



TUGAS AKHIR - ME141501

**IMPLEMENTASI *INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS*
PADA KAPAL KONTAINER MENGGUNAKAN *AUGMENTED
REALITY***

RAHMAT DWICKY RIVALDO
NRP 04211640000083

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



TUGAS AKHIR- ME141501

**IMPLEMENTASI *INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS*
PADA KAPAL KONTAINER MENGGUNAKAN *AUGMENTED
REALITY***

RAHMAT DWICKY RIVALDO
NRP. 04211640000083

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS- ME141501

IMPLEMENTATION OF INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIAL ON CONTAINER VESSEL USING AUGMENTED REALITY

RAHMAT DWICKY RIVALDO
NRP. 04211640000083

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
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

Implementasi *Inventory of Hazardous Materials* Pada Kapal Kontainer Menggunakan *Augmented Reality*

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

Oleh:

RAHMAT DWICKY RIVALDO

NRP. 0421 16 40 000 083

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

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

NIP. 197601292001121001

()

Ir. Hari Prastowo, M.Sc

NIP. 196510301991021001

()

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS* PADA KAPAL KONTAINER MENGGUNAKAN *AUGMENTED REALITY*

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:

Rahmat Dwicki Rivaldo

NRP. 04211640000083

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



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

NIP. 197903192008011008

SURABAYA

AGUSTUS, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

IMPLEMENTASI *INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS* PADA KAPAL KONTAINER MENGGUNAKAN *AUGMENTED REALITY*

Nama mahasiswa : Rahmat Dwickly Rivaldo
NRP : 04211640000083
Pembimbing : 1. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T.,M.Sc.
2. Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

ABSTRAK

Pada saat ini kapal merupakan moda transportasi yang sangat penting di dunia, kapal mempunyai umur operasional dan harus didaur ulang jika sudah sampai pada usianya untuk menghemat biaya. Daur ulang kapal tidak dapat dilakukan dengan sembarangan karena kapal terdiri dari material yang bisa berbahaya bagi manusia dan lingkungan, berdasarkan hasil keputusan dari *Hongkong Convention* setiap kapal yang akan didaur ulang wajib memperhatikan *Inventory of Hazardous Material* (IHM) pada kapal yang akan di daur ulang tersebut. IHM berisi list material, lokasi, dan potensi zat berbahaya pada suatu komponen. Untuk mengetahui lokasi dari IHM perlu adanya pembacaan desain kapal yang benar oleh para pekerja dan observasi langsung ke kapal yang mana hal ini akan menghabiskan banyak biaya. Untuk menghemat biaya dan meningkatkan efektivitas salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan visualisasi lokasi dari IHM menggunakan *Augmented Reality*.

Tujuan penelitian ini adalah membuat aplikasi yang dapat memberikan visualisasi dari lokasi dan komponennn Kapal Meratus Benoa yang mengandung material berbahaya, agar dapat dipahami dan dijadikan media belajar. Pada penelitian ini terdapat alur kerja yang dimulai dengan identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, pemodelan 3D, pembuatan aplikasi AR, pengujian aplikasi, pengoperasian aplikasi dan pembagian kuesioner . Hasil dari tugas akhir ini berupa aplikasi android Augmented Reality yang menggunakan metode *Marker-Based Tracking* untuk pembacaannya yang berarti aplikasi ini membutuhkan media tambahan berupa *marker* untuk dideteksi oleh *smartphone* lalu akan muncul visualisasi 3D dalam bentuk *augmented reality*. Aplikasi ini akan dapat menunjang sektor maritim terutama dalam bidang edukasi *Inventory of Hazardous Material* (IHM) karena aplikasi ini menyajikan visualisasi 3D dari kapal Meratus Benoa dalam bentuk *augmented reality* yang mudah dipahami dan lebih efektif dan juga berisi informasi tentang komponen yang ada di kapal yang mengandung material berbahaya, lokasi dari komponen tersebut, material berbahaya yang dikandungnya, serta perkiraan kuantitas dari material berbahayanya.

Kata Kunci: *Augmented reality*, Pemodelan 3D, *Inventory of Hazardous Material*, Daur ulang, Media Belajar.

Halaman ini sengaja dikosongkan

IMPLEMENTATION OF INVENTORY OF HAZARDOUS MATERIALS ON CONTAINER VESSEL USING AUGMENTED REALITY

Nama mahasiswa : Rahmat Dwicky Rivaldo
NRP : 04211640000083
Pembimbing : 1. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T.,M.Sc.
2. Ir. Hari Prastowo, M.Sc.

ABSTRACT

At this time, the ship is a very important mode of transportation in the world, the ship has an operational age and must be recycled if it reaches its age to save costs. Ship recycling cannot be done haphazardly because the ship consists of material that can be dangerous to humans and the environment, based on the decision of the Hong Kong Convention each ship to be recycled must pay attention to the Inventory of Hazardous Material (IHM) on the ship to be recycled. IHM contains a list of materials, locations, and potentially hazardous substances in a component. To find out the location of the IHM it is necessary to read the correct ship design by the workers and direct observation to the ship which will cost a lot of money. To save costs and increase effectiveness one way that can be done is to visualize the location of IHM using Augmented Reality.

The purpose of this research is to visualize the location and equipments of Container Vessel MV. Meratus benoa that containing hazardous materials, so this research can be used as a learning media. In this research, there is a workflow that starts with problem identification, literature study, data collection, 3D modeling, AR application development, application testing, application operation, and questionnaires. distribution. The results of this final project are in the form of an Augmented Reality android application that uses the Marker-Based Tracking method for reading, which means this application needs an additional media, this application used Markers to be detected by a smartphone and the 3D visualization will appear in the form of augmented reality. This application will be able to support the maritime sector especially the education of Inventory of Hazardous Material(IHM). Because this application presents a 3D visualization of The Container Vessel MV. Meratus Benoa in the form of augmented reality which is easy to understand and more effective, and also contains the information about equipment contained the hazardous material, the location of the equipment, type of hazardous material, and the approximate quantity of the hazard.

Keywords: Augmented reality, 3D Modeling, Inventory of Hazardous Material, Recycled, Learning Media.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang memiliki judul “Implementasi *Inventory of Hazardous Material* Pada Kapal Kontainer Menggunakan *Augmented Reality*” 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, Insititut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak, karena dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapat dukungan dari beberapa pihak. Adapun pihak yang penulis maksud diantaranya :

1. Allah SWT atas segala nikmat-Nya, serta junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah memimpin kita ke jalan yang terang-benerang seperti sekarang ini.
2. Diri penulis yang tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir ini, demi menggapai cita-cita dan masa depan yang cerah.
3. Keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doanya untuk penulis.
4. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS,
5. Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, ST., M.Sc., dan Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis.
6. Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc selaku Ketua Laboratorium Digital Marine Operation and Maintenance (DMOM)
7. Bapak A.A. Bagus Dinariyana D.P., S.T., MES, Ph.D. sebagai dosen wali penulis yang selalu membimbing penulis selama berkuliah di Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
8. Bapak Idi Rambe sebagai *Ship Manager* di PT. Meratus yang mengizinkan penulis untuk mengambil data dan foto Kapal Kontainer MV. Meratus Benoa
9. Bapak Fahrudin sebagai *Superintendent* dan seluruh staff PT. Meratus yang membimbing penulis ketika melakukan pengambilan data dan gambar di Kapal Kontainer MV. Meratus Benoa
10. 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 Siswanto, S.T., M.T.,
11. Teman-teman satu bimbingan penulis yang saling menyemangati satu sama lain.

12. Keluarga satu angkatan Voyage '16 P-56 dan member Digital Marine Operation and Maintenance Laboratory yang telah memberikan banyak bantuan dan juga doa kepada penulis selama perkuliahan.

13. Dan seluruh pihak yang telah terlibat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam menulis laporan tugas akhir ini penulis menyadari banyaknya kendala dan keterbatasan wawasan serta ilmu pengetahuan yang penulis punya, sehingga tugas akhir ini tentu jauh dari kata sempurna. Penulis memohon maaf jika ada kesalahan yang penulis buat selama mengerjakan tugas akhir ini, untuk mencegah terulangnya kesalahan yang sama dan demi kebaikan kedepannya maka penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Penulis sangat berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Terima Kasih.

Duri, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat	2
BAB II DASAR TEORI.....	3
2.1 Konvensi Hongkong	3
2.2 <i>Inventory of Hazardous Material (IHM)</i>	3
2.2.1 Item-Item pada <i>Inventory of Hazardous Material</i>	3
2.2.2 Format Standar Penulisan pada IHM.....	5
2.3 Proses Daur Ulang Kapal.....	8
2.3.1 Pembongkaran Asbestos	10
2.3.2 Pembongkaran Polychlorinated Biphenyls (PCBs).....	11
2.4 <i>Augmented Reality</i>	12
2.4.1 Pemanfaatan <i>Augmented Reality</i>	12
2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan dari <i>Augmented Reality</i>	13
2.4.3 Metode <i>Augmented Reality</i>	13
2.4.4 Komponen Dari <i>Augmented Reality</i>	16
2.5 Blender.....	17
2.6 Autodesk Inventor	18
2.7 Unity.....	18
2.8 Vuforia.....	19
2.9 Hasil Yang Diharapkan.....	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Alur Penelitian	21
3.1.1 Identifikasi Masalah	22
3.1.2 Studi Literatur	22
3.1.3 Pengumpulan Data	22
3.1.4 Pemodelan 3D	22
3.1.5 Pembuatan Aplikasi	22
3.1.6 Pengujian Aplikasi	22
3.1.7 Pengoperasian Aplikasi.....	23
3.1.8 Pemodelan 3D	23
3.2 Timeline Pengerjaan Skripsi.....	23
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pengumpulan Data	25
4.1.1 Objek Penelitian	25
4.1.2 Informasi Umum	26
4.2 General Arrangement dan Engine Room Layout	26
4.3 List Equipmemt pada Kapal	28
4.3.1 Battery	28
4.3.2 CO ₂ Fire Fighting.....	28
4.3.3 Air Conditioner	29
4.3.4 Smoke Detector	29
4.3.5 Refrigerator	30
4.3.6 Electric Cable	30
4.3.7 Emergency Generator	31
4.3.8 Hydraulic Power Pump	31
4.3.9 Main Engine	32
4.3.10 Main Switch Board.....	32
4.3.11 Electric Panel	33
4.3.12 Wheel House	33
4.3.13 Wall Insulation	34
4.3.14 Proppeler Shaft.....	34

4.3.15 <i>Hull Draft</i>	35
4.3.16 <i>Watertight Door</i>	35
4.3.17 <i>Cranes</i>	36
4.3.18 <i>LO Standby Pump</i>	36
4.3.19 <i>Generator</i>	37
4.4 Pemodelan 3D	37
4.4.1 Model 3D Peralatan Kapal	37
4.4.2 Model 3D Ruangan.....	41
4.5 Pembuatan Augmented Reality pada Android	44
4.5.1 Desain Marker	44
4.5.2 <i>User Interface</i>	47
4.6 Tahap Analisa	52
4.6.1 Hasil Kuesioner	53
4.6.2 Analisa Hasil Kuesioner	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
REFERENSI	63
LAMPIRAN.....	65
BIODATA PENULIS	99

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Pembongkaran Kapal	8
Gambar 2. 2 Pembongkaran Kapal.....	9
Gambar 2. 3 <i>Piece cutting on site</i>	14
Gambar 2. 4 Alur Pembongkaran Asbestos	15
Gambar 2. 5 <i>Sensorama</i>	15
Gambar 2. 6 Marker-Based Tracking AR	16
Gambar 2. 7 Markerless AR.....	16
Gambar 2. 8 <i>Fitur AR pada Snapchat</i>	18
Gambar 2. 9 <i>Contoh 3D Object Tracking</i>	15
Gambar 2.10 “Motion Tracking ARCore Google	16
Gambar 2.11 GPS Based Tracking AR	16
Gambar 2.12 Blender	14
Gambar 2.13 Autodesk Inventor	14
Gambar 2.14 <i>Unity</i>	15
Gambar 2.15 Vuforia SDK.....	19
Gambar 2.16 “A” Deck View.....	20
Gambar 4.1 MV. Meratus Benoa	25
Gambar 4.2 <i>General Arrangement</i>	26
Gambar 4.3 <i>Engine Room Layout</i>	27
Gambar 4.4 Battery	28
Gambar 4.5 CO2 Fire Fighting.....	28
Gambar 4.6 Air Conditioner.....	29
Gambar 4.7 Smoke Detector	29
Gambar 4.8 Refrigerator.....	30
Gambar 4.9 Electric Cable	30
Gambar 4.10 Emergency Generator	31
Gambar 4.11 Hydraulic Power Pump.....	31
Gambar 4.12 Main Engine	32
Gambar 4.13 Main Switch Board.....	32
Gambar 4.14 Electric Panel.....	33
Gambar 4.15 Wheel House	33
Gambar 4.16 Wall Insulation	34
Gambar 4.17 Propeller Shaft	34
Gambar 4.18 Hull Draft.....	35
Gambar 4.19 Watertight Door.....	35
Gambar 4.20 Cranes	37
Gambar 4.21 LO Standby Pump	37
Gambar 4.22 Generator	38
Gambar 4.23 Penyusunan peralatan di <i>Engine Room</i>	41
Gambar 4.24 Penyusunan peralatan di <i>Steering Gear Room</i>	42
Gambar 4.25 Penyusunan peralatan di <i>Engine Control Room</i>	42
Gambar 4.26 Penyusunan peralatan di <i>Deck A</i>	42
Gambar 4.27 Penyusunan peralatan di <i>Navigation Deck</i>	43
Gambar 4.28 Penyusunan peralatan di <i>Upper F Castle</i>	43
Gambar 4.29 Penyusunan peralatan di <i>Lower F Castle</i>	43

Gambar 4.30 Penyusunan peralatan di <i>Main Deck</i>	44
Gambar 4.31 Penyesuaian Marker di Unity.	44
Gambar 4.32 Desain Marker	45
Gambar 4.33 <i>Main Menu</i>	48
Gambar 4.34 <i>About</i>	48
Gambar 4.35 <i>How to Use</i>	49
Gambar 4.36 Tampilan ketika Marker di deteksi	49
Gambar 4.37 Tampilan ketika tombol “Equipment” ditekan	50
Gambar 4.38 Informasi yang muncul ketika 3D Equipment ditekan	50
Gambar 4.39 Tampilan ketika tombol “How to Handle” ditekan	51
Gambar 4.40 Tampilan yang muncul ketika tombol “Asbestos” di tekan.	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Inventory Hazardous Material Part 1	4
Tabel 2. 2 Inventory Hazardous Material Part 2	4
Tabel 2. 3 Format Penulisan pada Material Bagian 1 Paint and Coating	5
Tabel 2. 4 Format Penulisan pada Material Bagian 1 Equipment and Machinery	5
Tabel 2. 5 Format Penulisan pada Material Bagian 1 Structure and Hull	6
Tabel 2. 6 Format Penulisan pada Material Bagian 2	6
Tabel 2. 7 Format Penulisan pada Material Bagian 3 Stores.....	7
Tabel 2. 8 Format Penulisan pada Material Bagian 3 Liquid Sealed	7
Tabel 2. 9 Format Penulisan pada Material Bagian 3 Gases Sealed	8
Tabel 2. 10 Format Penulisan pada Material Bagian 3 Reguler Consumable Goods.....	8
Tabel 2. 11 <i>Cara mengatasi PCBs</i>	12
Tabel 2.12 <i>Kelebihan dan kekurangan Augmented Reality</i>	13
Tabel 4.1 Informasi Umum dari MV. Meratus Benoa	26
Tabel 4. 2 Informasi IHM pada Battery	28
Tabel 4. 3 Informasi IHM pada <i>CO2 Fire Fighting</i>	28
Tabel 4. 4 Informasi IHM pada Air Conditioner	29
Tabel 4. 5 Informasi IHM pada Smoke Detector	29
Tabel 4. 6 Informasi IHM pada Refrigerator.....	30
Tabel 4. 7 Informasi IHM pada Electric Cable	30
Tabel 4. 8 Informasi IHM pada Emergency Generator.....	31
Tabel 4. 9 Informasi IHM pada Hydraulic Power Pump.....	31
Tabel 4. 10 Informasi IHM pada Main Engine	32
Tabel 4.11 Informasi IHM pada Main Switch Board.....	32
Tabel 4.12 Informasi IHM pada Emergency Switch Board/Electric Panel.....	33
Tabel 4.13 Informasi IHM pada Wheel House	33
Tabel 4.14 Informasi IHM pada Wall Insulation	34
Tabel 4.15 Informasi IHM pada Propeller Shaft	34
Tabel 4.16 Informasi IHM pada Hull Draft.....	35
Tabel 4.17 Informasi IHM pada Watertight Door	35
Tabel 4.18 Informasi IHM pada Cranes	36
Tabel 4.19 Informasi IHM pada LO Pump	36
Tabel 4.20 Informasi IHM pada Generator	37
Tabel 4.21 3D Peralatan IHM	37
Tabel 4.22 Daftar Pertanyaan Kuesioner.....	52
Tabel 4.23 Hasil Kuesioner	53
Tabel 4.24 Perhitungan dari pertanyaan no 1	54
Tabel 4.25 Perhitungan dari pertanyaan no 2.....	54
Tabel 4.26 Perhitungan dari pertanyaan no 3.....	55
Tabel 4.27 Perhitungan dari pertanyaan no 4.....	55
Tabel 4.28 Perhitungan dari pertanyaan no 5.....	56
Tabel 4.29 Perhitungan dari pertanyaan no 6.....	56
Tabel 4.30 Perhitungan dari pertanyaan no 7	57
Tabel 4.31 Perhitungan dari pertanyaan no 8.....	57
Tabel 4.32 Perhitungan dari pertanyaan no 9.....	58

