



SKRIPSI – ME 141501

**PENGAPLIKASIAN TEKNOLOGI *VIRTUAL REALITY* SEBAGAI  
SARANA EDUKASI SISTEM BILGA**

Yoseph Lintong Jayayudha Samosir  
NRP. 04211640000109

DOSEN PEMBIMBING:  
Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.  
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020





SKRIPSI - ME 141501

## **PENGAPLIKASIAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY SEBAGAI SARANA EDUKASI SISTEM BILGA**

Yoseph Lintong Jayayudha Samosir  
NRP 04211640000109

Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.  
Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
2020

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**BACHELOR THESIS - ME 141501**

## **THE APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR EDUCATION OF BILGE SYSTEM**

**Yoseph Lintong Jayayudha Samosir**  
**NRP 04211640000109**

**Supervisors**

**Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.**  
**Ir. Hari Prastowo, M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

**Pengaplikasian Teknologi *Virtual Reality* Sebagai Sarana Edukasi Sistem Bilga**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

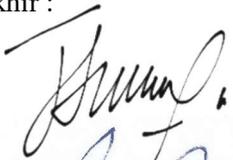
Bidang *Digital Marine Operation and Maintenance* (DMOM)  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

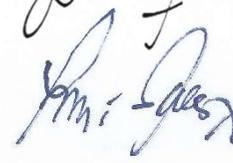
**Yoseph Lintong Jayayudha Samosir**  
NRP. 04211640000109

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.

(  )

Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

(  )

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGAPLIKASIAN TEKNOLOGI *VIRTUAL REALITY* SEBAGAI SARANA EDUKASI SISTEM BILGA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi *Digital Marine Operation and Maintenance* (DMOM)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis:

**Yoseph Lintong Jayayudha Samosir**

NRP. 04211640000109

Disetujui Oleh,

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



**Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D**

NIP. 197903192008011008

**SURABAYA**

**AGUSTUS, 2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **Pengaplikasian Teknologi *Virtual Reality* Sebagai Sarana Edukasi Sistem Bilga**

**Nama Mahasiswa** : Yoseph Lintong Jayayudha Samosir  
**NRP** : 04211640000109  
**Departemen** : Teknik Sistem Perkapalan ITS  
**Dosen Pembimbing 1** : Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.  
**Dosen Pembimbing 2** : Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

### **Abstrak**

Perkembangan teknologi saat ini berpotensi untuk meningkatkan sektor maritim dari berbagai aspek. Sebagai salah satu negara maritim terbesar di dunia, Indonesia memiliki kesempatan untuk mengembangkan industri kemaritiman melalui aplikasi di bidang komputer. Beberapa manfaat yang dapat diperoleh antara lain pemasaran, desain manufaktur untuk pengenalan, pelatihan, serta bantuan pemeliharaan untuk survei kelautan. Penerapan teknologi komputer seperti pemodelan 3D, simulasi, *virtual reality*, *augmented reality*, dan *computer vision* akan selalu memberikan manfaat pada sektor maritim. Melalui pengaplikasian teknologi *virtual reality*, sektor kemaritiman dapat dikembangkan melalui sarana edukasi yang tidak hanya mengandalkan bentuk 2D atau 3D. Dalam aplikasi ini, pengguna akan berinteraksi dalam lingkungan maya yang disimulasikan seperti lingkungan yang sebenarnya. Terdapat dua fitur interaktif dalam aplikasi ini, yaitu fitur misi dimana pengguna diberikan tugas untuk menemukan setiap komponen sistem bilga pada kapal serta fitur jelajah dimana pengguna dibebaskan untuk mengeksplorasi kapal. Dengan *virtual reality*, pengguna dapat mempelajari sistem di kapal tanpa harus melakukan kunjungan secara langsung untuk melihat kondisi yang sebenarnya. *Virtual reality* akan memberikan lingkungan belajar maya yang dapat diakses secara mudah di mana saja dan kapan saja.

Kata kunci : Virtual Reality, Pemodelan 3D, Sistem Bilga, Sarana Edukasi

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **The Application of Virtual Reality Technology for Education of Bilge System**

**Nama Mahasiswa** : Yoseph Lintong Jayayudha Samosir  
**NRP** : 04211640000109  
**Departemen** : Teknik Sistem Perkapalan ITS  
**Dosen Pembimbing 1** : Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc.  
**Dosen Pembimbing 2** : Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

### **Abstract**

Current technological developments enhance the maritime sector from various aspects. As one of the largest maritime country in the world, Indonesia has the opportunity to develop the maritime industry through applications in the computer field. Some of the benefits that can be obtained include marketing, manufacturing design for promotion, training, and maintenance assistance for marine surveys. The application of computer technology such as 3D modeling, simulation, virtual reality, augmented reality, and computer vision will always provide benefits to the maritime sector. Through the application of virtual reality technology, the maritime sector can be developed through educational facilities that are not rely only on 2D or 3D forms. In this application, users will participate in a virtual environment that is simulated like the real environment. There are two interactive features in this application, namely the mission feature where the user is given the task of finding each component of the bilge system on the ship as well as a roaming feature where the user can freely explore the ship. With virtual reality, user is able to study systems on ship without having to directly visit to see the actual conditions. Virtual reality will provide a virtual learning environment that is able to be easily accessed anywhere and anytime.

**Keywords:** Virtual Reality, 3D Modeling, Bilge System, Educational Facility

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program strata satu teknik di Department Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak, karena banyaknya dukungan yang diperoleh. Adapun pihak yang penulis maksud diantaranya:

1. Keluarga yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun material,
2. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS,
3. Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc., dan Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir,
4. Bapak Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T., M.Sc. selaku dosen wali yang selalu membimbing penulis selama berkuliah di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS,
5. Bapak Idi Rambe sebagai *Ship Manager* di PT. Meratus Line yang mengizinkan penulis untuk mengambil data serta foto kapal MV. Meratus Benoa,
6. Tim penguji bidang DMOM, Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T., Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE., Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc., Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc., dan Bapak Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.,
7. Teman-teman satu bimbingan penulis yang saling menyemangati satu sama lain.
8. Keluarga satu angkatan Voyage 2016 serta anggota Digital Marine Operation and Maintenance Laboratory yang telah memberikan dukungan serta doa,
9. Dan seluruh pihak yang telah terlibat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari banyaknya kendala, kurangnya wawasan serta ilmu pengetahuan yang penulis punya sehingga tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Penulis mohon maaf apabila ada kesalahan dalam tugas akhir ini dan penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk menghindari kesalahan yang sama di kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Batasan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Sistem Bilga.....	3
2.1.1 Komponen Sistem Bilga.....	5
2.1.1.1 Pipa Bilga.....	5
2.1.1.2 Sumur Bilga .....	5
2.1.1.3 Pompa Bilga.....	6
2.1.1.4 Pompa OWS.....	7
2.1.1.5 Bilge Water Holding Tank.....	8
2.1.1.6 Oily Water Separator .....	8
2.1.1.7 Sludge Tank .....	9
2.1.1.8 International Shore Connection .....	9
2.2 Teknologi Virtual Reality .....	10
2.2.1 Sejarah Virtual Reality .....	11
2.2.1.1 1957 - Sensorama.....	11
2.2.1.2 1968 - The Sword of Damocles .....	12
2.2.1.3 1980 - The Super Cockpit.....	2
2.2.1.4 1991 - Sega VR.....	13
2.2.1.5 2010 - Oculus.....	14
2.2.1.6 2017 - Masa Kini .....	14
2.2.2 Komponen Virtual Reality .....	15
2.2.2.1 Komponen Hardware .....	15
2.2.2.1.1 Computer Workstation .....	15
2.2.2.1.2 Sensory Displays .....	16
2.2.2.1.3 Head Mounted Display.....	16
2.2.2.1.4 Process Acceleration Cards .....	16
2.2.2.1.5 Sistem Pelacak.....	16
2.2.2.2 Komponen Software .....	17
2.2.2.2.1 Software Pemodelan 3D.....	17
2.2.2.2.2 Software Grafis 2D.....	17
2.2.2.2.3 Software Pengatur Suara Digital .....	18
2.2.2.2.4 Software Simulasi Virtual Reality.....	18
2.2.3 Cara Kerja Virtual Reality.....	18
2.2.4 Klasifikasi Virtual Reality.....	19
2.2.5 Aplikasi dan Pengembangan Virtual Reality .....	20

<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>23</b>
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	23
3.2 Studi Literatur.....	24
3.3 Pengumpulan Data.....	24
3.4 Fase Analisa.....	24
3.5 Pembuatan Objek.....	24
3.6 Fase Percobaan .....	24
3.7 Keteresuaian.....	24
3.8 Kesimpulan.....	24
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL.....</b>	<b>25</b>
4.1 Model Aplikasi .....	25
4.2 Pengumpulan Data.....	25
4.2.1 MV. Meratus Benoa .....	26
4.3 Analisa Data .....	28
4.4 Pembuatan Objek 3D.....	29
4.4.1 Pemodelan Ruang.....	29
4.4.2 Pemodelan Komponen .....	30
4.4.3 Pemodelan Perpipaan .....	33
4.5 Aplikasi VR Sistem Bilga.....	35
4.5.1 Tampilan Pengguna.....	35
4.5.2 Objek Aplikasi.....	38
4.5.3 Skenario.....	41
4.5.3.1 Object Finding .....	42
4.5.3.2 Ship Tour .....	42
4.6 Kuisisioner Penilaian Pengguna.....	44
4.6.1 Hasil Kuisisioner.....	44
4.6.2 Analisa Hasil Kuisisioner .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>57</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Keyplan Sistem Bilga.....	4
Gambar 2. 2 Sumur Bilga .....	6
Gambar 2. 3 Pompa Fire, Bilge, dan Ballast.....	7
Gambar 2. 4 Pompa OWS.....	7
Gambar 2. 5 Oily Water Separator.....	9
Gambar 2. 6 VR Kamar Mesin .....	11
Gambar 2. 7 Sensorama .....	12
Gambar 2. 8 The Sword of Damocles.....	12
Gambar 2. 9 The Super Cockpit.....	13
Gambar 2. 10 Sega VR .....	13
Gambar 2. 11 Prototipe Pertama Oculus Rift .....	14
Gambar 2. 12 HTC Vive.....	14
Gambar 2. 13 Control Workstation.....	15
Gambar 2. 14 Head Mounted Display .....	16
Gambar 2. 15 Logitech Ultrasonic Tracker .....	17
Gambar 2. 16 Patriot Electromagnetic Tracker .....	17
Gambar 2. 17 Stereovision.....	18
Gambar 2. 18 Klasifikasi Virtual Reality.....	19
Gambar 2. 19 VR Kapal.....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian .....	23
Gambar 4. 1 MV. Meratus Benoa .....	25
Gambar 4. 2 Ship Particular.....	26
Gambar 4. 3 General Arrangement.....	27
Gambar 4. 4 Engine Room Layout .....	27
Gambar 4. 5 Hasil Re-Draw Sistem Bilga .....	28
Gambar 4. 6 Lorong di bawah Dek Utama .....	29
Gambar 4. 7 Kamar Mesin.....	30
Gambar 4. 8 Bilge Manifold dan Dirty Oil Pump.....	33
Gambar 4. 9 Pompa Bilga.....	34
Gambar 4. 10 Jalur Pipa OWS ke <i>Overboard</i> .....	34
Gambar 4. 11 Jalur Pipa OWS ke Tanki .....	35
Gambar 4. 12 Main Menu Interface.....	35
Gambar 4. 13 Object Finding Interface .....	36
Gambar 4. 14 Ship Tour Interface .....	36
Gambar 4. 15 Help Interface.....	36
Gambar 4. 16 Control Interface .....	37
Gambar 4. 17 Credits Interface.....	37
Gambar 4. 18 Loading Interface .....	37
Gambar 4. 19 Tab Object List.....	42
Gambar 4. 20 Exploring Tunnel below Main Deck.....	42
Gambar 4. 21 Exploring Engine Room 1 .....	43
Gambar 4. 22 Exploring Engine Room 2.....	43
Gambar 4. 23 Exploring Tank Top.....	43

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Komponen Sistem Bilga .....	28
Tabel 4. 2 3D Komponen Sistem Bilga .....	30
Tabel 4. 3 Daftar Komponen dan Penjelasannya.....	38
Tabel 4. 4 Daftar Pertanyaan Kuisisioner.....	44
Tabel 4. 5 Hasil Kuisisioner .....	45
Tabel 4. 6 Deskripsi Formula Skala Likert.....	46
Tabel 4. 7 Perhitungan Pertanyaan No. 1.....	46
Tabel 4. 8 Perhitungan Pertanyaan No. 2.....	47
Tabel 4. 9 Perhitungan Pertanyaan No. 3.....	47
Tabel 4. 10 Perhitungan Pertanyaan No. 4.....	48
Tabel 4. 11 Perhitungan Pertanyaan No. 5.....	48
Tabel 4. 12 Perhitungan Pertanyaan No. 6.....	49
Tabel 4. 13 Perhitungan Pertanyaan No. 7.....	49
Tabel 4. 14 Perhitungan Pertanyaan No. 8.....	50
Tabel 4. 15 Perhitungan Pertanyaan No. 9.....	50
Tabel 4. 16 Perhitungan Pertanyaan No. 10.....	51
Tabel 4. 17 Total Nilai Kuisisioner .....	51
Tabel 4. 18 Kategori Penilaian Aplikasi .....	52

*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan jumlah pulau di Indonesia mencapai 17.504, berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Pemerintahan Umum, Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Tidak hanya itu, Indonesia juga memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia hingga 99.903 km. Dari kedua kondisi tersebut, Indonesia memiliki potensi yang sangat besar di bidang kemaritiman untuk dikembangkan dan dimanfaatkan lebih lanjut demi meningkatkan perekonomian serta kesejahteraan masyarakat. Berbagai macam industri yang dapat dikembangkan di sektor maritim antara lain adalah pelabuhan, galangan, terminal terapung, pariwisata, dan lain-lain.

Salah satu perkembangan teknologi saat ini yang dapat diterapkan pada sektor maritim adalah aplikasi di bidang komputer. Manfaat yang diperoleh dari aplikasi tersebut tidak terbatas dari pemasaran, desain manufaktur untuk pengenalan, pelatihan, serta bantuan pemeliharaan untuk survei kelautan. Sektor maritim akan selalu memperoleh keuntungan dari penerapan teknologi komputer seperti pemodelan 3D, simulasi, *virtual reality*, *augmented reality*, dan *computer vision*.

*Virtual reality* atau realitas maya adalah sebuah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sebuah kondisi maya yang tidak dapat disuguhkan oleh lingkungan sebenarnya. Melalui *virtual reality*, pengguna dapat merasakan atau mengalami sensasi berada di lingkungan fiktif dari program yang disimulasikan oleh komputer. Perkembangan terakhir dari teknologi *virtual reality* saat ini adalah dekstop *virtual reality*. Dekstop *virtual reality* juga dikenal dengan nama lain seperti *Window on World* (WoW) atau non-imersif *virtual reality* (Onyesolu, 2006). Aplikasi *virtual reality* yang bersifat non-imersif ini jauh lebih murah serta menciptakan terobosan dalam bidang pelatihan dan pengembangan industri. *Virtual reality* memiliki kemungkinan untuk dibuat secara umum yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pendidikan di mana *virtual learning environment* (VLE) berbasis komputer dikemas sebagai dekstop *virtual reality*.

Hal ini menunjukkan bagaimana teknologi *virtual reality* dapat diaplikasikan dalam program pendidikan (Ausburn & Ausburn, 2004). Lingkungan belajar maya memberikan pandangan tiga dimensi (3D) ke dalam struktur dan fungsi dari sistem yang diinginkan. Dengan demikian pelajar dapat mempelajari prinsip-prinsip sistem tersebut dengan cara yang cepat, efektif, dan menyenangkan dengan berinteraksi dan bernavigasi melalui lingkungan yang diciptakan untuk sistem tersebut (Onyesolu, 2009a; Onyesolu, 2009b).

Media yang digunakan untuk pembelajaran saat ini hanya terbatas pada sistem berbentuk 2D maupun 3D. Kondisi tersebut membatasi potensi pelajar untuk mengetahui bentuk atau kondisi yang sebenarnya dari sebuah sistem di kapal. Melalui *virtual learning environment* yang dihasilkan oleh teknologi *virtual reality*, pelajar dapat mengetahui bagaimana kondisi asli sebuah sistem tanpa harus mempunyai akses langsung untuk melihat sistem yang sebenarnya. Tidak hanya itu, teknologi *virtual reality* akan memberikan kemudahan melalui akses pembelajaran di mana saja dan kapan saja.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana mengaplikasikan teknologi *virtual reality* sebagai sarana edukasi sistem bilga di kapal.
2. Bagaimana memodelkan sistem bilga pada kapal menjadi bentuk 3D untuk kemudian diaplikasikan pada *virtual reality*.
3. Bagaimana mengatur spesifikasi komponen sistem bilga agar proporsional dalam aplikasi *virtual reality*.

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Mengaplikasikan teknologi *virtual reality* sebagai sarana edukasi sistem bilga di kapal.
2. Memodelkan sistem bilga pada kapal menjadi bentuk 3D untuk kemudian diaplikasikan pada *virtual reality*
3. Mengatur spesifikasi komponen sistem bilga agar proporsional dalam aplikasi *virtual reality*.

## 1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk memberikan sarana pembelajaran yang efektif bagi calon-calon insinyur di bidang perkapalan dengan mengaplikasikan teknologi *virtual reality* karena kelebihanannya dalam menciptakan sebuah lingkungan maya akibat terbatasnya kesempatan untuk melakukan eksplorasi dan interaksi terhadap lingkungan yang sebenarnya. Teknologi *virtual reality* juga memiliki nilai lebih pada saat lingkungan yang diciptakan benar-benar memberikan pengalaman yang terasa nyata serta kemudahan untuk diakses di mana saja dan kapan saja.

## 1.5 Batasan

Batasan yang dirumuskan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Pembuatan proyeksi sistem bilga pada aplikasi *virtual reality* menggunakan Unity3D.
2. Tujuan dari penelitian adalah sebagai sarana edukasi sistem bilga di kapal.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

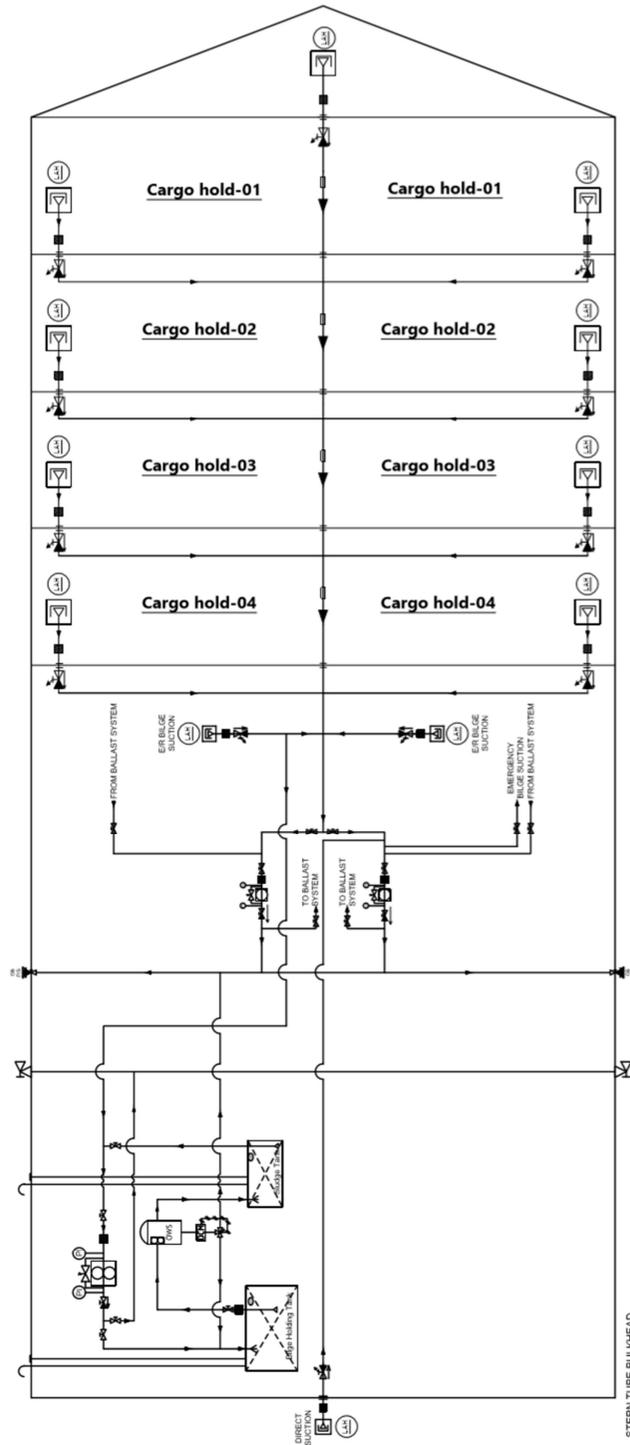
Bab ini menjelaskan teori dasar dalam menunjang penelitian beserta konsep-konsep yang mendukung penelitian dalam tugas akhir, termasuk gambaran dari sisi regulasi dan definisi.

### 2.1 Sistem Bilga

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran, “kapal” adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Dari definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa kapal adalah bangunan terapung yang bersifat independen dalam menjalankan fungsinya dan tidak terhubung dengan bantuan apapun selain sistem yang dimilikinya sendiri. Oleh karena itu, setiap kapal wajib memiliki sistem-sistem yang berfungsi untuk menjamin keselamatannya selama proses pengoperasian. Salah satu sistem yang berfungsi sebagai jaminan atas keselamatan kapal adalah sistem bilga.

Sistem bilga pada kapal adalah sebuah sistem yang berfungsi sebagai drainase atau pengurusan apabila terjadi kebocoran akibat tabrakan atau karam. Selain itu, sistem bilga juga berfungsi untuk mengatasi akumulasi air pada *cargo hold* akibat cuaca, kondensasi, kebocoran, dan lain-lain. Berdasarkan *International Convention for the Safety of Life At Sea (SOLAS)*, setiap kapal yang dibangun pada atau setelah 1 Januari 2009 wajib menyediakan sistem pemompaan bilga yang efisien, dimana sistem tersebut mampu memompa dari dan mengeringkan kompartemen kedap air apa pun selain ruang yang disediakan secara permanen untuk mengangkut air tawar, air *ballast*, bahan bakar minyak atau muatan cair, dan untuk mana cara pemompaan efisien lainnya disediakan, dalam semua kondisi praktis. Efisien artinya harus disediakan untuk mengeringkan air dari bagian yang terinsulasi.

Sistem bilga pada kapal terbagi menjadi dua sub-sistem yaitu, *clean bilge system* dan *oily bilge system*. Secara garis besar kedua sistem ini memiliki alur yang sama, yaitu air yang terakumulasi pada kompartemen-kompartemen akan ditampung pada sumur bilga. Pada saat ketinggian air di sumur bilga telah mencapai batas yang ditentukan, maka pompa akan aktif dan menghisap air yang terakumulasi pada sumur. Perbedaan mendasar dari *clean bilge system* dan *oily bilge system* terdapat pada proses selanjutnya setelah air bilga dihisap oleh pompa. Pada *clean bilge system*, air yang dihisap akan langsung dibuang ke luar kapal. Sedangkan pada *oily bilge system*, air yang dihisap akan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke luar kapal. Tujuan dari *oily bilge system* adalah untuk menurunkan kadar minyak pada air agar memenuhi batas yang ditetapkan oleh regulasi dengan tujuan untuk mengurangi pencemaran yang dapat berakibat buruk pada lingkungan.



Gambar 2. 1 Keyplan Sistem Bilga  
 Sumber: Penulis (2020)

## 2.1.1 Komponen Sistem Bilga

Sistem bilga seperti sistem pada umumnya terdiri dari berbagai macam komponen yang saling berhubungan satu sama lain. Komponen-komponen pada sistem bilga antara lain adalah jalur pipa, pompa bilga, sumur bilga, dan lain-lain. Setiap komponen memiliki peran masing-masing di mana keberhasilan fungsi dari sistem bergantung pada kinerja dari setiap komponen. Berbagai macam peraturan atau syarat-syarat terkait komponen pada sistem bilga diatur secara jelas dalam klasifikasi maupun regulasi.

### 2.1.1.1 Pipa Bilga

Pipa pada sistem bilga berfungsi sebagai media mengalirnya fluida berupa air dari sumur bilga menuju *overboard*. Pipa bilga memiliki sisi hisap pada masing-masing sumur bilga dan terhubung dengan pompa. Berdasarkan LR Part 5 Chapter 13 Section 5 (5.1 dan 5.2) edisi 2018, terdapat dua jenis jalur pipa pada sistem bilga yaitu, *main suction line* dan *branch suction line*. Diameter pipa pada *main suction line* mengikuti formula perhitungan sebagai berikut:

- $D_m = 1,68 L_m B + D + 25 \text{ mm}$

Dimana,

- $d_m$  = *internal diameter of main bilge line, in mm*
- $B$  = *greatest moulded breadth of ship or maximum breadth of cargo hold for ore carriers, in metres*
- $D$  = *moulded depth to bulkhead deck, in metres*
- $L_m$  = *Rule length of ship as defined in Pt 3, Ch 1, 6.1 Principal particulars, in metres, for ships other than passenger ships*

Sedangkan untuk diameter dari pipa yang berfungsi sebagai *branch suction line* mengikuti formula perhitungan sebagai berikut:

- $d_b = 2,15 C B + D + 25 \text{ mm}$

Dimana,

- $d_b$  = *internal diameter of branch bilge suction, in mm*
- $C$  = *length of compartment, in metres*
- $B$  = *greatest moulded breadth of ship or maximum breadth of cargo hold for ore carriers, in metres*
- $D$  = *moulded depth to bulkhead deck, in metres*

### 2.1.1.2 Sumur Bilga

Sumur bilga merupakan tempat berkumpulnya air bilga yang teletak pada setiap kompartemen. Pada umumnya, sumur bilga terletak di bagian belakang kompartemen dan berada di sisi *starboard* serta *portside* setiap kompartemen. Berdasarkan LR Part 5 Chapter 13 Section 7 edisi 2018, sumur bilga harus dibentuk dari plat baja dimana kapasitasnya tidak kurang dari  $0,15\text{m}^3$ .



