasi VR yang nanti akan dibuat. Terdapat berbagai macam asset yang perlu dipersiapkan untuk membuat aplikasi VR uji tarik antara lain : *Asset 3D environment*, *asset 3D alat uji tarik* dan *benda kerja*, dan *asset video* dan *gambar*.

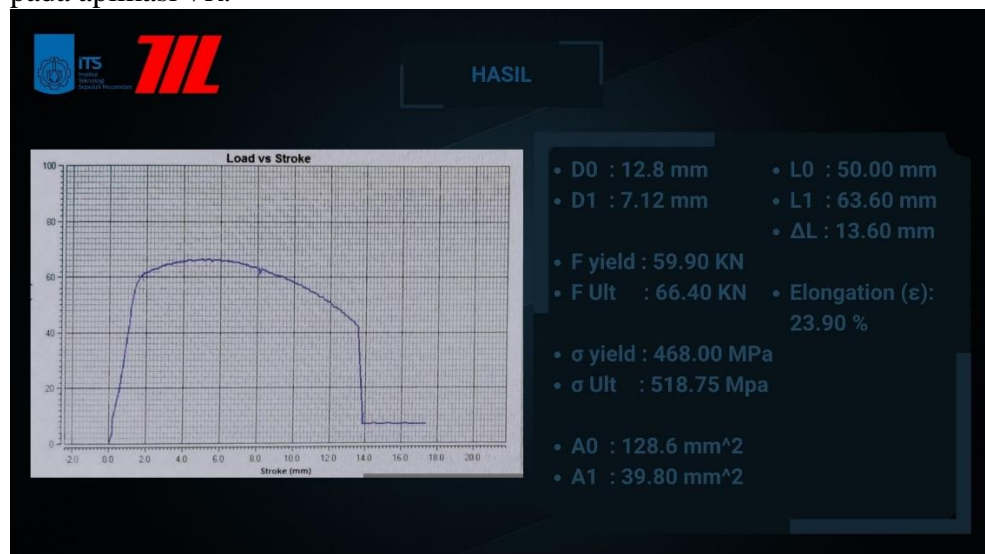
4.3.1 Desain Asset video dan gambar

Tujuan dari pembuatan desain *asset* video dan gambar adalah untuk menciptakan tampilan gambar dan video di dalam aplikasi *VR* sebagai tampilan informasi untuk *user*. *Asset* gambar dibuat menggunakan aplikasi *editor Canva* berdasarkan data yang sudah didapatkan pada saat pengambilan data uji tarik sebenarnya. Selanjutnya *asset* gambar diinput kedalam *Unity* dalam format *JPEG* ke dalam *folder asset*. *Asset* gambar yang sudah diinput kedalam *folder asset* harus diubah kedalam *texture type (2D and UI)* agar dapat ditampilkan saat *user* melakukan interaksi dengan objek *interactables* didalam aplikasi *VR*. Berikut adalah gambar 4.7 data pengukuran awal spesimen baja ST 37 yang ditampilkan didalam aplikasi *VR* yang sudah didesain menggunakan aplikasi *editor Canva*.



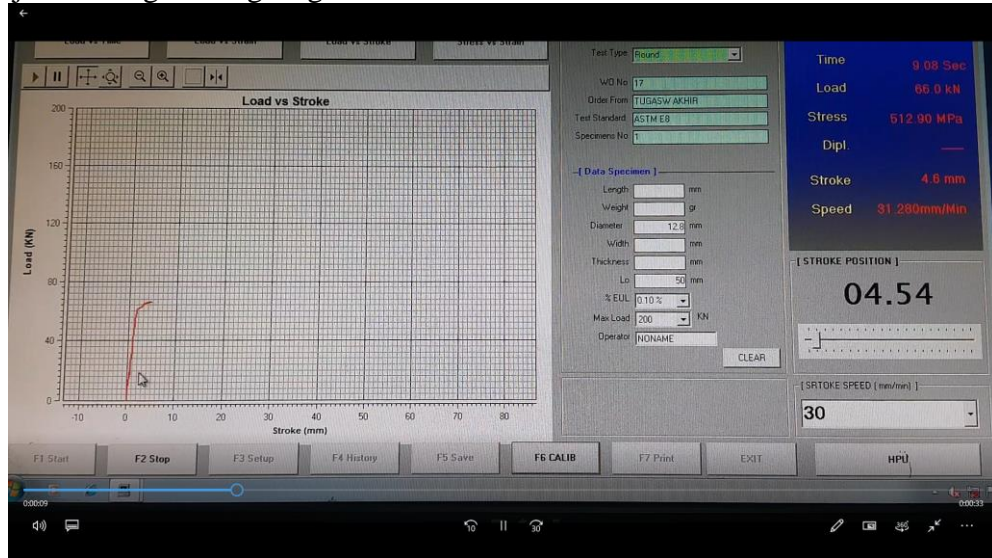
Gambar 4.7 Gambar Tampilan Informasi Ukuran Awal Spesimen

Sama seperti data pengukuran spesimen awal, desain *asset* data hasil pengujian tarik dibuat menggunakan aplikasi *editor canva* berdasarkan hasil pengujian tarik sebenarnya yang sudah dilakukan diawal. Data hasil pengujian tarik akan diinput juga kedalam aplikasi *VR* dan ditampilkan setelah *user* selesai melakukan pengujian menggunakan *UTM* pada aplikasi *VR*.



Gambar 4.8 Tampilan Informasi Hasil Uji Tarik Didalam Aplikasi *VR*

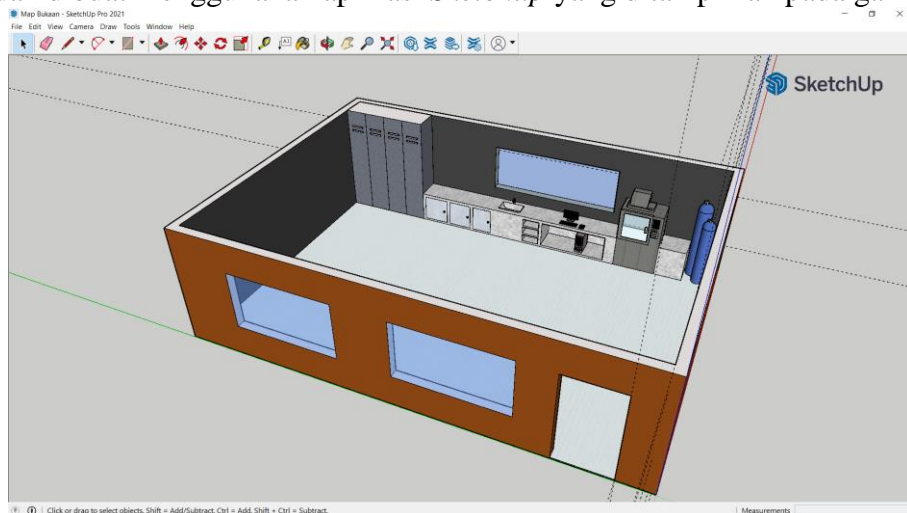
Selanjutnya untuk desain *asset* video tampilan grafik uji tarik *diedit* menggunakan aplikasi *Adobe Premiere Pro*. Video grafik uji tarik *diedit* dengan menambahkan *sound effect* serta memperbaiki *alignment* video agar tampilannya lebih sempurna didalam aplikasi *VR*. Video grafik uji tarik akan ditampilkan bersamaan saat proses pengujian tarik sedang berlangsung didalam aplikasi *VR* sebagai tampilan informasi untuk *user* bahwa pengujian sedang berlangsung.



Gambar 4.9 Cuplikan Video Grafik Saat Pengujian Berlangsung

4.3.2 Desain Asset 3D Ruang

Tujuan dari desain *asset* 3D ruangan adalah untuk menciptakan *environment* yang nantinya menjadi ruangan laboratorium uji tarik didalam aplikasi *VR*. 3D desain ruangan untuk aplikasi *VR* ini dibuat didalam aplikasi *Sketchup* yang sudah dibuat semirip mungkin dengan laboratorium pada umumnya. Setelah ruangan dibuat . Desain 3D ruangan lab virtual yang sudah jadi kemudian diconvert menjadi file *FBX* untuk di masukkan ke dalam *Unity* sebagai *asset* *environment* aplikasi. Berikut adalah desain 3D yang sudah dibuat menggunakan aplikasi *Sketchup* yang ditampilkan pada gambar 4.10

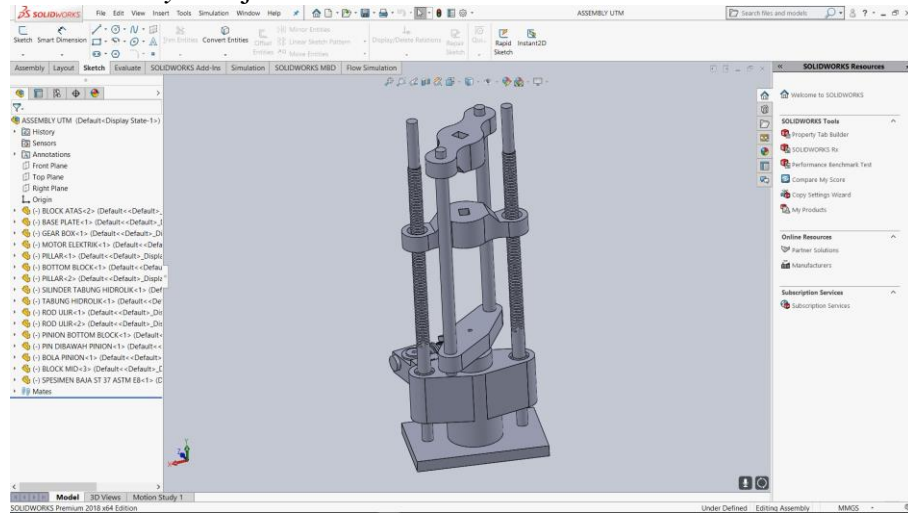


Gambar 4.10 Desain 3D Ruang Lab Virtual

4.3.3 Desain Asset 3D Alat Uji Tarik dan Spesimen

Desain *asset* 3D alat uji tarik dan Spesimen di desain menggunakan aplikasi *Solidworks*. Tujuan dari desain 3D alat uji tarik dan benda kerja adalah sebagai *asset*

aplikasi VR yang nantinya akan di berikan animasi berupa animasi penarikan benda kerja agar saat pengujian tarik berlangsung user dapat memiliki pengalaman menguji yang hampir serupa dengan pengujian tarik sebenarnya. Desain 3D alat uji tarik dibuat semirip mungkin dengan mesin uji tarik pada umumnya. Desain 3D ini dibuat per part yang kemudian di *assembly* menjadi satu.



Gambar 4.11 Desain 3D Alat Uji Tarik

Sama seperti 3D alat uji tarik. Desain 3D spesimen dibuat menggunakan aplikasi solidworks. Pembuatan 3D desain spesimen dibagi menjadi tiga macam yaitu spesimen pada kondisi awal, kondisi necking dan kondisi putus. Pembuatan desain spesimen pada kondisi awal didesain dengan spesifikasi benda kerja ASTM E8 sesuai kondisi *real* benda kerja. Pada kondisi necking dibuat 8 desain spesimen sesuai dengan kondisi *real* spesimen saat *necking*, 8 desain spesimen ini dibuat dengan tujuan agar transisi *necking* pada animasi dapat terlihat saat pengujian sedang berlangsung. Pada kondisi putus desain spesimen juga dibuat berdasarkan kondisi real benda kerja saat benda sudah putus. Berikut adalah gambar 4.12 spesimen dalam kondisi awal, kondisi necking dan kondisi putus.



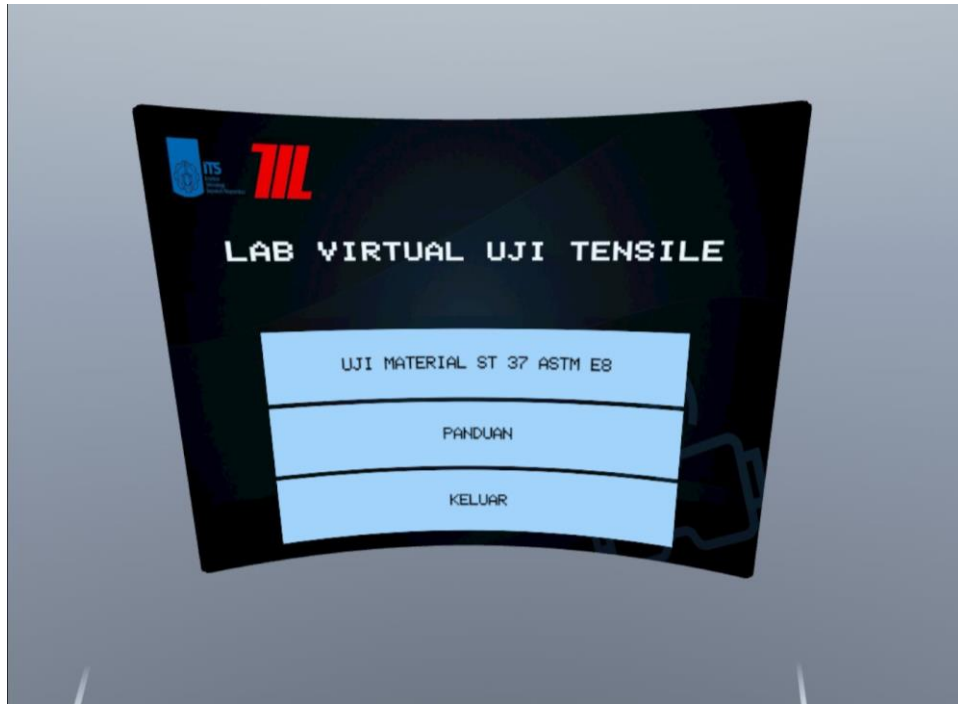
Gambar 4.12 Desain 3D Spesimen Dalam Kondisi Normal, Kondisi Necking, dan Kondisi Putus

4.4 Pembuatan Aplikasi VR

Pada pembuatan aplikasi *virtual reality* uji tarik dibutuhkan *asset* berupa desain 3D dan desain *user interface* sebagai keperluan pembuatan aplikasi berupa desain alat, environment, dan *user interface main menu* untuk ditampilkan di dalam *scene* aplikasi. Desain *asset 3D* untuk pembuatan aplikasi VR dibuat pada beberapa aplikasi 3D berbeda seperti *Sketchup* dan *Solidworks*. Untuk pembuatan desain ruangan tempat pengujian didesain menggunakan *Sketchup*. Sedangkan untuk desain mesin UTM (*Ultimate Tensile Machine*) dibuat menggunakan aplikasi *Solidworks*. Untuk pembuatan *user interface* pada aplikasi dibuat langsung pada aplikasi *Unity*.