Tabel 4.33 Perhitungan dari pertanyaan no 10.....	58
Tabel 4.34 Perhitungan Total.....	59
Tabel 4.35 Kategori penilaian aplikasi.....	60

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu transportasi penting yang memberi pengaruh besar untuk perkembangan zaman, dimana kapal membantu memudahkan manusia dalam mengirimkan orang ataupun barang dari satu pulau ke pulau lainnya. Dari tahun ke tahun kapal selalu berkembang baik dari segi fungsi maupun dimensi, akan tetapi kapal tidak dapat berfungsi selamanya. Kapal Memiliki umur untuk operasinya dimana rata rata umur kapal untuk beroperasi adalah 25-30 tahun. Jika kapal yang sudah melebihi umur untuk operasionalnya masih digunakan maka akan diperlukan banyak sekali perbaikan pada kapal tersebut, dimana biaya yang diperlukan untuk perbaikan tidak jauh beda dari pada biaya membangun kapal baru..

Untuk memanfaatkan nilai ekonomi dari kapal yang sudah berumur lebih dari umur operasionalnya maka diperlukan adanya daur ulang kapal tersebut, dimana kapal tersebut akan dibongkar dan diambil komponen-komponennya yang masih bisa digunakan. Akan tetapi proses pembongkaran tidak bisa dilakukan dengan sembarangan karena kapal terbuat dari banyak material yang dapat berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Untuk itu sebelum melakukan pembongkaran kapal, maka perlu dilakukan pemilahan mana saja material yang dapat membahayakan orang dan lingkungan. Untuk menanggapi hal ini, pada tahun 2009 *International Maritime Organization* (IMO) membuat pedoman untuk daur ulang kapal yang dibuat pada konvensi di Hongkong.

Konvensi Hongkong menetapkan tentang perlunya *Inventory of Hazardous Material* (IHM) , dimana IHM berfungsi sebagai pedoman yang berisi informasi tentang bahan berbahaya apa saja yang terdapat pada kapal yang dapat berbahaya bagi manusia dan lingkungan, IHM diharapkan dapat digunakan pada galangan sebagai panduan daur ulang kapal. IHM sendiri berisi daftar-daftar material berbahaya, lokasinya, jumlahnya, klasifikasi materialnya. (IMO, 2009)

Karena salah satu di dalam IHM terdapat lokasi material berbahayanya maka diperlukan adanya pembacaan desain kapal dengan benar oleh para pekerja yang melakukan daur ulang kapal. Untuk mengerti tentang desain kapal para pekerja harus memahami konsep desain kapal. Para pekerja harus diberikan materi dan pemahaman mengenai konsep desain kapal terlebih dahulu. Akan tetapi memahami materi saja tidak cukup, para pekerja perlu melakukan observasi langsung ke kapal untuk mengetahui lokasi pasti dari zat berbahaya yang masuk ke dalam list dari IHM. Untuk melakukan observasi kapal tentu akan dibutuhkan banyak aspek, dimulai dari perizinan, waktu, transportasi, biaya dan masih banyak lagi, hal ini pasti kurang efektif.

Untuk mempermudah pada pekerja memahami IHM tersebut maka diperlukan adanya media informasi yang dapat memberikan pemahaman visual yang baik untuk para pekerja, terutama bagi pekerja yang tidak paham tentang desain kapal secara utuh. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan visualisasi menggunakan teknologi 3D Virtual dengan memanfaatkan *Augmented Reality*. Dengan adanya *Augmented Reality* ini akan mempermudah para pekerja dalam menentukan lokasi lokasi dari bahan berbahaya tadi dan diharapkan dapat menunjang proses daur ulang dari kapal tersebut, terlebih lagi di zaman yang seperti sekarang ini dimana dunia digital sangat berkembang pesat maka pengimplementasian *Augmented Reality* akan sangat membantu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang penelitian diatas, maka dibuat rumusan masalah agar penyelesaian dari masalah tersebut dapat diselesaikan dengan seksama, adapun rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengimplementasikan *Inventory of Hazardous Material* pada Kapal MV. Meratus Benoa?
2. Bagaimana cara melakukan visualisasi dari lokasi *Inventory of Hazardous Material* pada Kapal MV. Meratus Benoa?
3. Bagaimana cara membangun *Augmented Reality* untuk *Inventory of Hazardous Material* sebagai media belajar?

1.3 Tujuan

Adapun Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengimplementasikan *Inventory of Hazardous Material* pada Kapal MV. Meratus Benoa
2. Untuk dapat melakukan visualisasi dari lokasi *Inventory Hazardous Material* pada Kapal MV. Meratus Benoa dengan model *Augmented Reality*
3. Untuk membangun media belajar mengenai *Inventory Hazardous Material* menggunakan visualisasi *Augmented Reality*

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini dibuat adanya batasan masalah sebagai acuan pada tugas akhir ini sehingga hasilnya akan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini diantaranya :

1. Penelitian ini hanya membangun *Augmented Reality* untuk *Inventory Hazardous Material* pada MV. Meratus Benoa berdasarkan standar dari American Bureau of Shipping (ABS)
2. Impelementasi IHM hanya pada equipment yang mengandung hazard yang terdapat pada Tabel A “*Material listed in appendix 1 of the Annex to the Convention*” dan Tabel B “*Material listed in appendix 2 of the Annex to the Convention*”, serta tidak termasuk melakukan *sampling check*.
3. Sistem *Augmented Reality* dibuat untuk *Smartphone* berbasis Android dengan metode *marker-based tracking*

1.5 Manfaat

1. Dari Sisi Akademik
Dapat meningkatkan dan menunjang proses belajar karena dengan adanya visualisasi menggunakan *Augmented Reality* akan memudahkan mahasiswa memahami gambar.
2. Secara Praktek
Diharapkan hasil dari tugas akhir ini dapat menjadi acuan bagi galangan daur ulang kapal untuk mengidentifikasi material berbahaya pada kapal.
3. Dari Sisi Lingkungan
Diharapkan dengan adanya visualisasi lokasi-lokasi *Inventory Hazardous Material* untuk galangan kapal, dapat mengurangi kesalahan ketika melakukan daur ulang yang berdampak bagi lingkungan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Konvensi Hongkong

Konvensi Hongkong merupakan konvensi internasional yang dilaksanakan pada May 2009 di Hongkong dengan negara anggota dari *International Maritime Organization* (IMO) sebagai pesertanya. Dimana konvensi ini berfokus pada daur ulang kapal yang aman dan ramah lingkungan. Semua pihak yang terlibat dalam konvensi hongkong ini diharapkan dapat memberi pengaruh dalam mencegah, mengurangi, meminimalkan kecelakaan, cedera dan dampak buruk lainnya terhadap manusia dan lingkungan yang diakibatkan oleh proses daur ulang kapal. Pada konvensi ini salah satunya menghasilkan *Inventory Hazardous Material* yang di dalamnya terdapat ketentuan ketentuan yang harus dilakukan sebelum daur ulang kapal. Ketentuan ini berlaku bagi kapal-kapal yang berbendera anggota dari konvensi ini. Ketentuan yang ada akan berlaku bagi kapal kapal diatas 500GT dan untuk kapal yang ukurannya masih dibawah 500 GT tidak diwajibkan mengikuti aturan ini, dan untuk kapal militer ataupun kapal yang bertugas untuk pemerintahan tidak diwajibkan mengikuti aturan dari konvensi ini tetapi tetap memastikan bahwa kapalnya tetap aman dan ramah lingkungan. (IMO, 2009)

2.2 *Inventory of Hazardous Material* (IHM)

Inventory of Hazardous Material (IHM) adalah salah satu hasil dari Konvensi Internasional yang diadakan di Hongkong yang tujuan dibentuknya adalah sebagai pedoman yang berisi tentang item-item dan bahan-bahan di dalam kapal yang dapat memberi pengaruh buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan. IHM harus ada pada kapal yang baru dibangun dan kapal yang sudah ada dimana IHM berisi tentang rincian dari item-item dan bahan-bahan yang berbahaya pada kapal, lokasi dari item tersebut, serta penggunaannya, yang mana dengan adanya IHM diharapkan dapat membantu pihak pengelola galangan daur ulang kapal untuk menyusun rincian proses daur ulang pada kapal yang sudah pada umur operasionalnya atau pada kapal yang akan di daur ulang. IHM sendiri merupakan pengembangan dari *Green Passport* (GP) pada resolusi IMO A.962 (23), pedoman IMO tentang daur ulang kapal. IHM tentunya berbeda dari GP, cakupan dari IHM lebih rinci dan lebih akurat dimana datanya mencakup dari zat berbahaya dari daftar-daftar item dan jika diperlukan bisa adanya prosedur pengambilan sampel. (ABS, 2016)

2.2.1 Item-Item pada *Inventory of Hazardous Material*

IHM sangat berguna di kapal, karena banyaknya material yang terdapat dalam IHM maka material-material itu dikelompokkan menjadi beberapa bagian, berdasarkan dari *ABS Guide for The Inventory Of Hazardous Materials Section 3* tentang *Development of the Inventory of Hazardous Materials* terdapat tabel-tabel yang berisi material, inventaris, dan nilai ambang dari material. Adapun tabel-tabelnya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 *Inventory Hazardous Material Part 1*
Sumber : (ABS, 2016)

No	Materials		Inventory			Threshold Value
			Part I	Part II	Part III	
A-1	Asbestos		X			0.1% ⁴
A-2	Polychlorinated Biphenyls (PCBs)		X			50 mg/kg ⁵
A-3	Ozone Depleting Substances*	CFCs	X			No threshold value ⁶
		Halons	X			
		Other Fully Halogenated CFCs	X			
		Carbon Tetrachloride	X			
		1,1,1Trichloroethane(Methyl Chloroform)	X			
		Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)	X			
		Hydrobromofluorocarbons	X			
A-4	Anti-fouling systems containing organotin compounds as a biocide			X		2,500 mg total Tin/lg ⁷

Tabel 2. 2 *Inventory Hazardous Material Part 2*
Sumber : (ABS, 2016)

No	Materials	Inventory			Threshold Value
		Part I	Part II	Part III	
B-1	Cadmium and Cadmium Compounds	X			100 mg/kg ⁸
B-2	Hexavalent Chromium and Hexavalent Chromium Compounds	X			1,000 mg/kg ⁸
B-3	Lead and Lead Compounds	X			1,000 mg/kg ⁸
B-4	Mercury and Mercury Compounds	X			1,000 mg/kg ⁸
B-5	Polybrominated Biphenyl (PBBs)	X			50 mg/kg ⁹
B-6	Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs)	X			1,000 mg/kg ⁸

B-7	<i>Polychloronaphthalanes (more than 3 chlorine atoms)</i>	X			50 mg/kg ¹⁰
B-8	<i>Radioactive Substances</i>	X			No threshold value ¹¹
B-9	<i>Certain Shortchain Chlorinated Paraffins (Alkanes, C10-C13, chloro)</i>	X			1% ¹²

2.2.2 Format Standar Penulisan pada IHM

Untuk memudahkan dalam pendataan material berbahaya maka diperlukan adanya format penulisan, berdasarkan dari *ABS Guide for The Inventory Of Hazardous Materials Section 3* tentang *Development of the Inventory of Hazardous Materials* terdapat tabel-tabel format penulisan.

2.2.2.1 Format Standar Penulisan Bagian 1

A. Paint And Coating

Tabel 2. 3 Format Penulisan pada Material Bagian 1 *Paint and Coating*
Sumber : (ABS, 2016)

	<i>Application of Paint</i>	<i>Name of Paint</i>	<i>Location</i>	<i>Material (Classification in Appendix 1)</i>	<i>Approximate Quantity</i>		<i>Remarks</i>
1.	<i>Anti-Drumming Compound</i>	<i>Primer, xx Co., xx primer #300</i>	<i>Hull Part</i>	<i>Lead</i>	35	kg	
2	<i>Anti-fouling</i>	<i>Xx Co., xx coat #100</i>	<i>Underwater Part</i>	<i>TBT</i>	120.0	kg	

B. Equipment and Machinery

Tabel 2. 4 Format Penulisan pada Material Bagian 1 *Equipment and Machinery*
Sumber : (ABS, 2016)

	<i>Application of Paint</i>	<i>Location</i>	<i>Material (Classification in Appendix 1)</i>	<i>Part where used</i>	<i>Approximate Quantity</i>		<i>Remarks</i>
1.	<i>Switch Board</i>	<i>Engine Control Room</i>	<i>Cadmium</i>	<i>Housing coating</i>	0,02	kg	
			<i>Mercury</i>	<i>Heat gauge</i>	<0,01	kg	<i>less than 0.01kg</i>
2	<i>Diesel engine, xx Co., xx #200</i>	<i>Engine-room</i>	<i>Lead</i>	<i>Starter fort blower</i>	0,001	kg	<i>Revised by XXX on Oct, XX, 2008</i>

							(revoking No.2)
3	Diesel generator (x 3)	Engine-room	Lead	Ingredient of copper compounds	0.01	kg	
4	Radioactive level gauge	No. 1 Cargo tank	Radioactive substances	Gauge	5 (1.8E+11)	Ci Bq	Radionuclides: ⁶⁰ Co

C. Structure and Hull

Tabel 2. 5 Format Penulisan pada Material Bagian 1 *Structure and Hull*
Sumber : (ABS,2016)

No	Application of Paint	Name of Paint	Location	Material (Classification in Appendix 1)	Approximate Quantity		Remarks
1.	Wall panel	Accommodation	Asbestos	Insulation	2,500.00	kg	
2	Wall insulation	Engine control room	Lead	Perforated plate	0,01	kg	cover for insulation material
			Asbestos	Insulation	25.00	kg	under perforated plates

2.2.2.2 Format Standar Penulisan Bagian 2

Format penulisan bagian 2 harus didata secara berurutan berdasarkan lokasi, dari level terendah sampai level tertinggi, dan dari bagian paling belakang kapal hingga bagian terdepan kapal.