Gambar 2. 2 Sumur Bilga  
 Sumber: UK P&I CLUB (2020)

### 2.1.1.3 Pompa Bilga

Pompa bilga merupakan komponen yang berperan untuk memindahkan fluida berupa air dari sumur bilga menuju *overboard*. Dalam pengoperasiannya, pompa bilga terhubung dengan jalur pipa bilga. Berdasarkan LR Part 5 Chapter 13 Section 6 edisi 2018, terdapat berbagai macam hal yang diatur mengenai pompa yang akan digunakan sebagai pompa bilga, antara lain:

- Untuk kapal selain kapal penumpang, setidaknya dua unit pompa bilga harus disediakan di ruang mesin. Di kapal dengan panjang 90 m dan dibawahnya, salah satu dari unit ini dapat memperoleh sumber daya dari mesin utama dan yang lainnya memiliki sumber daya secara independen. Di kapal yang lebih besar kedua unit harus memiliki sumber daya secara independen. (Section 6.1.1 mengenai jumlah pompa)
- Unit pompa bilga dapat digunakan untuk sistem ballast, sistem kebakaran atau sebagai pompa *general service* yang bersifat intermiten, tetapi harus segera dapat digunakan apabila diperlukan. (Section 6.2 mengenai pompa *general service*)
- Kapasitas dari pompa mengikuti formula perhitungan sebagai berikut (Section 6.3.2):

$$Q = \frac{5,75}{10^3} d_m^2$$

Dimana,

- $d_m$  = Rule internal diameter of main bilge line, in mm
- $Q$  = capacity, in m<sup>3</sup>/hour.
- Jenis pompa yang digunakan sebagai pompa sistem bilga harus bersifat *self-priming*, kecuali sistem *priming* sentral yang disetujui telah disediakan untuk pompa-pompa tersebut. (Section 6.4.1)
- Pompa-pompa bilga harus tersambung sedemikian rupa sehingga salah unit

tetap dapat beroperasi pada saat unit lainnya sedang dalam keadaan harus dibuka untuk dilakukan perbaikan atau pemeriksaan. (Section 6.5.1)



Gambar 2. 3 Pompa Fire, Bilge, dan Ballast  
*Sumber: Penulis (2020)*

#### 2.1.1.4 Pompa OWS

Pompa *oily-water separator* atau pompa OWS merupakan pompa yang berfungsi untuk mengalirkan fluida menuju OWS itu sendiri. Pompa OWS mengambil air yang terkandung minyak dari berbagai sumur bilge yang terletak di kamar mesin dan mengalirkannya menuju *bilge water holding tank*. Apabila kandungan *bilge water holding tank* sudah hampir penuh, maka pompa OWS akan kembali aktif dan mengalirkan fluida dari tanki menuju OWS untuk dilakukan proses selanjutnya.



Gambar 2. 4 Pompa OWS  
*Sumber: Penulis (2020)*

### 2.1.1.5 Bilge Water Holding Tank

*Bilge water holding tank* atau tanki bilga merupakan tanki tempat penampungan air bilga yang mengandung residu-residu minyak. Tidak semua sumur bilga terhubung dengan *bilge water holding tank*, melainkan hanya sumur-sumur bilga yang memiliki kecenderungan mengandung residu-residu minyak yang akan dialirkan menuju *bilge water holding tank*. Setiap kapal diatur kapasitasnya dalam menyediakan *bilge water holding tank* berdasarkan *2008 REVISED GUIDELINES FOR SYSTEMS FOR HANDLING OILY WASTES IN MACHINERY SPACES OF SHIPS INCORPORATING GUIDANCE NOTES FOR AN INTEGRATED BILGE WATER TREATMENT SYSTEM (IBTS)* dengan ketentuan sebagai berikut:

Main engine rating (kW)	capacity (m <sup>3</sup> )
up to 1,000	4
Above 1,000 up to 20,000	P/250
Above 20,000	40+P/500

Dimana,

- P = main engine rating in kW

### 2.1.1.6 Oily Water Separator

*Oily water separator* merupakan komponen atau alat pemisah minyak dengan air yang berfungsi untuk menurunkan kadar minyak pada air sebelum dibuang ke laut. Pada *oily water separator*, terdapat komponen *oil content monitor* yang berfungsi untuk mendeteksi kandungan minyak pada air. Air bilga yang telah melalui OWS akan terlebih dahulu melalui *oil content monitor*. Apabila kandungan minyak pada air sesuai dengan batas yang ditetapkan, maka air akan langsung dibuang menuju *overboard*. Jika kandungan minyak pada air melebihi batas yang ditentukan, air akan kembali dialirkan menuju *bilge water holding tank*. Sedangkan residu-residu kotoran atau minyak hasil separasi akan dialirkan menuju *sludge tank*. Berdasarkan MARPOL Annex I, setiap pembuangan air di luar area spesial diatur sebagai berikut:

*Any discharge into the sea of oil or oily mixtures from ships of 400 gross tonnage and above shall be prohibited except when all the following conditions are satisfied:*

- *the ship is proceeding en route;*
- *the oily mixture is processed through an oil filtering equipment meeting the requirements of regulation 14 of this Annex;*
- *the oil content of the effluent without dilution does not exceed 15 parts per million;*
- *the oily mixture does not originate from cargo pump-room bilges on oil tankers; and*
- *the oily mixture, in case of oil tankers, is not mixed with oil cargo residues.*



Gambar 2. 5 Oily Water Separator  
 Sumber: marineinsight (2020)

#### 2.1.1.7 Sludge Tank

*Sludge tank* merupakan tanki tempat penampungan residu-residu kotoran atau minyak yang dihasilkan dari proses separasi oleh *oily water separator*. *Sludge tank* berfungsi sebagai penampung sementara karena *sludge* atau kotoran yang terdapat pada *sludge tank* akan dibuang pada saat kapal berlabuh. Kapasitas dari *sludge tank* diatur pada MARPOL Annex I, *Unified Interpretations* Reg. 10 15.1 dengan ketentuan sebagai berikut:

*For ships which do not carry ballast water in oil fuel tanks, the minimum sludge tank capacity ( $V_1$ ) should be calculated by the following formula :*

- $V_1 = K_1 C D \text{ (m}^3\text{)}$

Dimana,

- $K_1 = 0.01$  for ships where heavy fuel oil is purified for main engine use, or fsc Zo CVFD for ships using diesel oil or heavy fuel oil which does not require purification before use,
- $C =$  daily fuel oil consumption (tonnes)
- $D =$  maximum period of voyage between ports where sludge can be discharged ashore (days). In the absence of precise data a figure of 30 days should be used.

#### 2.1.1.8 International Shore Connection

Salah satu kesempatan bagi kapal untuk membuang kotoran yang terakumulasi pada *sludge tank* adalah pada saat kapal berlabuh. Kotoran akan dibuang atau dialirkan ke pelabuhan melalui *international shore connection* yang terdapat pada kapal. Dimensi dari *international shore connection* diatur pada MARPOL Annex I dengan ketentuan sebagai berikut:

Description	Dimension
Outside diameter	210 mm
Inner diameter	According to pipe outside diameter
Bolt circle diameter	170 mm
Slots in flange	4 holes, 18 mm in diameter, equidistantly placed on a bolt circle of the above diameter, slotted to the flange periphery. The slot width to be 18 mm
Flange thickness	16 mm
Bolts and nuts: quantity and diameter	4, each of 16 mm in diameter and of suitable length
The flange is designed to accept pipes up to a maximum internal diameter of 100 mm and shall be of steel or other equivalent material having a flat face. This flange, together with a suitable gasket, shall be suitable for a service pressure of 600 kPa.	

## 2.2 Teknologi Virtual Reality

Beberapa orang mengartikan *virtual reality* sebagai kumpulan teknologi tertentu; yaitu, *headset*, sarung tangan, dan *walker* (Haag et al., 1998). *Virtual reality* didefinisikan sebagai lingkungan multimedia berbasis komputer yang sangat interaktif di mana pengguna menjadi peserta dalam dunia yang dihasilkan oleh komputer (Kim et al., 2000; Onyesolu, 2009a; Onyesolu & Akpado, 2009). Hal ini merupakan simulasi lingkungan nyata atau imajiner yang dapat dialami secara visual dalam tiga dimensi lebar, tinggi, dan kedalaman serta dapat memberikan pengalaman interaktif secara visual dalam gerakan nyata dengan suara dan mungkin berbagai bentuk umpan balik lainnya. *Virtual reality* adalah cara bagi manusia untuk memvisualisasikan, memanipulasi, dan berinteraksi dengan komputer serta data yang sangat kompleks (Isdale, 1998). Hal ini merupakan lingkungan maya yang dibuat dengan *hardware* dan *software* komputer dan disajikan sedemikian rupa kepada pengguna sehingga muncul dan terasa seperti lingkungan nyata (Baieier, 1993). *Virtual reality* adalah lingkungan tiga dimensi yang disatukan oleh komputer di mana sejumlah peserta manusia, dengan interaksi yang tepat, dapat terlibat dan memanipulasi elemen fisik yang disimulasikan di lingkungan dan, dalam beberapa bentuk, dapat terlibat dan berinteraksi dengan representasi manusia lain, di masa lalu, hadir atau fiksi, atau dengan makhluk yang diciptakan. Ini adalah teknologi berbasis komputer untuk mensimulasikan pendengaran visual dan aspek sensorik lainnya dari lingkungan yang kompleks (Onyesolu, 2009b). *Virtual reality* menggabungkan teknologi 3D yang memberikan ilusi nyata. *Virtual reality* menciptakan simulasi situasi kehidupan nyata (Haag et al., 1998).

Oleh karena itu, *virtual reality* mengacu pada lingkungan 3D yang imersif, interaktif, multi-indra, berpusat pada pengguna, dan kombinasi teknologi yang diperlukan untuk membangun lingkungan tersebut (Aukstakalnis & Blatner, 1992; Cruz-Niera, 1993). Dengan menyatukan pengguna di lingkungan stereoskopik yang dihasilkan komputer, teknologi *virtual reality* menghilangkan batasan antara manusia

dengan komputer. Teknologi *virtual reality* mensimulasikan proses melihat stereoskopis alami dengan menggunakan teknologi komputer untuk membuat gambar mata kanan dan kiri dari objek atau adegan 3D yang diberikan. Otak pengguna mengintegrasikan informasi dari dua perspektif ini untuk menciptakan persepsi ruang 3D. Dengan demikian, teknologi *virtual reality* menciptakan ilusi bahwa objek pada layar memiliki kedalaman dan kehadiran di luar gambar datar yang diproyeksikan ke layar. Dengan teknologi *virtual reality*, pengguna dapat merasakan jarak dan hubungan spasial antara komponen atau objek yang berbeda sehingga menjadi lebih realistis dan akurat dibandingkan dengan alat visualisasi konvensional.

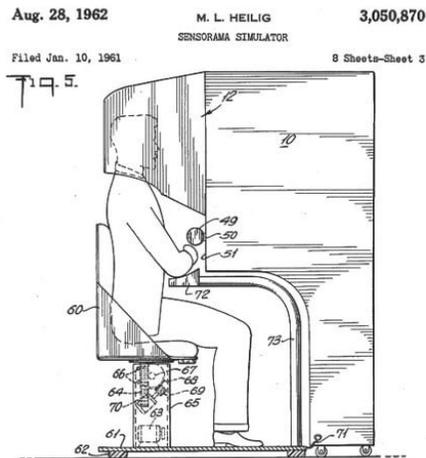


Gambar 2. 6 VR Kamar Mesin  
*Sumber: fathom (2020)*

## 2.2.1 Sejarah Virtual Reality

### 2.2.1.1 1957 - Sensorama

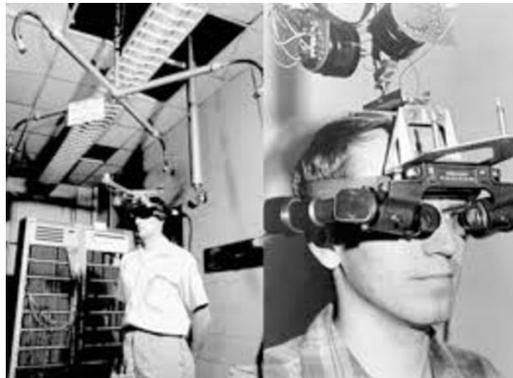
Pada tahun 1957, pembuat film Morton Heilig menemukan mesin besar berbentuk bilik yang dinamakan Sensorama. Mesin ini bertujuan untuk menggabungkan berbagai macam teknologi untuk memberikan satu hingga empat orang sebuah ilusi berada di dunia maya berbentuk 3D sepenuhnya dan dilengkapi dengan aroma, suara stereo, getaran, dan lainnya. Pada tahun 1960, Morton Heilig mengembangkan ide tersebut dan mematenkan *head-mounted display* pertama di dunia yang dilengkapi dengan gambar 3D berbentuk stereoskopi, pandangan luas, dan suara stereo.



Gambar 2. 7 Sensorama  
 Sumber: *digitaltrends* (2020)

### 2.2.1.2 1968 - The Sword of Damocles

*Head-mounted display* aktual pertama diciptakan oleh saintis komputer Ivan Sutherland pada tahun 1968. *Head-mounted display* milik Ivan Sutherland terhubung dengan tampilan stereoskopis dari program komputer yang menggambarkan bentuk *wireframe* virtual sederhana, yang mengubah perspektif saat pengguna menggerakkan kepalanya. Namun, proyek tersebut tidak lebih dari sebatas proyek skala laboratorium karena berat perangkat yang membutuhkan untuk dipasang dengan langit-langit pada lengan mekanik seperti periskop.



Gambar 2. 8 The Sword of Damocles  
 Sumber: *colocationamerica* (2020)

### 2.2.1.3 1980 - The Super Cockpit

Pada waktu yang sama saat Ivan Sutherland menjalankan proyek *The Sword of Damocles*, seorang insinyur militer bernama Thomas Furness mengembangkan sebuah proyek *flight simulator* yang akan dikenal dengan *The Super Cockpit*. Furness terus mengerjakan proyek ini selama tahun 1980-an, dengan hasil menjadi sebuah

kokpit yang ditujukan untuk pelatihan dengan kemampuan memproyeksikan peta 3D yang dihasilkan komputer, citra inframerah dan radar, serta data avionik ke dalam ruang 3D secara nyata. *The Super Cockpit* memungkinkan pilot peserta pelatihan untuk mengendalikan pesawat menggunakan gerakan, ucapan, dan bahkan gerakan mata.



Gambar 2. 9 The Super Cockpit  
Sumber: *roadtovr* (2020)

#### 2.2.1.4 1991 - Sega VR

Salah satu perusahaan pertama yang mencoba meluncurkan *headset* VR adalah Sega, dengan rencana Sega VR sebagai aksesori untuk Genesis. Dengan pengembangannya yang dimulai pada tahun 1991 hingga beberapa tahun setelahnya, Sega VR menjadi sebuah percobaan untuk memberikan terobosan dalam permainan-permainan yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Sayangnya, Sega VR tidak pernah dikeluarkan ke publik karena pihak perusahaan khawatir bahwa efek virtual yang dihasilkan terlalu nyata sehingga orang-orang dapat menyakiti diri mereka sendiri pada saat menggunakannya.



Gambar 2. 10 Sega VR  
Sumber: *medium* (2020)

### 2.2.1.5 2010 - Oculus

Pada tahun 2010, pengusaha berusia 18 tahun Palmer Luckey menciptakan prototipe pertama dari Oculus Rift. Fitur utama yang dimilikinya berupa ruang pandang 90 derajat dan dilengkapi dengan satu tampilan bukan dua tampilan dalam 3D *head-mount*.



Gambar 2. 11 Prototipe Pertama Oculus Rift  
*Sumber: medium (2020)*

### 2.2.1.6 2017 - Masa Kini

Pada tahun 2017, ratusan perusahaan mengerjakan headset VR mereka masing-masing seperti HTC (HTC Vive), Google (Google Cardboard), Apple, Amazon, Sony, Samsung, dan lainnya. Dengan persaingan pasar yang semakin ketat serta penambahan berbagai sistem kontrol inovatif untuk melakukan interaksi dengan dunia maya, serta berbagai potensi penerapannya untuk teknologi, tren *virtual reality* akan semakin berkembang dan menjadi bagian dari kehidupan masa kini.



Gambar 2. 12 HTC Vive  
*Sumber: directd (2020)*

## 2.2.2 Komponen Virtual Reality

Komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan *virtual reality* terbagi menjadi dua komponen utama, yaitu komponen *hardware* dan komponen *software*.

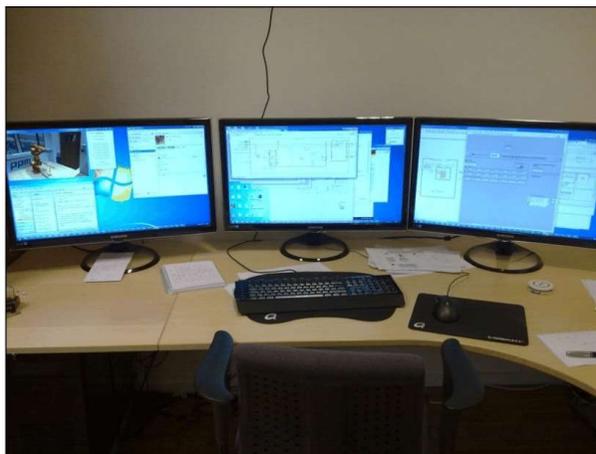
### 2.2.2.1 Komponen Hardware

Komponen *hardware* dibagi menjadi lima sub-komponen yaitu, *computer workstation*, *sensory displays*, *process acceleration cards*, sistem pelacakan, dan perangkat input.

#### 2.2.2.1.1 Computer Workstation

*Computer workstation* merupakan komputer mikro canggih yang dirancang untuk aplikasi teknis atau ilmiah. *Computer workstation* bertujuan untuk digunakan oleh satu orang dan umumnya terhubung ke jaringan area lokal dalam menjalankan sistem operasi multi-pengguna. Istilah *workstation* juga telah digunakan untuk merujuk ke terminal komputer *mainframe* atau komputer pribadi (PC) yang terhubung ke jaringan.

*Workstation* memiliki kinerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan komputer pribadi, terutama perihal CPU dan grafik, kapasitas memori dan kemampuan *multitasking*. Mereka dioptimalkan untuk visualisasi dan manipulasi berbagai jenis data kompleks seperti desain mekanik 3D, animasi simulasi teknik dan rendering gambar, serta plot matematika. *Workstation* adalah segmen pertama dari pasar komputer untuk menghadirkan aksesoris canggih dan alat kolaborasi. Saat ini, pasar *workstation* didominasi oleh vendor-vendor PC yang tergolong besar, seperti Dell dan HP, menjual Microsoft Windows / Linux yang berjalan pada Intel Xeon / AMD Opteron. Platform berbasis UNIX alternatif disediakan oleh Apple Inc., Sun Microsystems, dan Silicon Graphics International (SGI) (<http://en.wikipedia.org/wiki/Workstation>). *Computer workstation* digunakan untuk mengontrol beberapa perangkat layar sensorik untuk membenamkan pengguna dalam lingkungan maya 3D.



Gambar 2. 13 Control Workstation

Sumber: *researchgate* (2020)

### 2.2.1.1.2 Sensory Displays

*Sensory displays* atau tampilan-tampilan digunakan untuk menampilkan dunia maya yang disimulasikan kepada pengguna. Tampilan sensorik yang paling umum adalah unit tampilan visual komputer, *head-mounted display* (HMD) untuk visual 3D, dan *headphone* untuk audio 3D.

### 2.2.1.1.3 Head Mounted Display

*Head-mounted display* menempatkan layar pada kedua mata pengguna setiap saat. Tampilan, segmen lingkungan maya yang dihasilkan dan ditampilkan, dikendalikan oleh sensor orientasi yang dipasang di "helm". Gerakan kepala dikenali oleh komputer dan menghasilkan sudut pandang atau perspektif baru. Dalam kebanyakan kasus, satu set lensa optik dan cermin digunakan untuk memperbesar tampilan untuk mengisi bidang pandang dan mengarahkan pandangan ke mata.



Gambar 2. 14 Head Mounted Display

*Sumber: vrealities(2020)*

### 2.2.1.1.4 Process Acceleration Cards

*Process acceleration cards* membantu memperbaharui tampilan dengan informasi sensorik baru. Contohnya adalah kartu grafis 3D dan kartu suara 3D.

### 2.2.1.1.5 Sistem Pelacak

Sistem ini melacak posisi dan orientasi pengguna di lingkungan maya. Sistem ini dibagi menjadi beberapa macam yaitu, pelacak mekanik, elektromagnetik, ultrasonik, dan inframerah.



Gambar 2. 15 Logitech Ultrasonic Tracker  
 Sumber: recycledgoods (2020)



Gambar 2. 16 Patriot Electromagnetic Tracker  
 Sumber: polhemus (2020)

### 2.2.1.2 Komponen Software

Komponen *software* dibagi menjadi empat sub-komponen yaitu, *software* pemodelan 3D, *software* grafis 2D, *software* penyunting suara digital, dan *software* simulasi *virtual reality*.

#### 2.2.1.2.1 Software Pemodelan 3D

*Software* pemodelan 3D digunakan untuk membangun geometri objek di dunia maya dan menentukan properti visual dari objek-objek ini.

#### 2.2.1.2.2 Software Grafis 2D

*Software* grafis 2D digunakan untuk memanipulasi tekstur untuk diterapkan pada objek yang meningkatkan detail visualnya.

### 2.2.1.2.3 Software Pengatur Suara Digital

*Software* pengatur suara digital digunakan untuk menggabungkan dan mengatur suara yang dibuat oleh objek dalam lingkungan maya

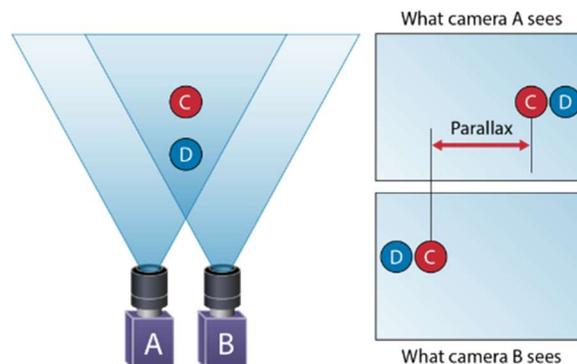
### 2.2.1.2.4 Software Simulasi Virtual Reality

*Software* simulasi *virtual reality* menyatukan setiap komponen yang ada. *Software* ini digunakan untuk memprogram bagaimana objek akan berperilaku dan menetapkan aturan yang diikuti oleh dunia maya.

### 2.2.3 Cara Kerja Virtual Reality

Gagasan di balik *virtual reality* adalah untuk memberikan sensasi berada di sana dengan memberikan setidaknya apa yang akan diterima oleh mata jika ada di sana dan, yang lebih penting adalah untuk mengubah gambar secara instan pada saat sudut pandangnya diubah (Smith & Lee, 2004). Persepsi realitas spasial didorong oleh berbagai isyarat visual, seperti ukuran relatif, kecerahan, dan gerakan sudut. Salah satu yang terkuat adalah perspektif, yang sangat kuat dalam bentuk teropong sehingga mata kanan dan kiri melihat gambar yang berbeda. Menyatukan gambar-gambar yang berbeda pada setiap mata menjadi satu persepsi 3D adalah dasar dari *stereovision*.

Persepsi kedalaman yang diberikan oleh setiap mata pada saat melihat gambar yang sedikit berbeda, paralaks mata, paling efektif untuk objek yang sangat dekat dengan pengguna. Objek yang lebih jauh pada dasarnya menghasilkan gambar yang sama pada setiap mata. Perlengkapan tipikal bagi *virtual reality* adalah helm dengan tampilan seperti *goggle*, satu tampilan untuk setiap mata. Setiap tampilan memberikan gambar perspektif yang sedikit berbeda dari apa yang akan pengguna lihat jika pengguna berada di lingkungan tersebut. Saat pengguna menggerakkan kepala, gambar dengan cepat diperbaharui sehingga pengguna merasa membuat perubahan dengan menggerakkan kepala. Hal ini menyebabkan seolah-olah pengguna menjadi alasan terjadinya perubahan tampilan dan bukan efek dari perubahan tampilan gambar yang dilakukan oleh komputer.