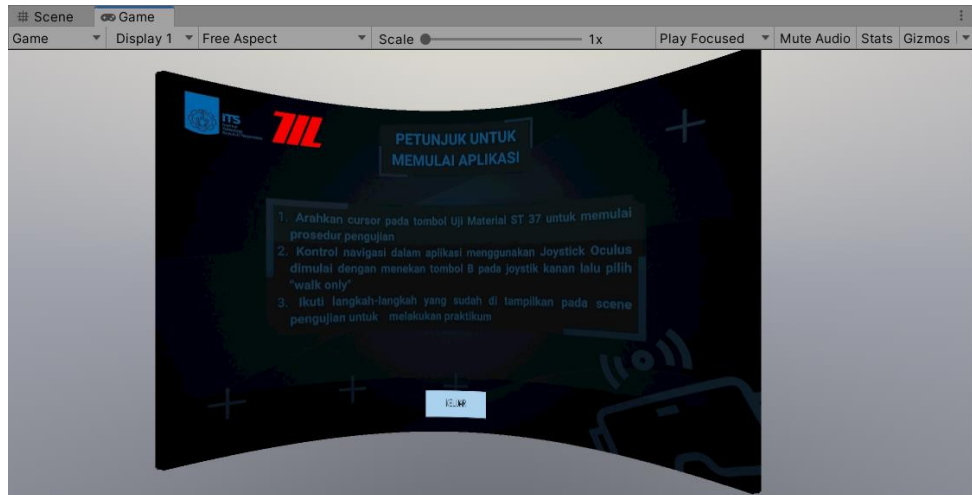
4.4.1 Pembuatan User Interface Main Menu

Pembuatan *user interface Main Menu* pada aplikasi di buat langsung pada aplikasi *Unity*. *User interface Main Menu* akan ditampilkan pertama kali saat aplikasi di jalankan dengan menampilkan tombol pengujian baja ST 37, panduan, dan keluar. Tombol uji material ST 37 ASTM E8, tombol panduan, dan yang terakhir adalah tombol keluar. Berikut ini adalah tampilan *user interface main menu* dapat dilihat pada gambar 4.13



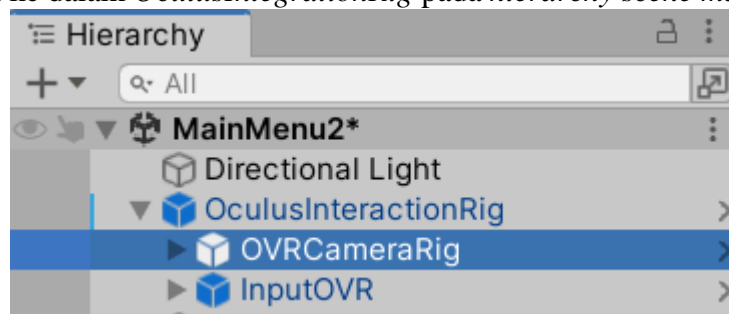
Gambar 4.13 *User Interface Main Menu*

Setelah tampilan *main menu* dibuat, setiap tombol pada tampilan *main menu* diberi *script* untuk dapat memindahkan *scene* sesuai dengan nama masing-masing tombol. Tombol uji material ST 37 ASTM E8 akan mengarahkan *user* untuk berpindah pada *scene* pengujian tarik. Tombol panduan akan menampilkan *scene* panduan penggunaan aplikasi. Tombol *exit* berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Berikut ini adalah gambar 4.14 tampilan saat user menekan tombol panduan dan gambar bahasa pemrograman yang sudah diimplementasi kedalam *user interface main menu*.



Gambar 4.14 Panduan Aplikasi

Navigasi control pada *main menu* menggunakan *joystick* dari *Oculus Quest 2* dengan cara mengarahkannya ke arah tombol *user interface*. Untuk dapat mengontrol *joystick* pada *user interface* perlu dilakukan *input OVRCameraRig* dan *InputOVR* dan sudah dilokalisasi ke dalam *OculusIntegrationRig* pada *hierarchy scene main menu*.

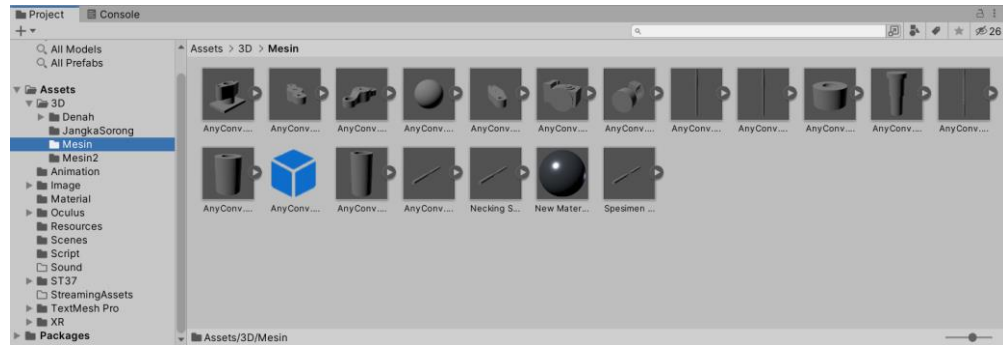


Gambar 4.15 *Input OVRCameraRig* dan *InputOVR* yang sudah di lokalisasi kedalam *OculusIntegrationRig*

Setelah kedua *inputan* tersebut masuk ke dalam *hierarchy* perlu dilakukan pengaturan terhadap *tracking position camera* pada *OVRCameraRig* dengan cara mengubahnya pada *script OVR Manager* menjadi *floor level*. Setelah semua tahapan tersebut dilakukan perlu dilakukan *testing* terhadap tombol *user interface* yang sudah dibuat untuk memastikan bahwa tombol berfungsi dengan baik.

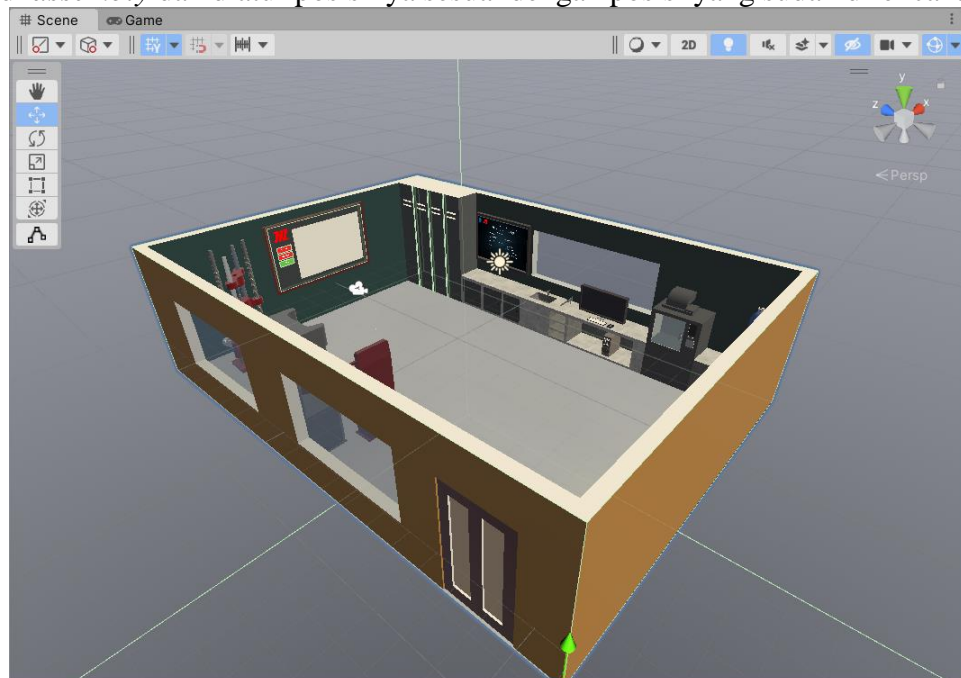
4.4.2 Pembuatan *Scene* Pengujian Tarik

Pembuatan *scene* pengujian diawali dengan mengkonversi semua desain 3D yang sudah di buat pada aplikasi berbeda dalam bentuk format FBX. Setelah semua *asset* 3D dikonversi langkah selanjutnya adalah melakukan *drag and drop* terhadap semua *asset* 3D ke dalam aplikasi *Unity*. Berikut ini adalah 3D *asset* yang sudah di masukkan ke dalam *Unity*.



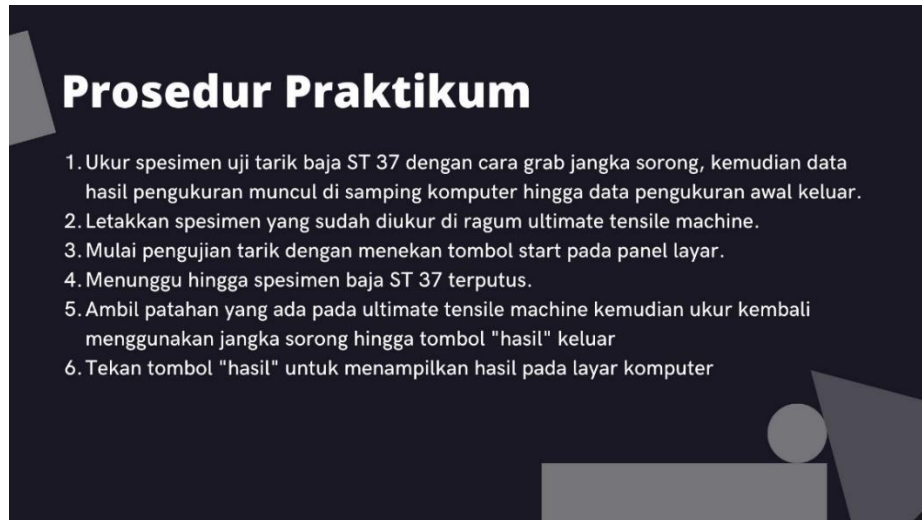
Gambar 4.16 3D Asset Setelah Diimport ke dalam aplikasi Unity

Setelah semua 3D *asset* masuk kedalam Unity langkah selanjutnya adalah melakukan penyusunan 3D *asset* ke dalam *scene* dengan cara *drag and drop* semua *asset* ke dalam *hierarchy* dan di lokalisasi satu-persatu kedalam *parent object* agar dapat terkumpul menjadi *assembly* dan diatur posisinya sesuai dengan posisi yang sudah direncanakan.



Gambar 4.17 Asset Setelah Disusun Didalam Scene Pengujian

Dalam scene pengujian tarik ini peneliti sudah mempersiapkan skenario pengujian yang akan dilakukan oleh *user* saat didalam aplikasi pengujian tarik ini. Skenario dari pengujian tarik ini dipersiapkan agar saat *user* menggunakan aplikasi dapat dengan mudah memahami dan mengikuti prosedur pengujian tarik didalam aplikasi. Skenario dari pengujian tarik ini sudah disusun semirip mungkin dengan pengujian tarik sesungguhnya agar *user* dapat merasakan pengalaman yang mirip dengan pengujian sesungguhnya. Berikut adalah gambar 4.18 yang menampilkan arahan untuk *user* saat berada didalam aplikasi.

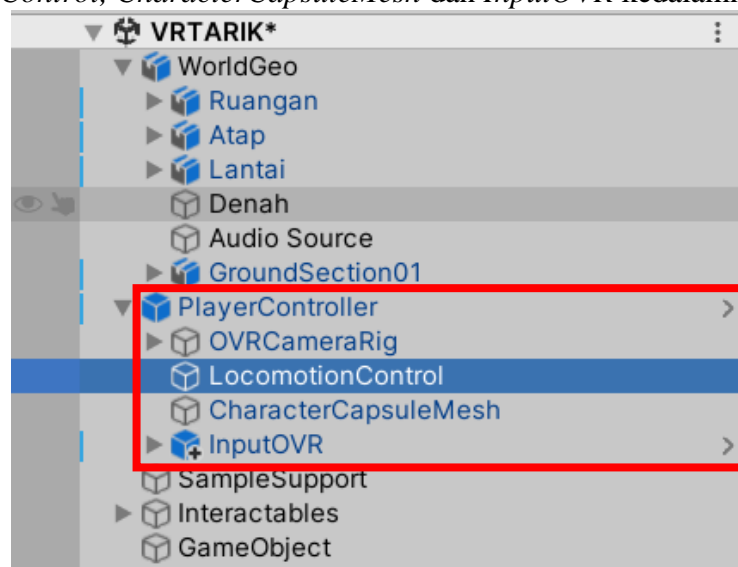


Gambar 4.18 Prosedur Pengujian Tarik Didalam Aplikasi VR

Dari skenario pengujian yang sudah direncanakan tersebut penulis menggunakannya sebagai acuan untuk penambahan fitur dalam aplikasi yang dibutuhkan agar skenario tersebut dapat berjalan didalam aplikasi. Dari skenario yang sudah dibuat disimpulkan bahwa fitur yang diperlukan dalam aplikasi terdiri dari pembuatan sistem *locomotive*, fitur interaksi, fitur *grabbable* dan animasi.