Tabel 2. 6 Format Penulisan pada Material Bagian 2
Sumber : (ABS,2016)

Operationally generated wasted no.	Location ¹	Name of item (classification in appendix 1) and detail (if any) of the item	Approximate Quantit		Remarks
1	Garbage locker	Garbage (food waste)	35.00	Kg	
2	Bilge tank	Bilgewater	15.00	M ³	
3	No.1 cargo hold	Dry cargo residues (iron ore)	110.00	Kg	
4	No.2 cargo hold	Waste oil (sludge) (crude)	120.00	Kg	

5	No.1 ballast tank	Ballast water	2,500.00	M^3	
		Sediments	250,00	Kg	

2.2.2.3 Format Standar Penulisan Bagian 3

Format penulisan bagian 3 harus didata secara berurutan berdasarkan lokasi, dari level terendah sampai level tertinggi, dan dari bagian paling belakang kapal hingga bagian terdepan kapal. Pada tabel ini pada kolom keterangan jika bahan berbahaya diintegrasikan ke dalam produk, jumlah konten sebisa mungkin harus ditampilkan.

A. Stores

Tabel 2. 7 Format Penulisan pada Material Bagian 3 Stores
Sumber : (ABS,2016)

No	Location	Name of item (classification in appendix 1)	Unit quantity		Figure		Approximate quantity		Remarks
								m^3	
								kg	
								kg	
									Details are shown in the attached list. 5
5	Paint stores	Paint, xx Co., #600	20.00	kg	5	pcs	100.00	kg	Cadmium containing

B. Liquids Sealed in Ship's Machinery and Equipment

Tabel 2. 8 Format Penulisan pada Material Bagian 3 Liquid Sealed
Sumber: (ABS,2016)

No	Type of liquids (classification in appendix 1)	Name of machinery or equipment	Location	Approximate Quantity		Remarks
1.	Hydraulic oil	Deck crane hydraulic oil system	Upper deck	15.00	M^3	
		Deck machinery hydraulic oil system	Upper deck and bosun store	200.00	M^3	
		Steering gear hydraulic oil system	Steering gear room		M^3	
2	Lubricating oil	Main engine system	Engine-room	0.45	M^3	

3	Boiler water treatment	Boiler	Engine-room	0.20	M ³	
---	------------------------	--------	-------------	------	----------------	--

C. Gases Sealed in Ship's Machinery and Equipment

Tabel 2. 9 Format Penulisan pada Material Bagian 3 *Gases Sealed*
Sumber: (ABS,2016)

No	Type of gases (classification in appendix 1)	Name of machinery or equipment	Location	Approximate Quantity		Remarks
1.	HFC	AC system	AC room	100.00	kg	
2	HFC	Refrigerated provision chamber machine	AC room	50.00	M ³	

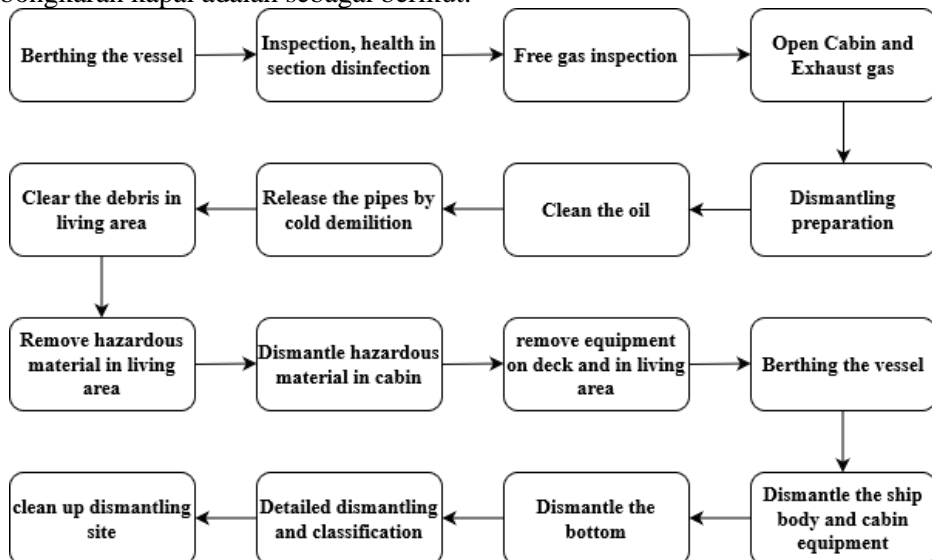
D. Regular Consumable Goods Potentially Containing Hazardous Material

Tabel 2. 10 Format Penulisan pada Material Bagian 3 *Regular Consumable Goods*
Sumber : (ABS,2016)

No	Location	Name of Item	Quantity	Remarks
1	Accommodation	Refrigerators	1	
2	Accommodation	Personal computers	2	

2.3 Proses Daur Ulang Kapal

Daur ulang kapal memerlukan proses yang sangat mendetail, adapun alur untuk pembongkaran kapal adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1.Alur Pembongkaran Kapal
sumber : (Zunfeng Du, 2018)

- Persiapan daur ulang kapal dan pembersihan pra-pembongkaran.

Sangat penting untuk mempersiapkan proses daur ulang kapal. Yang pertama yang harus diperhatikan adalah Galangan harus bersih dan semua equipment yang dibutuhkan bekerja seperti seharusnya. Metode apapun yang digunakan untuk daur ulang ini, yang jelas kapal harus ditambatkan dengan baik untuk meminimalisir perpindahan posisi kapal ketika di daur ulang. Selanjutnya pihak galangan harus melakukan pemeriksaan menyeluruh di atas kapal, mengumpulkan seluruh informasi terkait *hazardous material* dan rencana daur ulang kapal (Zunfeng Du, 2018). Kegiatan pembersihan pra-pembongkaran akan memudahkan pekerjaan para pekerja ketika mereka akan memulai pekerjaan pemotongan kapal. Para pekerja perlu mengosongkan kapal dengan mengangkat setiap komponen yang dapat dipindahkan menggunakan tangan, seperti suplai dan lainnya. Lalu selanjutnya perlu dilakukan pengosongan tangki-tangki yang ada, dan cairan yang ada di dalam pipa maupun pada sistem pelumasan. Pada saat pembongkaran tangki harus dilakukan dengan sangat berhati-hati karena ada kemungkinan terjadi ledakan jika tidak berhati-hati. Setiap pekerja yang sedang bertugas adalah yang sudah terlatih dan wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD).

- Pembongkaran kapal

Setelah dilakukan proses pembersihan pra-pembongkaran, selanjutnya pekerjaan utama yaitu pekerjaan pembongkaran kapal dapat dimulai. Kebanyakan galangan di China melakukan pembongkaran kapal dengan kondisi kapal mengapung di air, lalu dipotong menjadi bagian-bagian besar di *Dock*. Pembongkaran struktur utama dimulai dari *super structure* dan *deck*, lalu berlanjut ke *engine room* dan *hull*, lalu terakhir baru *the bottom*. *Super structure* dibongkar dimulai dari bagian atas ke bawah, dan bagian terluar hingga terdalam. Saat pemotongan biasanya harus mengikuti garis dari las kapal, dan ketika memotong pipa minyak akan disarankan menggunakan metode pembongkaran dingin, karena berisiko jika memotong menggunakan api. Ketika membongkar *engine room* sangat penting untuk mengeringkan sisa dari oli, gas, dan water yang berada dalam peralatan, dan sangat penting untuk melakukan *gas-free check*. Sambungan dari pipa dan peralatan kapal harus dibongkar terlebih dahulu, dan untuk peralatan yang dapat digunakan kembali harus dibongkar dalam kondisi utuh.



Cutting the whole tank including bottom



Open the engine room

Gambar 2.2. Pembongkaran Kapal
sumber : (Zunfeng Du, 2018)

- *Piece-cutting on site.*

Adalah sebuah pekerjaan pemotongan kapal yang sudah dalam bentuk *block* menjadi bagian bagian kecil. Para pekerja wajib membersihkan sisa minyak dan limbah yang berada pada *blocks*, jadi dapat dibuang terpisah. Berdasarkan persyaratan *blocks* harus dipotong menjadi potongan lembaran besi, dan limbah besi. Besi- besi ini diletakkan pada tempat khusus yang telah disediakan, seperti pada gambar berikut.



Different kinds of steel placed on site

Gambar 2.3. *Piece cutting on site*

Sumber : (Zunfeng Du, 2018)

- Pembuangan Material Berbahaya

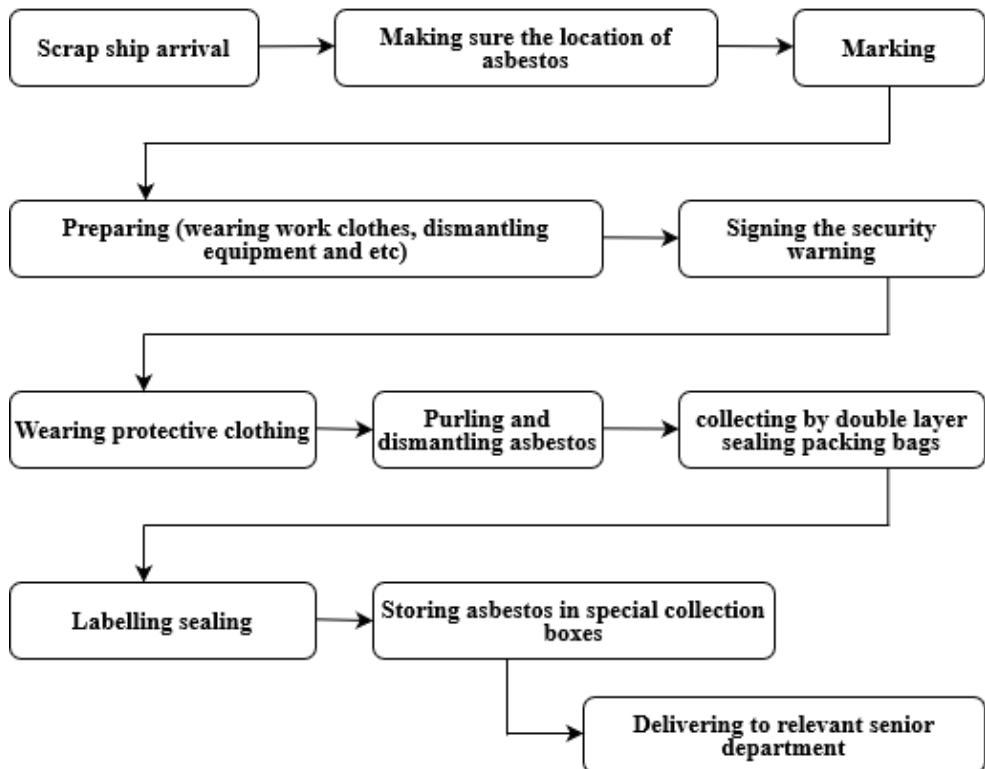
Ada banyak material berbahaya di kapal, yang mana ketika dilakukan proses pembongkaran, semua material ini harus ikut dibuang, karena dapat menaggu lingkungan maupun kesehatan. Ada beberapa material berbahaya yang perlu ditangani secara khusus pada saat pembongkaran, diantaranya :

2.3.1 Pembongkaran Asbestos

Asbestos diketahui sebagai karsinogen manusia dan diketahui dapat menyebabkan penyakit paru paru kronis serta kanker paru paru lainnya. Oleh karena itu untuk asbestos prosesnya dilakukan secara khusus selama proses pembongkaran.

- Pekerjaanya harus berkualifikasi dan telah dilatih secara khusus
- Harus menggunakan pakaian dan peralatan khusus dan dilengkapi dengan alat pernapasan.
- Menyiapkan ruangan khusus asbestos, seperti ruangan penyimpanan alat, APD, kamar mandi, ruang ganti, dan ruang cuci
- Memberi label dengan peringatan yang jelas di kapal khususnya di tempat pembongkaran asbestos, hal ini untuk mencegah masuknya pekerja pembongkaran non-asbestos. Lakukan pekerjaan fisik berkala dan ubah posisi kerja bagi pekerja yang bekerja di ruang yang mengandung asbestos
- Pastikan para pekerja mengikuti prosedur standar untuk membongkar asbestos, mengatur area terbatas pembongkaran asbestos, untuk mencegah tersebarnya debu asbestos ke udara.
- Berikan tim orang yang berdedikasi untuk mengawasi area asbestos, mengawasi para pekerja serta pemantauan berkala untuk udara pada lingkungan kerja asbestos.

- Masukkan produk yang mengandung asbestos yang telah dibongkar ke plastik tebal yang telah dibasahi, lalu kirim ke organisasi khusus yang untuk pembuangan asbestos.



Gambar 2.4. Alur Pembongkaran Asbestos

Sumber : (Zunfeng Du, 2018)

2.3.2 Pembongkaran *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs)

PCBs merupakan material yang dapat menyebabkan dampak serius pada sistem kekebalan tubuh, sistem saraf dan endokrin, sistem reproduksi, dan bahkan kanker. Oleh karena itu PCBs pun penanganannya diperlakukan khusus.

- Pekerja yang bertugas melakukan pembongkaran PCBs harus terlatih.
- Tempat dan lingkungan kerja harus dipantau
- Saat membongkar PCBs yang padat, pekerja tidak boleh bersentuhan langsung dengan PCBs, para pekerja harus menggunakan pakaian kerja khusus. Saat melepaskan PCBs cair, harus menggunakan kain pelindung, sepatu, masker, dan jika memungkinkan maka gunakan alat respirasi.
- Jika PCBs ataupun produk PCB disimpan di pabrik dengan waktu penyimpanan tidak lebih dari 30 hari maka tidak diperlukan untuk menyiapkan fasilitas penyimpanan untuk pembuangan. Jika waktu penyimpanan lebih dari 3- hari, maksimum tidak melebihi 1 tahun maka fasilitas penyimpanan harus dibangun.
- Kirim ke unit penanganan khusus untuk dibuang.

Tabel 2. 11 Cara mengatasi PCBs

Sumber : (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1998)

<i>Process</i>	<i>Wate Types</i>	<i>Advantages</i>	<i>Disadvantages</i>
<i>Incineration Example – rotary kilns, cement kilns</i>	<i>Oil Residues from separation precesses PCB-Containing waste equipment</i>	<i>High Destruction effiienceies, meeting legal requirements, from any of the range of PCBs and waste inputs rendering products safe. Facilities can treat a range of wastes, both chlorinated and nonchlorinated..</i>	<i>PCB content only as a fuel. Costly, especially if wastes have to be shipped off-site. Incineration can attract public opposition</i>
<i>Chemical dechlorination and hydrotreating</i>	<i>Liquid PCBs</i>	<i>De-chlorinated oil can be used for other purposes, e.g. lubricating oil.</i>	<i>Need to establish treatment condition for individual component</i>
<i>Plasma arc systems</i>	<i>Liquid PCBs and pumpable solids</i>	<i>Low Process inventory</i>	<i>Limited operational experience experience of plasma systems for waste treatment</i>

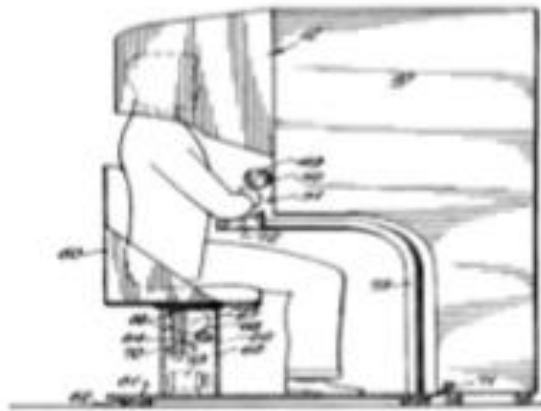
2.4 Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah sebuah aplikasi yang dapat menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya yang yang awalnya dalam bentuk dua dimensi dan tiga dimensi menjadi sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata (*real time*). Dengan adanya teknologi AR dizaman ini, manusia dapat menyisipkan suatu informasi tertentu kedalam dunia maya dan menampilkannya di dunia nyata dengan bantuan perlengkapan yang bisa berupa *webcam*, *computer*, *smartphone*, ataupun kacamata khusus, karena untuk melakukan visualisasinya tidak dapat dilakukan dengan mata telanjang, harus melalui sebuah perantara yang dapat menyisipkan objek maya ke dalam dunia nyata. (G. Dini, 2015)

2.4.1 Pemanfaatan Augmented Reality

Augmented Reality pertama kali digunakan oleh seorang sinematografer bernama Norton Heilig pada tahun 1957-1962, awalnya diberi nama *Sensorama*. *Sensorama* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mensimulasikan visual, getaran dan bau. (TheFreshUK, 2017)

Sutherland melakukan *claim* pada tahun 2016 dimana Sutherland mengaku telah menemukan *head-mounted display* (HMD) yang menjadi cikal bakal pemanfaatan dari *Augmented Reality*. Pada saat sekarang ini *Augmented Reality* dimanfaatkan dalam berbagai hal dan kegiatan, seperti presentasi, perkiraan objek, untuk mensimulasikan kinerja alat,hiburan, dunia pendidikan dan masih banyak lagi.