Gambar 2. 17 Stereovision

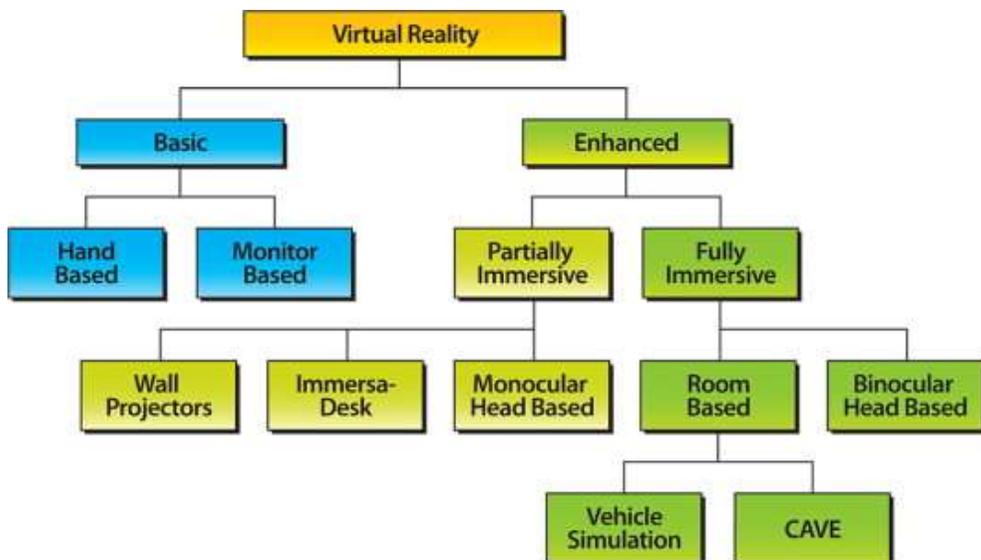
*Sumber: ams (2020)*

### 2.2.4 Klasifikasi Virtual Reality

*Virtual reality* memiliki fitur utama yang disebut dengan teknologi imersif. Teknologi imersif merupakan teknologi yang mengaburkan batasan antara dunia nyata dengan dunia maya yang memungkinkan pengguna menjadi tidak sadar akan kehadirannya di dunia nyata dan merasa dirinya menjadi bagian dari dunia maya. Berdasarkan tingkat imersifnya, *virtual reality* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu:

- non-imersif *virtual reality*
- *fully-imersif virtual reality*
- semi-imersif *virtual reality*

Non-imersif *virtual reality* mengacu pada pengalaman maya melalui komputer di mana pengguna dapat mengontrol beberapa karakter atau aktivitas dalam perangkat lunak, tetapi tidak berinteraksi secara langsung dengan lingkungannya. Pada dasarnya, berbagai macam teknologi permainan saat ini seperti *Playstation*, *XBOX*, komputer, dan lain-lain menyediakan pengalaman *virtual reality* dalam kategori non-imersif. Berbeda secara kontras dengan non-imersif *virtual reality*, *fully-imersif virtual reality* memastikan penggunaannya memiliki pengalaman realistis dalam dunia maya. Pengguna seolah-olah hadir secara fisik di dalam dunia maya dan semua yang terjadi adalah nyata. Semi-imersif *virtual reality* merupakan gabungan dari non-imersif *virtual reality* dengan *fully-imersif virtual reality*. *Virtual reality* jenis ini dapat memiliki bentuk 3D atau dunia virtual di mana pengguna dapat bergerak sendiri melalui layar komputer atau kotak VR / *headset*.



Gambar 2. 18 Klasifikasi Virtual Reality

Sumber: *sciencedirect* (2020)

Bentuk klasifikasi *virtual reality* lainnya adalah berdasarkan dari level dan metode. Klasifikasi berdasarkan level berhubungan dengan upaya yang dilakukan untuk mengembangkan teknologi *virtual reality*. Pada klasifikasi ini terdapat level entri, level dasar, level lanjutan, sistem imersif, dan sistem *big-time*. Sedangkan klasifikasi *virtual reality* berdasarkan metode berkaitan dengan metode yang digunakan dalam pengembangan sistem VR. Pada klasifikasi ini terdapat sistem berbasis simulasi, sistem berbasis proyektor, sistem berbasis gambar-avатар, dan sistem berbasis desktop.

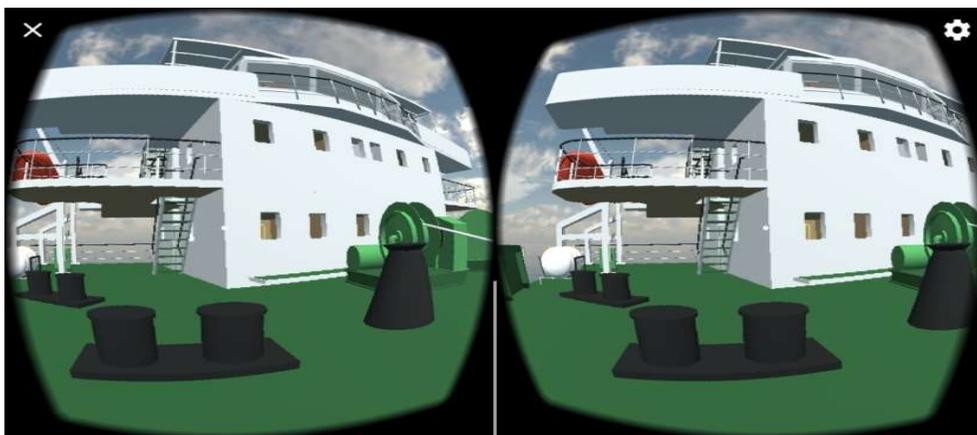
### 2.2.5 Aplikasi dan Pengembangan Virtual Reality

Dalam teknologi *virtual reality* terdapat banyak aplikasi serta pengembangan. Saat ini, *virtual reality* sedang diterapkan di semua bidang usaha manusia dan banyak aplikasi *virtual reality* telah dikembangkan untuk manufaktur serta pelatihan di berbagai bidang (militer, medis, pengoperasian peralatan, dan lain-lain), pendidikan, simulasi, evaluasi desain (*virtual prototyping*), panduan arsitektur, studi ergonomis, simulasi urutan perakitan dan tugas perawatan, bantuan untuk disabilitas, studi dan perawatan fobia (seperti, takut akan ketinggian), hiburan, *rapid prototyping* dan banyak lagi (Onyesolu, 2006). Hal ini menjadi mungkin karena kemampuan *virtual reality* dalam membawa pengguna ke lingkungan maya dan meyakinkan mereka akan kehadiran mereka di dalamnya (Wittenberg, 1993).

Dalam dunia industri, *virtual reality* telah terbukti menjadi alat yang efektif untuk membantu pekerja mengevaluasi desain produk. Pada tahun 1999, BMW mengeksplorasi kemampuan *virtual reality* untuk memverifikasi desain produk (Gomes de Sa & Zachmann, 1999). Mereka menyimpulkan bahwa *virtual reality* memiliki potensi untuk mengurangi jumlah maket fisik yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan, serta untuk memperoleh jawaban cepat dengan cara yang intuitif selama fase konsep suatu produk. Selain itu, Motorola mengembangkan sistem *virtual reality* untuk melatih pekerja dalam menjalankan alur perakitan pager (Wittenberg, 1995). Mereka menemukan bahwa *virtual reality* berhasil digunakan untuk melatih personel manufaktur, dan para peserta yang dilatih dalam lingkungan *virtual reality* memiliki kinerja lebih baik dibandingkan dengan yang dilatih pada waktu yang sama di lingkungan nyata.

Pada tahun 1998, GE *Corporate Research* mengembangkan dua aplikasi perangkat lunak *virtual reality*, Product Vision dan Galileo, yang memungkinkan para insinyur untuk terbang secara interaktif melalui mesin jet virtual (Abshire, & Barron, 1998). Mereka melaporkan bahwa kedua aplikasi tersebut berhasil digunakan untuk meningkatkan komunikasi desain dan untuk menyelesaikan masalah perawatan lebih awal, dengan biaya, penundaan, dan upaya yang minimal. Mereka juga melaporkan bahwa penggunaan aplikasi *virtual reality* membantu pemeliharaan menjadi bagian integral dari proses desain produk mereka. Berbagai kisah sukses dari dunia industri menunjukkan bahwa para profesional yang sadar akan teknologi *virtual reality* merupakan kebutuhan industri saat ini dan masa depan. Namun, sebagian besar pelajar saat ini tidak memiliki kesempatan untuk mengalami teknologi *virtual reality*. Oleh karena itu, memperkenalkan *virtual reality* ke dalam kurikulum desain dan grafis sangat penting dengan tujuan untuk mengimbangi kebutuhan industri yang berubah-ubah.

*Virtual reality* adalah alat yang ampuh untuk pendidikan karena orang memiliki kecenderungan memahami gambar lebih cepat dibandingkan memahami garis teks atau kolom angka. *Virtual reality* menawarkan lingkungan imersif multisensor yang melibatkan pelajar dan memungkinkan mereka memvisualisasikan informasi (Eslinger, 1993). Guru matematika dan sains telah menggunakan *virtual reality* untuk menjelaskan data spasial abstrak. Winn dan Bricken (1992) menggunakan *virtual reality* untuk membantu siswa mempelajari aljabar dasar. Mereka menggunakan ruang tiga dimensi untuk mengekspresikan konsep aljabar dan berinteraksi dengan representasi spasial dalam lingkungan maya. Mereka menyimpulkan bahwa *virtual reality* memiliki potensi untuk meningkatkan cara siswa belajar matematika secara signifikan. Haufmann et al (2000) menggunakan *virtual reality* dalam pendidikan matematika dan geometri, terutama dalam analisa vektor dan geometri deskriptif. Survei mereka menunjukkan bahwa semua peserta (10 siswa) menilai *virtual reality* sebagai tempat bermain yang sangat baik untuk bereksperimen, dan semua peserta ingin mengalami *virtual reality* lagi. Siswa juga berpikir lebih mudah untuk melihat dunia 3D di *virtual reality* dibandingkan di layar datar.



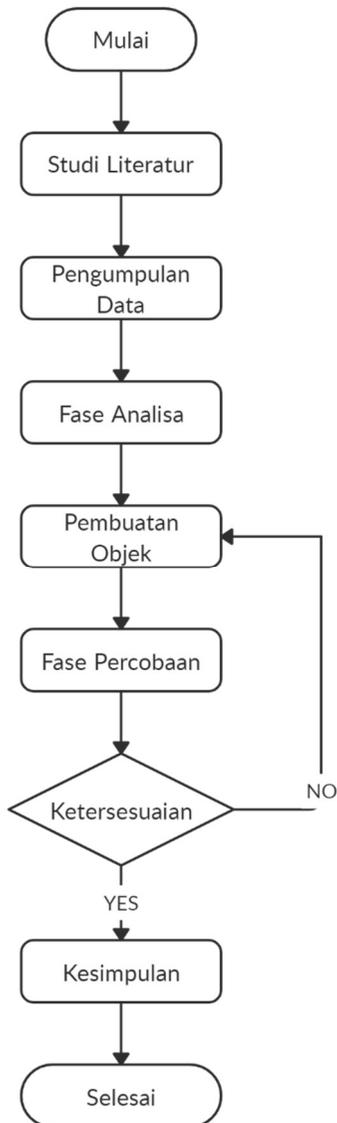
Gambar 2. 19 VR Kapal  
Sumber: Rafiqi (2019)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alur Penelitian

Metodologi adalah sebuah prosedur sistematis yang menjelaskan langkah dari riset dengan urutan langkah tertentu yang harus dilakukan secara bertahap dan berurutan. Maka dari itu, metodologi digunakan agar memudahkan penulis dalam tugas akhir ini. Diagram alur akan ditunjukkan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pengumpulan informasi yang berhubungan dengan bidang dari tugas akhir ini. Proses ini menjelaskan, merangkum, mengevaluasi dan memberikan teori dasar dari tema tugas akhir yang diambil. Pada tugas akhir ini, sumber literatur yang digunakan berasal dari *paper*, jurnal, buku, dan internet.

### 3.3 Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengambilan data yang akan digunakan sebagai acuan pada pembuatan aplikasi *virtual reality*. Data yang diambil berkaitan dengan komponen-komponen pada sistem bilga yang seharusnya ada di kapal sesuai dengan peraturan yang ditetapkan oleh klasifikasi.

### 3.4 Fase Analisa

Fase analisa dimulai dengan mendefinisikan setiap objek yang perlu dibuat dalam aplikasi *virtual reality* berdasarkan data yang telah diambil pada tahap sebelumnya. Hasil dari fase ini adalah acuan untuk membangun aplikasi serta membuat objek pada aplikasi *virtual reality*.

### 3.5 Pembuatan Objek

Fase pembuatan objek merupakan fase utama dari aplikasi *virtual reality* dengan menciptakan lingkungan maya berdasarkan lingkungan yang sebenarnya. Persyaratan untuk beberapa aset dapat menjadi jelas dari fase analisa. Objek yang telah dibuat pada aplikasi *virtual reality* harus diuji sesegara mungkin untuk mengetahui apakah terdapat kekurangan atau tidak.

### 3.6 Fase Percobaan

Fase percobaan merupakan fase yang dilakukan setelah tahap pembuatan objek. Pada fase ini, aplikasi yang telah selesai dibuat akan dilakukan uji coba oleh minimal 10 responden untuk mengetahui apakah aplikasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuannya dibuat. Setiap responden akan mengisi kuisisioner penilaian pengguna sebagai bentuk masukan atau *feedback*,

### 3.7 Keteresuaian

Tahap ini menentukan apakah aplikasi yang telah dibuat sesuai dengan ekspektasi penggunaannya. Pada tahap ini, kuisisioner penilaian pengguna yang telah diisi oleh responden akan dilakukan analisa untuk mengetahui nilai dari aplikasi ini. Apabila nilai yang diperoleh telah sesuai dengan yang diharapkan, maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu pembuatan kesimpulan. Namun apabila gagal, maka akan kembali ke tahap pembuatan objek untuk memperbaiki kekurangan dari aplikasi.

### 3.8 Kesimpulan

Pada saat aplikasi *virtual reality* telah berfungsi sesuai dengan yang dibutuhkan dan menciptakan realitas yang sesuai dengan ekspektasi, maka penulis akan memberikan kesimpulan serta saran yang dapat mengarah pada penelitian selanjutnya.

## BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL

### 4.1 Model Aplikasi

Kapal yang digunakan sebagai model aplikasi *virtual reality* pada tugas akhir ini adalah MV. Meratus Benoa karena ketersediannya sebagai sebuah objek yang dapat dilakukan survei untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. MV. Meratus Benoa merupakan sebuah kapal kontainer milik PT. Meratus Line yang mengkomodir pengangkutan muatan dengan rute Surabaya-Semarang-Dumai.



Gambar 4. 1 MV. Meratus Benoa  
Sumber: Penulis (2020)

### 4.2 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan sebagai acuan dalam pembuatan aplikasi *virtual reality* antara lain sebagai berikut:

- *Ship Particular*  
*Ship particular* merupakan dokumen yang berisi mengenai informasi-informasi yang berkaitan dengan kapal. Beberapa hal pada *ship particular* antara lain panjang kapal, lebar kapal, *draft* kapal, peralatan yang terpasang pada kapal, serta berbagai macam tanki yang terdapat pada kapal.
- *General Arrangement*  
*General arrangement* merupakan *drawing* berbagai tampak kapal yang terdiri dari macam-macam ruangan di dalamnya. Dengan *general arrangement* dapat diketahui lokasi setiap ruangan pada kapal.
- *Engine Room Layout*  
*Engine room layout* merupakan *drawing* dari kamar mesin kapal yang dapat digunakan untuk mengetahui berbagai macam komponen yang ada di dalamnya. Selain itu, dengan *engine room layout* dapat dilihat posisi atau letak masing-masing komponen.

- **Data visual**  
Data visual merupakan data yang diperoleh pada saat melakukan kunjungan atau survei langsung ke kapal. Tujuan dari data visual untuk mencocokkan komponen sistem bilga yang tercantum pada *drawing* dengan kondisi sebenarnya.
- **Brosur**  
Brosur yang dimaksud adalah brosur komponen yang berisi tentang detail bentuk dan ukuran. Brosur dibutuhkan sebagai pelengkap data visual agar komponen yang dimodelkan menjadi seaktual komponen yang sebenarnya.

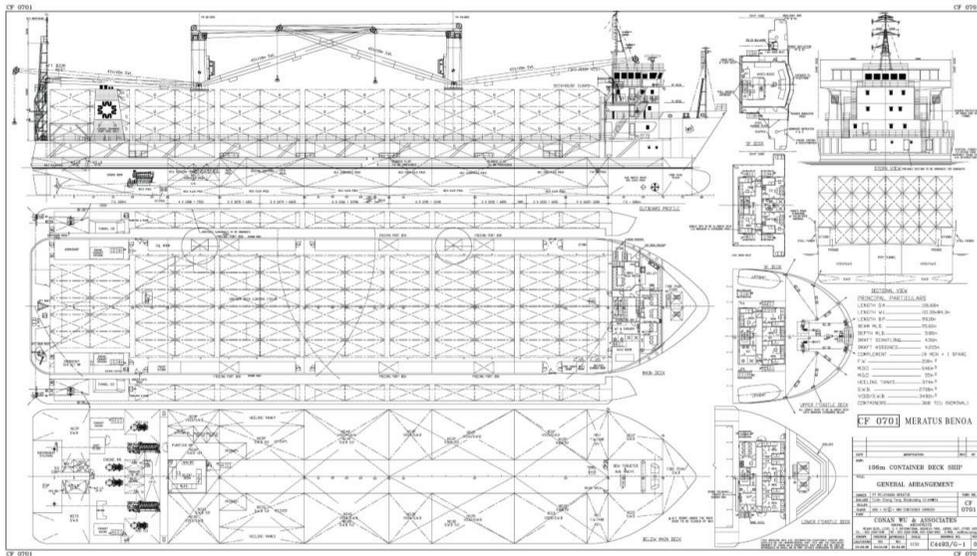
Dari ke-lima data yang dikumpulkan, akan dilakukan pemodelan 3D masing-masing objek yang kemudian akan disatukan dalam aplikasi *virtual reality*. Setiap data akan saling melengkapi sehingga aplikasi *virtual reality* yang menggambarkan sistem bilga di kapal akan terbentuk secara utuh dan proporsional.

#### 4.2.1 MV. Meratus Benoa

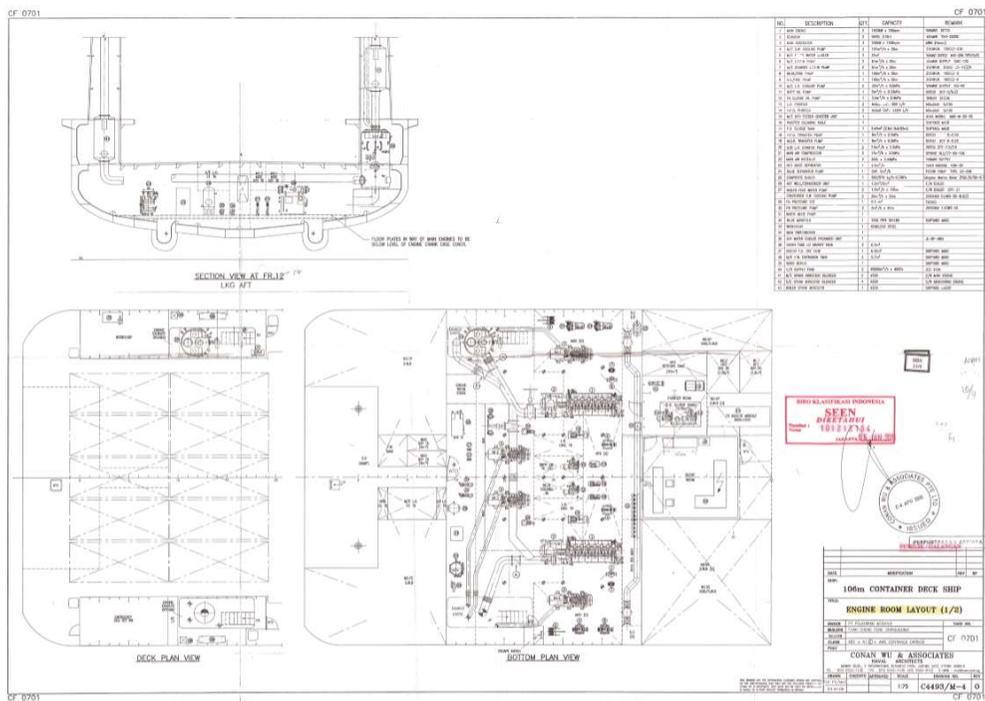
Data-data yang diperoleh yakni *ship particular*, *general arrangement*, dan *engine room layout* milik MV. Meratus Benoa digunakan sebagai acuan pembuatan model kapal agar proporsional serta acuan peletakan komponen-komponen di dalamnya.

GENERAL DESCRIPTION			
Registry	: Surabaya	Flag	: Indonesia
Call Sign	: PNPC	Official No	: 2010 Ka No. 4282/L
		IMO / Llyod No.	: 9509231
Class	: ABS+BKI	Class No.	: ABS 10198721/BKI 13462
Class Notation	: +A1, Container Carrier, E, +AMS; ±A100] "Container Ship", ±SM		
Built (years / shipyard / no.)	: China 2010, Fujian Fu-An Chengfeng Shipbuilding Co. Ltd		
PRINCIPAL DIMENSIONS			
LOA	: 106.68 m	LBP	: 99.11 m
		B (mld)	: 20.60 m
		Draft (S)	: 4.215 m
H (mld)	: 20.60 m	Ballast Draft	: - m
		Air Draft	: 22.785 m
		Light Draft	: 1.742 m
TONNAGE			
GT	: 3668 T	NT	: 1100 T
		Displacement (S/T)	: 7561 T/
		Light Ship	: 2400 T
DEADWEIGHT & CAPACITIES			
Deadweight (S)	: 5161 T	Deadweight (Tropical)	: 5349 T
		TPC (S/T)	: T

Gambar 4. 2 Ship Particular  
Sumber: PT. Meratus Line



Gambar 4. 3 General Arrangement  
 Sumber: PT. Meratus Line



Gambar 4. 4 Engine Room Layout  
 Sumber: PT. Meratus Line

### 4.3 Analisa Data

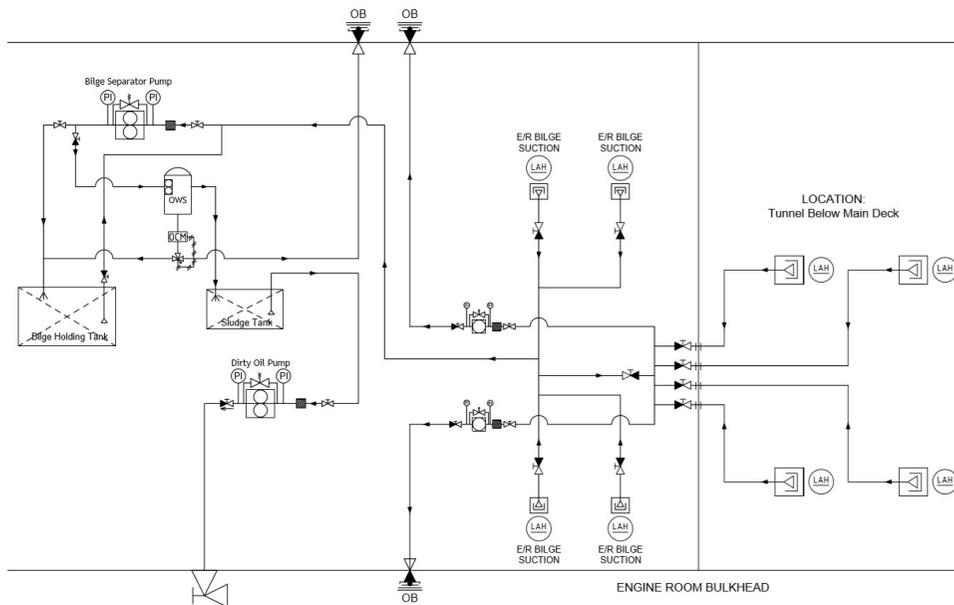
Berdasarkan hasil survei ke kapal dan melihat berbagai macam *drawing* MV. Meratus Benoa, tahap selanjutnya adalah membuat daftar komponen yang menyusun kesatuan sistem bilga:

Tabel 4. 1 Komponen Sistem Bilga

Komponen	Jumlah	Lokasi
Sumur Bilga	4	Lorong di bawah <i>main deck</i>  Engine Room
	4	
Pompa Bilga	2	
Pompa OWS	1	
Oily Water Separator	1	
15 ppm Bilge Alarm	1	
Dirty Oil Pump	1	
Bilge Manifold	1	
Sludge Tank	1	
Bilge Holding Tank	1	

Selain membuat daftar komponen yang menyusun sistem bilga di kapal, pada tahap analisa juga dilakukan *re-drawing* sistem bilga MV. Meratus Benoa. Tujuannya adalah sebagai acuan dalam pembuatan objek 3D aplikasi *virtual reality* ini.