4.4.2.1 Pembuatan Sistem *Locomotive* Dalam Aplikasi VR

Fungsi dari fitur sistem *locomotive* adalah untuk membuat *user* dapat berjalan didalam aplikasi menggunakan *controller oculus*. Cara membuat sistem *locomotive* didalam aplikasi *Unity* adalah dengan membuat *parent object* kosong didalam *hierarchy* yang diberi nama *PlayerController*. Setelah *PlayerController* di buat, langkah berikutnya adalah dengan memasukkan *OVRCameraRig*, *LocomotionControl*, *CharacterCapsuleMesh* dan *InputOVR* kedalamnya.



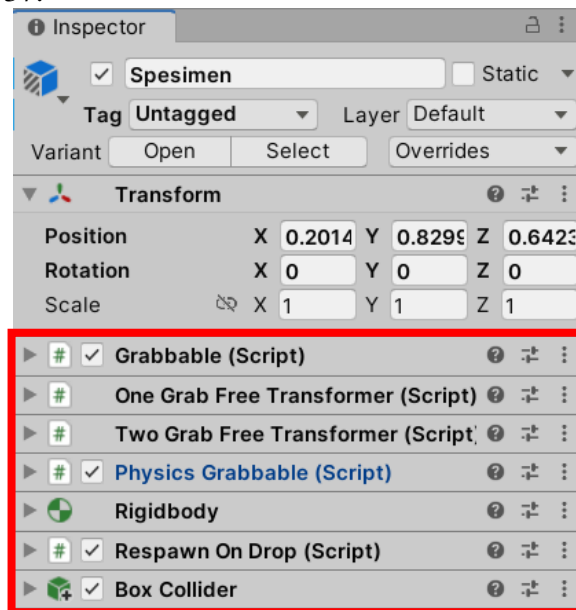
Gambar 4. 19 *OVRCameraRig* dan *InputOVR* Yang Dilokalisasikan Kedalam *PlayerController*

Didalam *LocomotionControl* perlu dimasukkan *script Locomotion Controller*. Fungsi dari *script Locomotion Controller* adalah sebagai *script* yang mengaktifkan

fungsi *locomotive* pada *controller Oculus* agar *user* dapat berjalan menggunakan *analog* pada *controller Oculus*.

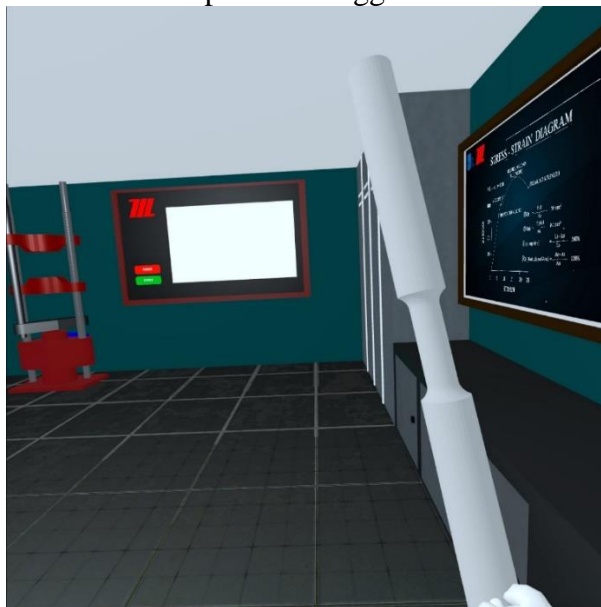
4.4.2.2 Pembuatan Fitur Interaksi dan *Grabbable*

Fitur interaksi dan *grabbable* perlu ditambahkan ke dalam aplikasi VR uji tarik agar *user* dapat berinteraksi secara langsung dengan objek *interactables* yang sudah disediakan didalam aplikasi. Objek *interactables* yang berada didalam aplikasi VR uji tarik meliputi fitur *grabbable* spesimen dan interaksi tombol. Untuk penambahan fitur *grabbable* perlu dimasukkan *script* pada *asset* spesimen baja ST 37. Berikut adalah gambar 4.20 daftar *script* yang perlu dimasukkan kedalam objek spesimen baja ST 37.



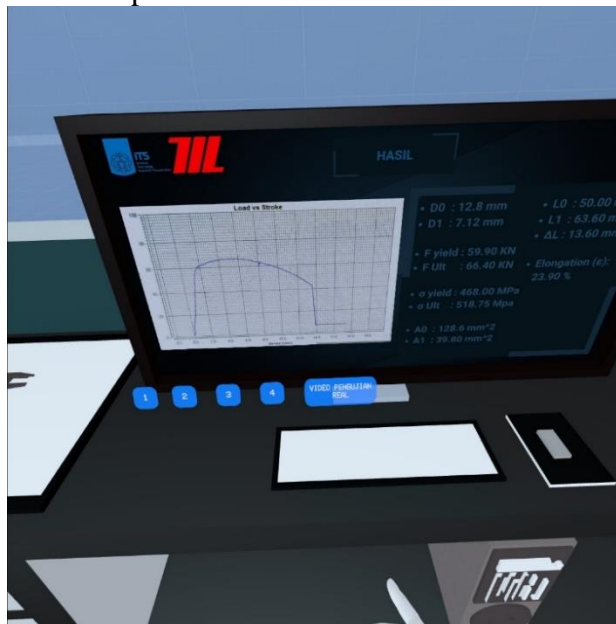
Gambar 4. 20 *Component* Yang Perlu Dimasukkan Kedalam

Setelah semua *script* tersebut dimasukkan kedalam objek spesimen langkah selanjutnya adalah *testing* terhadap objek. Gambar 4.21 memperlihatkan proses pengambilan spesimen didalam aplikasi menggunakan *controller Oculus*.

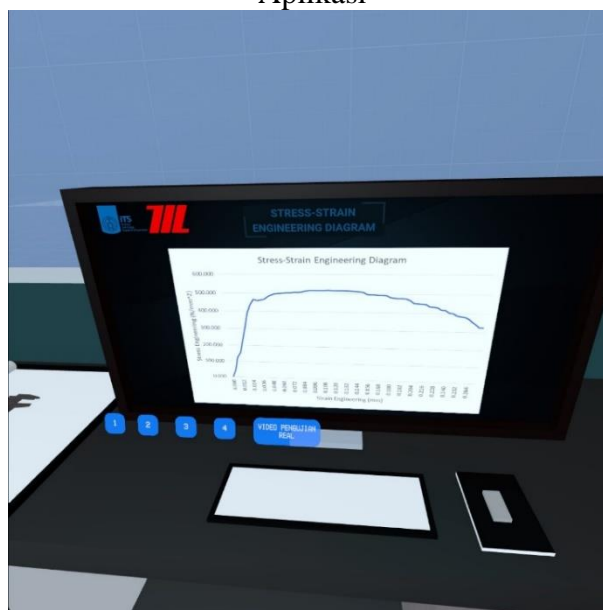


Gambar 4. 21 Pengambilan Objek Spesimen Didalam Aplikasi VR

Setelah fungsi *grabble* berfungsi dengan sempurna tahapan selanjutnya adalah membuat fitur interaksi berupa tombol “hasil” untuk menampilkan data pengujian tarik. Pembuatan tombol pada aplikasi dibuat dengan menambahkan fitur *UI button* sebagai tombol untuk menampilkan data hasil pengujian tarik. *UI button* ini nantinya diberi nama tombol “hasil” dan akan muncul setelah pengujian tarik pada mesin *UTM* virtual selesai. Berikut adalah gambar 4.22 yang menampilkan gambar hasil pengujian tarik yang menampilkan grafik *load vs stroke*, diameter awal spesimen, diameter akhir spesimen, panjang awal spesimen, panjang akhir spesimen, perpanjangan spesimen, *yield force*, *ultimate force*, *yield strength*, *UTS*, luas penampang awal dan luas penampang akhir spesimen pada *monitor* saat tombol nomor 1 ditekan didalam aplikasi *VR*.

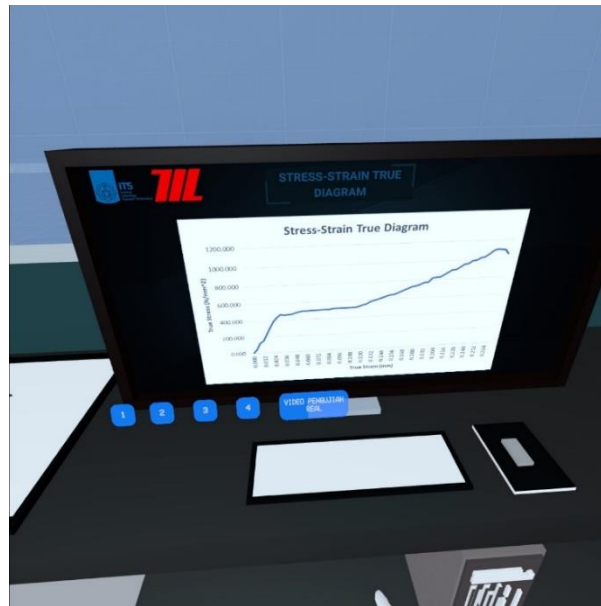


Gambar 4.22 Tampilan Gambar Tombol No.1 Data Hasil Pengujian Didalam Aplikasi



Gambar 4. 23 Tampilan Gambar Tombol No.2 Data Hasil Pengujian Tarik *Stress-Strain Engineering Diagram* Didalam Aplikasi

Gambar 4.23 diatas merupakan tampilan gambar *stress-strain engineering diagram* saat tombol nomor 2 ditekan didalam aplikasi *VR* yang didapatkan dari perhitungan titik *load vs stroke* menggunakan *excel*.



Gambar 4. 24 Tampilan Gambar Tombol No.3 Data Hasil Pengujian Tarik *True Stress-Strain Diagram* Didalam Aplikasi

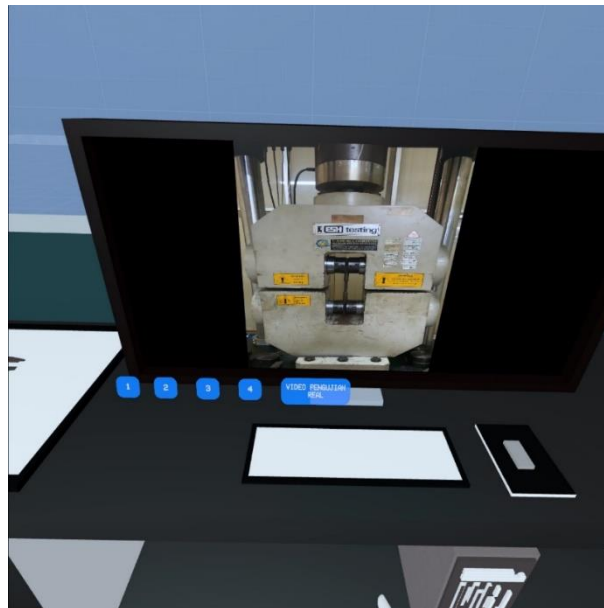
Gambar 4.24 diatas merupakan tampilan gambar *stress-strain true diagram* saat tombol nomor 3 ditekan didalam aplikasi *VR* yang didapatkan dari perhitungan menggunakan *excel* setelah mendapatkan grafik *stress-strain engineering diagram*.



Gambar 4. 25 Tampilan Gambar Tombol No.4 Data Hasil Kesimpulan Pengujian Tarik Didalam Aplikasi

Gambar 4.25 diatas merupakan tampilan gambar kesimpulan dari pengujian tarik yang sudah dilakukan didalam aplikasi *VR* yang muncul saat tombol nomor 4

ditekan didalam aplikasi VR. Gambar 4.26 dibawah menampilkan video pengujian tarik sebenarnya saat tombol “video pengujian *real*” ditekan didalam aplikasi VR.

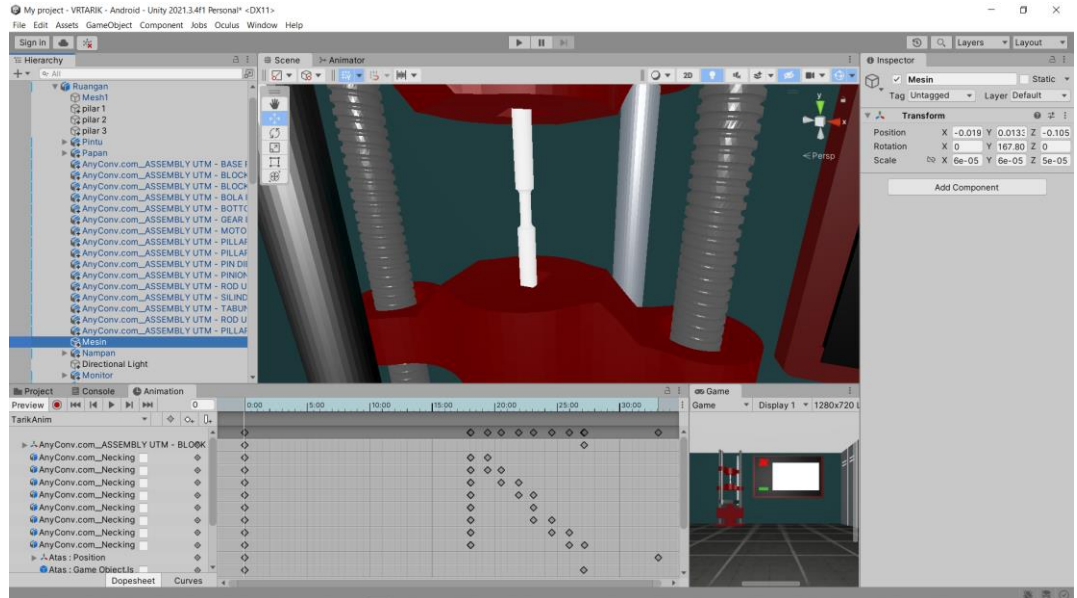


Gambar 4. 26 Tampilan Video Pengujian Tarik Pada Tombol “Video Pengujian *Real*” Didalam Aplikasi

Setelah tombol “hasil” untuk menampilkan data hasil pengujian dibuat, langkah berikutnya adalah membuat tombol start pada panel uji untuk memulai pengujian pada mesin UTM. Tahapan dari pembuatan tombol start pada panel uji hampir sama dengan pembuatan tombol hasil. Perbedaan dari tombol hasil dan tombol start pada panel uji adalah pada *script Interactable Unity Event Wrapper* nya. Pada *script Interactable Unity Event Wrapper* tombol “hasil” hanya diberikan fungsi untuk menampilkan gambar atau video hasil dari pengujian tarik sebenarnya. *Script Interactable Unity Event Wrapper* pada tombol start panel uji memiliki fungsi yang lebih banyak yaitu untuk memulai animasi pada mesin UTM virtual, memulai video grafik *load vs stroke* pada panel dan untuk menampilkan tombol “hasil” saat pengujian tarik selesai.