Gambar 2. 5. Sensorama
(Sumber : TheFreshUK:2017)

2.4.2 Kelebihan dan Kekurangan dari Augmented Reality

Setiap system pasti memiliki kekurangan dan kelebihan dalam pemanfaatannya, oleh karena itu untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari *Augmented Reality* dapat dilihat pada table dibawah ini

Tabel 2. 12 Kelebihan dan kekurangan *Augmented Reality*
(Sumber: Penulis)

No	Kelebihan	Kekurangan
1	Lebih interaktif	Sensitif dengan perubahan sudut pandang
2	Efektif dalam penggunaan	Pembuat belum terlalu banyak
3	Dapat diimplementasikan secara luas dalam berbagai media	Membutuhkan bnayak memori pada peralatan yang dipasang
4	Modeling obyek yang sederhana karena hanya menampilkan beberapa obyek.	
5	Tidak memakan terlalu banyak biaya	
6	Mudah dioperasikan	

2.4.3 Metode Augmented Reality

Ada dua metode yang digunakan dalam *Augmented Reality*, diantaranya :

2.4.3.1 Marker-Based Tracking

Marker adalah adalah metode lama dalam teknologi *Augmented Reality* dimana *marker* merupakan ilustrasi hitam dan putih yang membutuhkan garis dalam bentuk gambar yang dapat dianalisis untuk membentuk kenyataan, dimana berupa gambar khas yang dapat dikenali oleh teknologi *Augmented Reality*. Pada metode ini perangkat membutuhkan tanda yang bisa berupa apa saja asalkan memiliki titik visual yang unikdan memiliki sumbu x,y z. *Marker-based* sendiri sudah lama dikembangkan untuk teknologi *Augmented reality* yaitu sejak tahun 1980-an. (Mustaqim, 2017)



Gambar 2. 6 *Marker-Based Tracking AR*
(Sumber : Penggagas.com)

2.4.3.2 Markerless Augmented Reality

Markerless Augmented Reality merupakan salah satu metode dari AR yang berkembang pesat pada saat sekarang ini, dimana dengan metode ini pengguna dari *Augmented Reality* tidak perlu lagi menggunakan *marker* sebagai alat untuk menampilkan elemen-elemen digital, dengan menggunakan tool yang disediakan Qualcomm untuk pengembangan *Augmented Reality* berbasis *mobile device*, mempermudah pengembang untuk membuat aplikasi yang *markerless* (Qualcomm, 2012). Sebagai ganti dari *marker* sebagai penanda, *markerless* mempunyai beberapa metode pengenalan, yaitu dengan *face tracking*, *3D object tracking*, *motion tracking* dan *GPS Based Tracking*. (efendi, 2017)



Gambar 2. 7 *Markerless AR*
(Sumber : Google.Com)

1. *Face Tracking*

Algoritma pada computer terus dikembangkan, hal ini membuat komputer dapat mengenali wajah manusia secara umum. Teknik *face tracking* adalah teknik untuk *augmented reality* dimana pada teknik ini sistem akan mengenali wajah manusia dengan cara mengenali posisi mata, hidung, dan mulut manusia, kemudian akan mengabaikan objek-objek lain di sekitarnya seperti pohon, rumah, dan lain – lain. Teknik ini di salah satunya digunakan oleh aplikasi Snapchat. (Falah, 2016)



Gambar 2. 8 Fitur AR pada Snapchat
(Sumber : futureloka.com)

2. 3D Object Tracking

3D *object tracking* adalah salah satu metode dari AR, dimana pada metode ini pembacaan akan membutuhkan estimasi dari waktu nyata dari kamera/objek. Metode ini berbeda dengan *face tracking* yang hanya akan mengenali wajah dari manusia secara umum, Teknik 3D *object tracking* dapat mengenali semua bentuk benda yang ada disekitar alatnya. (HAN, 2019)



Gambar 2. 9 Contoh 3D Object Tracking
(Sumber: (HAN, 2019))

3. Motion Tracking

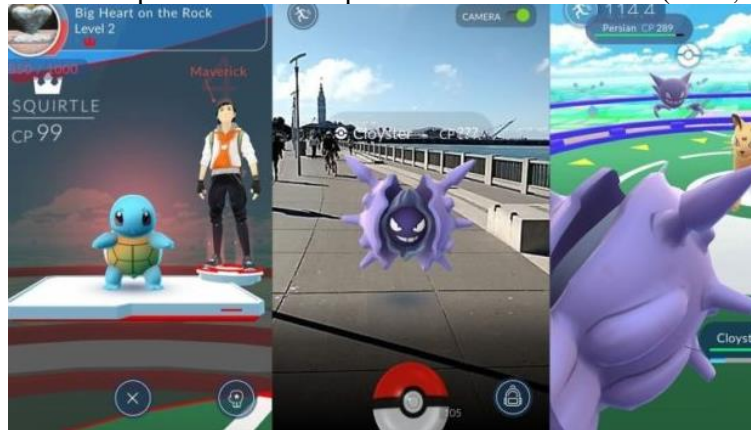
Metode *motion tracking* adalah *augmented reality* dimana system akan menangkap gerakan dan posisi dan objek virtual yang muncul di layer akan tampak menyesuaikan gerakan dan posisi dari subjeknya. Metode ini sudah mulai digunakan secara global untuk diaplikasikan dalam produksi film-film dan *smartphone*. (Kaonang, 2017).



Gambar 2. 10 *Motion Tracking ARCore Google*
(Sumber : (Kaonang, 2017))

4. GPS Based Tracking

Teknik ini adalah Teknik yang baru dan saat ini sudah sangat populer dan sedang dikembangkan untuk diaplikasikan pada *smartphone*. Dengan memanfaatkan fitur dari GPS dan kompas yang ada pada *smartphone*, aplikasi ini akan mengambil data dari GPS dan menampilkannya dalam bentuk arah yang diinginkan pengguna secara realtime. Salah satu pemanfaatan dari aplikasi ini adalah pada *Game Pokemon GO*. (Putra, 2016)



Gambar 2. 11 *GPS Based Tracking AR*
(Sumber: Putra,2016)

2.4.4 Komponen Dari Augmented Reality

Dalam aplikasinya, teknologi *Augmented Reality* memiliki beberapa komponen yang harus ada untuk mendukung proses kinerna visualisasi gambar digitalnya. Komponen komponennya adalah sebagai berikut (Sylva, 2003)

1. Scene Generator

Scene generator adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk melakukan *rendering* gambar. *Rendering* sendiri merupakan sebuah proses untuk membangun gambar atau objek yang sudah dibuat ke dalam bentuk *Augmented Reality*.

2. Display

Untuk mengembangkan *augmented reality* ada beberapa factor yang harus dipertimbangkan, seperti resolusi, fleksibilitias, sudut pandang, *tracking area* . Pencahayaan akan menjadi hal penting dalam *tracking area* karena akan mempengaruhi tampilan dari *Augmented Reality*.

3. Tracking

Tracking adalah bagian terpenting dari teknologi *Augmented Reality* karena pada tahap ini akan dilakukan deteksi objek virtual dengan objek nyata pada pola tertentu.

4. Augmented Reality Device

Untuk menjalankan *Augmented Reality* dapat dilakukan dengan beberapa perangkat *smartphone*. Untuk saat ini sudah sangat banyak *smartphone* yang bisa dimanfaatkan untuk AR. Selain pada *smartphone*, AR juga bisa digunakan pada computer dan televisi yang mempunyai kamera.

2.5 Blender

Blender merupakan aplikasi pembuatan model 3D tidak berbayar yang didirikan oleh The Blender Foundation. Selain pembuatan 3D model Blender juga dapat digunakan untuk pembuatan animasi, simulasi bahkan untuk merender. Aplikasi ini dapat diintegrasikan dengan aplikasi Unity.



Modeling

Sculpting, retopology, modeling, curves.
Blender's modeling toolset is extensive.

Gambar 2.12 Blender
(Sumber : Blender.org)

2.6 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk membuat 3D model solid dari Autodesk. Dengan menggunakan Autodesk Inventor dapat dibuat sketsa 2D lalu memodelkannya menjadi 3D, yang mana ini sangat membantu dalam pembuatan desain teknikal.


Overview

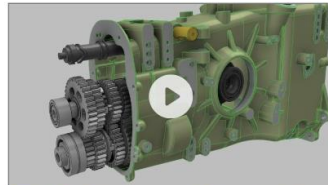
Work with a complete set of design and engineering tools

Inventor® CAD software provides professional-grade 3D mechanical design, documentation and product simulation tools. Work efficiently with a powerful blend of parametric, direct, freeform and rules-based design capabilities.

➔ See all features

➔ See what's new

System requirements: 



Inventor overview (video: 2:49 min.)

Activate Windows
Go to Settings to activate

Gambar 2.13 Autodesk Inventor
(Sumber : Autodesk.com)

2.7 Unity

Unity merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membangun berbagai teknologi dimana teknologi ini meliputi, grafik, audio, bentuk, interaksi dan jaringan (Unity,2019). Unity memiliki fungsi utama yaitu *renderer* yang akan berguna untuk *rendering* grafik 2D dan 3D, alat akan bekerja membuat objek 3D menjadi objek yang nyata dengan adanya tambahan suara, skrip, animasi , *Artificial Intelligent* (AI), jaringan, *streaming* hingga animasi. Selain digunakan untuk membangun game, unity juga bisa digunakan sebagai alat pengembang perangkat lunak 3D untuk simulasi latihan keperluan industry, visualisasi arsitektur, aplikasi berbasis *smartphone* dan banyak lagi. Unity memiliki kerangka kerja yang sangat lengkap yang bisa digunakan untuk berbagai teknologi professional, dan untuk mendukung fungsi fungsi dari perangkat lunak ini, unity memiliki beberapa fitur yang dapat digunakan, diantaranya:



Gambar 2. 14 Unity
(Sumber: (Unity, 2019))

1. Scripting

Scripting programmer dapat dilakukan menggunakan *Unityscript*, C # atau Boo sebagai bahasa pemrograman . Dengan dimulai rilis unity versi 3.0 yang menyertakan versi *MonoDevelop* yang digunakan untuk *debugging* dari skrip. (Assidiqi, 2019)

2. Animation

Animasi dengan fitur tampilan animasi di Unity, memungkinkan pengembang membuat dan mengedit klip animasi langsung di Unity. Fitur ini dibuat agar Unity dapat membuat fungsi tambahan untuk membuat animasi 3D. (Assidiqi, 2019)

3. Platform

Unity mendukung pengembangan perangkat lunak di berbagai platform. Unity juga memungkinkan spesifikasi kompresi tekstur dan pengaturan resolusi pada setiap platform yang didukung. Platform yang didukung adalah Windows, Mac, Linux, Android, iOS, Windows Phone, Unity Web Player, Adobe Flash, PlayStation 3, Xbox 360, Wii U dan Wii. Dalam perkembangan ini, aplikasi hanya akan berjalan di platform Android. (Assidiqi, 2019)

4. Asset Store

Unity *Asset Store* adalah sumber daya yang tersedia untuk editor Unity. *Asset store* terdiri dari kumpulan paket aset besar, bersama dengan model 3D, tekstur dan bahan, efek suara, tutorial dan proyek, skrip paket, ekstensi editor, dan jaringan. (Assidiqi, 2019)

2.8 Vuforia

Vuforia adalah *Software Development Kit* (SDK) untuk *Augmented Reality* yang dapat disebut *plugin* yang mana gunanya membuat aplikasi dari *Augmented Reality* agar dapat dijalankan pada perangkat seluler. Vuforia digunakan sebagai perangkat tambahan dalam perangkat lunak Unity sehingga perangkat lunak Unity dapat menghasilkan aplikasi *Augmented Reality* yang bisa digunakan di *smartphone* dan perangkat lunak plugin gratis (*open source*). Vuforia sendiri memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengenali sebuah objek dengan teknologinya, adapun teknologi pengenalan objek dari Vuforia adalah sebagai berikut (TeknoJurnal, 2015) :



Gambar 2. 15 Vuforia SDK
(Sumber : (TeknoJurnal, 2015)

1. **Image Target**

Gambar disini merupakan gambar datar sebagai objeknya, seperti media cetak ataupun kemasan produk. Target dari gambar dapat mewakili gambar yang dapat dideteksi oleh *Vuforia Engine*

2. **Multi Target**

Multi target adalah target objek yang terdiri lebih dari satu target gambar yang berada dalam pengaturan geometris yang ditentukan.

3. **Cylinder Targets**

Cylinder target adalah gambar yang dapat melapisi objek berbentuk silinder menjadi seperti bentuk botol, gelas, dll.

4. **Text Recognition**

Text Recognition akan membantu pengembang untuk membangun aplikasi dan mendeteksi kata-kata dalam daftar kata yang ada di *Vuforia*.

5. **Object Recognition**

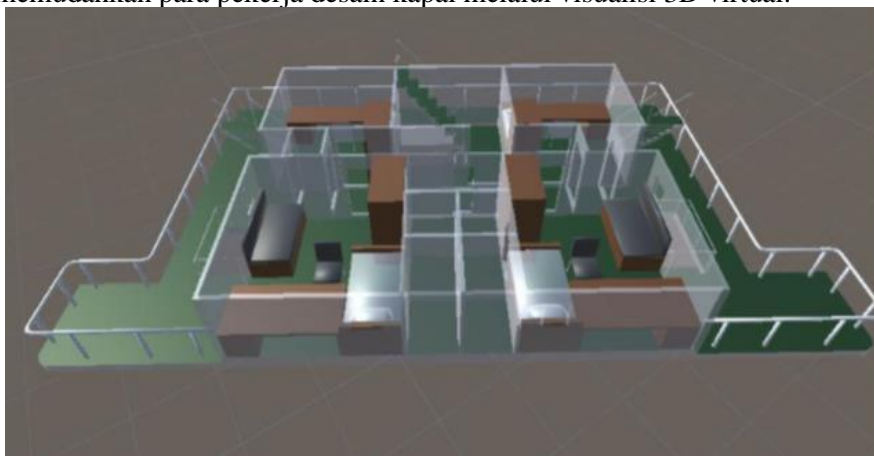
Pengenalan objek akan memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi yang dapat mendeteksi objek yang tidak beraturan.

6. **Smart Terrain**

Smart terrain akan memungkinkan pengembang untuk membangun game atau aplikasi visualisasi yang mana akan dapat berinteraksi antara objek fisik dan objek nyata.