### MV. MERATUS BENOA BILGE SYSTEM



Gambar 4. 5 Hasil Re-Draw Sistem Bilga  
Sumber: Penulis (2020)

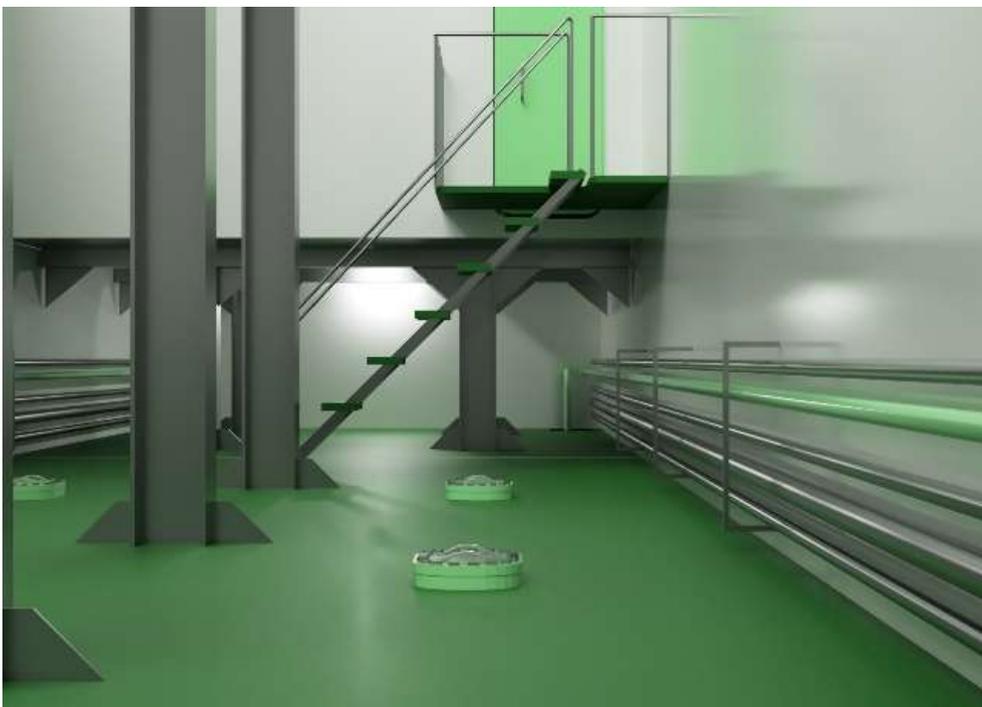
#### 4.4 Pembuatan Objek 3D

Tahap ini merupakan tahap pembuatan objek 3D berdasarkan data visual yang diambil pada saat melakukan survei. Dalam pembuatan objek 3D, digunakan juga acuan berupa brosur masing-masing komponen yang ditemukan dari referensi lain seperti internet. Objek 3D yang dibuat dalam tahap ini menggunakan *software* Fusion 360 yang merupakan *software* 3D *modelling*. Objek dimodelkan seaktual mungkin seperti objek sebenarnya dan mengikuti hasil *re-draw* pada tahap analisa data sebagai acuan.

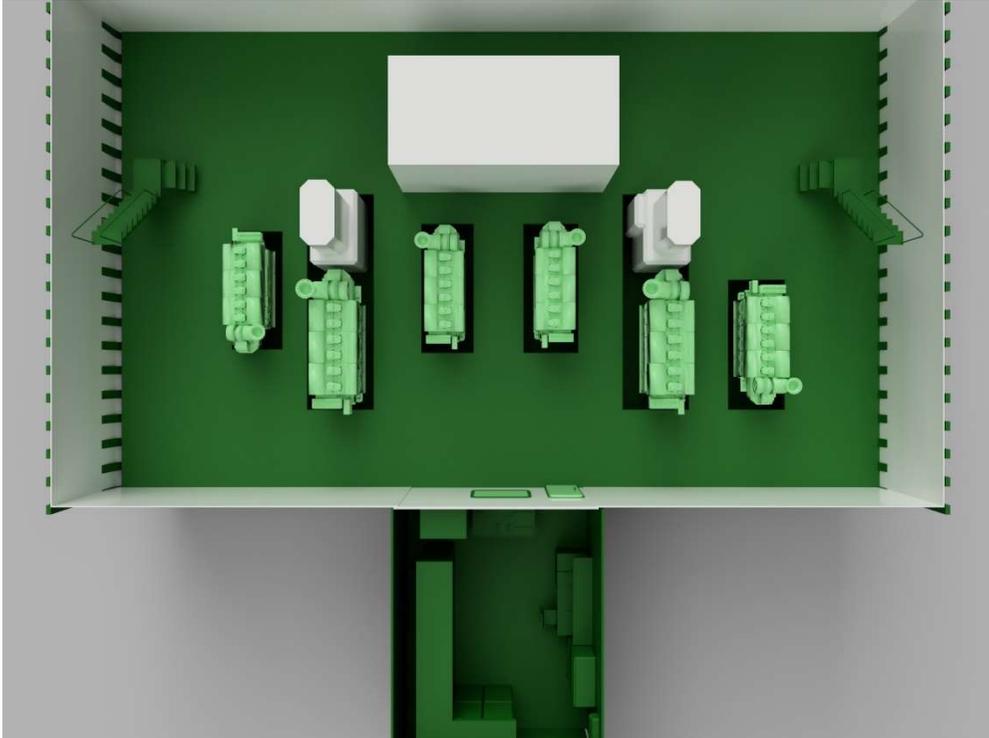
Pada tahap ini terdapat tiga objek yang dibuat yaitu, ruangan, komponen, dan perpipaan. Objek 3D yang pertama kali dibuat adalah ruangan karena ruangan menjadi tempat dimana komponen dan perpipaan akan berada. Lalu, masing-masing komponen sistem dimodelkan seaktual mungkin. Objek 3D yang terakhir dibuat adalah perpipaan karena harus terlebih dahulu meletakkan komponen-komponen di dalam ruangan.

##### 4.4.1 Pemodelan Ruangan

Ruangan pada kapal yang dimodelkan adalah lorong di bawah dek utama, *silent room*, dan kamar mesin. MV. Meratus Benoa merupakan kapal kontainer yang mengangkut muatannya di atas *main deck*. Hal ini menyebabkan MV. Meratus Benoa tidak memiliki *cargo hold* di bawah dek utama dan fungsinya dialihkan menjadi tanki *ballast* serta sebagai akses menuju kamar mesin dari dek akomodasi.



Gambar 4. 6 Lorong di bawah Dek Utama  
Sumber: Penulis (2020)

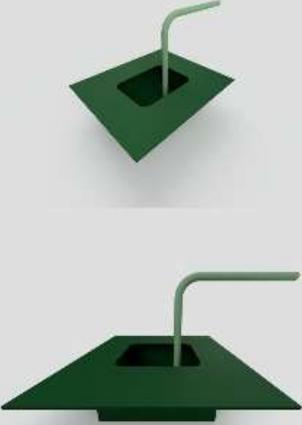


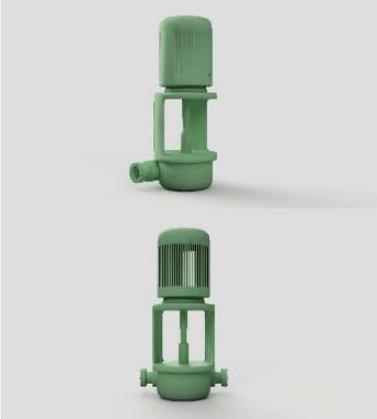
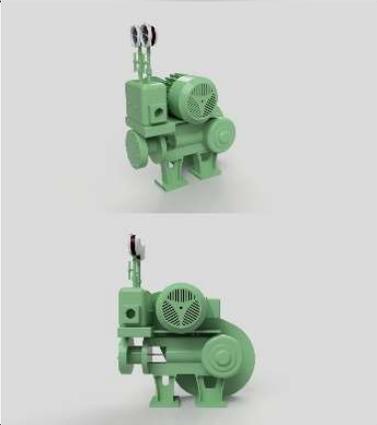
Gambar 4. 7 Kamar Mesin  
 Sumber: Penulis (2020)

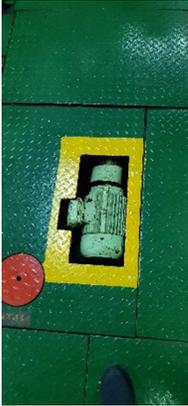
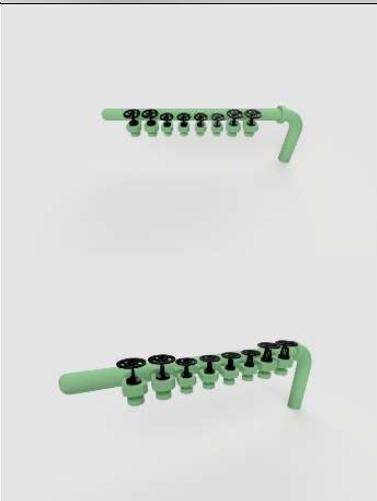
#### 4.4.2 Pemodelan Komponen

Hasil pemodelan 3D masing-masing komponen sistem bilga adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 3D Komponen Sistem Bilga

Komponen	Data Visual	Hasil Pemodelan
Sumur Bilga		

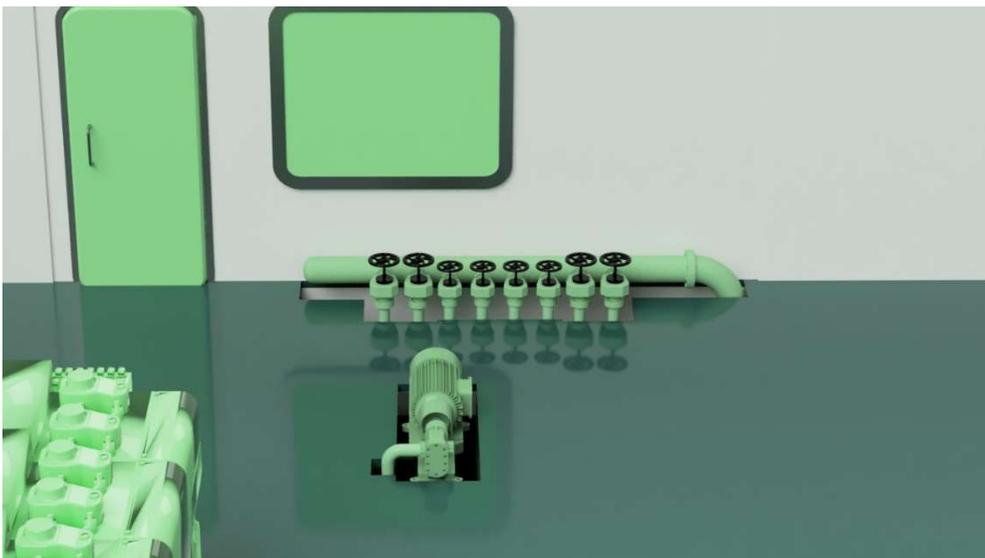
<p>Pompa Bilga</p>		
<p>Pompa OWS</p>		
<p>Oily Water Separator</p>		

<p>15 ppm Bilge Alarm</p>		
<p>Dirty Oil Pump</p>		
<p>Bilge Manifold</p>		



#### 4.4.3 Pemodelan Perpipaan

Tahap terakhir pada pembuatan objek 3D adalah memodelkan perpipaan. Pemodelan perpipaan dilakukan pada tahap terakhir karena dibutuhkan ruang dan objeknya terlebih dahulu sebelum dihubungkan dengan pipa. Tahap ini diawali dengan meletakkan komponen 3D yang telah dibuat pada posisinya sesuai dengan *drawing* kapal. Selanjutnya adalah menggambar pipa yang akan menghubungkan masing-masing komponen. Pada jalur pipa, juga diletakkan beberapa aksesoris seperti *valve* dan *strainer*.



Gambar 4. 8 Bilge Manifold dan Dirty Oil Pump

*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 9 Pompa Bilga  
*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 10 Jalur Pipa OWS ke Overboard  
*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 11 Jalur Pipa OWS ke Tanki

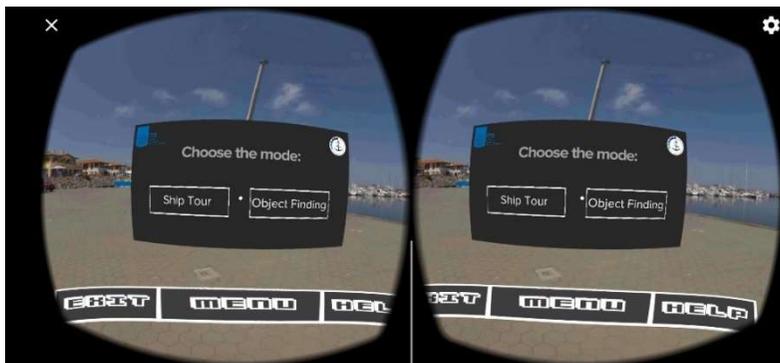
*Sumber: Penulis (2020)*

#### 4.5 Aplikasi VR Sistem Bilga

Dalam pembuatan aplikasi, *software* yang digunakan adalah Unity. Unity merupakan sebuah aplikasi pembuat gim berbasis 3D dengan sistem navigasi bebas. Setiap model 3D ruangan, komponen, dan perpipaan akan dijadikan satu dengan *software* Unity.

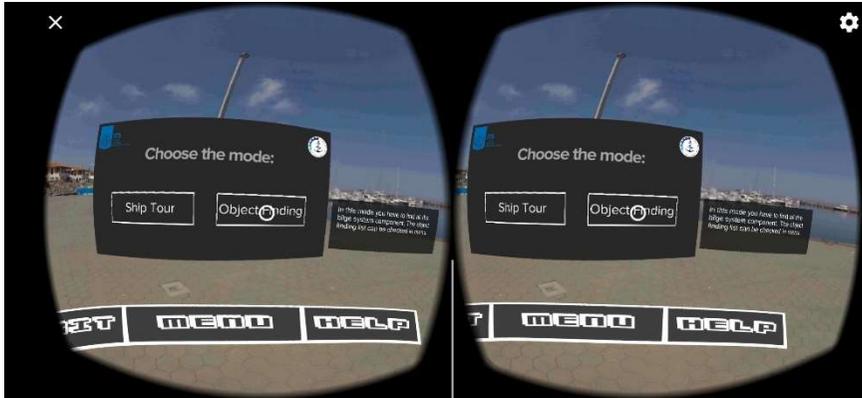
##### 4.5.1 Tampilan Pengguna

Tampilan pengguna dalam sebuah aplikasi merupakan penghubung antara pengguna dengan sistem aplikasi. Fungsinya untuk menyampaikan fitur-fitur yang dimiliki oleh aplikasi agar pengguna paham saat menjalankan aplikasi. Pada saat pengguna membuka aplikasi VR *Bilge System*, maka pengguna akan ditampilkan beberapa opsi yaitu *exit*, *menu*, dan *help*. Masing-masing opsi memiliki fungsi yang berbeda-beda.

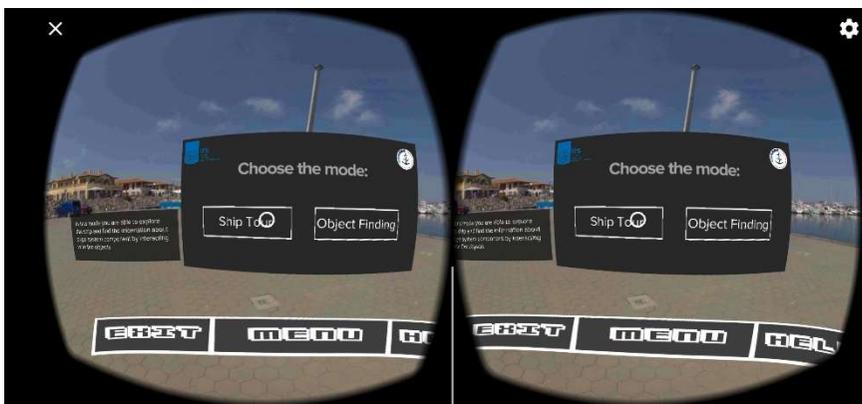


Gambar 4. 12 Main Menu Interface

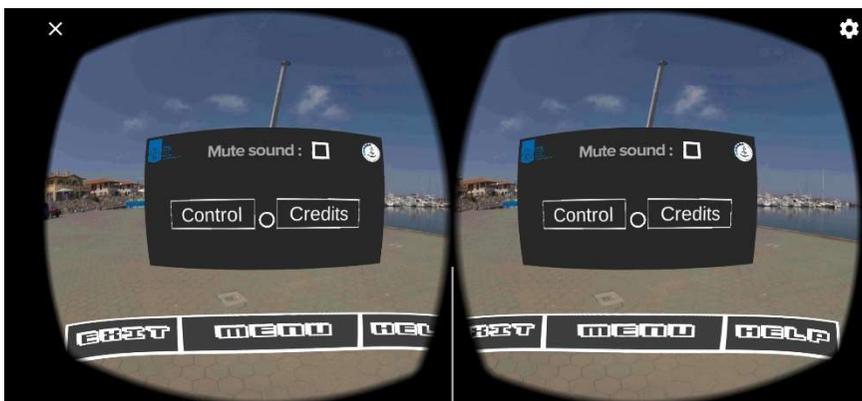
*Sumber: Penulis (2020)*



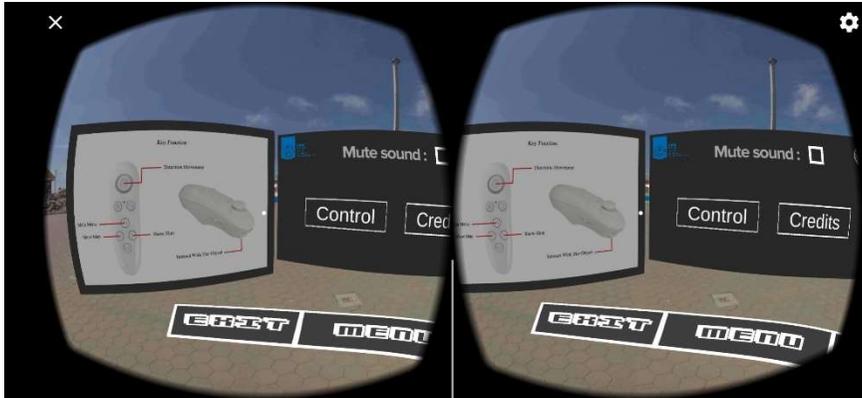
Gambar 4. 13 Object Finding Interface  
*Sumber: Penulis (2020)*



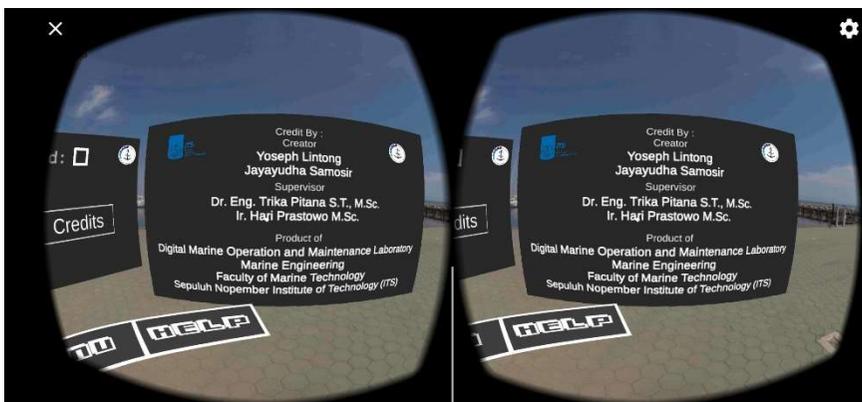
Gambar 4. 14 Ship Tour Interface  
*Sumber: Penulis (2020)*



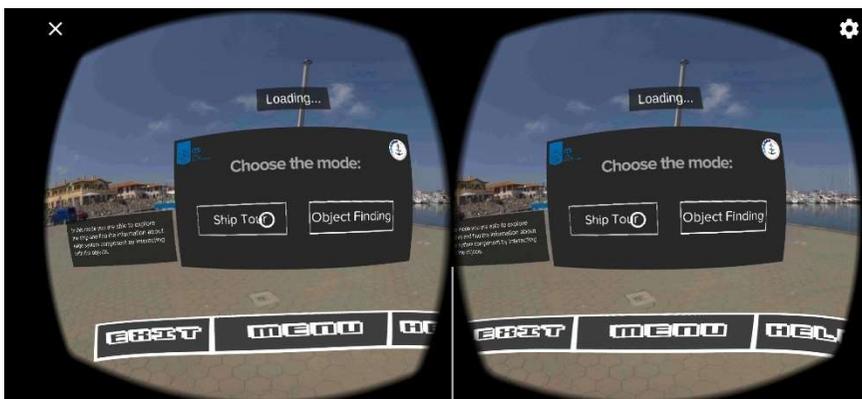
Gambar 4. 15 Help Interface  
*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 16 Control Interface  
 Sumber: Penulis (2020)



Gambar 4. 17 Credits Interface  
 Sumber: Penulis (2020)

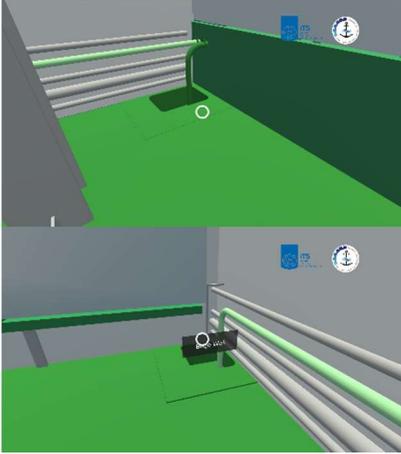
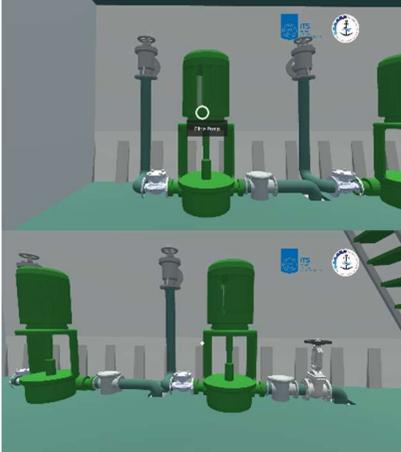


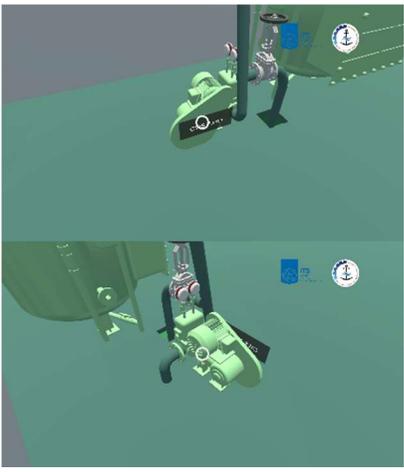
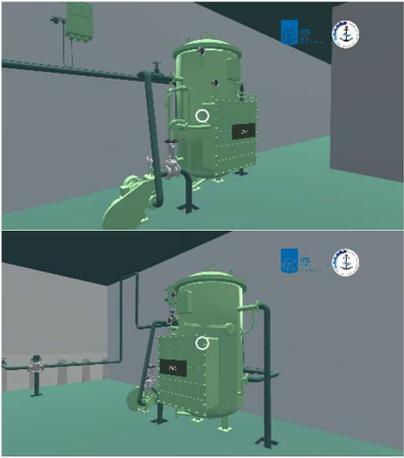
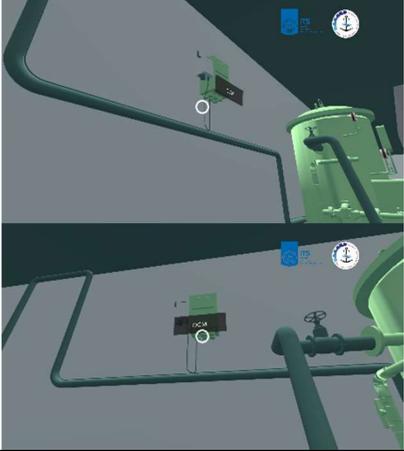
Gambar 4. 18 Loading Interface  
 Sumber: Penulis (2020)

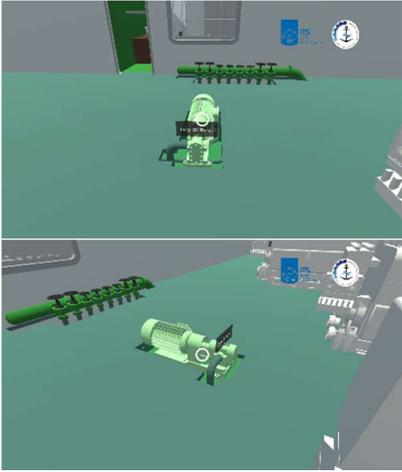
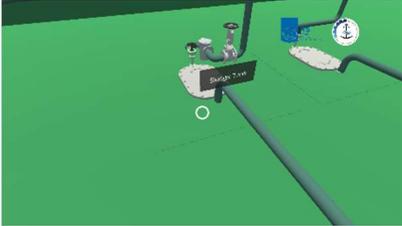
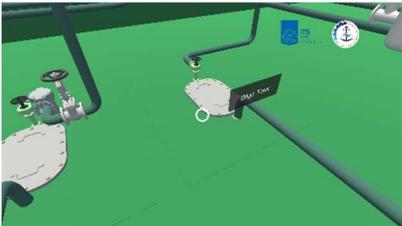
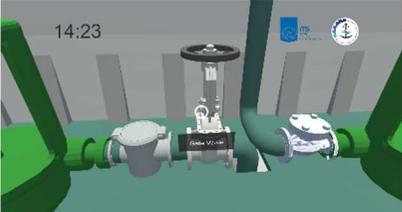
#### 4.5.2 Objek Aplikasi

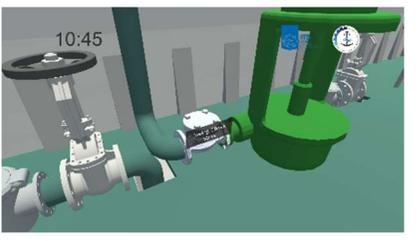
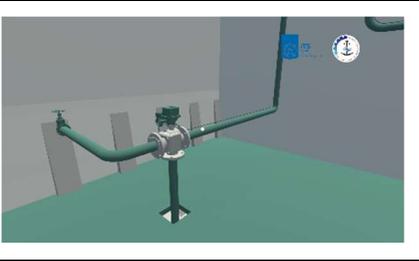
Tujuan utama dari aplikasi ini adalah sebagai media belajar sistem bilga di kapal. Oleh karena itu, objek yang ditampilkan adalah komponen-komponen sistem bilga yang terhubung dengan pipa beserta ruangan tempat komponen-komponen tersebut berada. Pada aplikasi ini, setiap komponen sistem bilga memiliki keterangannya masing-masing untuk memberikan informasi kepada pengguna.