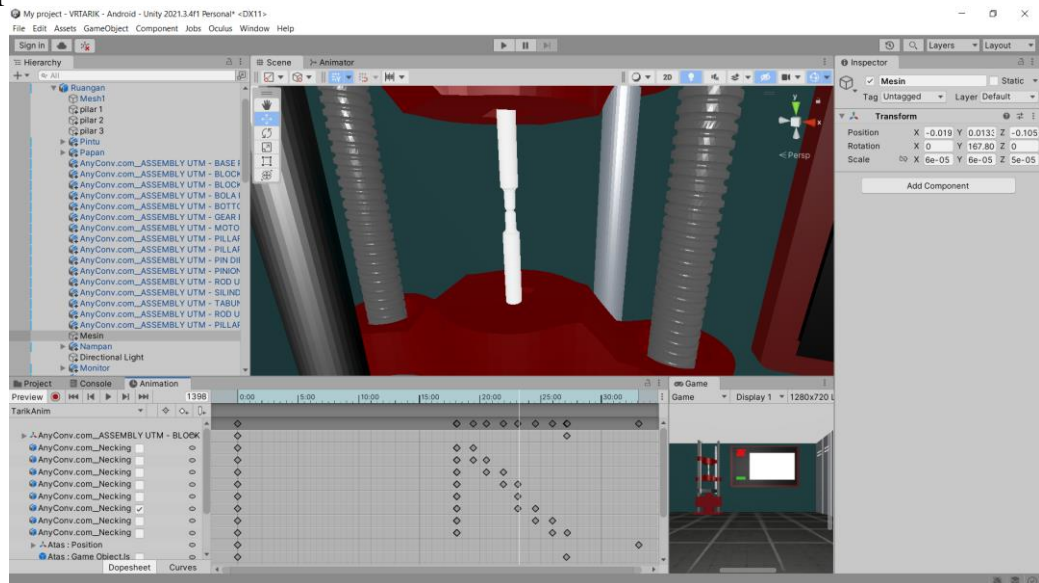
4.4.2.3 Pembuatan Animasi

Implementasi animasi uji tarik pada mesin UTM dibuat untuk memberi gambaran didalam aplikasi VR agar serupa dengan kejadian terhadap spesimen secara *real* saat pengujian tarik sedang berlangsung. Skenario yang di terapkan pada animasi uji tarik adalah berupa perubahan bentuk spesimen baja ST 37 yang pada awalnya memiliki panjang normal sesuai standar ASTM E8, kemudian terjadi perubahan panjang seiring ditariknya spesimen oleh mesin UTM hingga terjadi necking pada *gauge length* dan kemudian putus. Setelah skenario animasi uji tarik direncanakan, langkah berikutnya adalah melakukan pembuatan animasi menggunakan fitur *animation* didalam Unity. Didalam fitur *animation* benda kerja akan ditransisikan berdasarkan durasi video grafik uji tarik agar animasi berjalan bersamaan dengan pergerakan grafik uji tarik. Video grafik uji tarik memiliki total durasi selama 42 detik. Pada detik 0 hingga 5.5 grafik uji tarik mencapai titik UTS ,pada durasi ini spesimen tidak akan mengalami perubahan bentuk fisik.



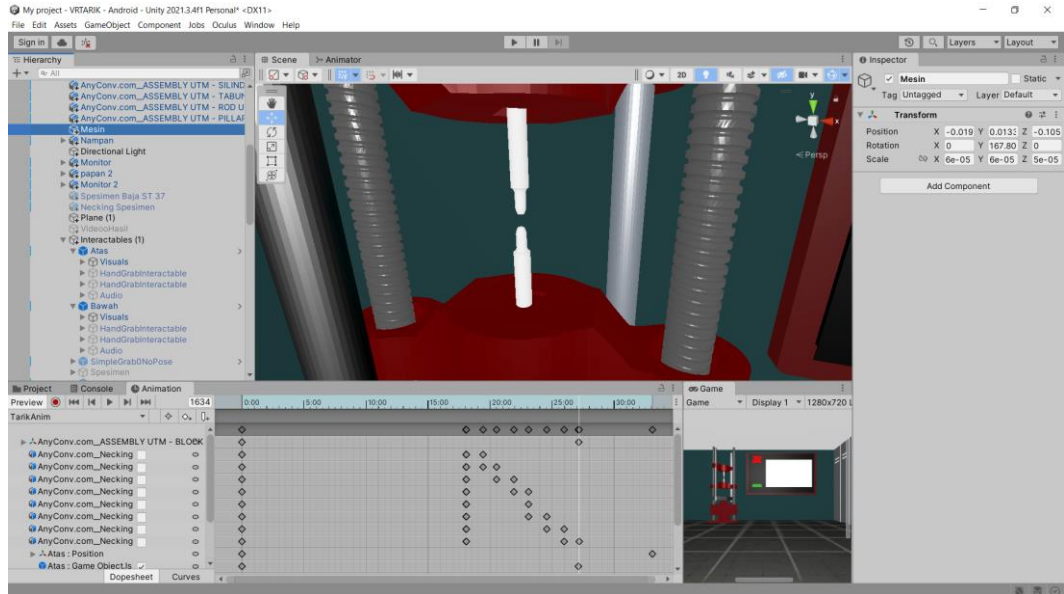
Gambar 4.27 Animasi Spesimen Dalam Kondisi Normal

Grafik uji tarik akan melewati titik *UTS* dan turun hingga putus pada detik 15 hingga 27. Proses necking pada spesimen terjadi diantara durasi tersebut. Maka pada fitur *animation* ditambahkan animasi necking yang terjadi di detik 18 dengan menampilkan *visual* objek *necking* spesimen dan mematikan *visual* objek spesimen pada kondisi normal.



Gambar 4.28 Animasi Spesimen Dalam Kondisi *Necking*

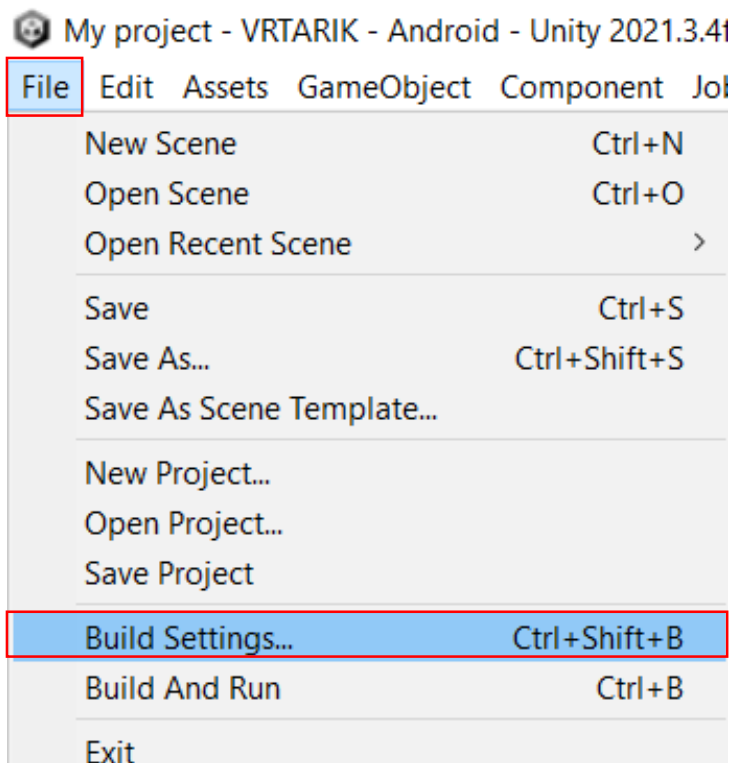
Sama seperti langkah sebelumnya, untuk objek spesimen putus ditampilkan pada detik ke 27 dengan mematikan *visual* objek *necking* spesimen dan menampilkan *visual* objek spesimen putus.

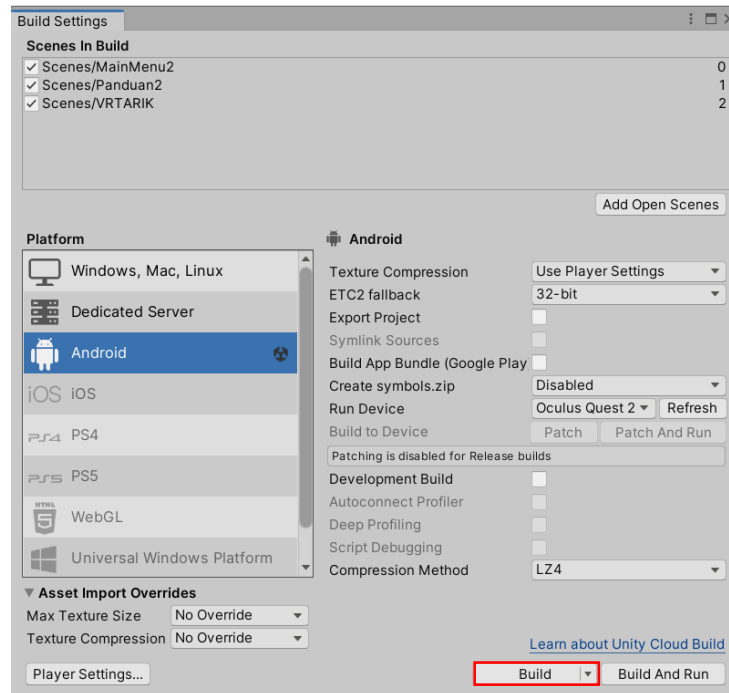


Gambar 4.29 Animasi Spesimen Dalam Kondisi Putus

4.4.3 Ekspor Aplikasi Dalam Bentuk Format Apk

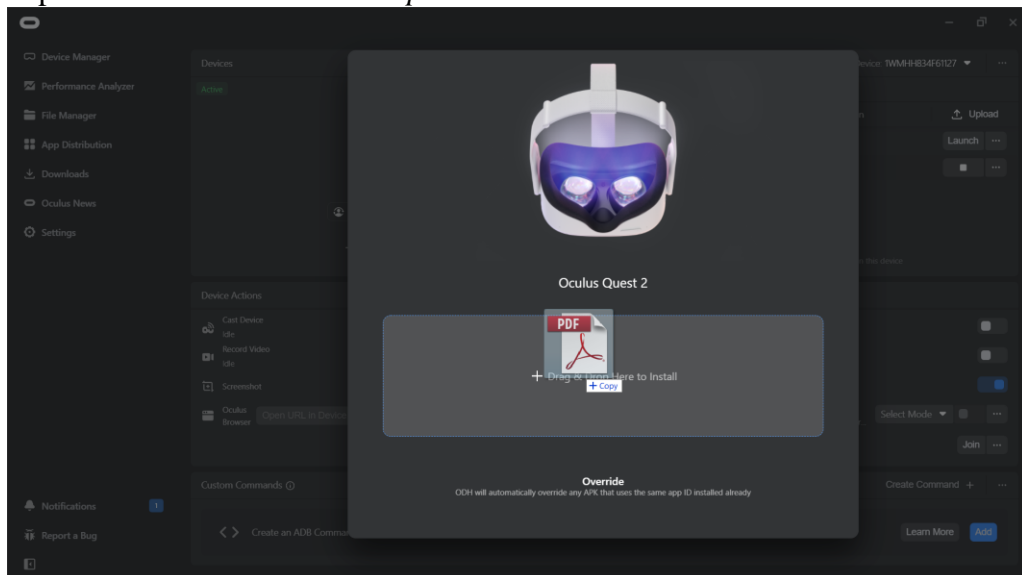
Setelah semua fitur-fitur dalam aplikasi sudah dimasukkan langkah selanjutnya adalah *build scene* untuk *dcompile* menjadi satu aplikasi dengan cara memilih *build setting* pada *toolbar file*.





Gambar 4.30 Proses *Compiling* Aplikasi VR

Setelah aplikasi *dicompile* langkah berikutnya adalah melakukan penginstalan kedalam perangkat *Oculus Quest 2* dengan cara menyambungkan perangkat *Oculus Quest 2* menggunakan kabel *USB type-C* ke laptop ,kemudian drag and drop aplikasi yang sudah di compile ke dalam *Oculus Developer Hub*.