2.9 Hasil Yang Diharapkan

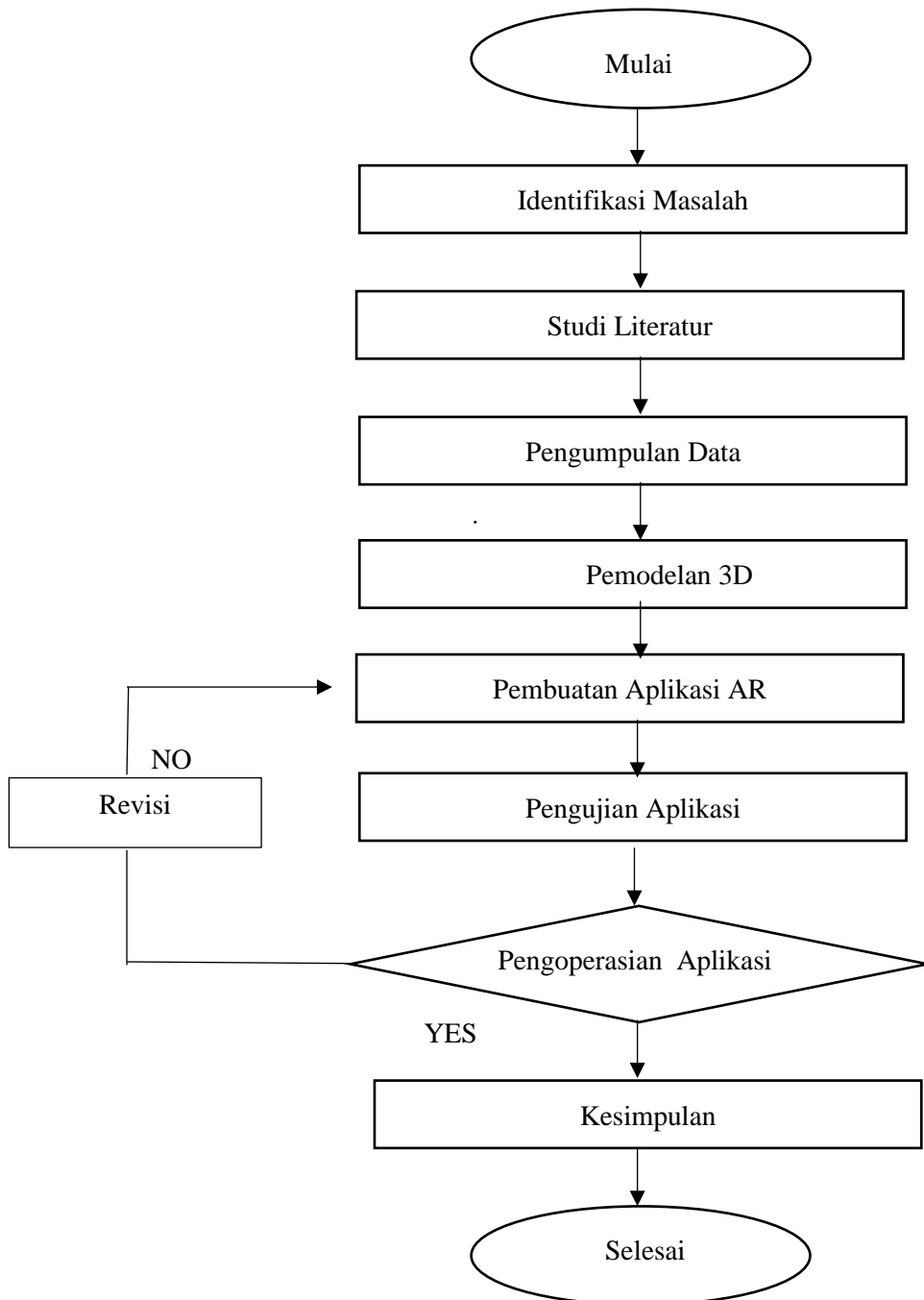
Pada penelitian ini hasil yang diharapkan berupa aplikasi *android* seperti pada gambar 2.16 yang merupakan pengembangan dari penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh (Assidiqi, 2019), dan diharapkan hasil dari penelitian ini dapat di terapkan pada galangan daur ulang kapal untuk pendataan *Inventory of Hazardous Material (IHM)* untuk memudahkan para pekerja desain kapal melalui visualisi 3D virtual.



Gambar 2. 16 “A” Deck View
(Sumber : (Assidiqi, 2019))

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



3.1.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan langkah awal penelitian ini dilakukan perumusan masalah berdasarkan tentang mengapa harus dilakukan penelitian ini dan apa saja manfaat penelitian ini. Untuk penelitian ini terdapat masalah bagi pekerja memahami list dari IHM terutama bagi mereka yang tidak mengerti tentang desain kapal, untuk itu perlu penelitian yang dapat memberikan visualisasi mengenai lokasi dari IHM untuk memudahkan para pekerja memahami *list*, Gambar dan lokasi dari peralatan yang mengandung *hazardous material*, dan salah satu cara visualisasi yang efektif adalah dengan menggunakan *Augmented Reality*.

3.1.2 Studi Literatur

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang kedalaman dari materi yang sudah ditinjau, meringkas teori dasar, referensi umum dan spesifik, dan mencari berbagai informasi yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Pada penelitian tugas akhir ini, penulis melakukan studi literatur tentang *Inventory of Hazardous Material* dan *Augmented Reality* yang penulis peroleh dari jurnal, makalah, dan internet.

3.1.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data tentang seluruh data yang dibutuhkan untuk penelitian ini, salah satu yang dibutuhkan adalah data dari, *General Arrangement*, *Engine Room Layout*, dan foto peralatan yang ada di kapal MV. Meratus Benoa

3.1.4 Pemodelan 3D

Pada tahap ini merupakan salah satu tahap utama karena pada tahap ini dilakukan perancangan model 3D dari item dan lokasi-lokasi *Inventory of Hazardous Material* pada Kapal MV. Meratus Benoa. Dengan mendapatkan data *General Arrangement* kapal yang sudah berisi lokasi dari IHM dan data peralatan yang ada di kapal maka akan diperoleh model 3D. Untuk pemodelan 3D akan dilakukan menggunakan aplikasi Autodesk Inventor dan Blender yang merupakan aplikasi pemodelan 3D yang direkomendasikan untuk membuat grafik 3D sebelum melakukan visualisasi menjadi *Augmented Reality*.

3.1.5 Pembuatan Aplikasi

Pada tahap ini 3D model yang sudah didapatkan dari tahap pemodelan 3D akan diintegrasikan dengan aplikasi Unity dan Vuforia SDK untuk mendapatkan model dalam bentuk *Augmented Reality*. Pada tahap ini juga harus dipastikan jika aplikasi bisa jalan dan tidak ada error.

3.1.6 Pengujian Aplikasi

Pada tahap ini Aplikasi *Augmented Reality* akan diuji selama proses pembuatan dan dilihat apakah masih ada error pada tampilan 3D pada aplikasi, dan apakah fungsi setiap fitur pada aplikasi ini sudah berjalan atau tidak.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pada saat melakukan pengumpulan data, cara yang dilakukan adalah mengambil data langsung ke PT. Meratus. Adapun data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. *General Arrangement dan Engine Room Layout*
Digunakan sebagai dasaran membuat rancangan 3D model kapal pada aplikasi *augmented reality* dan untuk mengetahui apa saja yang perlu dibuat untuk simulasi AR
2. Data dan foto equipment dari kapal
Digunakan untuk dasaran pembuatan 3d modelling peralatan kapal.

4.1.1 Objek Penelitian

Langkah awal dalam membuat aplikasi *augmented reality* adalah dengan memilih kapal apa yang akan di analisa. Pada penelitian ini saya memilih kapal dari PT. Meratus Line untuk dianalisa. Kapal yang dipilih adalah MV. Meratus Benoa



Gambar 4.1 MV. Meratus Benoa
Sumber: Penulis

4.1.2 Informasi Umum

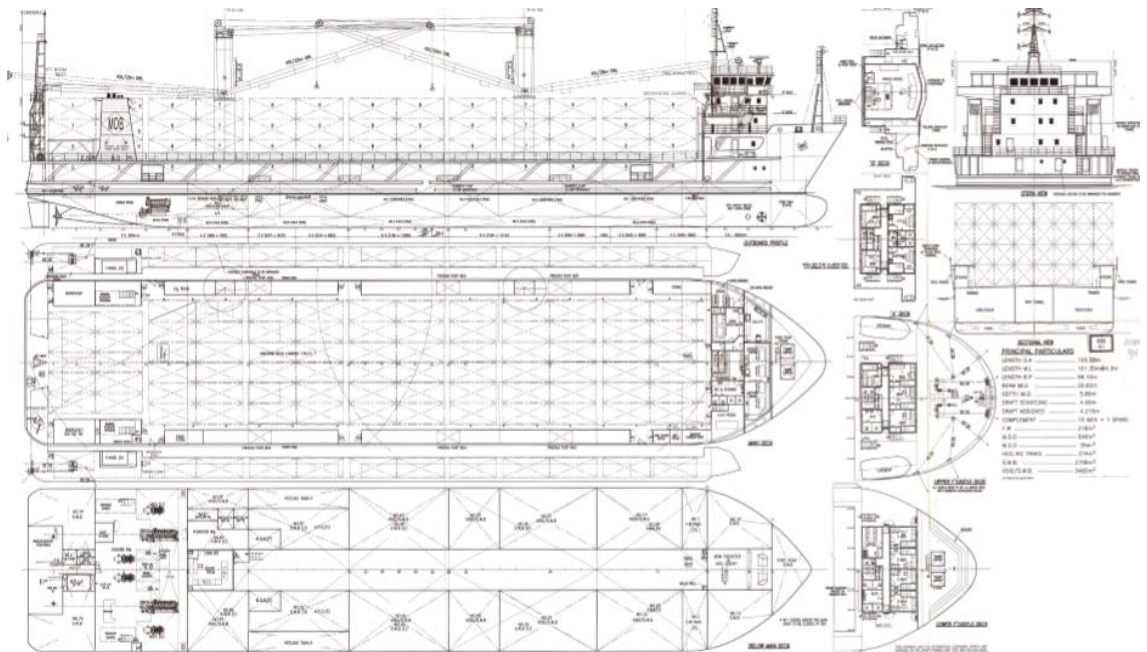
Data berikut diperlukan sebagai informasi ukuran kapal sebagai pertimbangan untuk menentukan skala yang tepat untuk pembuatan aplikasi.

Tabel 4.1 Informasi Umum dari MV. Meratus Benoa

IMO	9569865
MMSI	525025059
Call Sign	PNNW
Flag	Indonesia [ID]
AIS Vessel Type	Unspecified
Ship Type	Container Ship
Gross Tonnage	3668
Deadweight	5108 t
Length Overall x Breadth Extreme	106.68m × 20.6m
Draught	3.4 m
Speed	7.5 kn
TEU	368
Year Built	2010

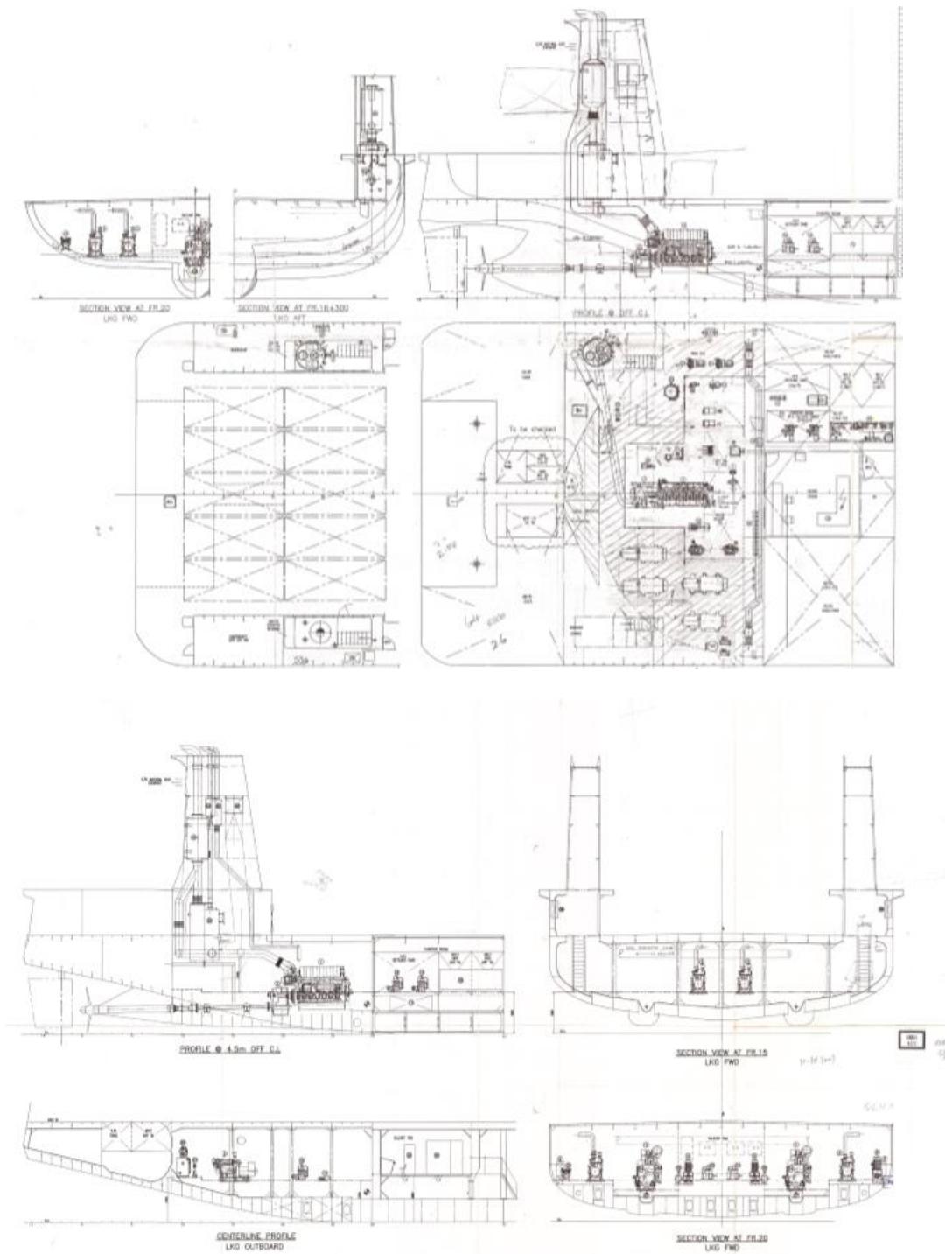
4.2 General Arrangement dan Engine Room Layout

General arrangement dan *Engine room layout* akan menjadi pedoman dalam pembuatan objek 3d yang diperlukan untuk membuat aplikasi *augmented reality* pada Kapal. MV. Meratus Benoa



Gambar 4.2 General Arrangement

Sumber : PT. Meratus



Gambar 4.3 Engine Room Layout
Sumber : PT. Meratus

4.3 *List Equipment pada Kapal*

Pada bagian ini berisi list dari item -tem yang ada pada kapal yang mengandung *hazardous material*, list ini akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan 3d model.