Tabel 4. 3 Daftar Komponen dan Penjelasannya

Komponen	Gambar	Penjelasan
Bilge Well		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Component of bilge system where bilge water is accumulated</li> <li>• Located in each compartment either in the portside and starboard side</li> <li>• According to LR Part 5 Chapter 13 Section 7 2018 Edition, bilge well must be constructed from steel plate and the capacity is not less than 0.15 m<sup>3</sup></li> </ul>
Bilge Pump		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfers bilge water from bilge well to overboard</li> <li>• Connected to bilge line</li> <li>• The minimum capacity is regulated by the classification</li> <li>• Self-priming pump</li> <li>• One is arranged for standby purpose</li> </ul>

<p>Oily Water Separator Pump</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfers bilge water from engine room bilge well to oily water separator (OWS).</li> <li>• At first, the pump transfers bilge water from engine room bilge well to bilge water holding tank</li> <li>• When the capacity of bilge water holding tank is almost full, the pump will transfer the water inside the tank to OWS.</li> </ul>
<p>Oily Water Separator</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separates water and oil</li> <li>• Used to reduce the content of oil before the water is transferred to overboard</li> <li>• Equipped with Oil Content Monitor to detect the oil content in the water</li> <li>• The remaining sludge after the separation process will be transferred to sludge tank</li> </ul>
<p>Oil Content Monitor</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detects the oil content in water</li> <li>• Connected to a three-way valve in order to determine where the water will be transferred after the separation process in oily water separator (OWS)</li> <li>• If the oil content is beyond 15 ppm, the water will be transferred to bilge water holding tank</li> <li>• If the oil content is below 15 ppm, the water will be transferred to overboard</li> </ul>

<p>Dirty Oil Pump</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfers sludge inside sludge tank out of the ship</li> <li>• Used when the capacity of sludge tank is almost full and when the ship is docked or in a port</li> <li>• The pump type is gear pump due to the characteristic of sludge</li> </ul>
<p>Sludge Tank</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holds sludge from the separation process of the oily water separator</li> <li>• The function of the tank is only temporary because the sludge will be transferred out when the ship is docked or in a port</li> <li>• The capacity of sludge tank is regulated by MARPOL</li> </ul>
<p>Bilge Tank</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holds bilge water that contains oil</li> <li>• Oily water separator pump will transfer water that is located in the engine room bilge well into this tank</li> <li>• This tank is also used to hold water if the oil content is exceeding the requirement after the separation process in the oily water separator</li> <li>• The capacity of this tank is regulated by MARPOL</li> </ul>
<p>Gate Valve</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Used to shut off or fully open the flow of fluid in the pipeline</li> </ul>

Screw Down Non-Return Valve		<ul style="list-style-type: none"> <li>Used to prevent the backflow of fluid in the pipeline</li> </ul>
Swing Check Valve		<ul style="list-style-type: none"> <li>Used to prevent the backflow of fluid in the pipeline</li> </ul>
Three Way Valve		<ul style="list-style-type: none"> <li>Used to direct the flow of fluid in the pipeline. In the bilge system, three-way valve is used to direct the water after the separation process in oily water separator</li> </ul>
Strainer		<ul style="list-style-type: none"> <li>Used to remove large contamination in the fluid before entering the pump</li> </ul>

#### 4.5.3 Skenario

Skenario merupakan fitur utama pada aplikasi VR *Bilge System* dimana pengguna akan dibawa masuk ke dalam kapal MV. Meratus Benoa yang telah dimodelkan. Terdapat dua skenario pada aplikasi ini yaitu *ship tour* dan *object finding*. Pada skenario *ship tour*, pengguna dapat menjelajahi MV. Meratus Benoa namun terbatas pada ruangan-ruangan yang telah dimodelkan dimana terdapat komponen sistem bilga di dalamnya. Sedangkan pada skenario *object finding*, pengguna memiliki tugas untuk menemukan setiap komponen sistem bilga di kapal dalam jangka waktu yang terbatas. Pada skenario ini, pengguna dapat melihat daftar komponen yang harus ditemukan beserta jumlahnya pada menu *object list*.

#### 4.5.3.1 Object Finding

*Object finding* adalah skenario yang memberikan tugas kepada pengguna untuk menemukan setiap komponen sistem bilga dalam batas waktu yang ditentukan. Tujuan dari skenario ini adalah untuk membiasakan pengguna terhadap letak-letak komponen sistem bilga di kapal. Pada skenario ini, daftar item yang perlu ditemukan dengan jumlahnya dapat dilihat di menu dengan tab *object list*.

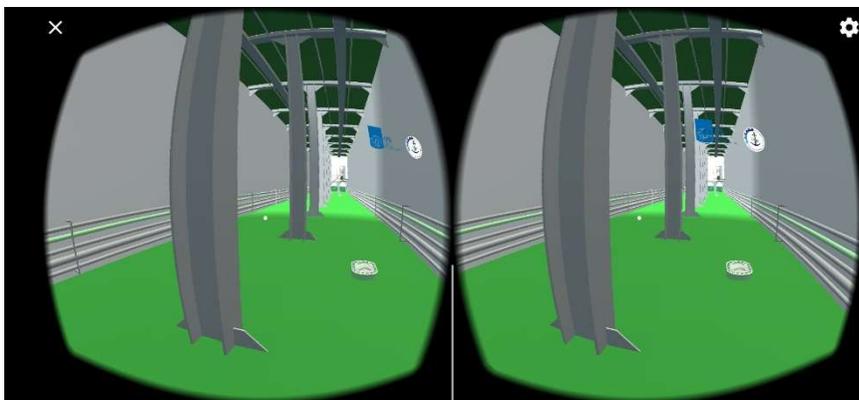


Gambar 4. 19 Tab Object List

*Sumber: Penulis (2020)*

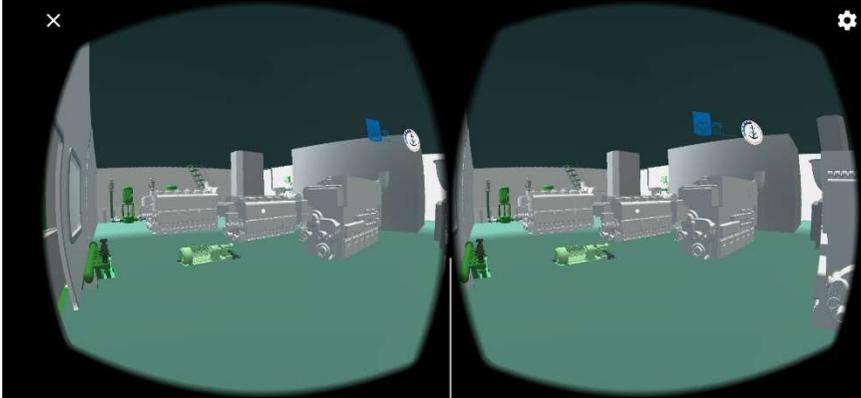
#### 4.5.3.2 Ship Tour

*Ship tour* merupakan skenario dimana pengguna dapat bebas menjelajahi kapal. Pada skenario ini, pengguna dapat menemukan komponen-komponen sistem bilga disertai dengan penjelasannya pada saat menjelajahi kapal.

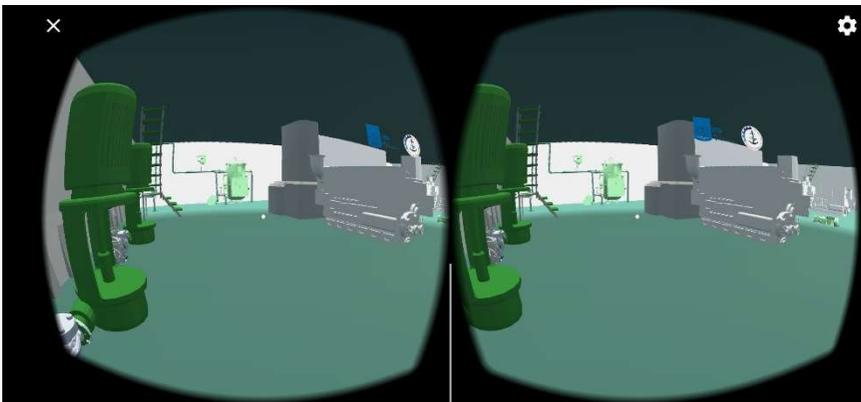


Gambar 4. 20 Exploring Tunnel below Main Deck

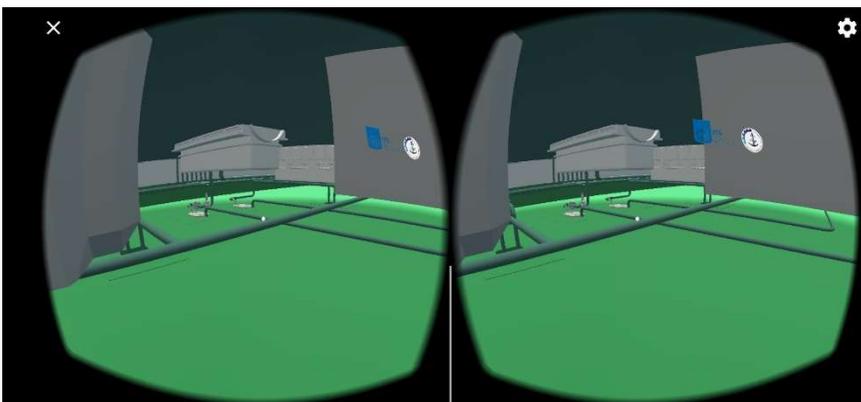
*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 21 Exploring Engine Room 1  
*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 22 Exploring Engine Room 2  
*Sumber: Penulis (2020)*



Gambar 4. 23 Exploring Tank Top  
*Sumber: Penulis (2020)*

#### 4.6 Kuisisioner Penilaian Pengguna

Aplikasi VR *Bilge System* perlu dilakukan uji coba untuk menentukan apakah terdapat kesalahan atau kekurangan di dalamnya. Selain itu, aplikasi ini juga perlu diuji coba untuk menentukan apakah tujuan utama dari dibuatnya aplikasi ini yaitu dapat digunakan sebagai sarana edukasi atau media belajar sistem bilga terpenuhi. Jika memang pada tahap ini ditemukan bahwa tujuan dari aplikasi tidak tercapai atau terdapat kesalahan-kesalahan maupun gangguan lain, maka aplikasi perlu diperbaiki.

Sebagai bentuk uji coba, aplikasi akan dijalankan oleh 10 responden. Setelah menjalankan aplikasi, masing-masing responden akan mengisi sebuah kuisisioner sebagai bentuk masukan untuk memperbaiki atau mengembangkan aplikasi menjadi lebih sesuai dengan pengguna. Kuisisioner dapat diakses secara daring dengan alamat [intip.in/VRSistemBilga](http://intip.in/VRSistemBilga).

Kuisisioner penilaian pengguna terdiri dari tujuh (7) pertanyaan. Setiap responden memberikan nilai untuk setiap pertanyaan dari satu (1) sampai lima (5) dengan nilai satu (1) adalah nilai terendah dan nilai lima (5) adalah nilai tertinggi.

Tabel 4. 4 Daftar Pertanyaan Kuisisioner

No	Kriteria	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Apakah tampilan mudah dimengerti?					
2	Apakah model setiap alat terlihat aktual?					
3	Apakah fitur kontrol mudah digunakan?					
4	Apakah setiap tombol bekerja dengan tepat?					
5	Apakah aplikasi berjalan dengan lancar?					
6	Apakah pembelajaran sistem bilga dengan VR membantu dan menyenangkan?					
7	Apakah aplikasi VR sistem bilga dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran sistem bilga secara tatap muka?					
8	Apakah aplikasi memotivasi untuk belajar mengenai sistem bilga?					
9	Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman saat menjalankan aplikasi?					
10	Apakah kaca mata VR nyaman saat digunakan untuk menjalankan aplikasi?					

##### 4.6.1 Hasil Kuisisioner

Data dari kuisisioner penilaian pengguna dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Kuisisioner

No	Kriteria	Responden					Total
		1	2	3	4	5	
1	Apakah tampilan mudah dimengerti?	0	0	0	3	7	10
2	Apakah model setiap alat terlihat aktual?	0	0	0	6	4	10
3	Apakah fitur kontrol mudah digunakan?	0	0	2	2	6	10
4	Apakah setiap tombol bekerja dengan tepat?	0	0	0	5	5	10
5	Apakah aplikasi berjalan dengan lancar?	0	0	0	4	6	10
6	Apakah pembelajaran sistem bilga dengan VR membantu dan menyenangkan?	0	0	0	3	7	10
7	Apakah aplikasi VR sistem bilga dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran sistem bilga secara tatap muka?	0	0	0	2	8	10
8	Apakah aplikasi memotivasi untuk belajar mengenai sistem bilga?	0	0	2	5	3	10
9	Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman saat menjalankan aplikasi?	0	0	2	4	4	10
10	Apakah kacamata VR nyaman saat digunakan untuk menjalankan aplikasi?	0	0	3	2	5	10

Daftar *smartphone* yang digunakan untuk melakukan uji coba aplikasi antara lain, Samsung Galaxy A30, Samsung Galaxy A50s, Samsung Galaxy A5, Samsung Galaxy A7, Oppo F11, Redmi Note 8 Pro, Xiaomi Pocophone F1, dan Realme 3.

#### 4.6.2 Analisa Hasil Kuisisioner

Persentase nilai untuk setiap pertanyaan pada kuisisioner penilaian pengguna akan dihitung menggunakan Skala Likert. Untuk formula pada Skala Likert adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{S}{Ideal\ Score} \times 100\%$$

Deskripsi untuk setiap simbol pada formula dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Deskripsi Formula Skala Likert

Simbol	Deskripsi
P	Persentase Nilai
S	Frekuensi Jawaban Dikalikan dengan Skor
Nilai Ideal	Nilai Tertinggi Dikalikan dengan Jumlah Sampel
Nilai Tertinggi	5
Sampel	10 Respoden
Nilai Ideal	5 x 10 Respoden = 50

Berikut hasil perhitungan persentase setiap pertanyaan pada kuisisioner penilaian pengguna dengan penjelasannya.

1. Apakah tampilan mudah dimengerti?

Tabel 4. 7 Perhitungan Pertanyaan No. 1

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	3	12
5	7	35
Total Nilai		47
Nilai Rata-Rata		4.7

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 47 / 50 \times 100\% = 94\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa tampilan aplikasi VR sistem bilga mudah dimengerti.

2. Apakah model setiap alat terlihat aktual?

Tabel 4. 8 Perhitungan Pertanyaan No. 2

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	6	24
5	4	20
Total Nilai		44
Nilai Rata-Rata		4.4

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 44 / 50 \times 100\% = 88\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa model setiap alat pada aplikasi VR sistem bilga terlihat aktual.

3. Apakah fitur kontrol mudah digunakan?

Tabel 4. 9 Perhitungan Pertanyaan No. 3

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	2	6
4	2	8
5	6	30
Total Nilai		44
Nilai Rata-Rata		4.4

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 44 / 50 \times 100\% = 88\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa fitur kontrol aplikasi VR sistem bilga mudah digunakan.

4. Apakah setiap tombol bekerja dengan tepat?

Tabel 4. 10 Perhitungan Pertanyaan No. 4

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	5	20
5	5	25
Total Nilai		45
Nilai Rata-Rata		4.5

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 45 / 50 \times 100\% = 90\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap tombol pada aplikasi VR sistem bilga bekerja dengan tepat.

5. Apakah aplikasi berjalan dengan lancar?

Tabel 4. 11 Perhitungan Pertanyaan No. 5

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	4	16
5	6	30
Total Nilai		46
Nilai Rata-Rata		4.6

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 46 / 50 \times 100\% = 92\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi VR sistem bilga berjalan dengan lancar.

6. Apakah pembelajaran sistem bilga dengan VR membantu dan menyenangkan?

Tabel 4. 12 Perhitungan Pertanyaan No. 6

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	3	12
5	7	35
Total Nilai		47
Nilai Rata-Rata		4.7

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 47 / 50 \times 100\% = 94\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pembelajaran sistem bilga dengan aplikasi VR sistem bilga membantu dan menyenangkan.

7. Apakah aplikasi VR sistem bilga dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran sistem bilga secara tatap muka?

Tabel 4. 13 Perhitungan Pertanyaan No. 7

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	2	8
5	8	40
Total Nilai		48
Nilai Rata-Rata		4.8

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 48 / 50 \times 100\% = 96\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi VR sistem bilga dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran sistem bilga secara tatap muka.

8. Apakah aplikasi memotivasi untuk belajar mengenai sistem bilga?

Tabel 4. 14 Perhitungan Pertanyaan No. 8

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	2	6
4	5	20
5	3	15
Total Nilai		41
Nilai Rata-Rata		4.1

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 41 / 50 \times 100\% = 82\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi VR sistem bilga memotivasi untuk belajar mengenai sistem bilga.

9. Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman saat menjalankan aplikasi?

Tabel 4. 15 Perhitungan Pertanyaan No. 9

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	2	6
4	4	16
5	4	20
Total Nilai		42
Nilai Rata-Rata		4.2

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 42 / 50 \times 100\% = 84\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa responden puas dengan fitur dan pengalaman saat menjalankan aplikasi VR sistem bilga.

10. Apakah kaca mata VR nyaman saat digunakan untuk menjalankan aplikasi?

Tabel 4. 16 Perhitungan Pertanyaan No. 10

Nilai	Responden	Total
1	0	0
2	0	0
3	3	9
4	2	8
5	5	25
Total Nilai		42
Nilai Rata-Rata		4.2

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = 42 / 50 \times 100\% = 84\%$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kacamata VR nyaman saat digunakan untuk menjalankan aplikasi dengan catatan tidak digunakan untuk jangka waktu yang lama.

Berdasarkan hasil perhitungan setiap pertanyaan pada kuisisioner penilaian pengguna, maka total nilai kuisisioner serta persentasenya dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 4. 17.

Tabel 4. 17 Total Nilai Kuisisioner

Nomor Pertanyaan	Total	%
1	47	94
2	44	88
3	44	88
4	45	90
5	46	92
6	47	94
7	48	96
8	41	82
9	42	84
10	42	84
Total Nilai Kuisisioner	446	
Persentase Nilai Kuisisioner	89%	

Untuk melakukan penilaian terhadap hasil kuisisioner secara keseluruhan, maka langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai terbesar, dengan cara mengalikan nilai jawaban terbesar dengan total pertanyaan dan dikalikan dengan total responden.

$$5 \times 10 \times (10 \text{ responden}) = 500$$

2. Menentukan nilai terkecil, dengan cara mengalikan nilai jawaban terkecil dengan total pertanyaan dan dikalikan dengan total responden.

$$1 \times 10 \times (10 \text{ responden}) = 100$$

3. Menentukan nilai median, dengan cara menjumlahkan nilai terbesar dengan nilai terkecil dan dibagi dua.

$$(500 + 100) / 2 = 300$$

4. Menentukan nilai kuartil I, dengan cara menjumlahkan nilai terkecil dengan nilai median dan dibagi dua.

$$(100 + 300) / 2 = 200$$

5. Menentukan nilai kuartil III, dengan cara menjumlahkan nilai terbesar dengan nilai median dan dibagi dua.

$$(500 + 300) / 2 = 400$$

Hasil dari penilaian kuisisioner akan dikategorikan menggunakan tabel 4. 15 berdasarkan nilai maksimum, nilai minimum, nilai median, nilai kuartil I, dan nilai kuartil III.

Tabel 4. 18 Kategori Penilaian Aplikasi

Sangat Baik	Kuartil III $\leq x \leq$ Nilai Maksimum	400 - 500
Baik	Median $\leq x <$ Kuartil III	300 - 400
Cukup	Kuartil I $\leq x \leq$ Median	200 - 300
Kurang	Nilai Minimum $\leq x \leq$ Kuartil I	100 - 200

Berdasarkan hasil kuisisioner penilaian pengguna yang terdiri dari 10 pertanyaan dengan 10 responden, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi VR sistem bilga termasuk ke dalam kategori sangat baik karena memiliki total nilai 446 yang berada di antara 400 sampai dengan 500.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian pada tugas akhir ini, aplikasi VR sistem bilga dapat mensimulasikan bagaimana kondisi sistem bilga di kapal secara aktual dengan cara memodelkan komponen yang sebenarnya ke dalam bentuk 3D dan digunakan dengan aplikasi pembuat *virtual reality* sehingga aplikasi ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana pendukung pembelajaran sistem bilga secara tatap muka.

Berdasarkan hasil kuisioner penilaian pengguna yang terdiri dari 10 pertanyaan dengan 10 responden, aplikasi ini termasuk ke dalam kategori sangat baik karena memiliki total nilai 446 yang berada di antara 400 sampai dengan 500.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Aplikasi *virtual reality* perlu dikembangkan lebih lanjut agar memiliki tingkat resolusi yang lebih tinggi serta model komponen yang lebih detail
2. Dalam dunia maritim, aplikasi *virtual reality* dapat dikembangkan agar memiliki fitur-fitur yang aplikatif dan bermanfaat seperti pelatihan inspeksi, survei, serta pembelajaran sistem-sistem lainnya di kapal.
3. Penggunaan perangkat yang lebih canggih dan lebih lengkap seperti sensor tangan, kaki, dan gerak dapat memberikan sensasi yang lebih nyata dibandingkan dengan perangkat yang terbatas seperti remote.
4. Teknologi *virtual reality* akan menjadi lebih baik apabila dikenalkan dalam dunia pendidikan karena dapat memberikan manfaat yang signifikan terhadap pengenalan komponen serta kapal secara keseluruhan.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

**Abshire, K. J. & Barron, M. K.** (1998). Virtual maintenance: Real-world applications within virtual environments, *IEEE Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium*, 132-137.

**Aukstakalnis, S. & Blatner, D.** (1992). *Silicon mirage: The art and science of virtual reality*. Peachpit Press, Berkley.

**Ausburn, L. J. & Ausburn, F. B.** (2004). *Desktop virtual reality: A powerful new technology for teaching and research in industrial teacher education*. Journal of Industrial Technical Education, Vol. 41, No.4. [Online]. Available: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v41n4/ausburn.html>

**Baieier, K.P.** (1993). *Virtual reality: Short introduction*. [Online]. Available: <http://www.umich.edu/~vrl/intro/>

**BPS** (2017). *Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Provinsi, 2002-2016*. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/05/1366/luas-daerah-dan-jumlah-pulau-menurut-provinsi-2002-2016.html>

**Eslinger, C.** (1993). *Education. Encyclopedia of Virtual Environments*. World Wide Web URL: <http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE/I.A.1.Displays.html>

**Gomes de Sa, A. & Zachmann, G.** (1999). *Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes*. Computers and Graphics, 23, 389-403.

**Haag, S.; Cummings, M., & Dawkins, J.** (1998). *Management Information Systems for the Information Age*. Irwin/McGraw Hill, ISBN 0-07-025465-6, New York.

**Haufmann, H., Schmalstieg, D. & Wagner, M.** (2000). *Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education*, Education and Information Technologies, 5 (4), 263-276.

**International Maritime Organization** (2011). *Amendments to the 2008 Revised Guidelines for Systems for Handling Oily wastes In Machinery Spaces of Ships Incorporating Guidance Notes For an Integrated Bilge Water Treatment System (IBTS)*. (MEPC.1/CIRC.642, AS AMENDED BY MEPC.1/CIRC.676). [Online]. Available: <https://www.mardep.gov.hk/en/msnote/pdf/msin1142anx5.pdf>

**Isdale, J.** (1993). *What is virtual reality? A homebrew introduction*. Retrieved November 12, 2005. [Online]. Available: <http://www.columbia.edu/~rk35/vr/vr.html>

**Kim, J, et al.** (2000). *Virtual reality simulations in physics education*. *Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning* [Online]. Available: <http://imej.wfu.edu/articles/2001/2/02/index.asp>

**KKP** (2018). *Refleksi 2017 dan Outlook 2018 Membangun dan Menjaga Ekosistem Laut Indonesia Bersama Ditjen Pengelolaan Ruang Laut*. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/djprl/artikel/2798-refleksi-2017-dan-outlook-2018-membangun-dan-menjaga-ekosistem-laut-indonesia-bersama-ditjen-pengelolaan-ruang-laut>

**Llyod's Register** (2018). *Rules and Regulations for the Classification of Ships*, Llyod's Register Group Limited 2018.