Gambar 4.31 Proses Penginstalan Aplikasi Kedalam *Oculus Developer HUB*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari proses pengerjaan tugas akhir pembuatan aplikasi *virtual reality* proses uji tarik ini dapat didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Didapatkan hasil pengujian tarik yang dilakukan di Laboratorium uji tarik ITS dengan yield force dan UTS force pada spesimen sebesar 59.90 KN dan 66.40 KN.
2. Didapatkan aplikasi *virtual reality* proses uji tarik benda kerja baja ST 37 dengan standar penarikan ASTM E8 yang dapat diterapkan kedalam lab virtual Departemen Teknik Mesin Industri ITS.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dalam pembuatan animasi dapat dibuat menggunakan aplikasi *Blender* untuk menyempurnakan tampilan proses necking pada spesimen.
2. Untuk penelitian selanjutnya dalam proses pengukuran spesimen dapat dibuat sistem trigger collider untuk memunculkan data pengukuran awal saat spesimen dan jangka sorong bersentuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Denti Salindeho, R., Soukota, J., Poeng, R., Teknik, J., Universitas, M., & Ratulangi, S. (n.d.). *PEMODELAN PENGUJIAN TARIK UNTUK MENGANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL*.
- Fidelitiy, J., & Pradiftha Junfithrana, A. (n.d.). *Rancang Bangun Program Aplikasi Virtual Reality Pada Pembelajaran Praktikum Secara Online Berbasis Oculus*.
- Irawan, N. W. (2015). METODE GASING DENGAN EKSPERIMEN UNTUK MENINGKATAN HASIL BELAJAR FISIKA KONSEP MEKANIK ZAT (HUKUM HOOKE) PADA PESERTA DIDIK KELAS X MULTIMEDIA SMK NEGERI 2 PATI SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2014/2015. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 2(0), 394–405.
- Jamil, M. (n.d.). *Pemanfaatan Teknologi Virtual Reality (VR) Di Perpustakaan...(M Jamil) Pemanfaatan Teknologi Virtual Reality (VR) di Perpustakaan*.
- Khoiri, A., Naimatul Jannah, S., & Cahya Listiana, S. (2017). *IMPACT DAN TENSILE TEST MATERIAL BANGUNAN RUMAH (TELAAH KONSEP MODULUS YOUNG DAN DEFORMASI)*. <https://www.academia.edu>
- Kirono, S., & Amri, A. (n.d.). *PENGARUH TEMPERING PADA BAJA St 37 YANG MENGALAMI KARBURASI DENGAN BAHAN PADAT TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO*.
- Puspa, I., Wiwanata, F., Satya, B., Nugraha, D., & Pradibta, H. (2021). Perancangan Aplikasi Game Berbasis Virtual Reality dengan Tema Sejarah. In *Malang Jl. Soekarno-Hatta* (Vol. 7, Issue 2).
- Rama Aulia, D. (n.d.). *PENERAPAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY PADA SIMULASI SISTEM E-TICKETING DI STASIUN KERETA API BOGOR*.
- Thuan To Saurik, H., Dwi Purwanto, D., Irawan Hadikusuma, J., Studi Desain Komunikasi Visual Sekolah Tinggi Teknik Surabaya, P., & Studi Sistem Informasi Sekolah Tinggi Teknik Surabaya, P. (2019). *TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY UNTUK MEDIA INFORMASI KAMPUS*. 6(1), 71–76. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201961238>
- Vembi Siswo Utomo I1308533. (n.d.).

LAMPIRAN

A0	L0
128.6144	50

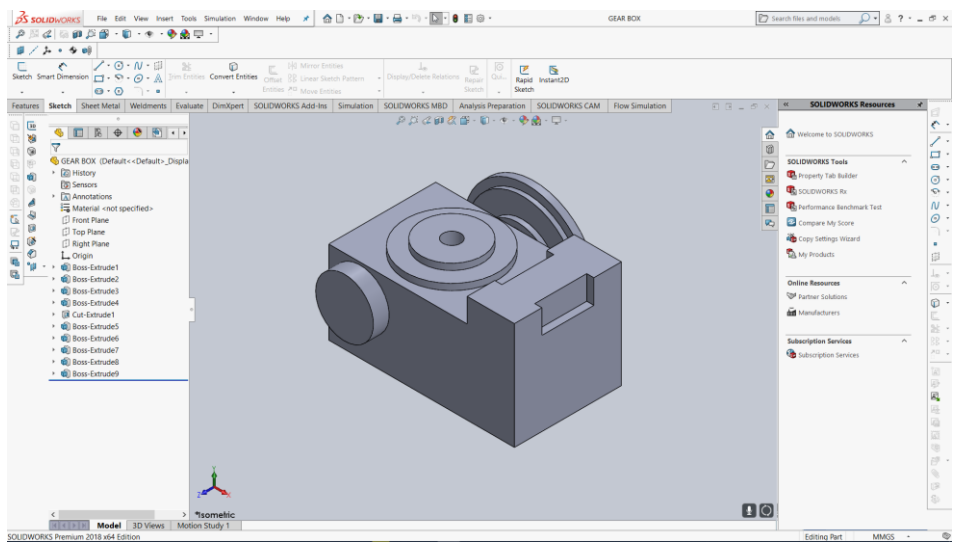
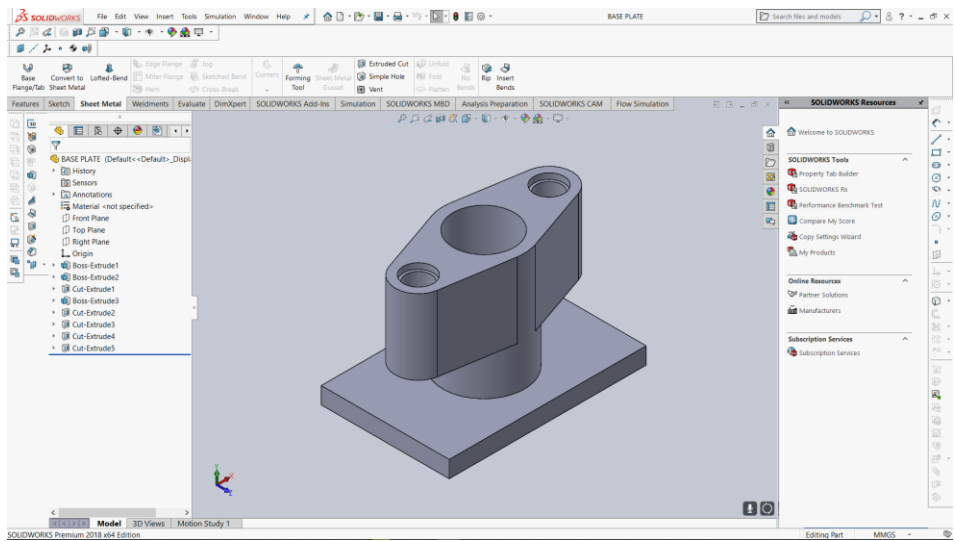
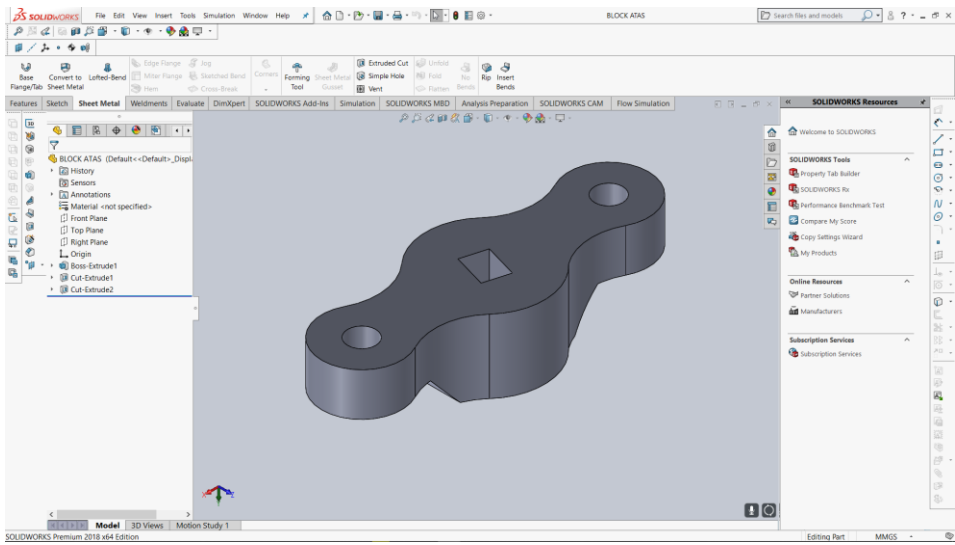
Perhitungan Nilai <i>Stress-Strain Engineering</i> Uji Tarik Baja ST 37				
			F/A0	Delta L/Lo
	Load	Elongation	Stress Engineering	Strain Engineering
1	0	0	0.000	0.000
2	6000	0.2	46.656	0.004
3	16000	0.4	124.417	0.008
4	20000	0.6	155.521	0.012
5	30000	0.8	233.281	0.016
6	40000	1	311.042	0.020
7	50000	1.2	388.802	0.024
8	56000	1.4	435.459	0.028
9	59900	1.6	465.785	0.032
10	59000	1.8	458.787	0.036
11	59500	2	462.675	0.040
12	60000	2.2	466.563	0.044
13	62000	2.4	482.115	0.048
14	63000	2.6	489.891	0.052
15	64000	2.8	497.667	0.056
16	64250	3	499.611	0.060
17	64400	3.2	500.778	0.064
18	64500	3.4	501.555	0.068
19	64600	3.6	502.333	0.072
20	65000	3.8	505.443	0.076
21	65100	4	506.221	0.080
22	65200	4.2	506.998	0.084
23	65850	4.4	512.053	0.088
24	66280	4.6	515.397	0.092
25	66300	4.8	515.552	0.096
26	66340	5	515.863	0.100
27	66360	5.2	516.019	0.104
28	66380	5.4	516.174	0.108
29	66400	5.6	516.330	0.112
30	66300	5.8	515.552	0.116
31	66280	6	515.397	0.120
32	66250	6.2	515.163	0.124
33	66260	6.4	515.241	0.128
34	66260	6.6	515.241	0.132

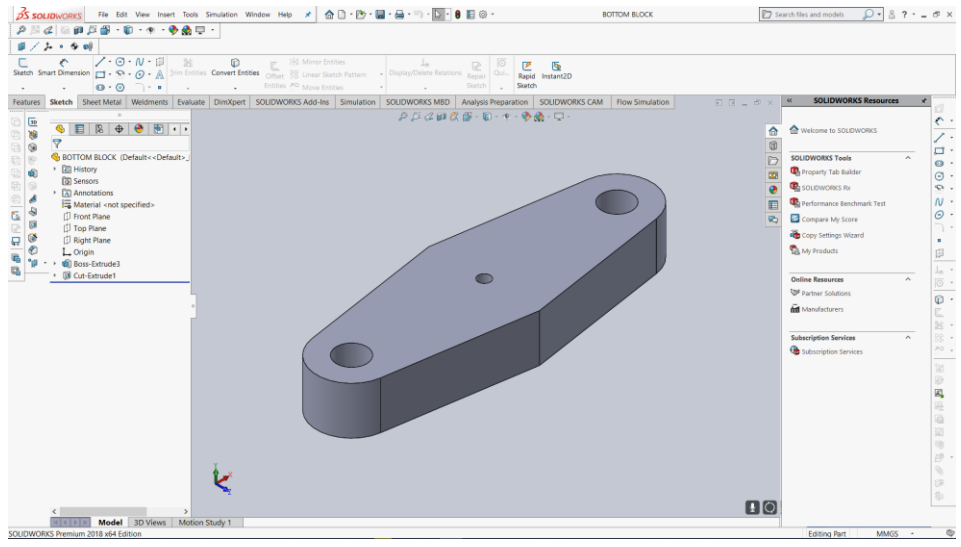
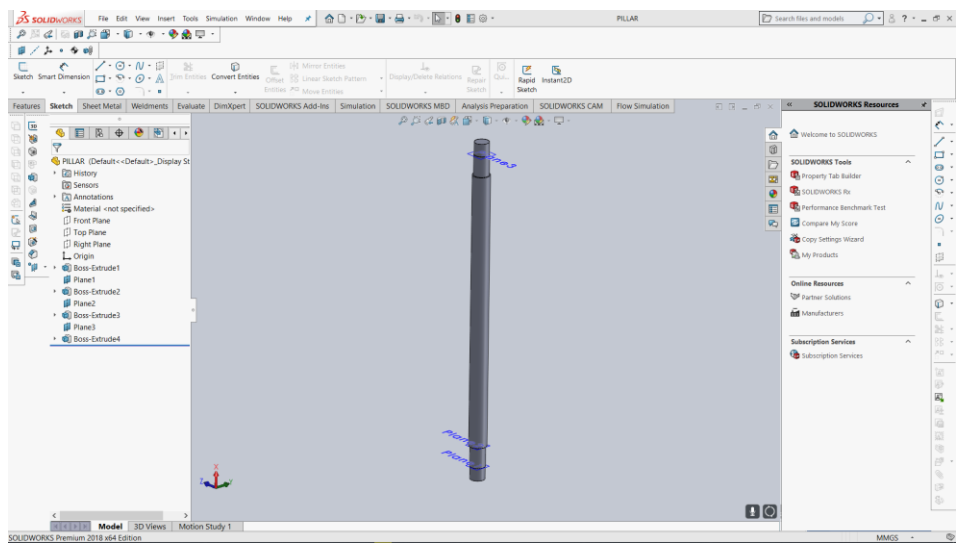
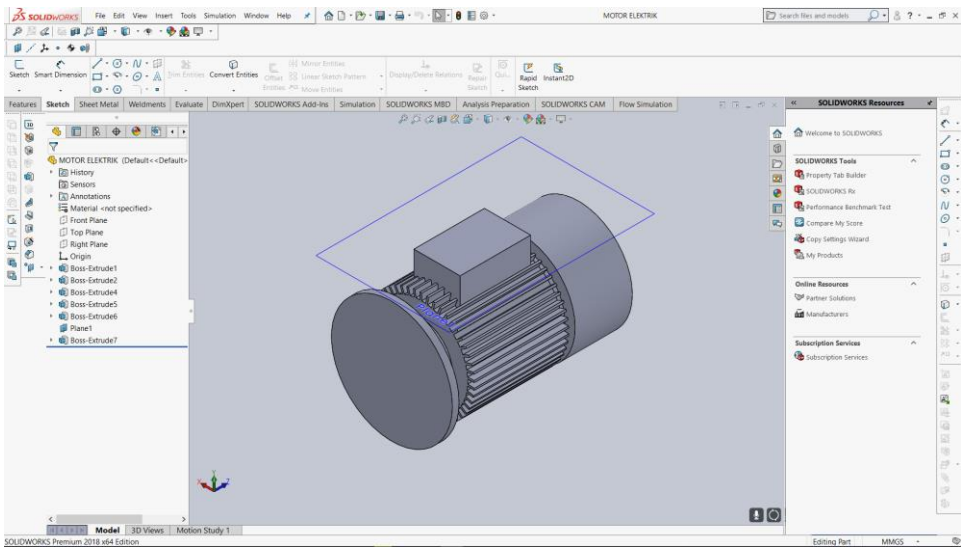
35	66000	6.8	513.219	0.136
36	65800	7	511.664	0.140
37	65600	7.2	510.109	0.144
38	65400	7.4	508.554	0.148
39	64000	7.6	497.667	0.152
40	63800	7.8	496.112	0.156
41	63700	8	495.334	0.160
42	63600	8.2	494.557	0.164
43	63500	8.4	493.779	0.168
44	63200	8.6	491.446	0.172
45	62000	8.8	482.115	0.176
46	61500	9	478.227	0.180
47	61400	9.2	477.449	0.184
48	61300	9.4	476.672	0.188
49	61200	9.6	475.894	0.192
50	60000	9.8	466.563	0.196
51	58250	10	452.955	0.200
52	58000	10.2	451.011	0.204
53	57800	10.4	449.456	0.208
54	57600	10.6	447.900	0.212
55	56000	10.8	435.459	0.216
56	55750	11	433.515	0.220
57	55500	11.2	431.571	0.224
58	54000	11.4	419.907	0.228
59	53750	11.6	417.963	0.232
60	52000	11.8	404.355	0.236
61	51500	12	400.467	0.240
62	50000	12.2	388.802	0.244
63	49500	12.4	384.914	0.248
64	49250	12.6	382.970	0.252
65	48000	12.8	373.250	0.256
66	46000	13	357.698	0.260
67	44000	13.2	342.146	0.264
68	42000	13.4	326.594	0.268
69	41900	13.6	325.816	0.272