4.3.1 Battery



Gambar 4.4 Battery
Sumber : Penulis (2020)

Tabel 4.2. Informasi IHM pada Battery

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Battery	Main Deck (Battery Room)	B3- Lead	Lead Acid	1,000 mg/kg ⁸	48 g

4.3.2 CO2 Fire Fighting



Gambar 4.5 CO2 Fire Fighting
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.3 Informasi IHM pada *CO2 Fire Fighting*

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
CO ₂ Fire Fighting	Main Deck (CO ₂ Room)	A3- ODS	Gas	No Threshold Value	20 tabung CO ₂

4.3.3 Air Conditioner



Gambar 4.6 Air Conditioner
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.4. Informasi IHM pada Air Conditioner

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Air Conditioner	All Deck	A3-ODS(CFC)	Refrigerant	No Threshold Value	N.A

4.3.4 Smoke Detector



Gambar 4.7 Smoke Detector
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.5. Informasi IHM pada Smoke Detector

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Smoke Detector	All Deck	B-8 Radioactive Substances	Smoke Detector	No Threshold Value	N.A

4.3.5 Refrigerator



Gambar 4.8 Refrigerator
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.6. Informasi IHM pada Refrigerator

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Refrigerator	Main Deck (Galley)	A3-ODS(CFC)	Refrigerant	No Threshold Value	N.A

4.3.6 Electric Cable



Gambar 4.9 Electric Cable
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.7 Informasi IHM pada Electric Cable

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Electric Cable	All Deck	A2-PCBs	Covering, Insulating Tape	50mg/kg ⁵	N.A

4.3.7 Emergency Generator



Gambar 4.10 Emergency Generator
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.8. Informasi IHM pada Emergency Generator

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Emergency Generator	Main Deck (Emergency Generator Room)	B3-Lead	Ingredient of copper compound	1,000 mg/kg ⁸	0,01 kg

4.3.8 Hydraulic Power Pump



Gambar 4.11 Hydraulic Power Pump
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.9. Informasi IHM pada Hydraulic Power Pump

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Hydraulic Power Pump	Engine Room (Steering Gear Room)	A2-PCBs	Oil	50mg/kg ⁵	0,55 m ³

4.3.9 Main Engine



Gambar 4.12 Main Engine
Sumber : Penulis (2020)

Tabel 4.10. Informasi IHM pada Main Engine

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Main Engine	Engine Room	B3-Lead	Piston Pin Bush	1,000 mg/kg ⁸	0,75 kg
		B4-Mercury	Thermometer	1,000 mg/kg ⁸	0,01 kg

4.3.10 Main Switch Board



Gambar 4.13. Main Switch Board
Sumber : (Google.com)

Tabel 4.11 Informasi IHM pada Main Switch Board

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Main Switch Board	Engine Room(Engine Control Room)	B1-Cadmium	Housing Coating	100 mg/kg ⁸	0,02 kg
		B4-Mercury	Heat Gauge	1,000 mg/kg ⁸	<0,01 kg

4.3.11 Electric Panel



Gambar4.14 Electric Panel
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.12. Informasi IHM pada Emergency Switch Board/Electric Panel

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Emergency Switch Board	All Deck	A2-PCBs	Covering Electric Cable	50mg/kg ⁵	N.A

4.3.12 Wheel House



Gambar 4. 15 Wheel House
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.13. Informasi IHM pada Wheel House

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Wheel House	Navigation Deck	A2-PCBs	Covering Electric Cable	50mg/kg ⁵	N.A

4.3.13 Wall Insulation



Gambar 4.16 Wall Insulation
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.14 Informasi IHM pada *Wall Insulation*

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Wall Insulation	Engine Room(Engine Control Room)	A1- Asbestos	Insulation	0.1% ⁴	25 kg
		B3- Lead	Perforated Plate	1,000 mg/kg ⁸	0,01 kg

4.3.14 Propeller Shaft



Gambar 4.17 Propeller Shaft
Sumber : Google.com

Tabel 4.15. Informasi IHM pada *Propeller Shaft*

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Propeller Shaft	Engine Room	A1- Asbestos	1. Clutch 2. Brake Lining 3.Synthetic Stern Tubes	0.1% ⁴	N.A

4.3.15 Hull Draft



Gambar 4.18 Hull Draft
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.16. Informasi IHM pada Hull Draft

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Hull Draft	Hull Draft	A4- Anti Fouling System	Coating Anti Fouling	2,500 mg total tin/kg ⁷	120 kg

4.3.16 Watertight Door



Gambar 4.19 Watertight Door
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.17. Informasi IHM pada Watertight Door

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Watertight Door	Engine Room	A2-PCBs	Rubber	50mg/kg ⁵	N.A

4.3.17 Cranes



Gambar 4.20 Cranes
Sumber : Penulis (2020)

Tabel 4.18. Informasi IHM pada Cranes

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Cranes	Main Deck	A1- Asbestos	1. Grand Lining 2. Gland Packing	0.1% ⁴	N.A
		A2- PCBs	Oil	50mg/kg ⁵	15m ³

4.3.18 LO Standby Pump



Gambar 4.21 LO Standby Pump
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.19. Informasi IHM pada LO Pump

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
LO Standby Pump	Engine Room	A2- PCBs	Lubracating Oil ME System	50mg/kg ⁵	0,45 m ³

4.3.19 Diesel Generator



Gambar 4.22 Generator
Sumber : Penulis(2020)

Tabel 4.20. Informasi IHM pada Generator

Nama Equipment	Lokasi	Klasifikasi Material	Komponen	Threshold Value	Jumlah Hazard
Generator	Main Engine	B3-Lead	Ingredient of copper compound	1,000 mg/kg ⁸	0,01 kg

4.4 Pemodelan 3D


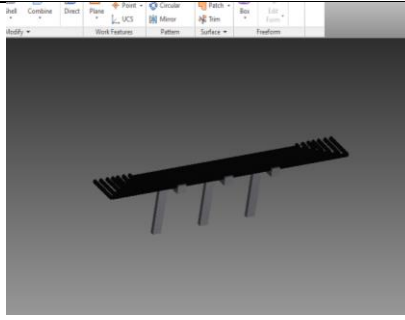

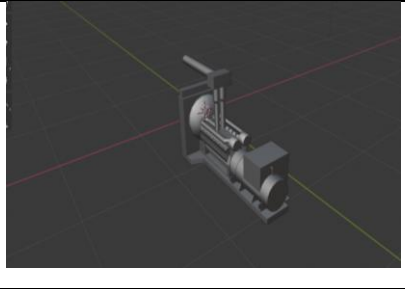

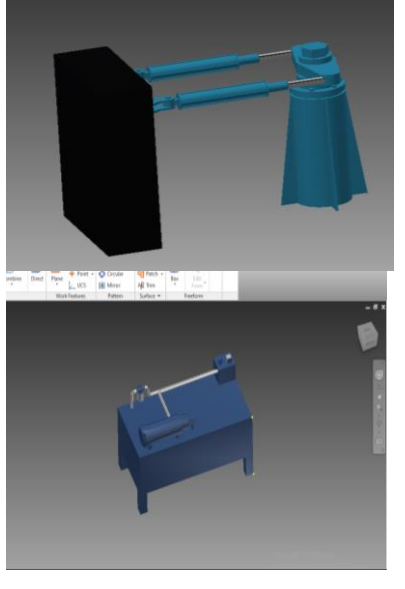


Gambar 3D Digambar menggunakan *software* Autodesk Inventor dan Blender, aplikasi yang digunakan untuk membuat gambar 2D dan 3D. Gambar dibuat semirip mungkin dengan objek aslinya lalu di save menjadi format STL.. Setelah 3D *equipment* selesai dibuat di Autodesk Inventor maupun blender maka selanjutnya equipment-equipment tersebut akan disusun sesuai dengan lokasi dan ruangnya menggunakan *software* Blender, sebuah *software* yang direkomendasikan untuk membuat *augmented reality*. Setelah equipment disusun maka bisa dilanjutkan dengan mengirimkan susunan equipment tadi menuju *Software Unity* untuk mempersiapkan *marker-nya*.


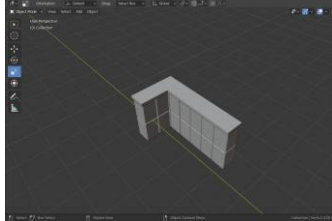

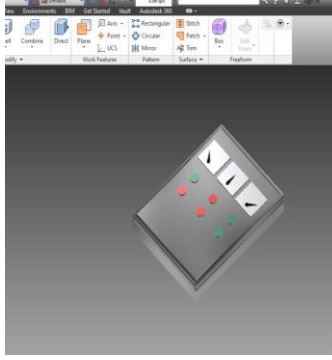

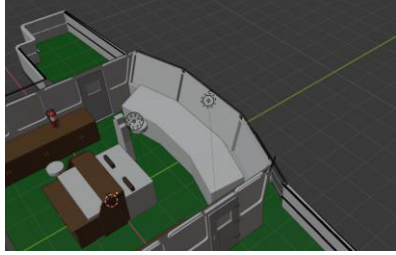

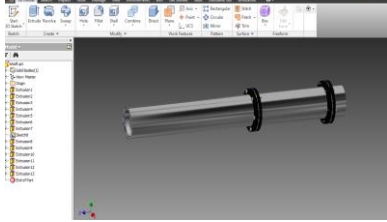


4.4.1 Model 3D Peralatan Kapal




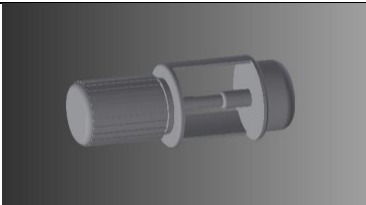

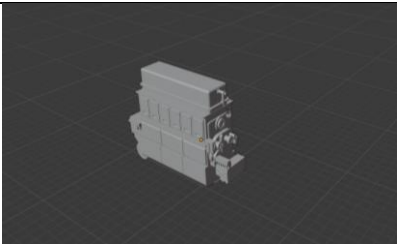
Tabel 4.21. 3D Peralatan IHM

Peralatan	Data Visual	3D Model
AC		

<p><i>CO2 Fire Fighting</i></p>		
<p><i>Battery</i></p>		
<p><i>Smoke Detector</i></p>		
<p><i>Refrigerator</i></p>		

<i>Electric Cable</i>		
<i>Emergency Generator</i>		
<i>Hydraulic Power Pump & Steering Gear</i>		
<i>Main Engine</i>		

MSB		
<i>Electric Panel</i>		
<i>Wheel House</i>		
<i>Propeller Shaft</i>		
<i>Watertight Door</i>		

Cranes		
LO Pump		
Generator		

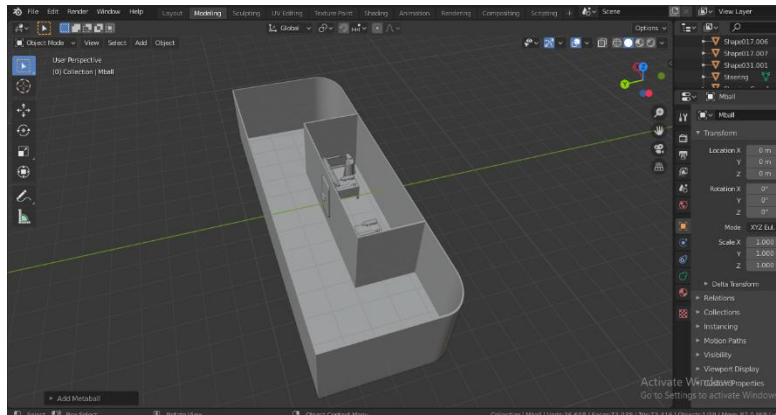
4.4.2 Model 3D Ruangan

Tahap selanjutnya adalah pembuatan ruangan dan penyusunan peralatan yang sudah di desain sesuai dengan lokasinya. Pada tahap ini digunakan software Blender, karena peralatan yang disusun di aplikasi Blender tidak akan bergeser posisinya ketika dilakukan pembuatan aplikasi di aplikasi Unity nantinya. Tahap ini dimulai dengan mengimpor file peralatan kapal yang sudah di save dalam format “STL” ke aplikasi Blender.

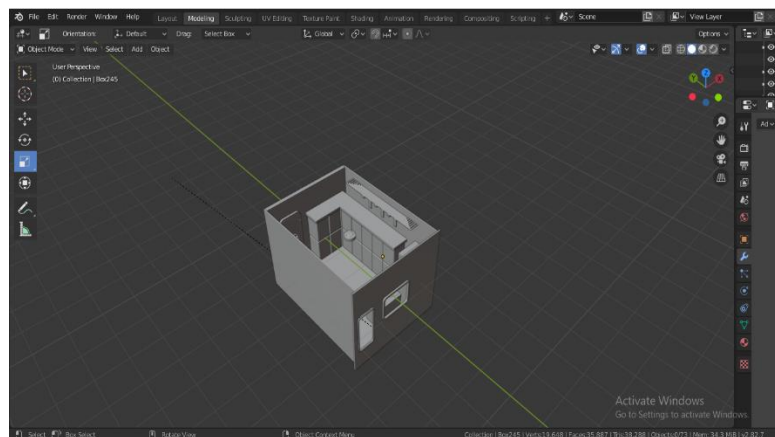


Gambar 4.23. Penyusunan peralatan di *Engine Room*

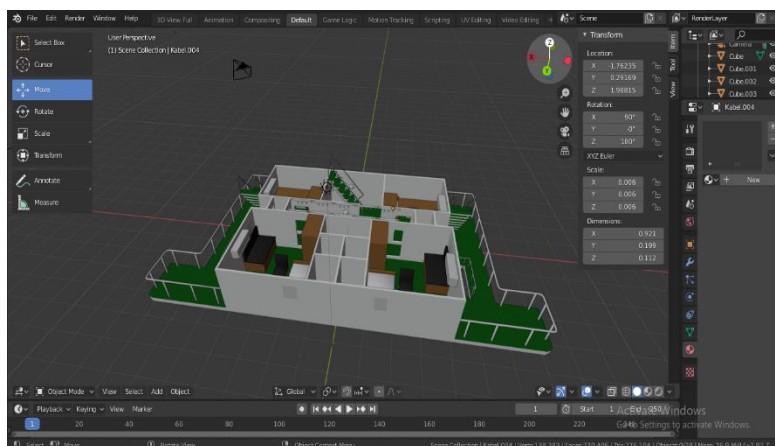
Sumber : Penulis(2020)



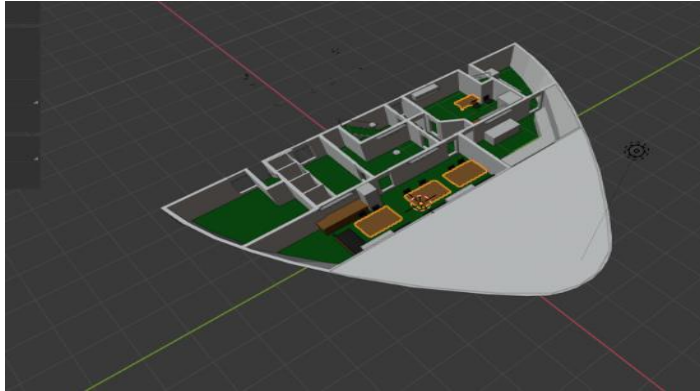
Gambar 4.24. Penyusunan peralatan di *Steering Gear Room*
Sumber : Penulis(2020)



Gambar 4.25. Penyusunan peralatan di *Engine Control Room*
Sumber : Penulis(2020)



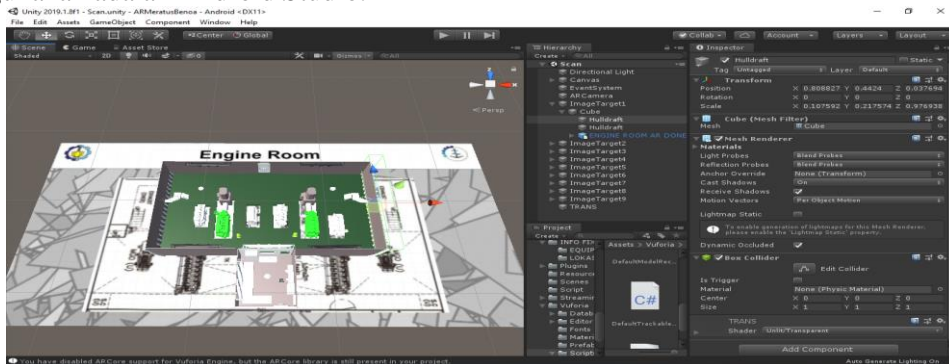
Gambar 4.26. Penyusunan peralatan di *Deck A*
Sumber : Penulis(2020)



Gambar 4.30. Penyesuaian peralatan di *Main Deck*
Sumber : Penulis(2020)

4.5 Pembuatan *Augmented Reality* Pada Android

Untuk pembuatan aplikasi *augmented reality* aplikasi yang digunakan adalah *Software Unity*. Di *Unity* sendiri akan dilakukan pembuatan aplikasi, mulai dari tampilan aplikasi, fungsi dan sistem aplikasi, script serta marker. Setelah selesai di *Unity* akan dilanjutkan ke *Vuforia*, sebuah plugin pendukung untuk merealisasikan *augmented reality*. Plugin ini akan membuat model 3D yang sudah dibentuk dan disusun tadi dapat berubah menjadi model *augmented reality*. Lalu pendukung terakhir adalah perangkat lunak yang dapat menyediakan fasilitas komprehensif dalam pengembangan *augmented reality*. Ada beberapa perangkat lunak yang dapat digunakan mulai dari *Android Studio*, *Microsoft Visual Studio*, dan *Eclipse*. Akan tetapi pada penelitian tugas akhir ini yang digunakan adalah *Android Studio*.