**MARPOL** (1973). *International Conventions for the Prevention of Pollution from Ships*, Annex I – Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. [Online]. Available: <http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/intro/index.htm>

**Onyesolu, M.O.** (2006). *Virtual reality: An emerging computer technology of the 21st century*. *International Journal of Electrical and Telecommunication Systems Research*, Vol. 1, No.1, (August 2006) 36-40, ISSN 0795-2260.

**Smith, S. & Lee, S.** (2004). *A pilot study for integrating virtual reality into an introductory design and graphics course*. *Journal of Industrial Technology*. 20(4).

**SOLAS** (2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea*, Consolidated Edition 2009.

**Winn, W. & Bricken, W.** (1992). *Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra*, *Educational Technology*, 32 (12), 12-19.

**Wittenberg, G.** (1993). *Virtual reality in engineering*, *The Industrial Robot*, 20, 21-22.

## LAMPIRAN

### KUISIONER PENILAIAN PENGGUNA APLIKASI VIRTUAL REALITY (VR) SISTEM BILGA

Nama : .....

Profesi : .....

Smartphone : .....

Apakah Anda paham mengenai sistem bilga di kapal?

- Iya  
 Tidak

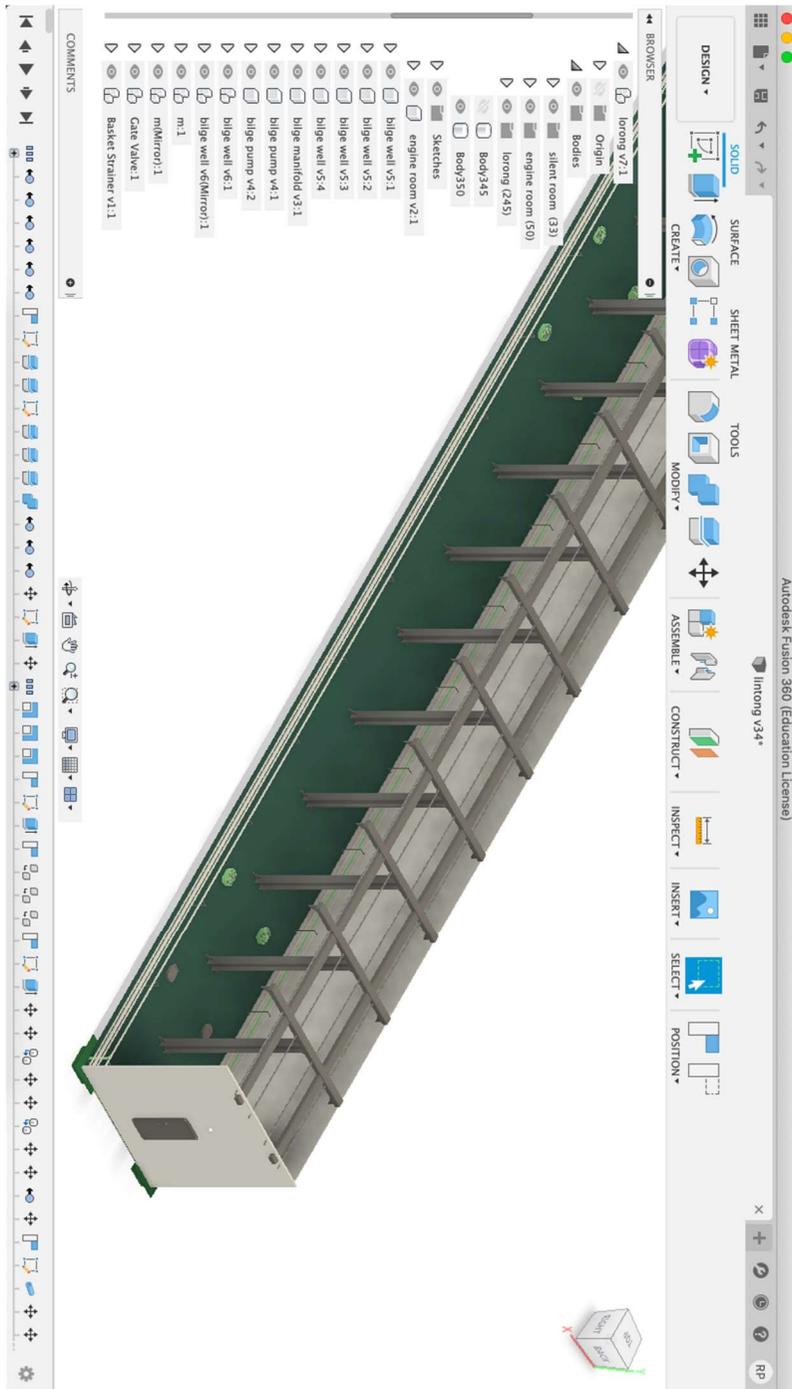
## Beri tanda centang ( v ) pada penilaian yang sesuai.

## Penilaian dinyatakan dengan nilai terendah ( 1 ) dan tertinggi ( 5 )

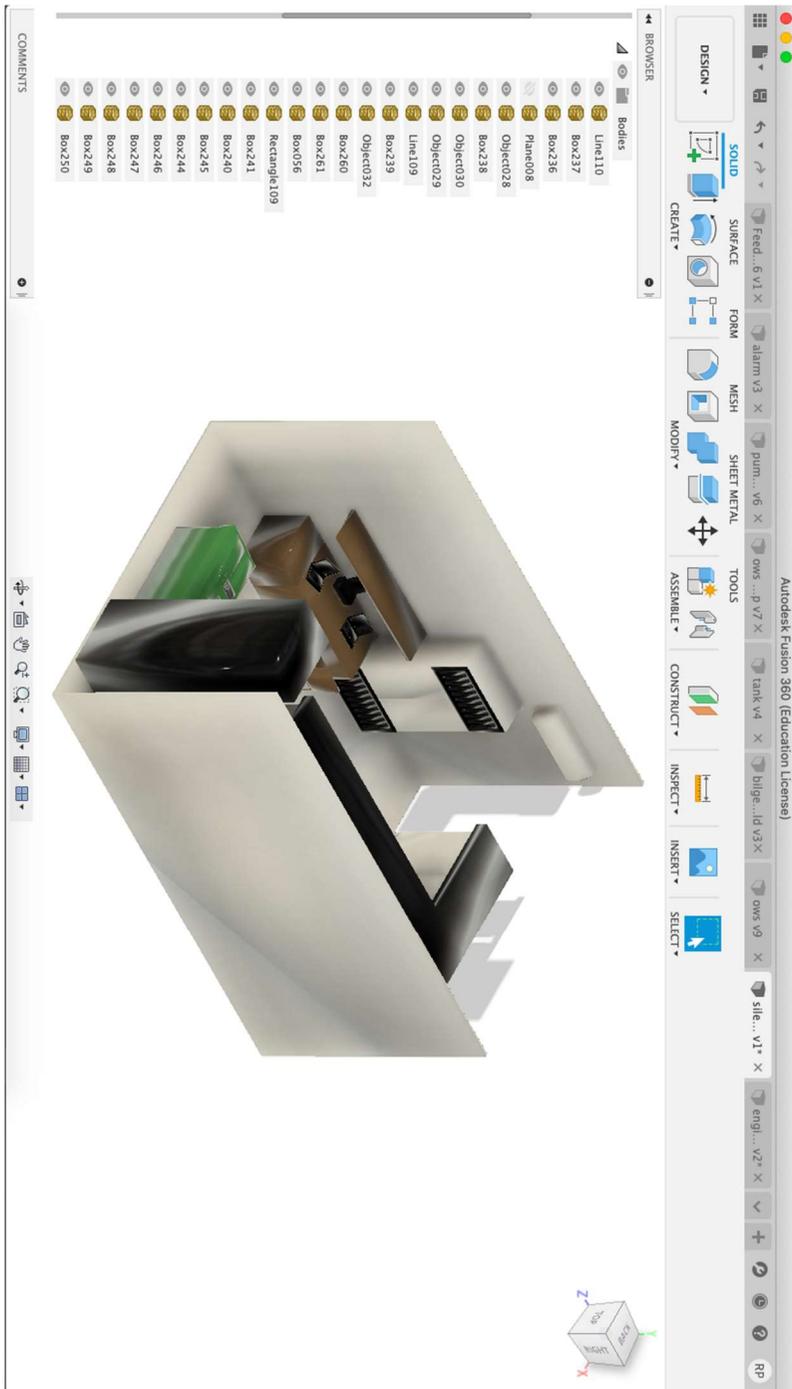
## Pengisian dapat dilakukan via online melalui [intip.in/VRsistemBilga](http://intip.in/VRsistemBilga)

No	Kriteria	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Apakah tampilan mudah dimengerti?					
2	Apakah model setiap alat terlihat aktual?					
3	Apakah fitur kontrol mudah digunakan?					
4	Apakah setiap tombol bekerja dengan tepat?					
5	Apakah aplikasi berjalan dengan lancar?					
6	Apakah pembelajaran sistem bilga dengan VR membantu dan menyenangkan?					
7	Apakah aplikasi VR sistem bilga dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran sistem bilga secara tatap muka?					
8	Apakah aplikasi memotivasi anda untuk belajar mengenai sistem bilga?					
9	Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman saat menjalankan aplikasi?					
10	Apakah kacamata VR nyaman saat digunakan untuk menjalankan aplikasi?					

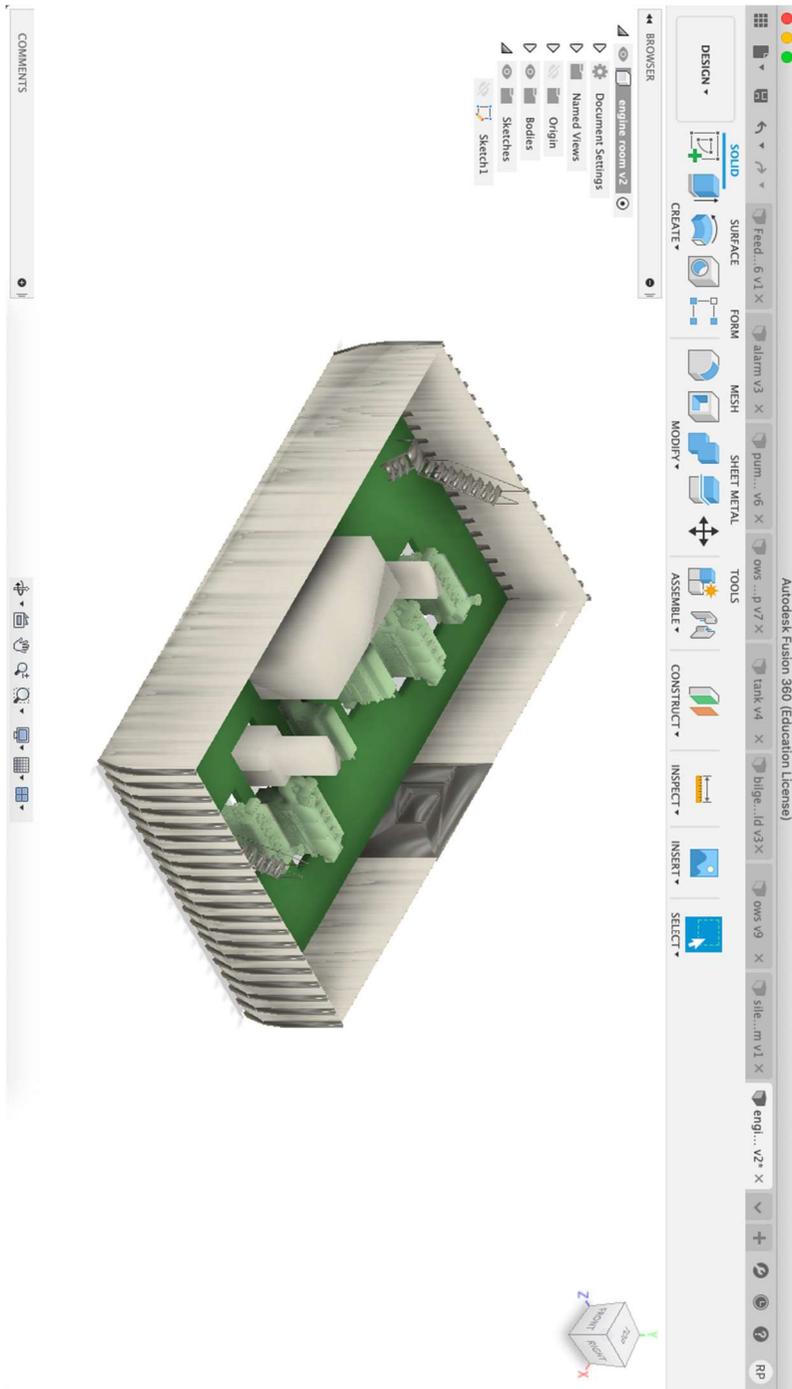
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



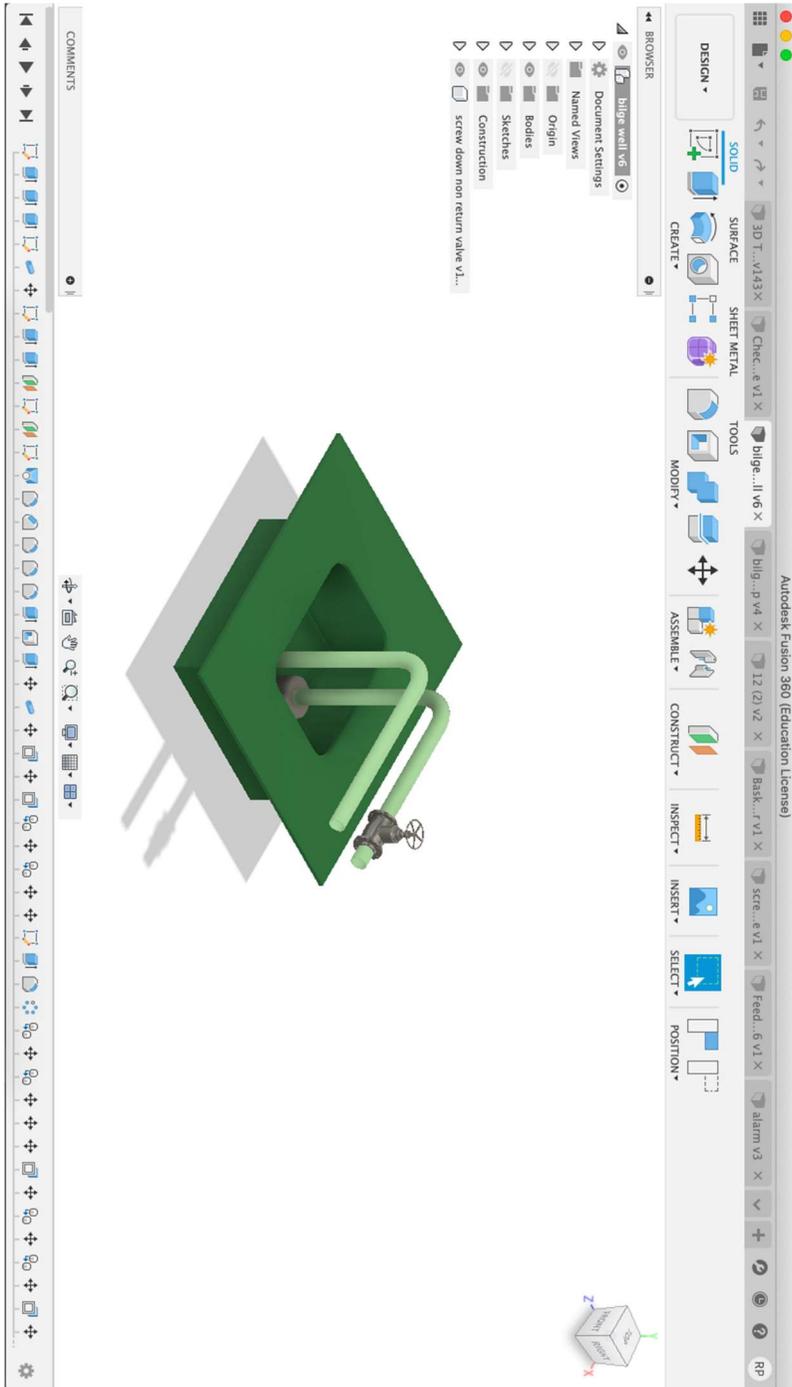
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



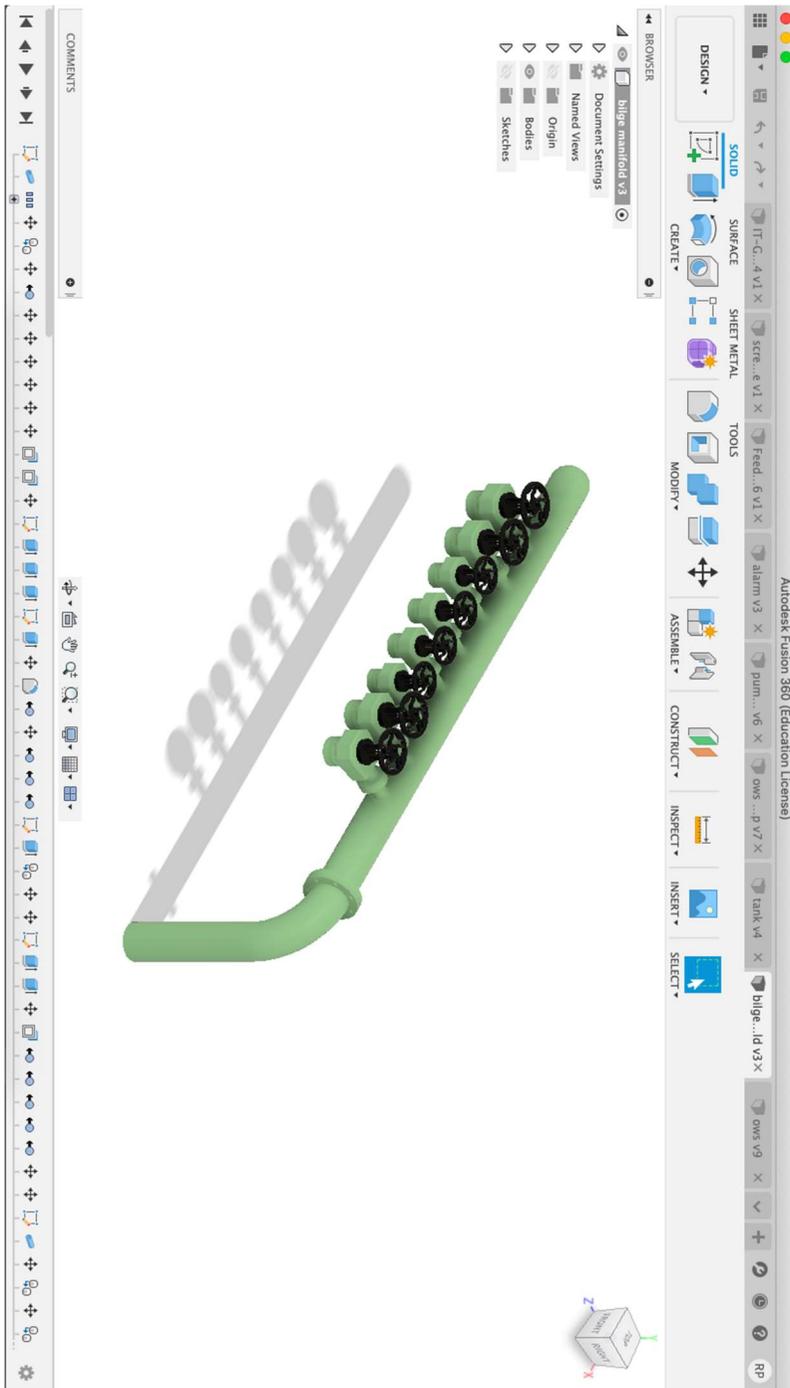
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



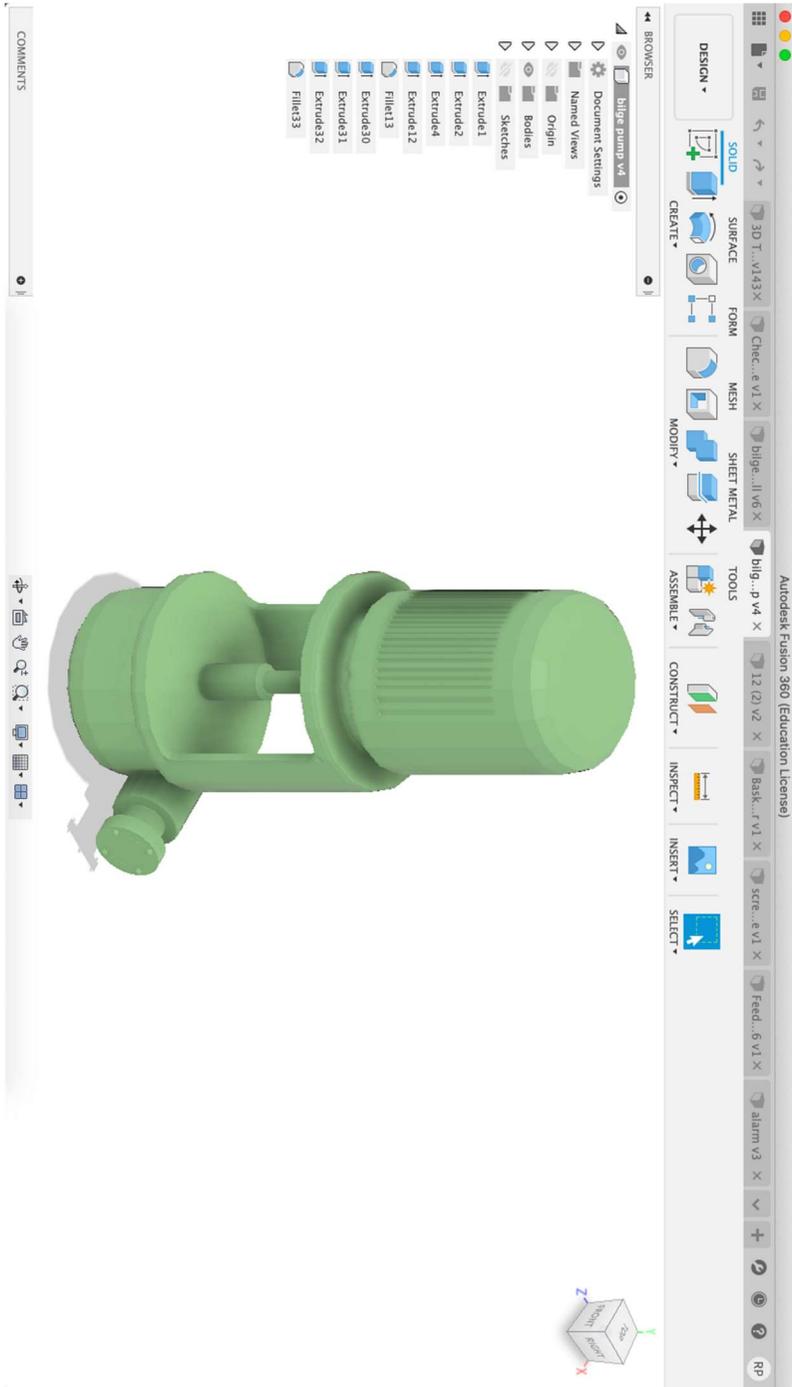
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



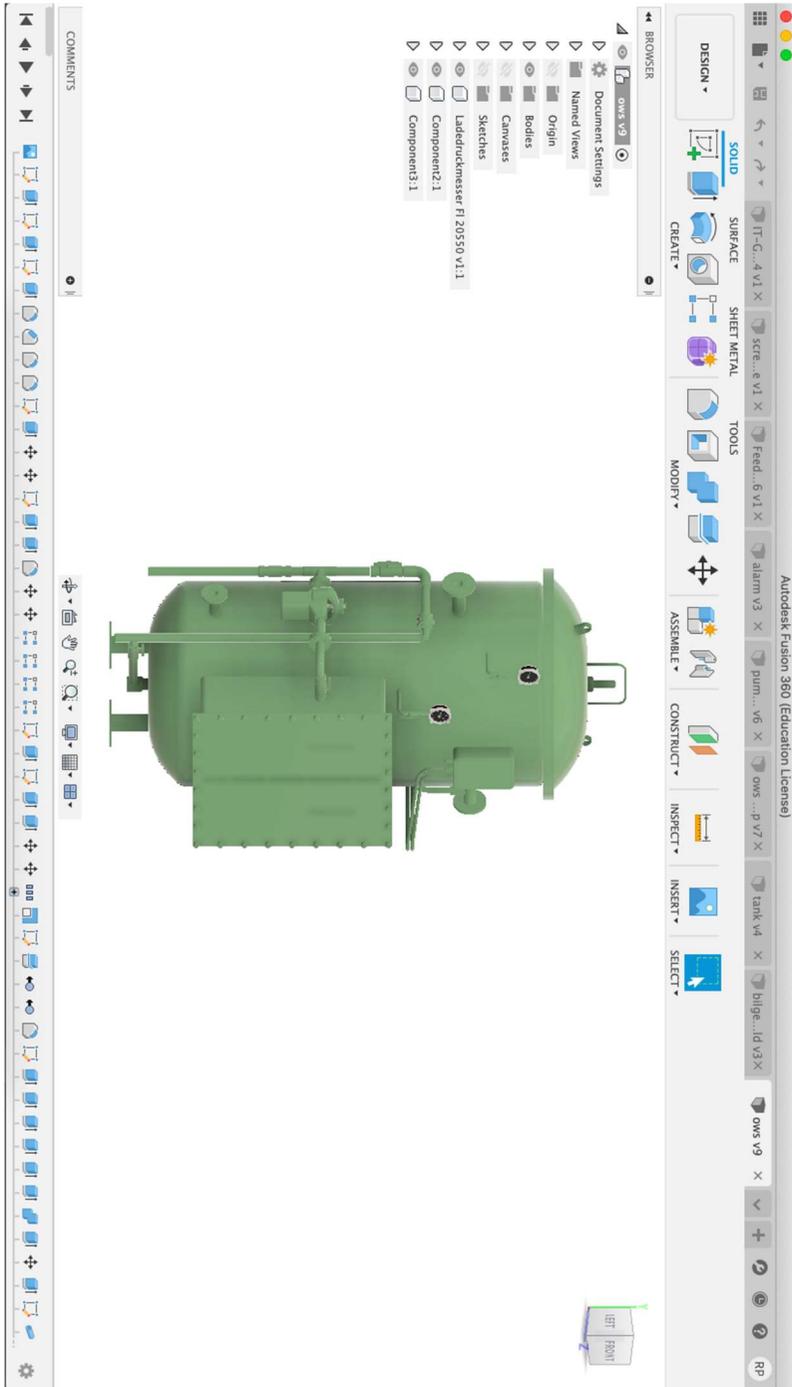
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