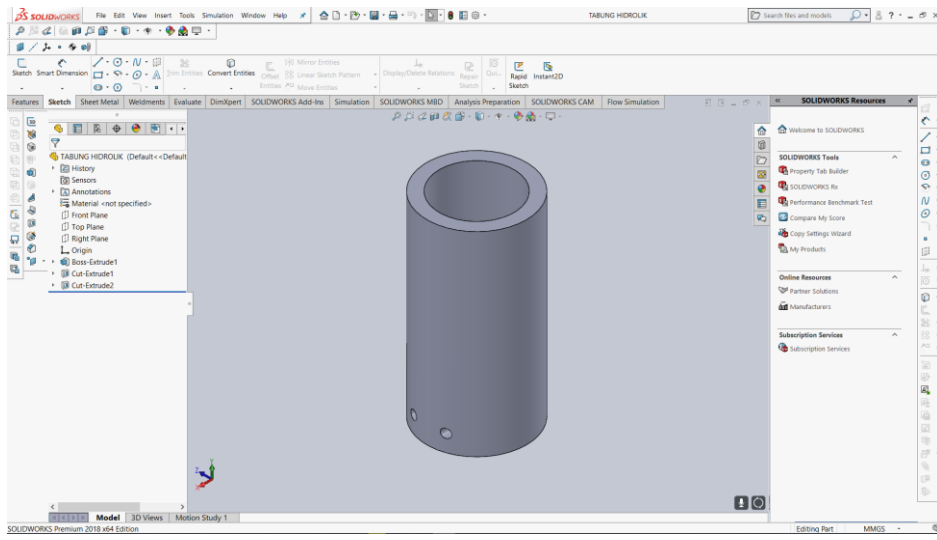
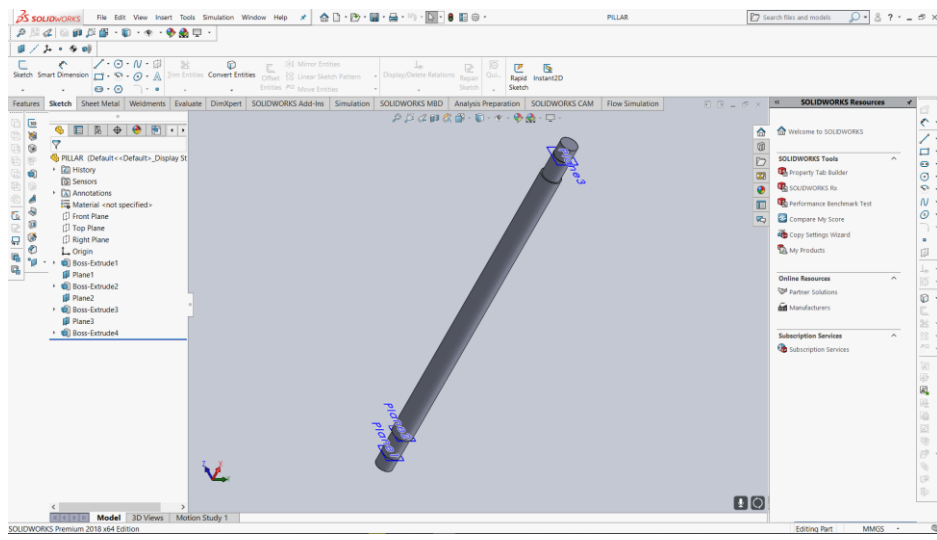
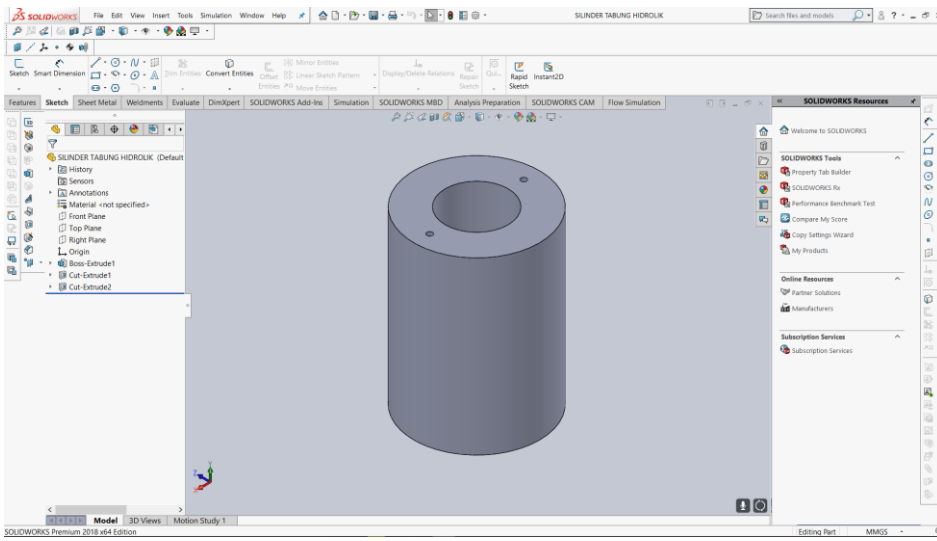
Perhitungan Nilai <i>True Stress-Strain</i> Uji Tarik Baja ST 37								
			Stress Eng/A1	Delta L/L0				
	Stress Engineering	Strain Engineering	True Stress	True Strain	F	A1	D1	Delta L
1	0.000	0.000	0.000	0.000		128.6144		0
2	46.656	0.004	46.656	0.004		128.6144		0.2
3	124.417	0.008	124.417	0.008		128.6144		0.4
4	155.521	0.012	155.521	0.012		128.6144		0.6
5	233.281	0.016	233.281	0.016		128.6144		0.8
6	311.042	0.020	311.042	0.020		128.6144		1
7	388.802	0.024	388.802	0.024		128.6144		1.2
8	435.459	0.028	435.459	0.028		128.6144		1.4
9	465.785	0.032	465.785	0.032		128.6144		1.6
10	458.787	0.036	458.787	0.036		128.6144		1.8
11	462.675	0.040	462.675	0.040		128.6144		2
12	466.563	0.044	466.563	0.044		128.6144		2.2
13	482.115	0.048	482.115	0.048		128.6144		2.4
14	489.891	0.052	489.891	0.052		128.6144		2.6
15	497.667	0.056	497.667	0.056		128.6144		2.8
16	499.611	0.060	499.611	0.060		128.6144		3
17	500.778	0.064	500.778	0.064		128.6144		3.2
18	501.555	0.068	501.555	0.068		128.6144		3.4
19	502.333	0.072	502.333	0.072		128.6144		3.6
20	505.443	0.076	505.443	0.076		128.6144		3.8
21	506.221	0.080	506.221	0.080		128.6144		4
22	506.998	0.084	506.998	0.084		128.6144		4.2

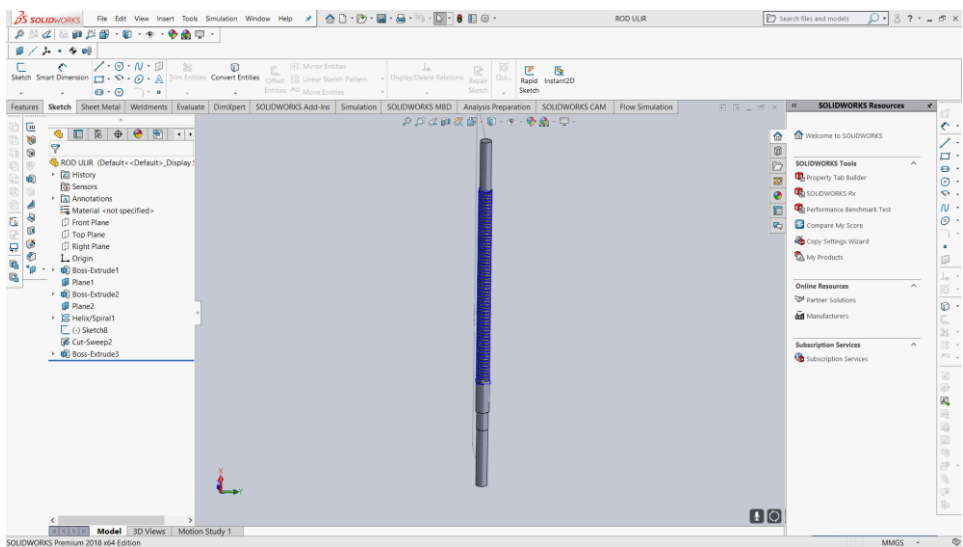
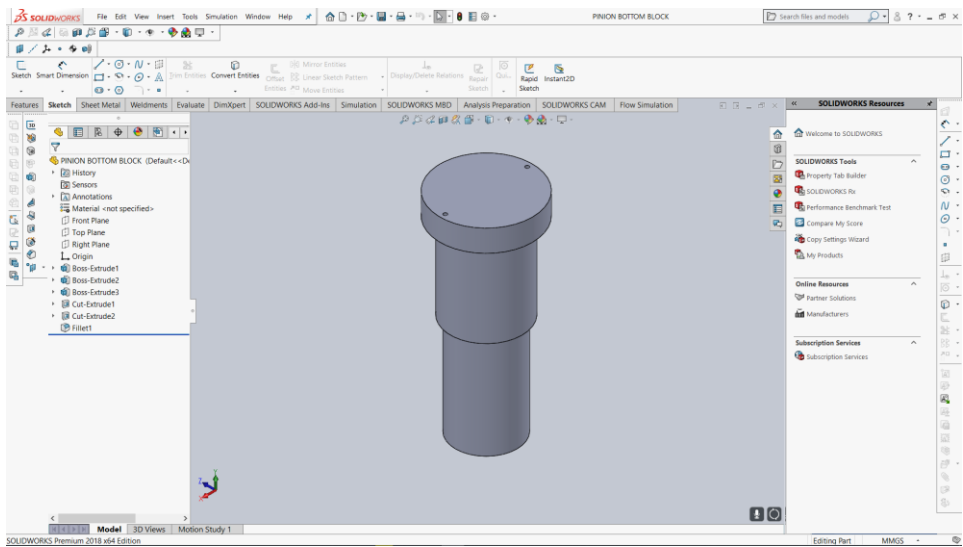
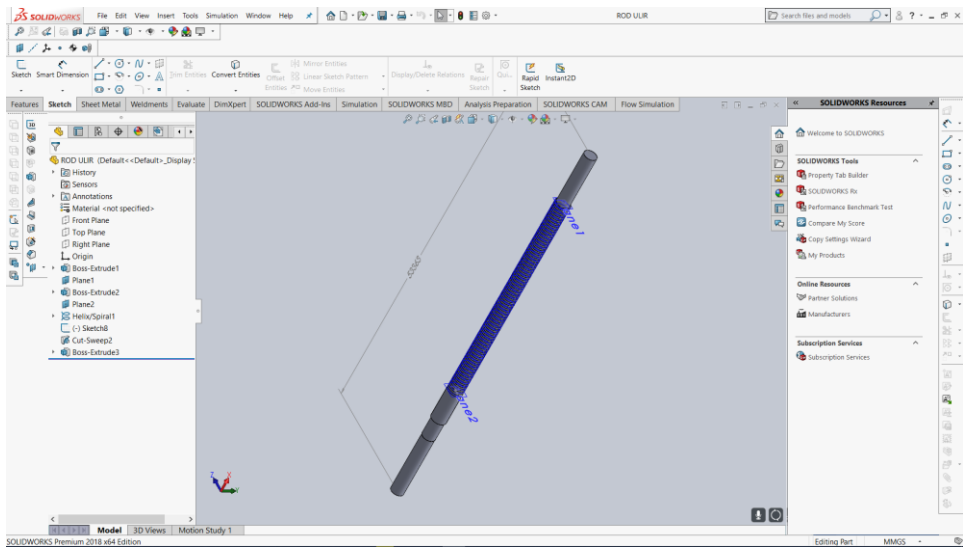
23	512.053	0.088	512.053	0.088		128.6144		4.4
24	515.397	0.092	515.397	0.092		128.6144		4.6
25	515.552	0.096	515.552	0.096		128.6144		4.8
26	515.863	0.100	515.863	0.100		128.6144		5
27	516.019	0.104	516.019	0.104		128.6144		5.2
28	516.174	0.108	516.174	0.108		128.6144		5.4
29	516.330	0.112	516.330	0.112		128.6144		5.6
30	515.552	0.116	527.428	0.116	66300	125.7042	12.65436	5.8
31	515.397	0.120	539.619	0.120	66280	122.8274	12.50872	6
32	515.163	0.124	552.158	0.124	66250	119.9839	12.36308	6.2
33	515.241	0.128	576.760	0.128	66260	114.8831	12.09744	6.4
34	515.241	0.132	590.902	0.132	66260	112.1336	11.95179	6.6
35	513.219	0.136	603.195	0.136	66000	109.4174	11.80615	6.8
36	511.664	0.140	616.483	0.140	65800	106.7345	11.66051	7
37	510.109	0.144	630.255	0.144	65600	104.0849	11.51487	7.2
38	508.554	0.148	644.534	0.148	65400	101.4686	11.36923	7.4
39	497.667	0.152	647.212	0.152	64000	98.88564	11.22359	7.6
40	496.112	0.156	662.266	0.156	63800	96.33594	11.07795	7.8
41	495.334	0.160	678.963	0.160	63700	93.81955	10.93231	8
42	494.557	0.164	696.327	0.164	63600	91.33646	10.78667	8.2
43	493.779	0.168	714.393	0.168	63500	88.88667	10.64103	8.4
44	491.446	0.172	730.888	0.172	63200	86.47018	10.49538	8.6
45	482.115	0.176	737.332	0.176	62000	84.087	10.34974	8.8
46	478.227	0.180	752.412	0.180	61500	81.73711	10.2041	9
47	477.449	0.184	773.100	0.184	61400	79.42053	10.05846	9.2
48	476.672	0.188	771.841	0.188	61300	79.42053	10.05846	9.4