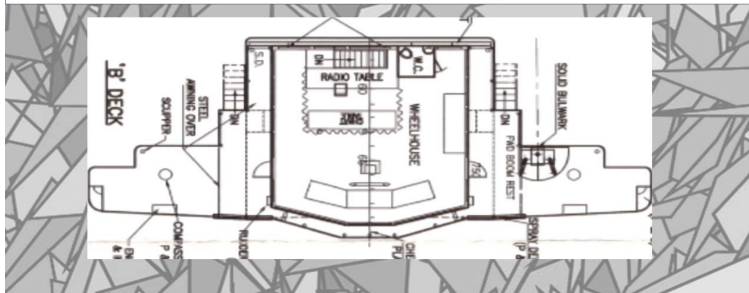
Gambar 4.31 Penyesuaian Marker di *Unity*.
Sumber : Penulis(2020)

4.5.1 Desain Marker

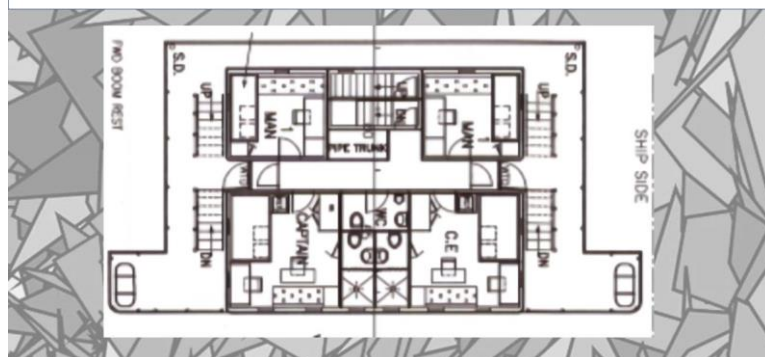
Marker digunakan sebagai kode unik untuk mengidentifikasi target *augmented reality*. Ketika *smartphone* diarahkan pada marker yang telah didesain dan di upload ke *Vuforia* dengan benar maka objek 3D dalam mode *augmented reality* akan keluar. Marker pada penelitian ini didapatkan dari *General Arrangement* kapal *Meratus Benoa* yang sudah di modifikasi agar dapat mudah dideteksi dengan benar oleh *smartphone*.



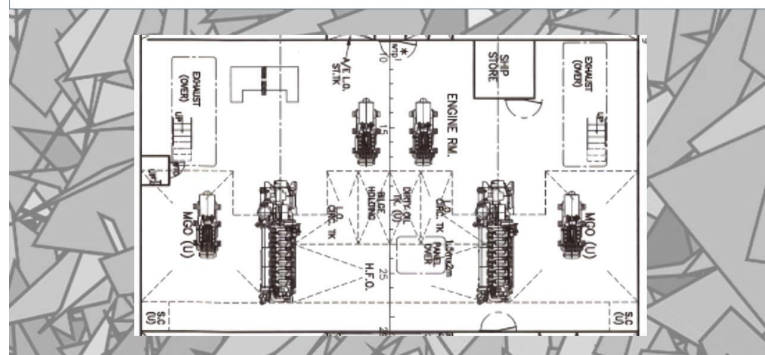
Deck B



Deck A

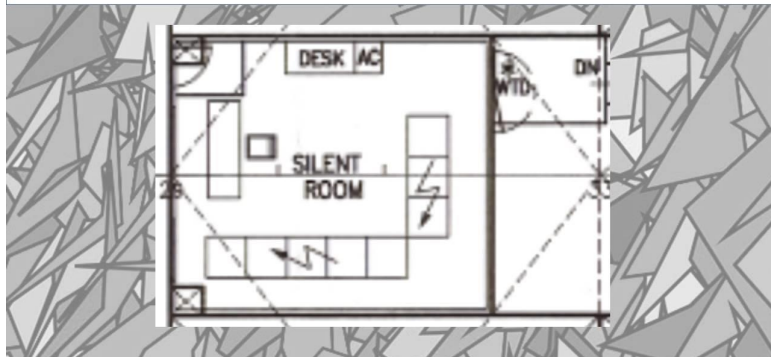


Engine Room

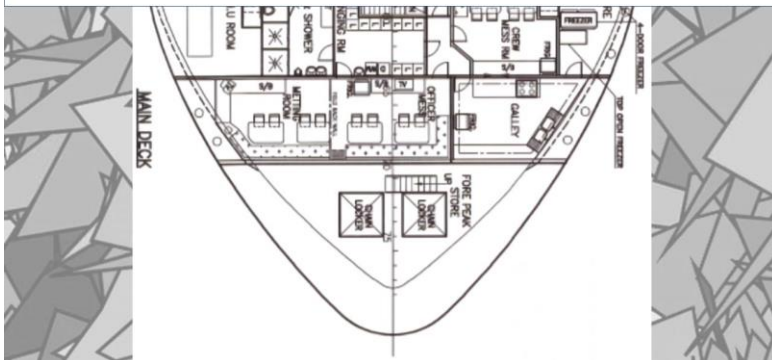




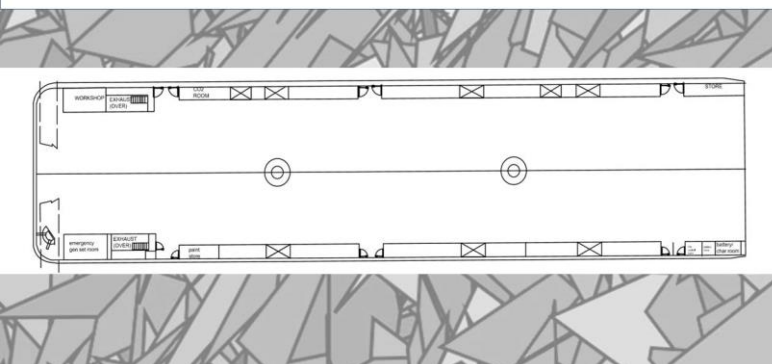
Engine Control Room

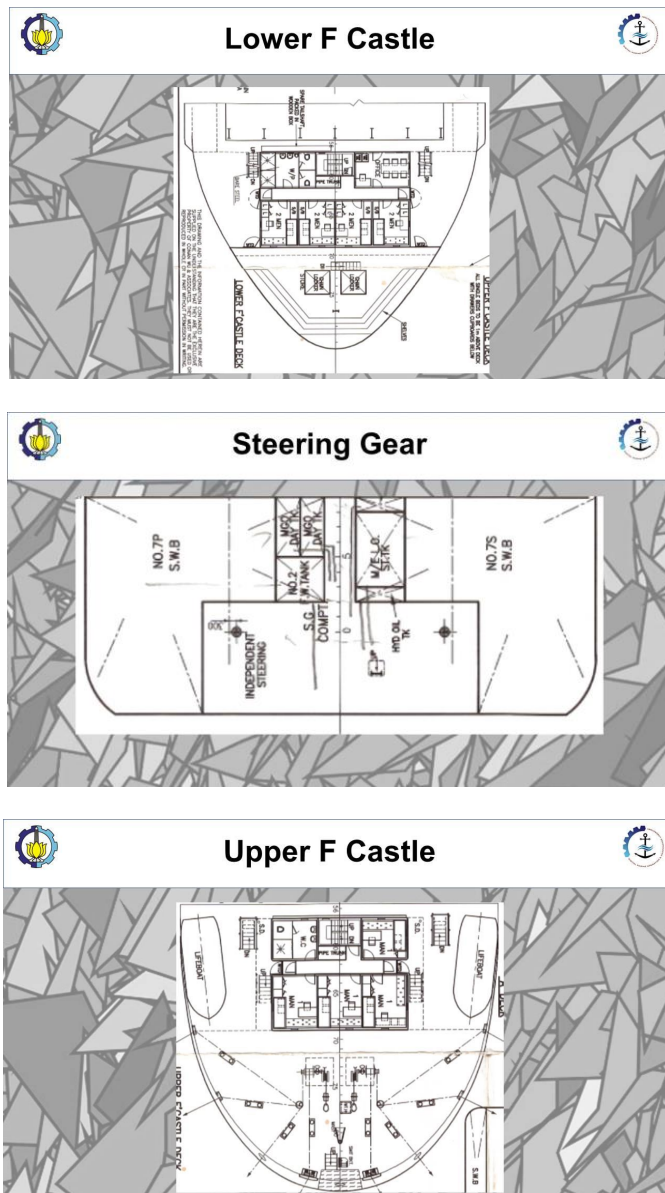


Main Deck



Main Deck





Gambar 4.32 Desain Marker
Sumber : Penulis (2020)

4.5.2 User Interface

User interface atau tampilan pengguna dalam aplikasi ini digunakan sebagai mekanisme komunikasi dari sistem aplikasi dengan pengguna, tujuannya adalah untuk mempermudah pengguna memahami dan menggunakan fitur yang tersedia pada aplikasi ini. *Main Menu* dari *User Interface* aplikasi memiliki 3 bagian utama yaitu *START*, *HOW TO USE*, dan *ABOUT*. *About* menu berisi tentang informasi pembuat aplikasi, *How To Use* menu berisi pedoman bagaimana menggunakan aplikasi, dan *Start* menu berisi fitur utama dari aplikasi, ketika *Start* dibuka, maka fitur kamera pada *smartphone* akan terbuka dan pengguna dapat mengidentifikasi marker yang telah ada.

1. Main Menu



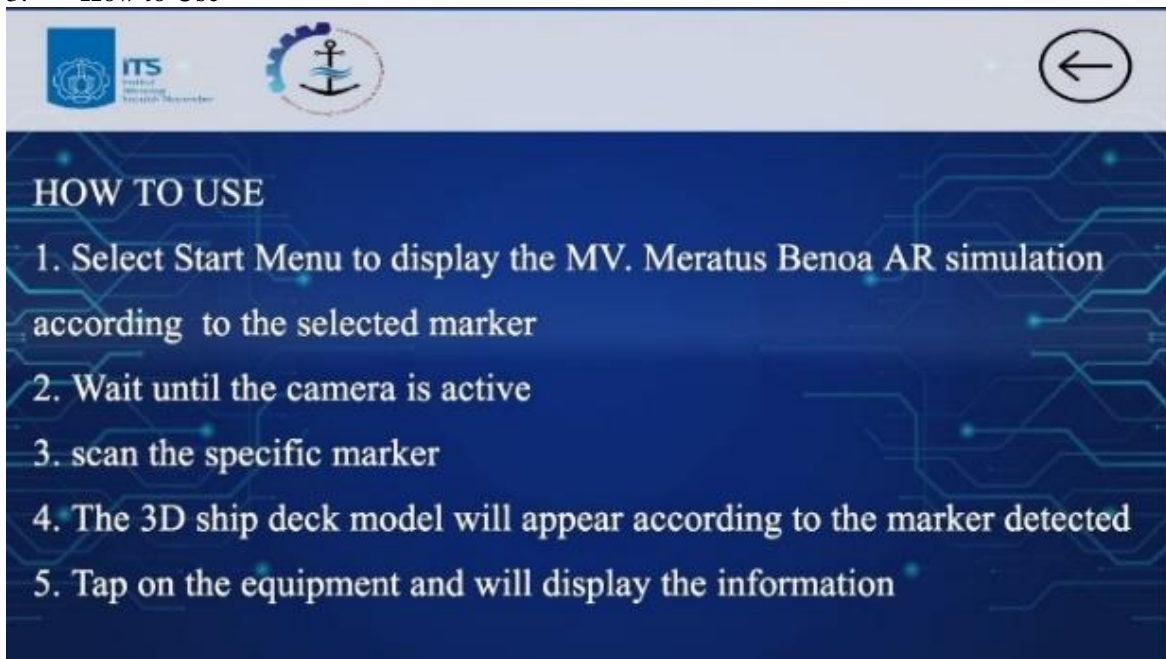
Gambar 4.33 Main Menu
Sumber : Penulis (2020)

2. About



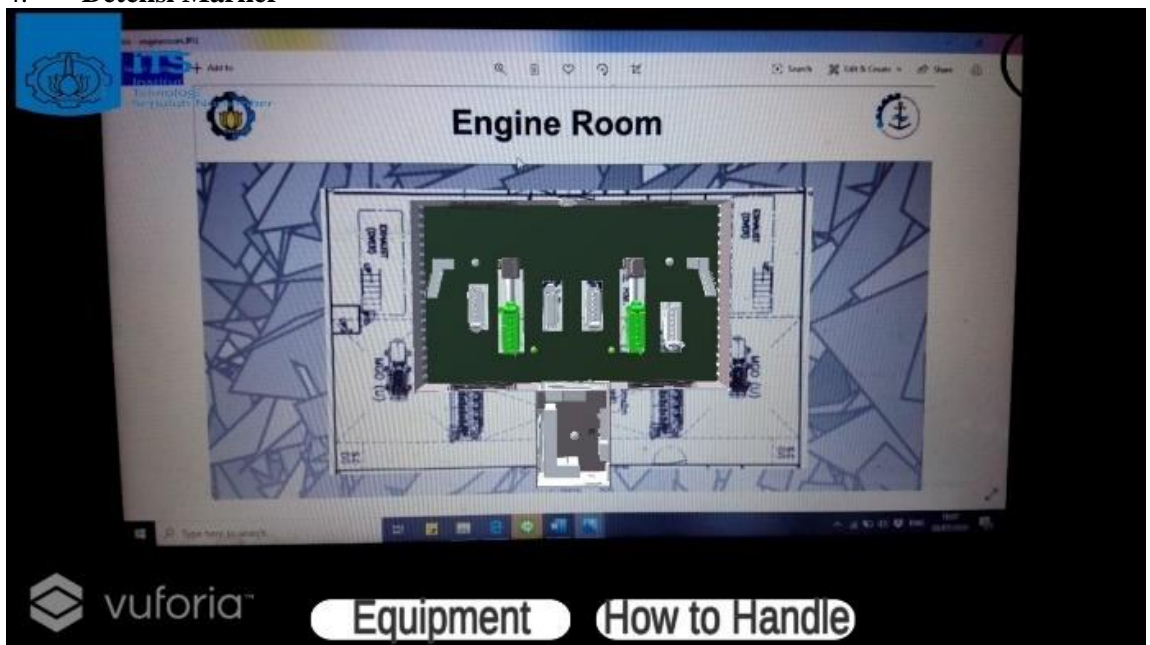
Gambar 4.34 About
Sumber : Penulis (2020)

3. *How to Use*



Gambar 4.35 *How to Use*
Sumber : Penulis (2020)

4. *Deteksi Marker*



Gambar 4.36 Tampilan ketika Marker di deteksi
Sumber : Penulis (2020)