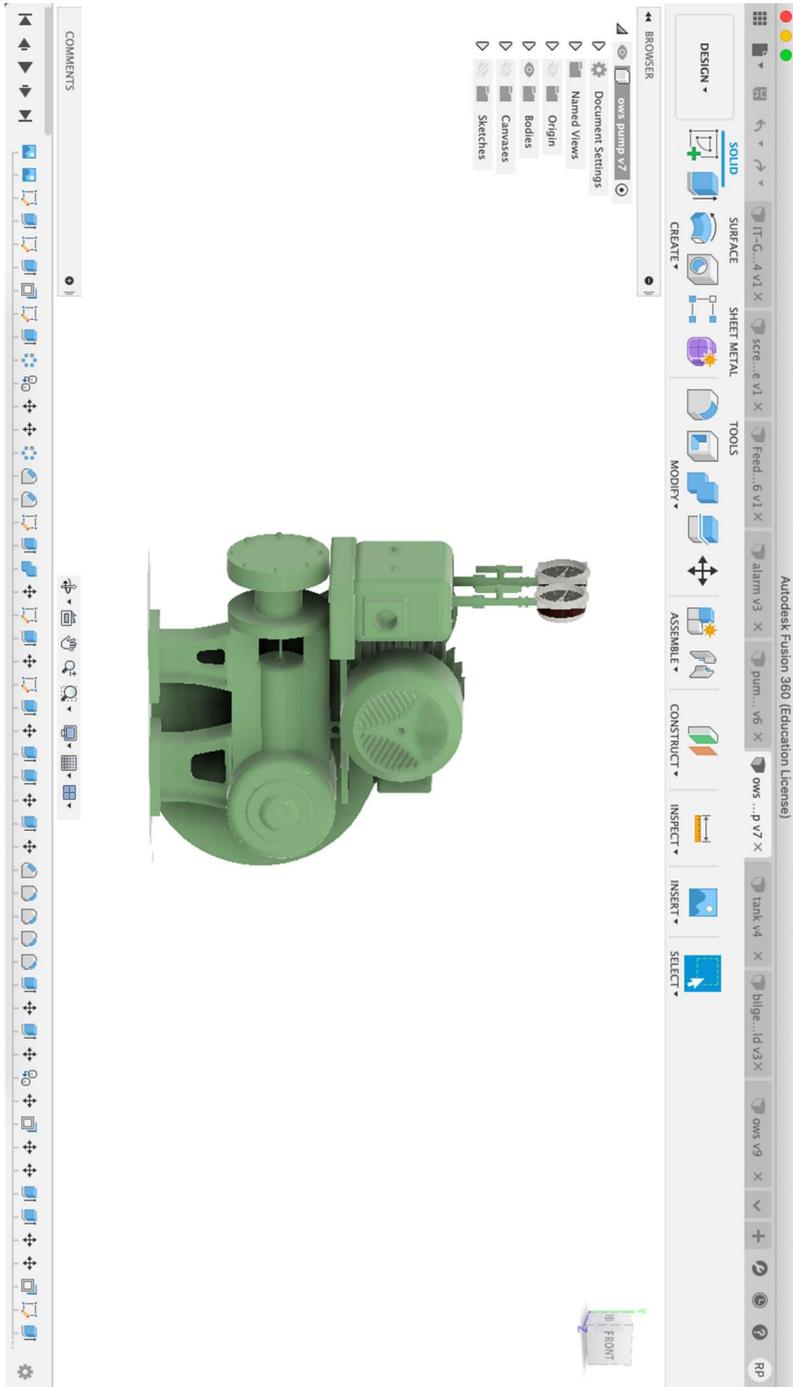
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



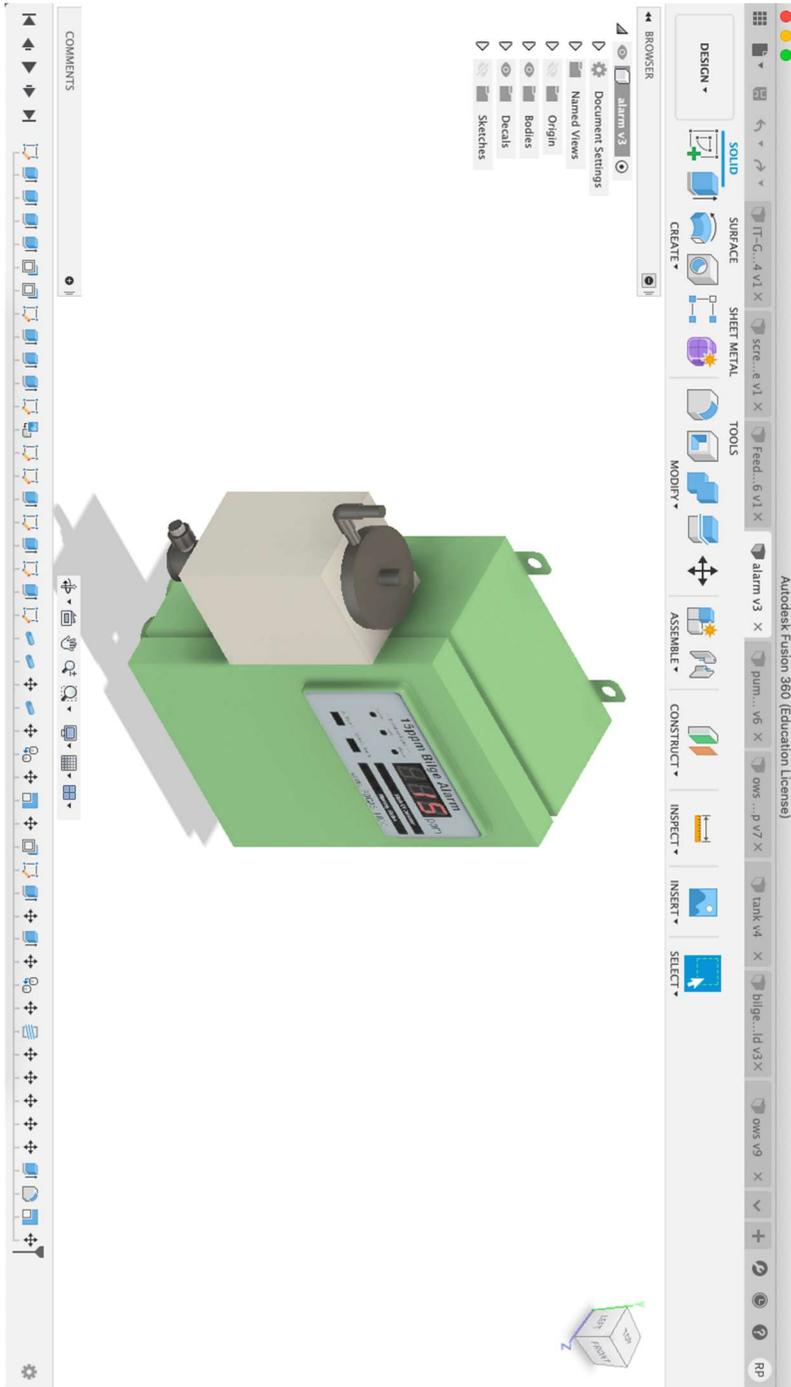
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



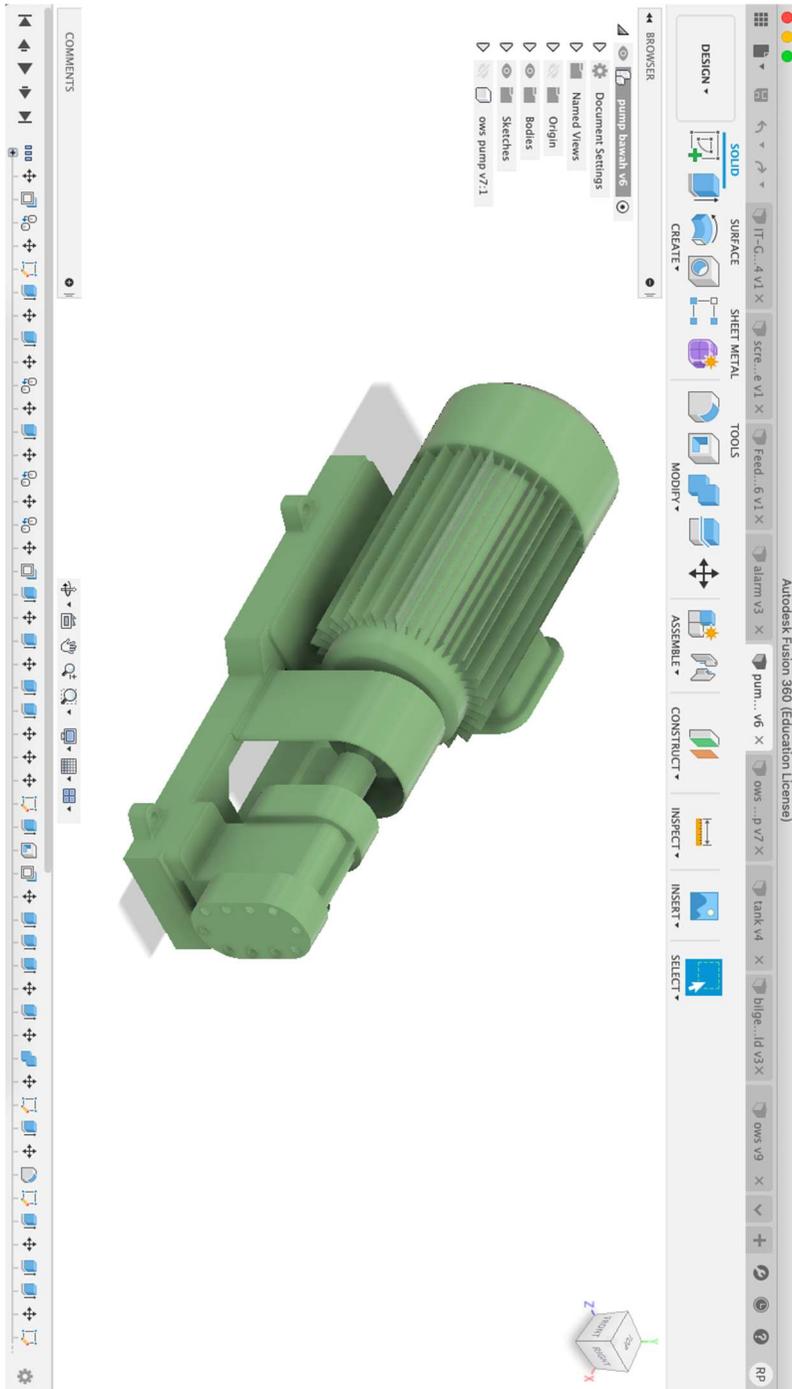
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



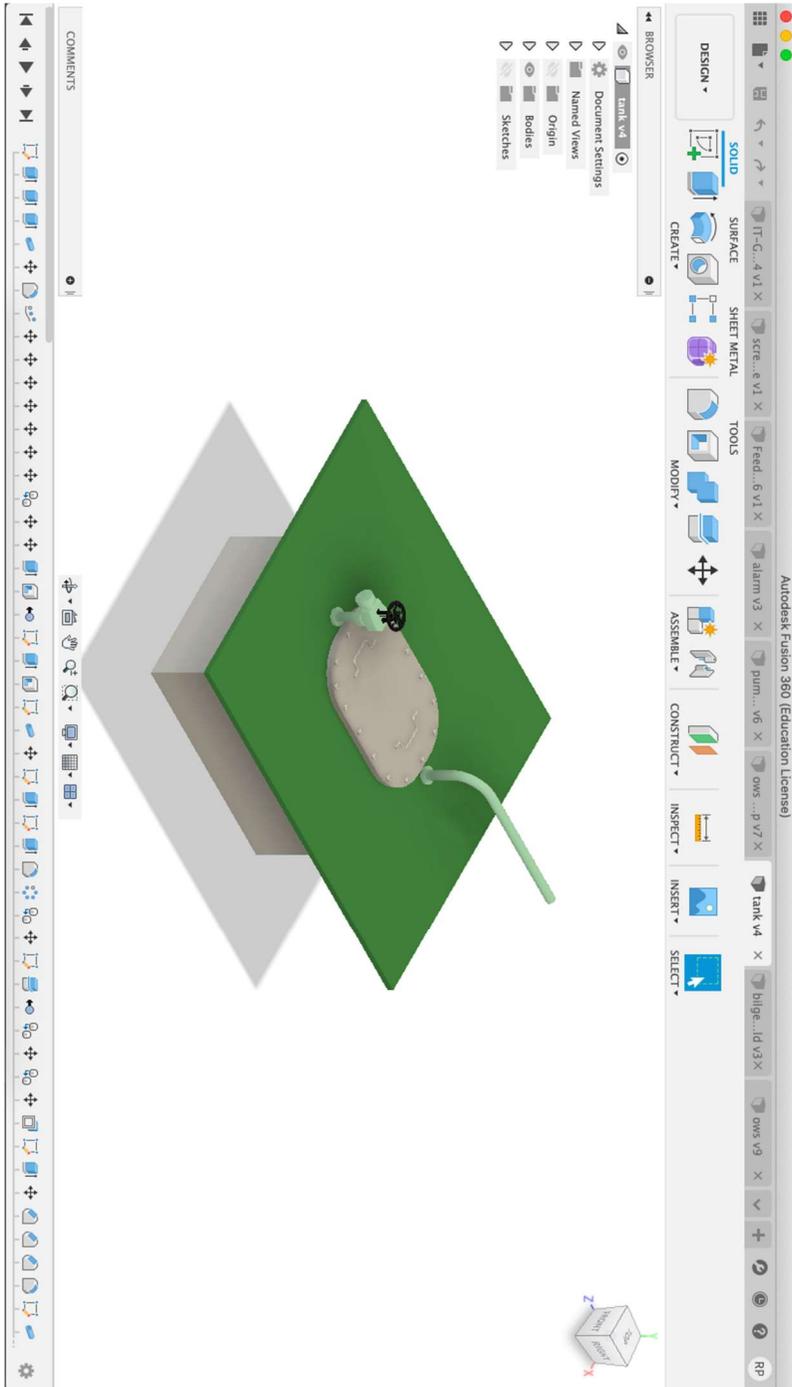
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



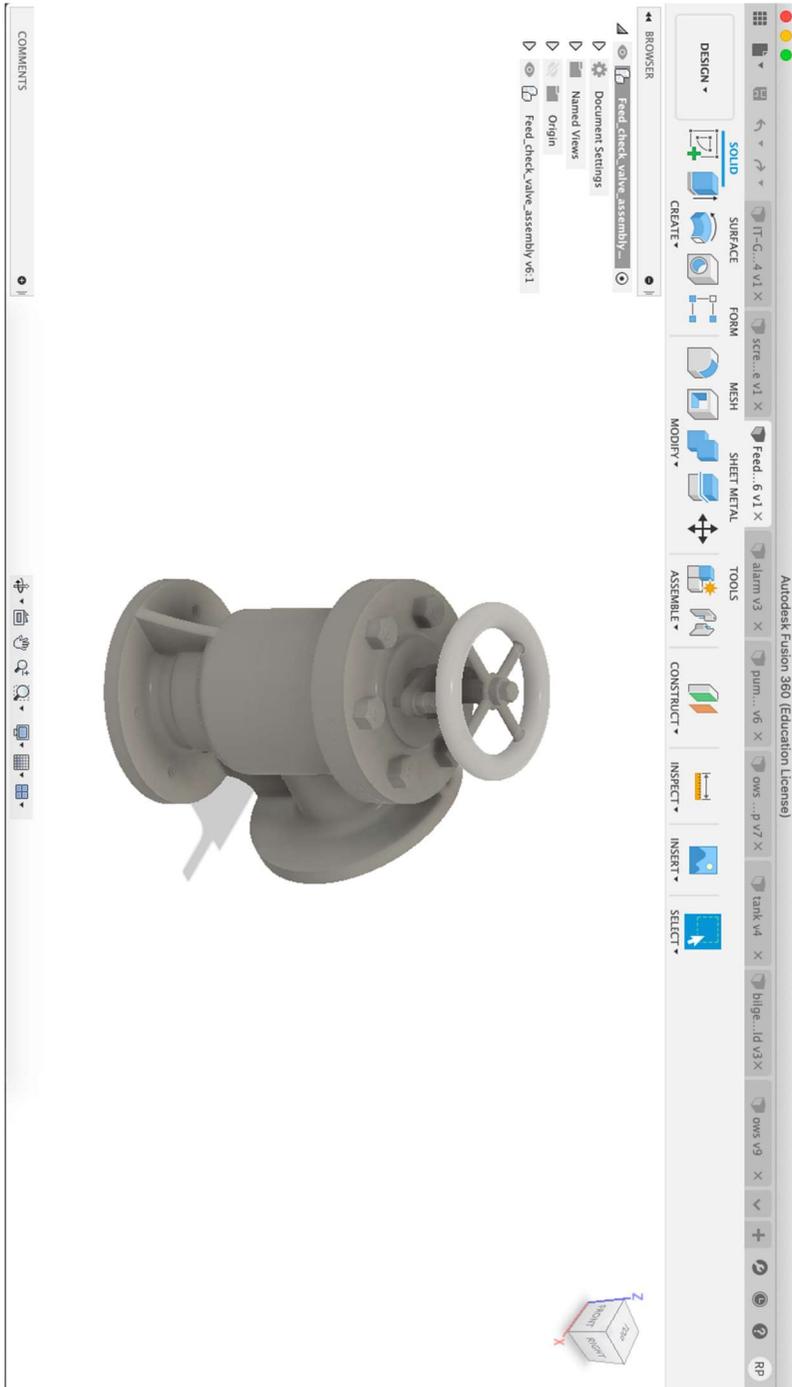
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



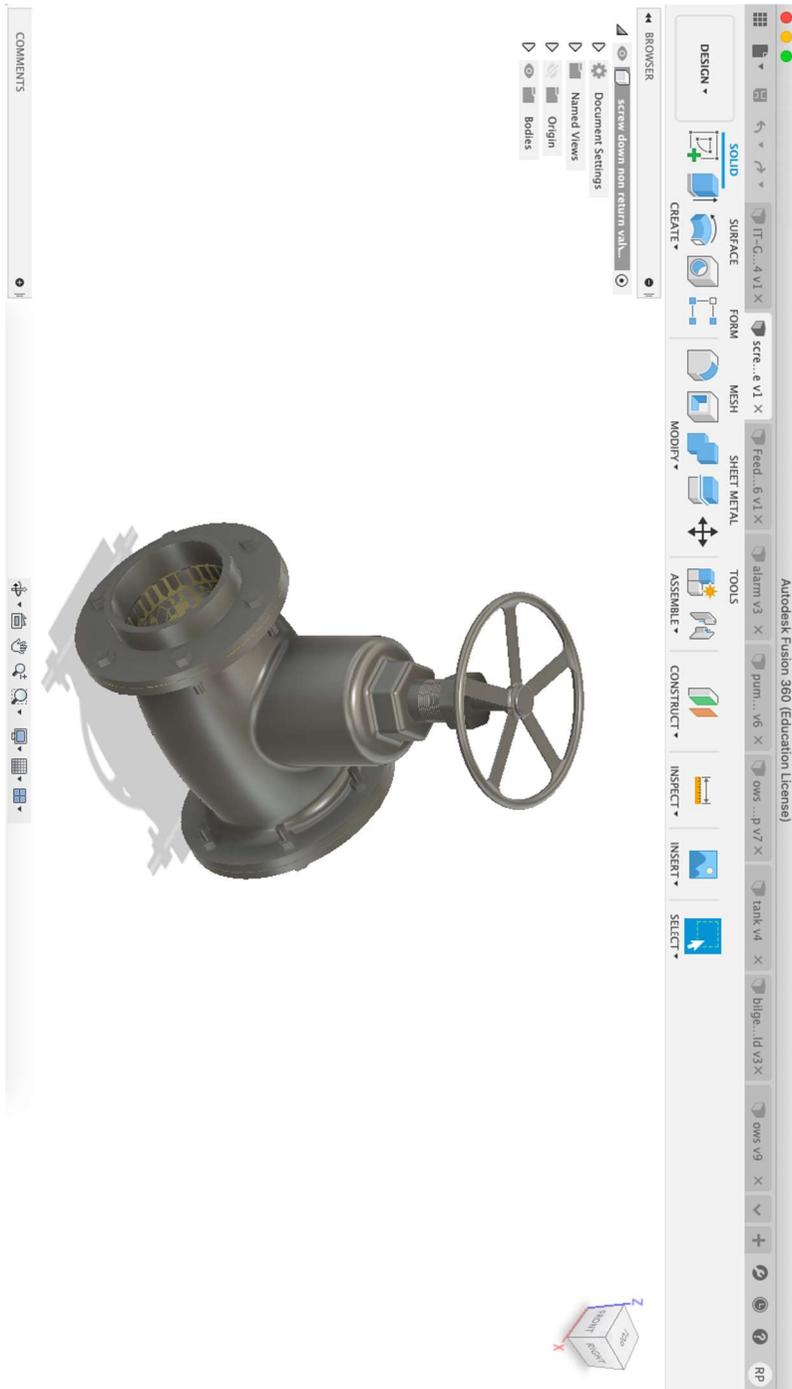
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



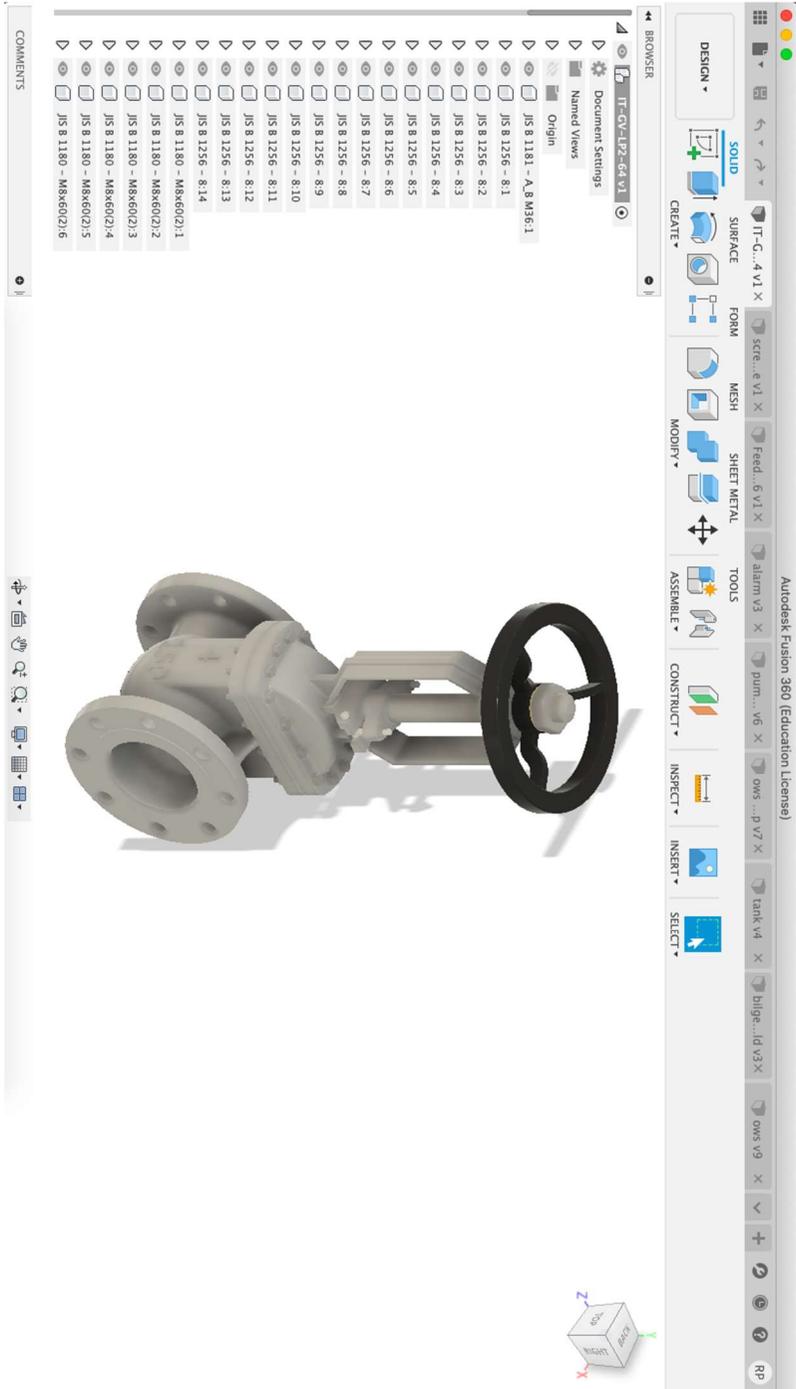
### APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