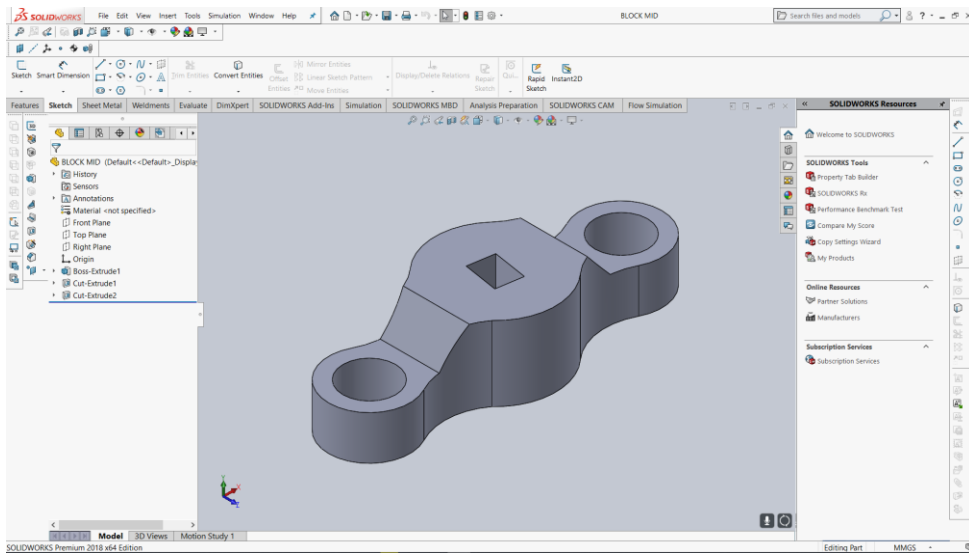
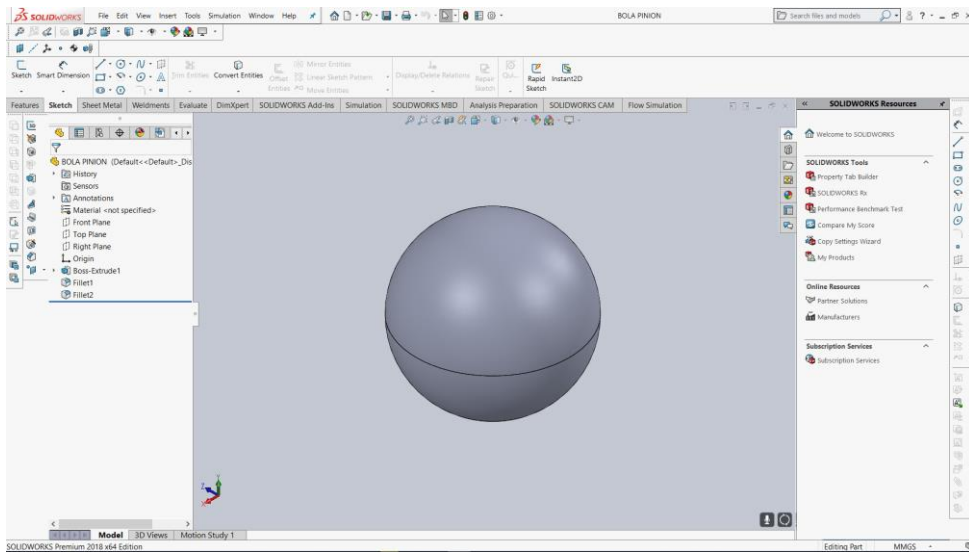
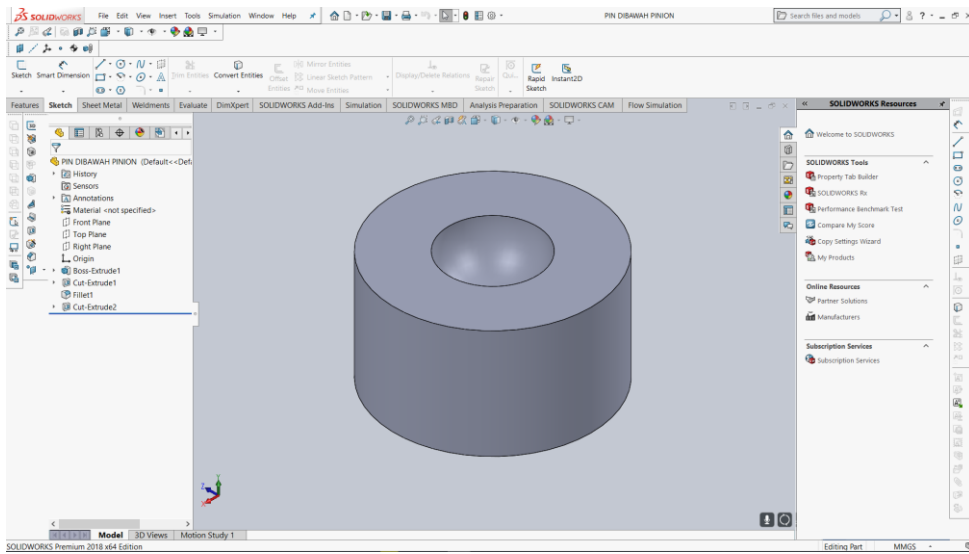
49	475.894	0.192	817.228	0.192	61200	74.88727	9.767179	9.6
50	466.563	0.196	825.643	0.196	60000	72.67059	9.621538	9.8
51	452.955	0.200	826.391	0.200	58250	70.48722	9.475897	10
52	451.011	0.204	848.733	0.204	58000	68.33714	9.330256	10.2
53	449.456	0.208	872.843	0.208	57800	66.22037	9.184615	10.4
54	447.900	0.212	898.079	0.212	57600	64.1369	9.038974	10.6
55	435.459	0.216	901.964	0.216	56000	62.08673	8.893333	10.8
56	433.515	0.220	928.086	0.220	55750	60.06986	8.747692	11
57	431.571	0.224	955.475	0.224	55500	58.0863	8.602051	11.2
58	419.907	0.228	961.949	0.228	54000	56.13604	8.45641	11.4
59	417.963	0.232	991.349	0.232	53750	54.21907	8.310769	11.6
60	404.355	0.236	993.591	0.236	52000	52.33542	8.165128	11.8
61	400.467	0.240	1020.104	0.240	51500	50.48506	8.019487	12
62	388.802	0.244	1027.369	0.244	50000	48.668	7.873846	12.2
63	384.914	0.248	1055.792	0.248	49500	46.88425	7.728205	12.4
64	382.970	0.252	1091.200	0.252	49250	45.13379	7.582564	12.6
65	373.250	0.256	1105.567	0.256	48000	43.41664	7.436923	12.8
66	357.698	0.260	1102.251	0.260	46000	41.73279	7.291282	13
67	342.146	0.264	1097.743	0.264	44000	40.08225	7.145641	13.2
68	326.594	0.268	1055.406	0.268	42000	39.7951	7.12	13.4

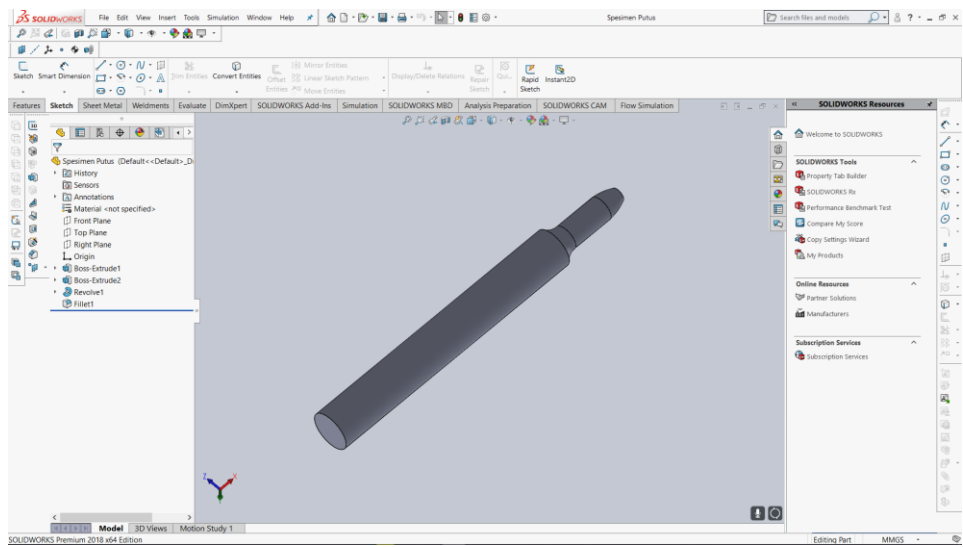
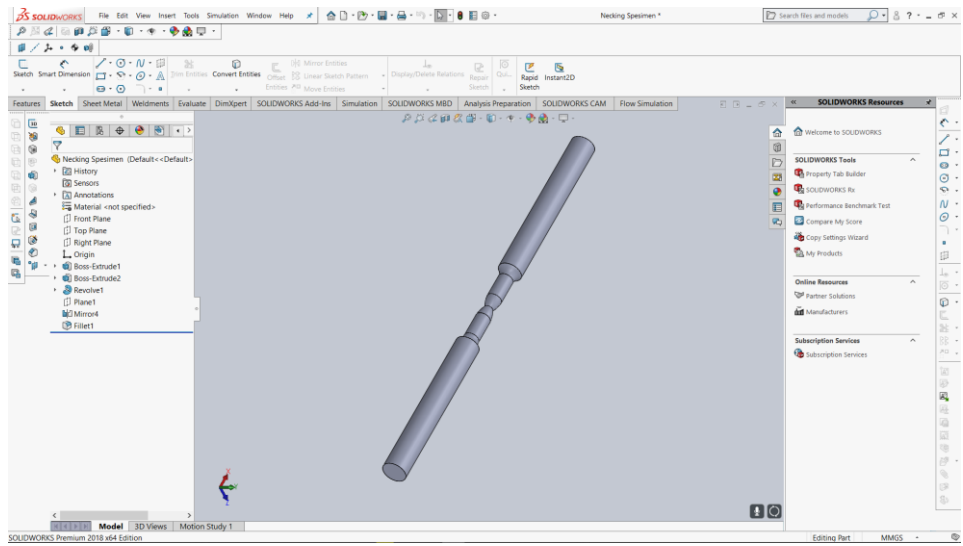
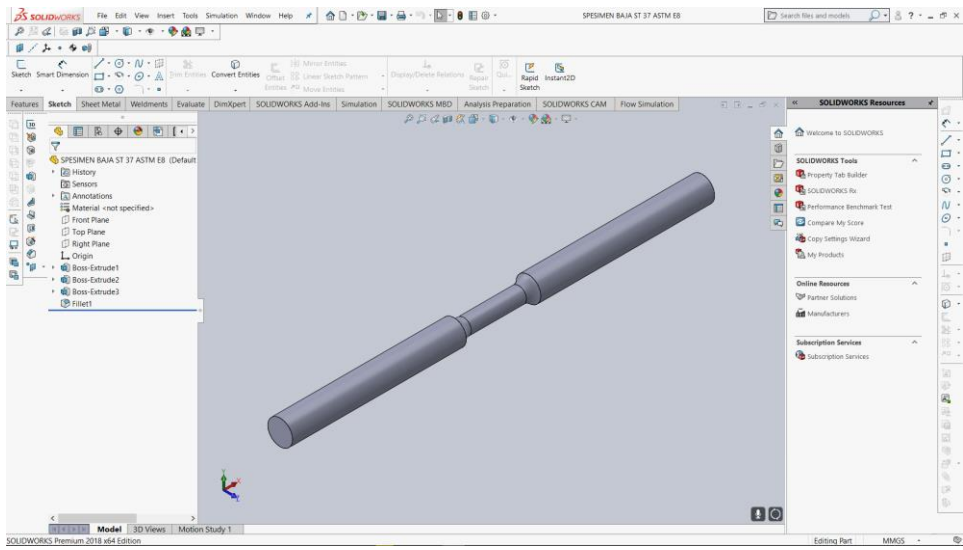


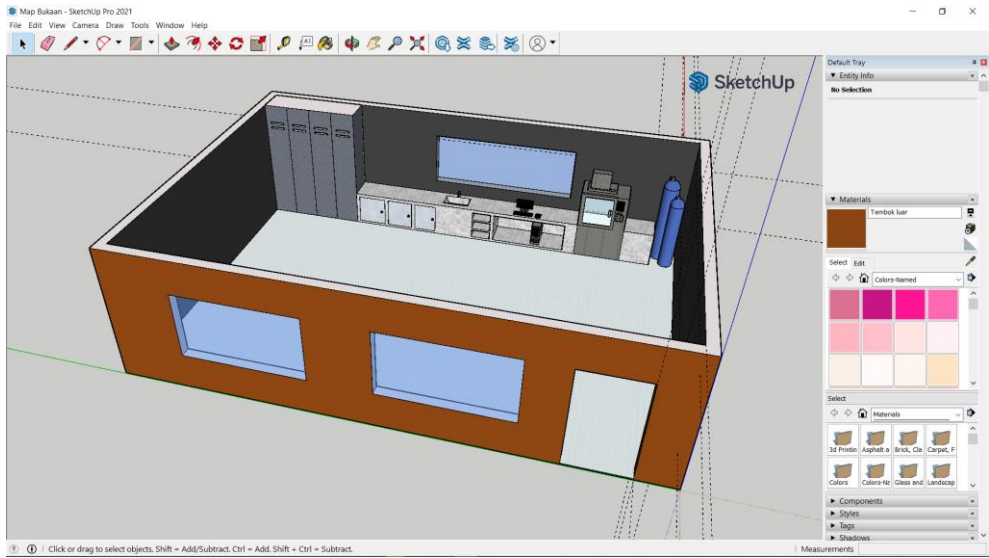
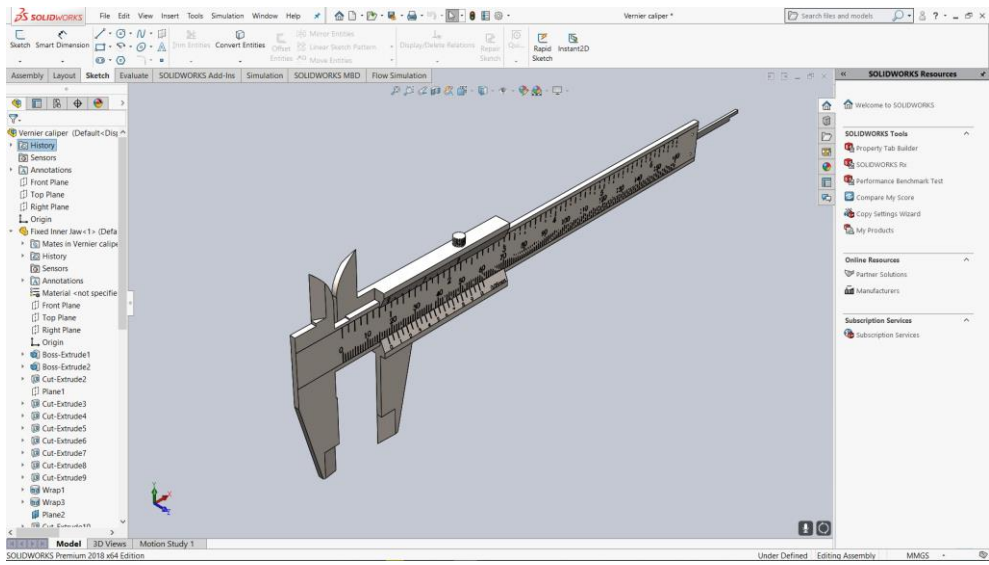












```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Switch : MonoBehaviour
{
    //UNTUK PERGANTIAN FUNGSI
    public GameObject Object1;
    public GameObject Object2;
    public GameObject Object3;
    public GameObject Object4;
    public GameObject Object5;
    public GameObject Object6;
    public GameObject Object7;
    public GameObject Object8;
    public GameObject Object9;
    public GameObject Object10;

    public int BallSelected;

    //INI SETELAH DISCENE SEMUA CODING MULAI
    void Start()
    {
        Object1.SetActive(false);
        Object2.SetActive(false);
        Object3.SetActive(false);
        Object4.SetActive(false);
        Object5.SetActive(false);
        Object6.SetActive(false);
        Object7.SetActive(false);
        Object8.SetActive(false);
        Object9.SetActive(false);
        Object10.SetActive(false);
    }

    public void LoadObject1()
    {
        Object1.SetActive(true);
        Object2.SetActive(false);
        Object3.SetActive(false);
        Object4.SetActive(false);
        Object5.SetActive(false);
        Object6.SetActive(false);
        Object7.SetActive(false);
        Object8.SetActive(false);
        Object9.SetActive(false);
        Object10.SetActive(false);
    }

    public void LoadObject2()
    {
        Object1.SetActive(false);
        Object2.SetActive(true);
        Object3.SetActive(false);
        Object4.SetActive(false);
        Object5.SetActive(false);
        Object6.SetActive(false);
        Object7.SetActive(false);
        Object8.SetActive(false);
        Object9.SetActive(false);
    }
}

```

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class MainMenu : MonoBehaviour
{
    public void MainMenuu()
    {
        DontDestroyOnLoad(this);
        SceneManager.LoadScene("MainMenu2");
    }

    public void Panduan()
    {
        DontDestroyOnLoad(this);
        SceneManager.LoadScene("Panduan3");
    }

    public void VR()
    {
        DontDestroyOnLoad(this);
        SceneManager.LoadScene("VR");
    }

    public void VR2()
    {
        DontDestroyOnLoad(this);
        SceneManager.LoadScene("VRTARIK");
    }

    public void QuitGame()
    {
        Application.Quit();
    }
}

```

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class PanelOpen : MonoBehaviour
{
    ///untuk membuka panel info
    public GameObject Panel;
    public void OpenPanel()
    {
        if (Panel != null)
        {
            bool isActive = Panel.activeSelf;
            Panel.SetActive(!isActive);
        }
    }
}
```



```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class NextPrev : MonoBehaviour
{
    public GameObject[] background;
    int index;

    void Start()
    {
        index = 0;
    }

    void Update()
    {
        if (index >= 4)
            index = 4;

        if (index < 0)
            index = 0;

        if (index == 0)
        {
            background[0].gameObject.SetActive(true);
        }
    }

    public void Next()
    {
        index += 1;

        for (int i = 0; i < background.Length; i++)
        {
            background[i].gameObject.SetActive(false);
            background[index].gameObject.SetActive(true);
        }
        Debug.Log(index);
    }

    public void Previous()
    {
        index -= 1;

        for (int i = 0; i < background.Length; i++)
        {
            background[i].gameObject.SetActive(false);
            background[index].gameObject.SetActive(true);
        }
        Debug.Log(index);
    }
}

```

SERTIFIKAT KALIBRASI
CALIBRATION CERTIFICATE

Nomor : 3-09-21-00816
Number

A L A T

Equipment

1. <u>Nama</u> <i>Name</i>	: Mesin Uji Universal	2. <u>Kapasita</u> <i>Capacity</i>	: 500 KN
3. <u>Tipe/Model</u> <i>Type/Model</i>	: ESH HCG-500	4. <u>Nomor Seri</u> <i>Serial Number</i>	: 6285
5. <u>Merek/Buatan</u> <i>Manufacture</i>	: ESH Testing / England	6. <u>Ukuran Dalam</u> <i>Internal Dimension</i>	: -
7. <u>Pengontrol Suhu</u> <i>Temperature Control</i>	: -	8. <u>Lain-lain</u> <i>Other</i>	: -

P E M I L I K

Owner

1. <u>Nama</u> <i>Name</i>	: DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN, FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN - INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2. <u>Alamat</u> <i>Address</i>	: Gedung W - Lantai 1, Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111

S T A N D A R

Standard

1. <u>Nama</u> <i>Name</i>	: Calibrating Box	No. Seri :	2950
2. <u>Ketelusuran</u> <i>Traceability</i>	: Hasil kalibrasi yang dilaporkan tertelusur ke satuan pengukuran SI melalui BSN, Laboratorium SNSU		

TANGGAL DITERIMA : 12 November 2021
Date of acceptance

TANGGAL KALIBRASI : 12 November 2021
Date of Calibration

KONDISI LINGKUNGAN KALIBRASI :
Environment condition of Calibration

Suhu : 24,5 ± 0,4 ° C
Temperature
Kelembaban : 65 ± 1,7 % RH
Humidity

LOKASI KALIBRASI : Lab. Konstruksi & Kekuatan Kapal Fakultas Teknik Kelautan ITS, Surabaya
Location of Calibration

METODA KALIBRASI : PC-309-07
Calibration method

ACUAN : BS.EN ISO :7500:1:2018 : Metallic Materials, Verification of Static Uniaxial Testing Machine Part 1:
Reference Tension/Compresion Testing Machine

HASIL KALIBRASI DAN KETIDAKPASTIAN KALIBRASI : (Terlampir)
Result of Calibration and uncertainty of Calibration (Attached)

DITERBITKAN TANGGAL : 16 November 2021

Keterangan :

1. Dilarang memproduksi sertifikat ini tanpa izin tertulis dari B4T kecuali secara keseluruhan.
2. Hasil kalibrasi ini tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk alat yang bersangkutan.

Halaman 1 dari
Page of 2

LAMPIRAN SERTIFIKAT KALIBRASI
CALIBRATION CERTIFICATE

Nomor : 3-09-21-00816
Number

1 HASIL KALIBRASI
Calibration of Result

Posisi : Tekan
Compression Position

Resolusi Relatif		0,04 %		<i>Relative of Resolution</i>	
Kesalahan nol; relatif		0,00 %		<i>Relative Error of zero</i>	
Julat Ukur <i>Range</i>	Penunjukan Mesin <i>Indicated by Machine</i>	Penunjukan Standar Rata-rata <i>Average of Indicated by Standard</i>	Kesalahan Relatif <i>Relative of Error</i>		Ketidakpastian Pengukuran *) <i>Uncertainty</i>
			Ketelitian <i>Accuracy</i>	Mampu Ulang <i>Repeatability</i>	
(KN)	(KN)	(KN)	(%)	(%)	(%)
500	50	49,45	1,11	0,18	± 0,23 (Off Full Scale)
	100	100,97	-0,96	0,17	
	150	151,64	-1,08	0,12	
	200	194,76	2,69	0,18	
	250	243,73	2,57	0,14	
	300	301,34	-0,45	0,17	
	350	357,09	-1,98	0,10	
400	405,21	-1,29	0,13		

*) Ketidakpastian yang dilaporkan adalah ketidakpastian bentangan pada tingkat kepercayaan 95 % dengan faktor cakupan k=2
The reported uncertainty is the uncertainty of a stretch at 95% confidence level with coverage factor k = 2

Keterangan :
1. Dilarang memproduksi sertifikat ini tanpa izin tertulis dari B4T kecuali secara keseluruhan.
2. Hasil kalibrasi ini tidak untuk diumumkan dan hanya berlaku untuk alat yang bersangkutan.

Halaman 2 dari 2
Page of

BIODATA PENULIS



Penulis yang mempunyai nama lengkap Dimas Arya Kautsar lahir di Bontang, 26 April 2000. Merupakan putra pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Hariyanto dan Ibu Titin Ambarwati yang beralamat di Jl. Semboja, BTN PKT, Kecamatan Bontang Barat, Kabupaten Bontang. Menempuh Pendidikan formal pertama di SD 2 Yayasan Pupuk Kaltim, dilanjutkan di SMPN 1 Bontang, dan SMAN 1 Bontang. Kemudian penulis lulus dan melanjutkan studi Sarjana Terapan di Departemen Teknik Mesin Industri ITS melalui program seleksi SMITS (Seleksi Masuk ITS) pada tahun 2018 dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 10211810000033.

Di Departemen Teknik Mesin Industri ITS ini penulis mengambil spesialisasi di program studi Teknologi Rekayasa Manufaktur. Penulis sempat melakukan Magang Industri selama 2 bulan di PT. Pembangkit Jawa Bali (Persero) pada divisi HAR Mesin dan CNG, dan 2 bulan lagi di Laboratorium DTMI. Selain itu penulis juga berperan aktif dalam kegiatan didalam maupun diluar kampus yang diwujudkan dalam peran aktif sebagai Humas Himpunan Mahasiswa Bontang.