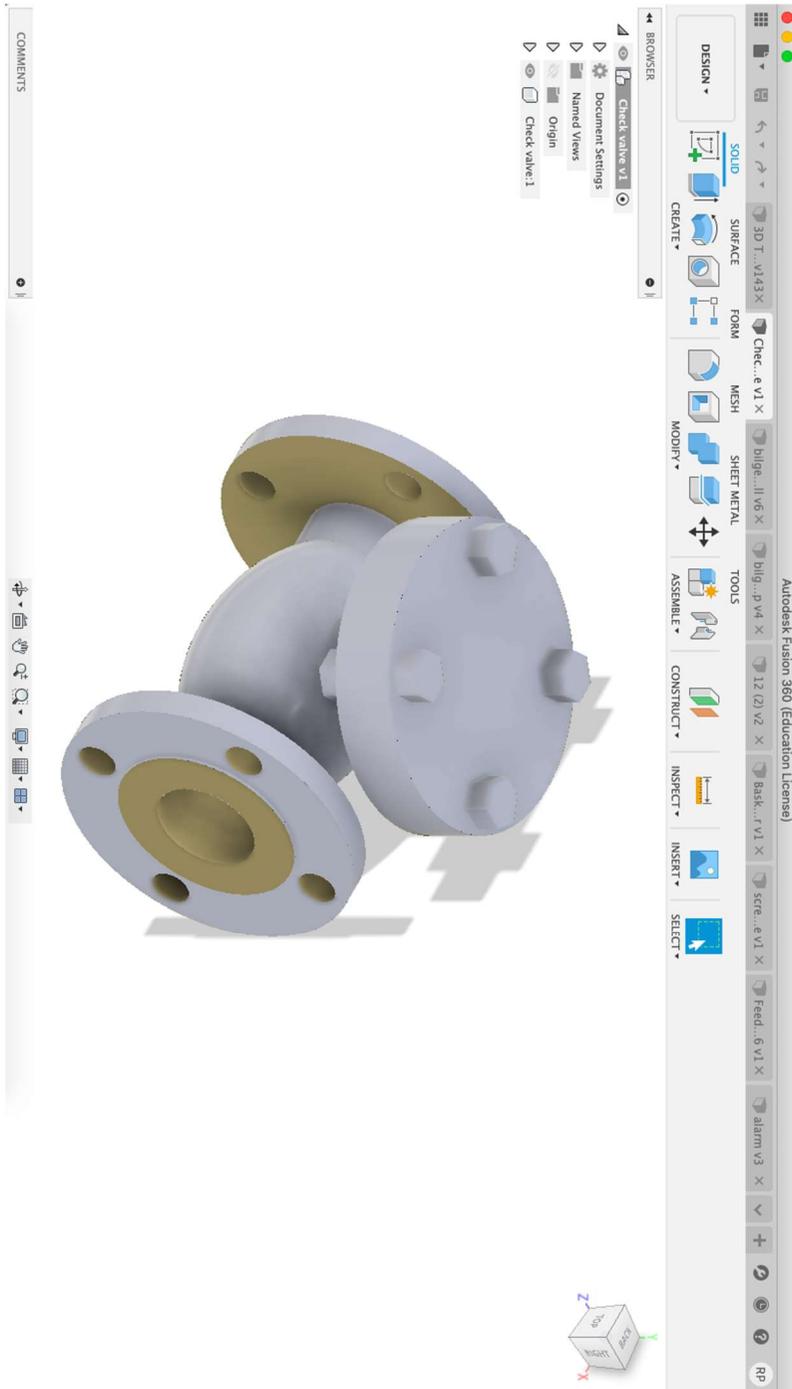
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



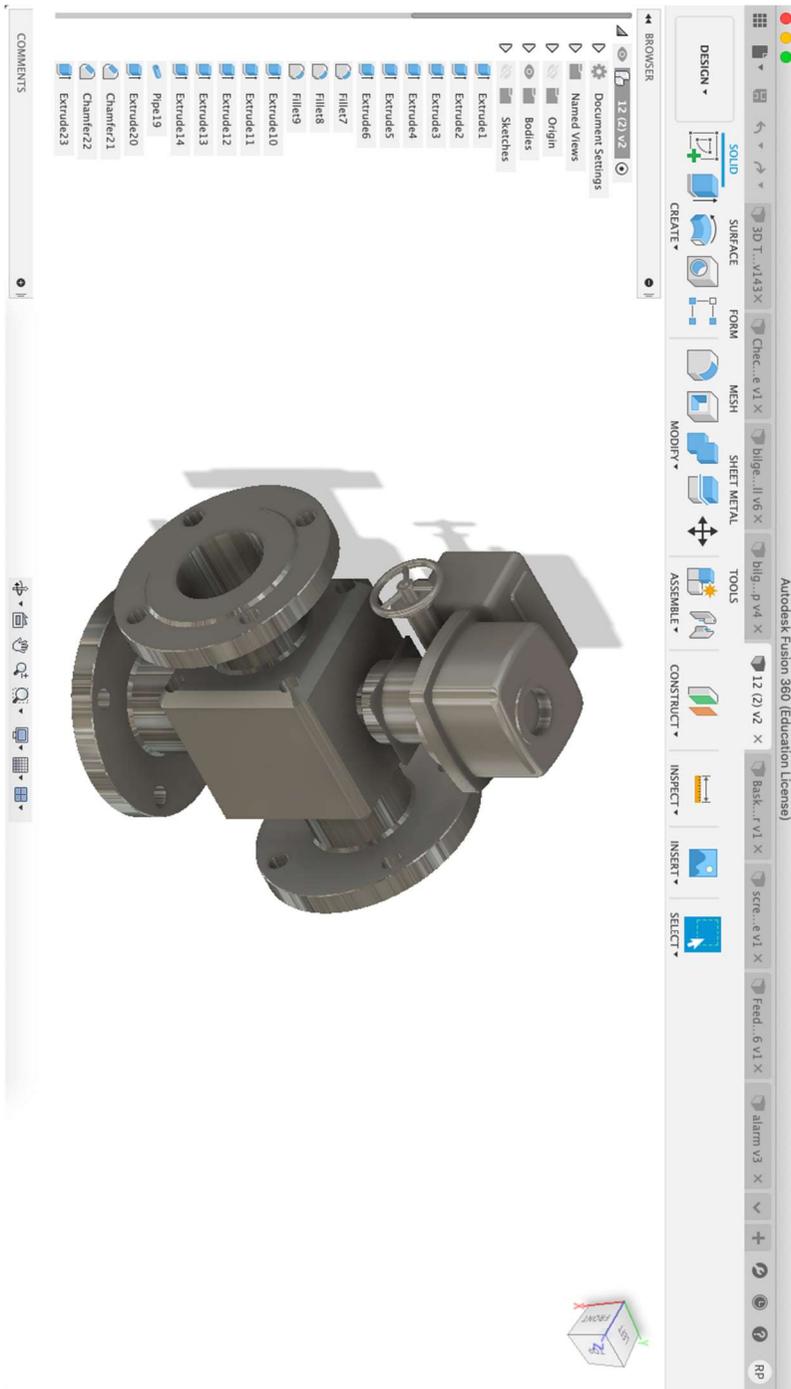
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



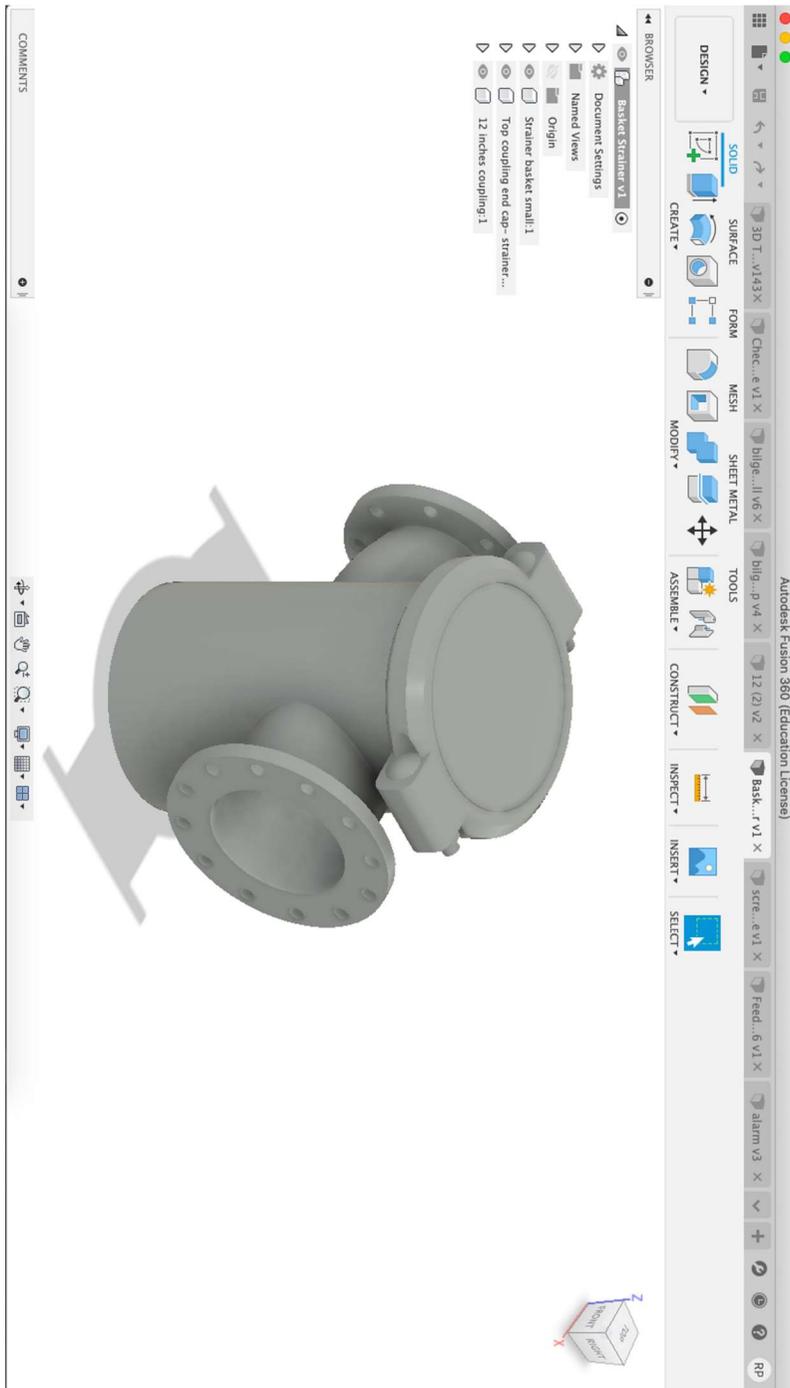
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



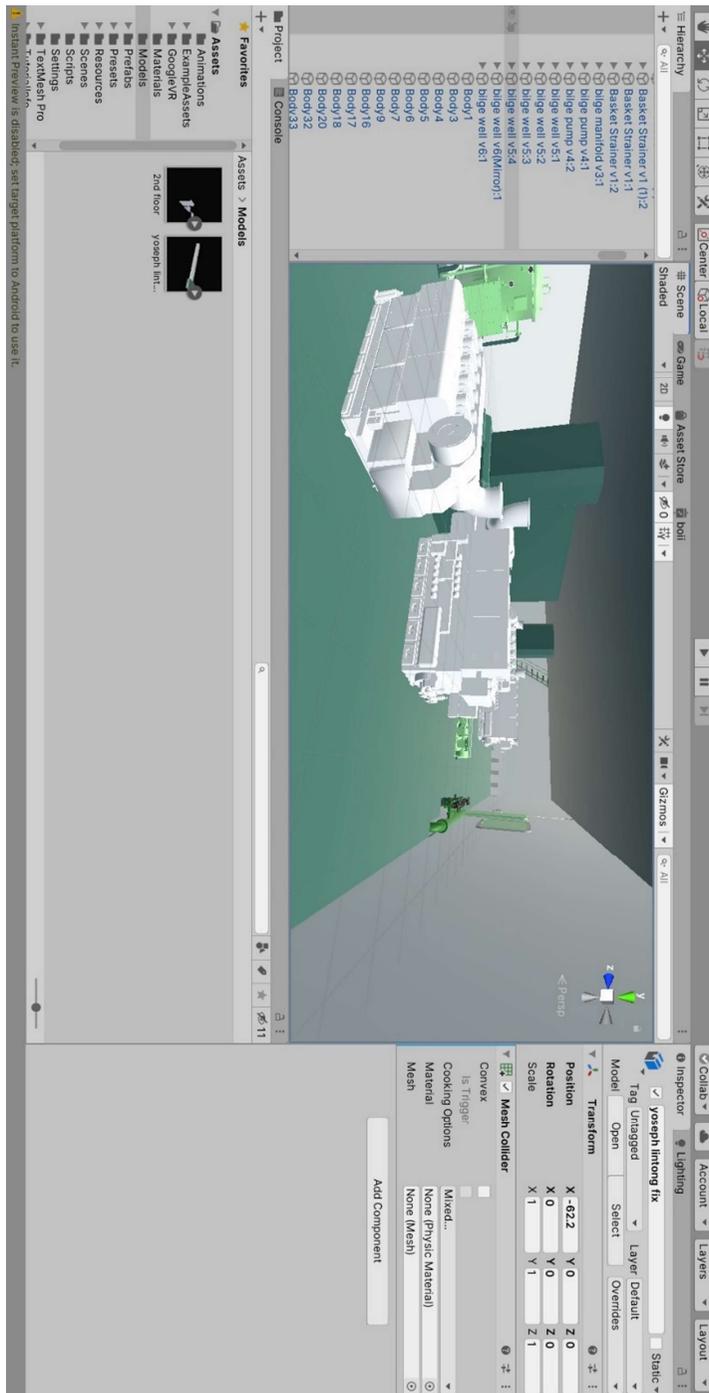
# APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



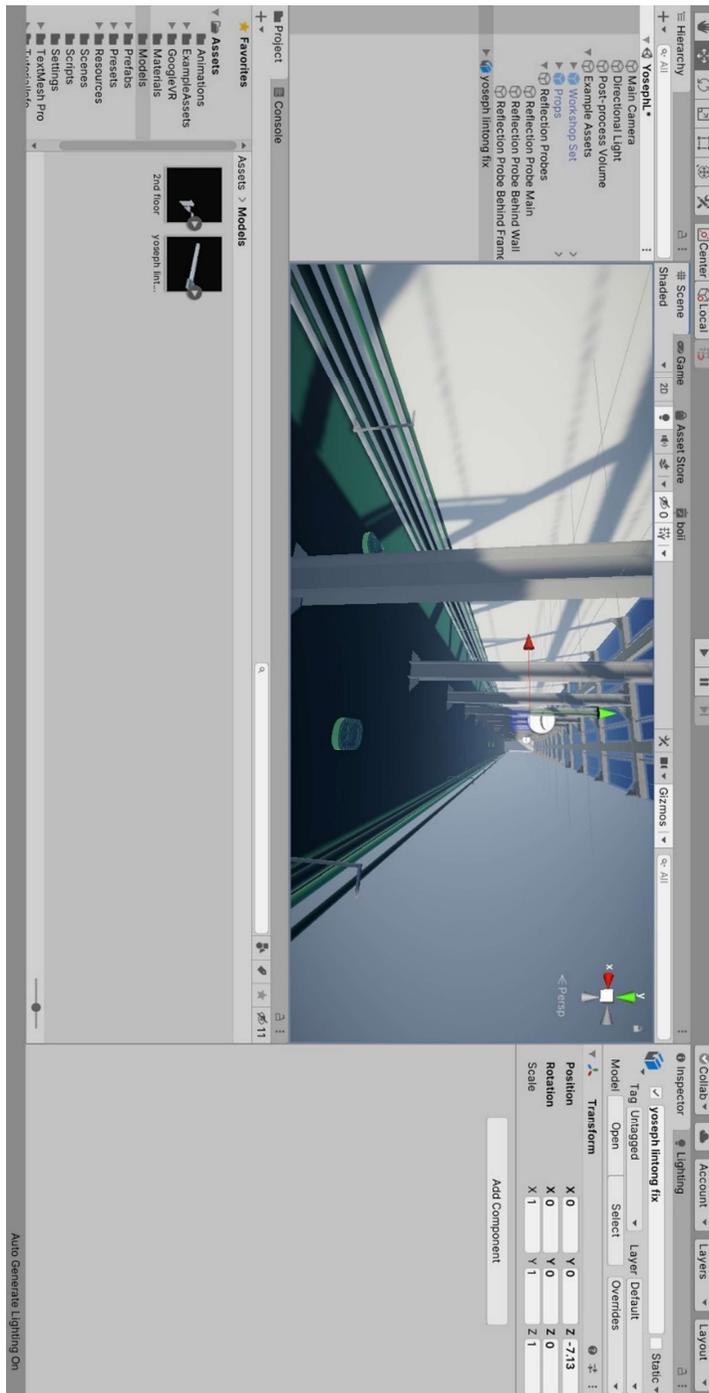
## APLIKASI FUSION 360 UNTUK DESAIN MODEL 3D



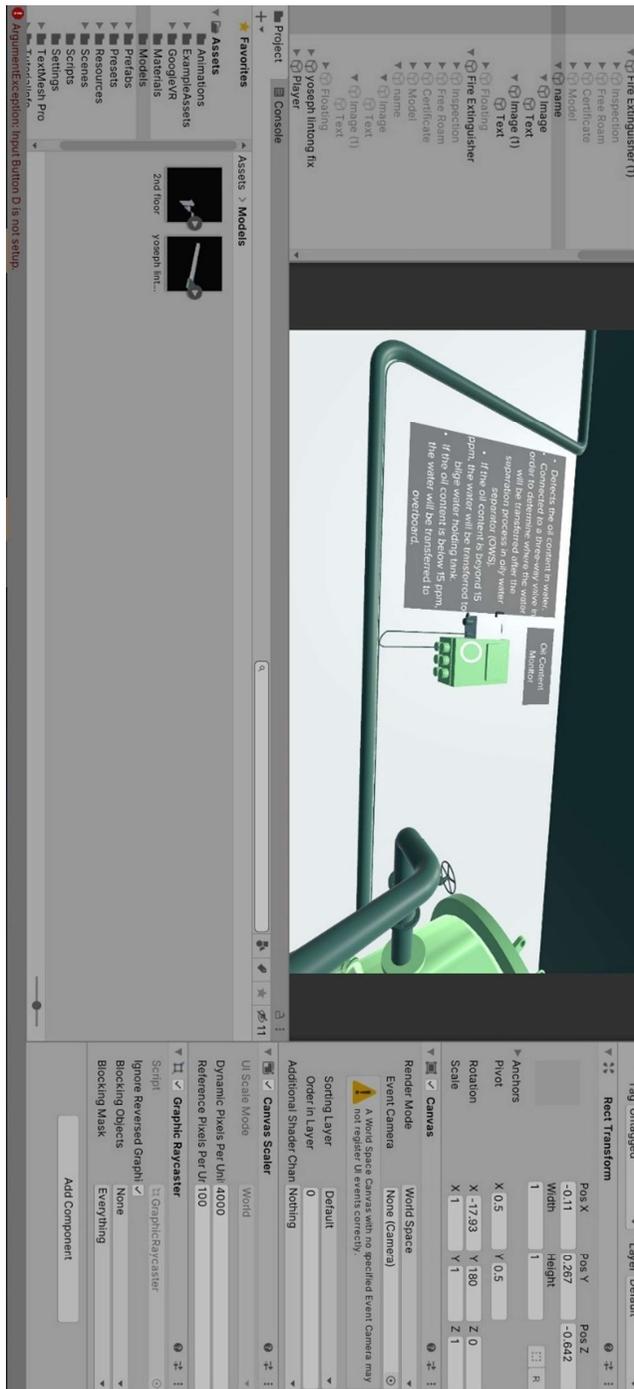
# APLIKASI UNITY UNTUK MEMBUAT APLIKASI VIRTUAL REALITY



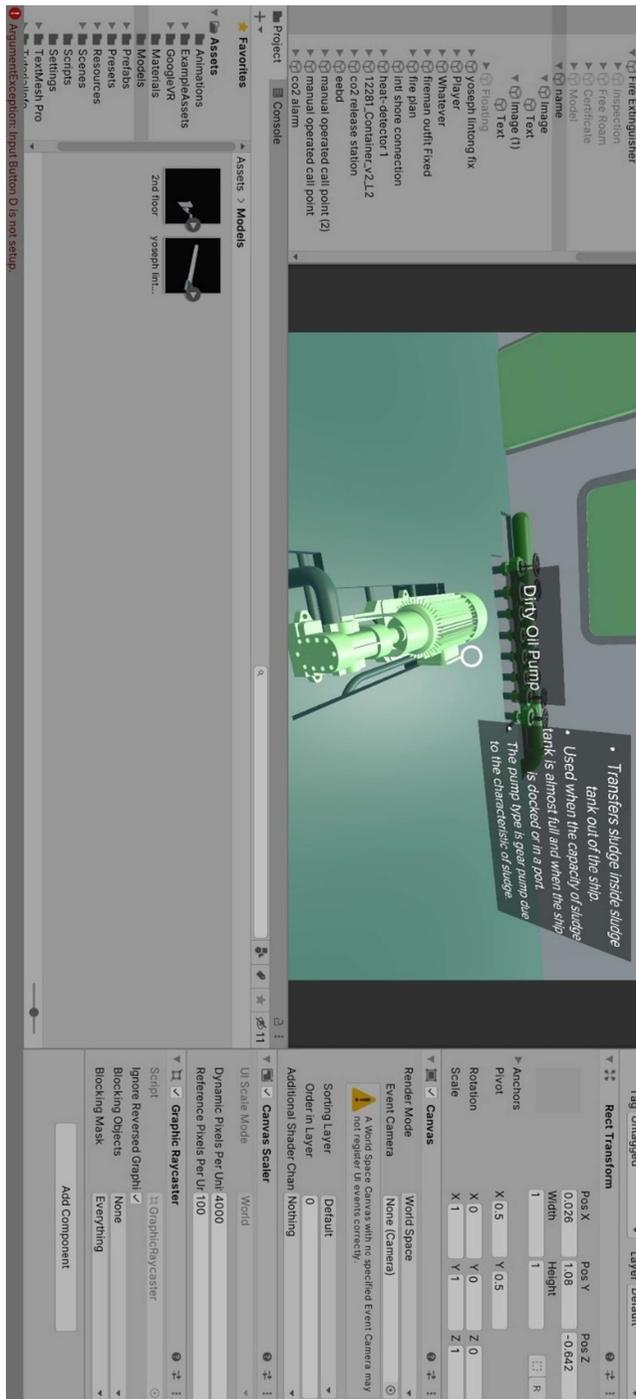
## APLIKASI UNITY UNTUK MEMBUAT APLIKASI VIRTUAL REALITY



# APLIKASI UNITY UNTUK MEMBUAT APLIKASI VIRTUAL REALITY



## APLIKASI UNITY UNTUK MEMBUAT APLIKASI VIRTUAL REALITY



## BIODATA PENULIS



**Yoseph Lintong Jayayudha Samosir** adalah anak kedua dari dua bersaudara yang lahir pada tanggal 24 April 1998 di Magelang dari pasangan suami istri Yohanes Zeffri Hamonangan Samosir dan Anna Veronica Yuliaty. Penulis berdomisili di Tangerang Selatan, Provinsi Banten. Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis yaitu TK Ricci II, SD Ricci II dan SD Santa Ursula BSD, SMP Santa Ursula BSD, dan SMA Kolese Kanisius. Jenjang pendidikan tinggi ditempuh di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penulis pernah menjalankan *on the job training* di dua perusahaan yaitu PT. Yasa Wahana Tirta Samudera (YWTS) Semarang dan PT. Nusantara Regas, Jakarta Pusat. Selain aktivitas akademik, penulis berpengalaman dan aktif tergabung dalam beberapa aktivitas organisasi dan acara kemahasiswaan. Penulis pernah menjadi bagian dari acara tahunan PETROLIDA 2017 sebagai *volunteer* dan PETROLIDA 2018 sebagai koordinator divisi perlengkapan. Penulis juga tergabung pada organisasi NACE SC ITS sebagai *committee* divisi *professionalism* pada tahun kepengurusan 2017/2018 dan *director* divisi *event* tahun kepengurusan 2018/2019. Pada tahun 2019, penulis menjadi ketua panitia *Marine Icon 2019* yang merupakan acara tahunan terbesar mahasiswa departemen teknik sistem perkapalan serta menjadi bagian dari keluarga laboratorium *Digital Marine Operation and Maintenance (DMOM)*. Selain itu, penulis aktif dalam mengikuti kegiatan pengembangan diri seperti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra Tingkat Dasar, *Character Building Training* Departemen Teknik Sistem Perkapalan, dan Pelatihan *AutoCad*. Apabila pembaca ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir serta ingin memberikan kritik dan saran, penulis dapat dihubungi melalui [yosephlintong@gmail.com](mailto:yosephlintong@gmail.com)