5. *Equipment List*

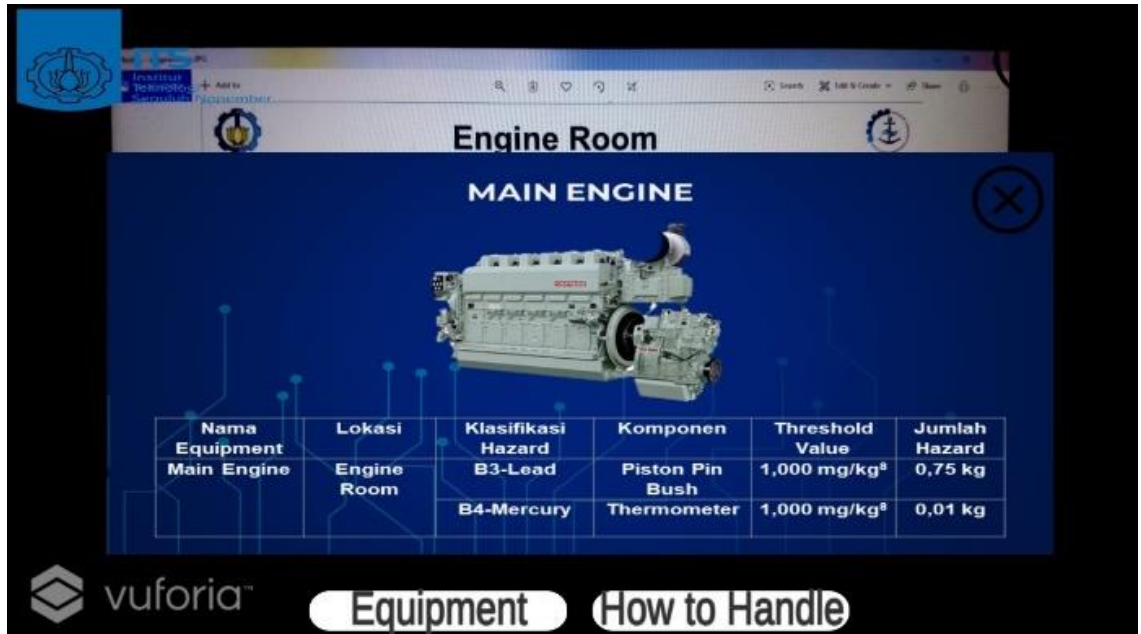


Engine Room

No.	Name of Equipment	Quantity
1	Main Engine	2
2	Generator	4
3	Shaft	2
4	Electric Cable	1
5	Water Tight Door	1
6	LO Pump	2
7	Smoke Detector	2
8	Hull Draft	-

Gambar 4.37 Tampilan ketika tombol “Equipment” ditekan
Sumber : Penulis (2020)

6. *Informasi IHM*



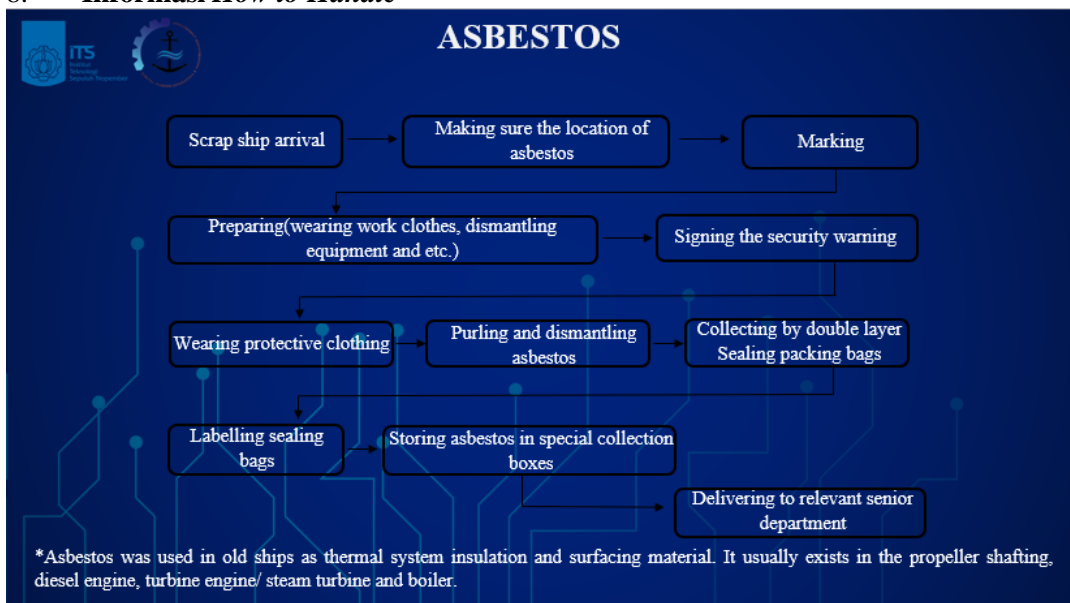
Gambar 4.38 Informasi yang muncul ketika 3D Equipment ditekan
Sumber : Penulis (2020)

7. *How to Handle*



Gambar 4.39 Tampilan ketika tombol “How to Handle” ditekan
Sumber : Penulis (2020)

8. *Informasi How to Handle*



Gambar 4.40 Tampilan yang muncul ketika tombol “Asbestos” di tekan.
Sumber : Penulis (2020)

4.6 Tahap Analisa

Aplikasi *Augmented Reality Inventory of Hazardous Material* yang sudah dibuat perlu diuji coba, untuk menemukan masalah pada aplikasi maupun kekurangan dari aplikasi. Uji coba juga perlu dilakukan untuk mengetahui apakah tujuan dari pembuatan aplikasi ini sebagai media belajar yang mempermudah pengguna memahami IHM dapat tercapai ataukah belum. Jika didapatkan hasil bahwa pembuatan aplikasi ini tidak tercapai tujuannya maka tentu perlu diperlukan adanya perbaikan untuk kedepannya.

Bentuk uji coba yang dilakukan adalah dengan meminta responden untuk menjalankan aplikasi ini, jumlah responden yang ditargetkan adalah sejumlah 15 orang. Setelah para responden selesai menggunakan aplikasi maka para responden tersebut akan diminta untuk membantu mengisi kuesioner. Responden akan diberi sepuluh (10) pertanyaan utama pada kuesioner yang dibuat berpedoman pada *User Experience Questionnaire Handbook* oleh Dr. Martin Schrepp dan penilaian menggunakan Skala Likert dengan bobot nilai mulai dari satu (1) sampai dengan (5), dimana satu (1) menunjukkan nilai terendah dan lima (5) menunjukkan nilai tertinggi.

Formulir penilaian *Augmented Reality* aplikasi berbasis Android, untuk *Inventory of Hazardous Material*

Nama :.

Profesi :

Merk dan type hp yang digunakan?

Apakah Aplikasi ini dapat diinstal dengan baik pada *Smartphone* anda?

Tabel 4.22. Daftar Pertanyaan Kuesioner

No.	Pertanyaan	Nilai
1	Seberapa paham anda tentang <i>Inventory of Hazardous Material</i> ?	
2.	Apakah <i>User Interface</i> aplikasi ini mudah untuk dipahami?	
3.	Apakah Marker dapat dideteksi dengan baik?	
4.	Seberapa baik fitur pada aplikasi ini dapat dijalankan di <i>smartphone</i> anda?	
5.	Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman ketika menggunakan aplikasi <i>Augmented Reality</i> IHM ini?	
6	Apakah dengan adanya aplikasi ini dapat mempermudah anda memahami <i>Inventory of Hazardous Material</i> ?	
7	Apakah menurut anda aplikasi ini direkomendasikan untuk menjadi media belajar yang menarik untuk dipelajari di kelas ?	
8	Apakah aplikasi ini memotivasi anda untuk belajar lebih dalam tentang <i>Inventory of Hazardous Material</i> ?	
9	Apakah 3D modelling dalam bentuk <i>augmented reality</i> aplikasi ini terlihat menarik?	
10	Apakah inovasi menggunakan <i>augmented reality</i> sebagai media belajar untuk memahami IHM memenuhi ekspektasi anda?	

Bit.ly/QuestionnaireIHM



Bit.ly/APKIHM

4.6.1 Hasil Kuesioner

Berikut adalah hasil dari jawaban responden terkait kuesioner yang telah disebar.

Tabel 4.23 Hasil Kuesioner

No	Pertanyaan	Nilai dari Responden					Total
		1	2	3	4	5	
1	Seberapa paham anda tentang <i>Inventory of Hazardous Material</i> ?	0	2	2	10	1	15
2	Apakah <i>User Interface</i> aplikasi ini mudah untuk dipahami?	0	0	2	8	5	15
3	Apakah Marker dapat dideteksi dengan baik?	0	0	0	4	11	15
4	Seberapa baik fitur pada aplikasi ini dapat dijalankan di smartphone anda?	0	0	0	9	6	15
5	Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman ketika menggunakan aplikasi <i>Augmented Reality</i> IHM ini?	0	0	1	10	4	15
6	Apakah dengan adanya aplikasi ini dapat mempermudah anda memahami <i>Inventory of Hazardous Material</i> ?	0	0	2	6	7	15
7	Apakah menurut anda aplikasi ini direkomendasikan untuk menjadi media belajar yang menarik untuk dipelajari di kelas ?	0	0	3	9	3	15
8	Apakah 3D modelling dalam bentuk augmented reality aplikasi ini terlihat menarik?	0	0	3	8	4	15
10	Apakah inovasi menggunakan augmented reality sebagai media belajar untuk memahami IHM memenuhi ekspektasi anda?	0	0	2	12	1	15

Pada saat melakukan uji coba aplikasi para responden menggunakan *smartphone*, berikut merupakan daftar *smartphone* yang digunakan responden saat menggunakan aplikasi : Sony Xperia, Samsung S10, Samsung Galaxy Tab S5e, Realme 3 Pro, Redmi Note Pro 8, Samsung A5 2017, Samsung Galaxy A50s, Samsung Galaxy A30, Vivo 1820, Oppo A7, dan Samsung A50.

4.6.2 Analisa Hasil Kuesioner

Dari hasil kuesioner yang telah di dapatkan maka nilai dan persentase nilai dari masing masing pertanyaan dapat dibuat. Untuk menemukan persentase dari masing masing pertanyaan maka digunakan persamaan Likert dengan rumus sebagai berikut :

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

P = Persentase

S = Frekuensi dikalikan dengan nilai dari jawaban

Nilai Ideal = Nilai tertinggi dikalikan dengan jumlah respon

Nilai Tertinggi = 5

Respon = 15

Nilai Ideal = $15 \times 5 = 75$

Berikut adalah nilai dan persentase masing masing pertanyaan dari kuesioner berdasarkan perhitungan dari rumus diatas :

1. Seberapa paham anda tentang *Inventory of Hazardous Material* ?
(Skala 1-5, sangat tidak paham-sangat paham)

Tabel 4. 24 Perhitungan dari pertanyaan no 1

Score	Respondent	Total Score
5	1	5
4	10	40
3	2	6
2	2	4
1	0	0
Total	15	55
Score rata-rata		3,66666667

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{55}{75} \times 100\% = 73\%$$

Dapat disimpulkan bahwa masih minim pengetahuan responden tentang *Inventory of Hazardous Material*

2. Apakah *User Interface* aplikasi ini mudah untuk dipahami?
(Skala 1-5, sangat sulit dipahami-sangat mudah dipahami)

Tabel 4. 25 Perhitungan dari pertanyaan no 2

Score	Respondent	Total Score
5	5	25
4	8	32
3	2	6
2	0	0
1	0	0
Total	15	63
Score rata-rata		4,2

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{63}{75} \times 100\% = 84\%$$

Dapat disimpulkan bahwa *User Interface* dari aplikasi mudah dipahami oleh pengguna aplikasi.

3. Apakah Marker dapat dideteksi dengan baik?
(Skala 1-5, sangat sulit dideteksi-sangat mudah dideteksi)

Tabel 4.26 Perhitungan dari pertanyaan no 3

Score	Respondent	Total Score
5	11	55
4	4	16
3	0	0
2	0	0
1	0	0
Total	15	71
Score rata-rata		4,73333333

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{71}{75} \times 100\% = 95\%$$

Dapat disimpulkan bahwa Marker dari aplikasi mudah dideteksi oleh *smartphone* pengguna aplikasi.

4. Seberapa baik fitur pada aplikasi ini dapat dijalankan di *smartphone* anda?
(Skala 1-5, sangat tidak baik-sangat baik)

Tabel 4.27 Perhitungan dari pertanyaan no 4

Score	Respondent	Total Score
5	6	30
4	9	36
3	0	0
2	0	0
1	0	0
Total	15	66
Score rata-rata		4,4

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{66}{75} \times 100\% = 88\%$$

Dapat disimpulkan bahwa fitur-fitur aplikasi ini tidak memiliki kendala ketika dioperasikan.

5. Apakah anda puas dengan fitur dan pengalaman ketika menggunakan aplikasi *Augmented Reality* IHM ini?
(Skala 1-5, Sangat tidak puas-sangat puas)

Tabel 4.28 Perhitungan dari pertanyaan no 5

Score	Respondent	tal Score
5	4	20
4	10	40
3	1	3
2	0	0
1	0	0
Total	15	63
Score rata-rata		4,2

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{63}{75} \times 100\% = 84\%$$

Dapat disimpulkan bahwa pengguna puas ketika menggunakan aplikasi *augmented reality* IHM ini.

6. Apakah dengan adanya aplikasi ini dapat mempermudah anda memahami *Inventory of Hazardous Material* ?
(Skala 1-5, sangat tidak mempermudah-sangat mempermudah)

Tabel 4.29 Perhitungan dari pertanyaan no 6

Score	Respondent	Total Score
5	7	35
4	6	24
3	2	6
2	0	0
1	0	0
Total	15	65
Score rata-rata		4,333333333

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{65}{75} \times 100\% = 87\%$$

Dapat disimpulkan bahwa adanya aplikasi ini, mempermudah pengguna untuk memahami *Inventory of Hazardous Material*.

7. Apakah menurut anda aplikasi ini direkomendasikan untuk menjadi media belajar yang menarik untuk dipelajari di kelas ?
(Skala 1-5, sangat tidak direkomendasikan-sangat direkomendasikan)

Tabel 4.30 Perhitungan dari pertanyaan no 7

Score	Respondent	Total Score
5	10	50
4	4	16
3	1	3
2	0	0
1	0	0
Total	15	69
Score rata-rata		4,6

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{69}{75} \times 100\% = 92\%$$

Dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini sangat direkomendasikan untuk dijadikan sebagai salah satu media untuk belajar.

8. Apakah aplikasi ini memotivasi anda untuk belajar lebih dalam tentang Inventory of Hazardous Material?
(Skala 1-5, tidak memotivasi-sangat memotivasi)

Tabel 4.31 Perhitungan dari pertanyaan no 8

Score	Respondent	Total Score
5	3	15
4	9	36
3	3	9
2	0	0
1	0	0
Total	15	60
Score rata-rata		4

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{60}{75} \times 100\% = 80\%$$

Dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini dapat memotivasi respon untuk belajar lebih dalam tentang IHM.

9. Apakah 3D *modelling* dalam bentuk augmented reality aplikasi ini terlihat menarik?
(Skala 1-5, tidak aktual-sangat aktual)

Tabel 4.32 Perhitungan dari pertanyaan no 9

Score	Respondent	Total Score
5	4	20
4	8	32
3	3	9
2	0	0
1	0	0
Total	15	61
Score rata-rata		4,06

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{61}{75} \times 100\% = 81\%$$

Dapat disimpulkan bahwa 3D *modelling* dalam bentuk *augmented reality* aplikasi ini terlihat menarik.

10. Apakah inovasi menggunakan *augmented reality* sebagai media belajar untuk memahami IHM memenuhi ekspektasi anda?
(Skala 1-5, tidak memenuhi ekspektasi -sangat memenuhi ekspektasi)

Tabel 4.33 Perhitungan dari pertanyaan no 10

Score	Respondent	Total Score
5	1	5
4	12	48
3	2	6
2	0	0
1	0	0
Total	15	59
Score rata-rata		3,93

Persentasenya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{59}{75} \times 100\% = 79\%$$

Dapat disimpulkan bahwa inovasi menggunakan *augmented reality* sebagai media belajar memahami IHM memenuhi ekspektasi pengguna.

Berdasarkan dari hasil perhitungan masing masing pertanyaan, maka nilai total dan persentase rata rata dari kuesioner secara keseluruhan dapat dihitung, berikut adalah hasil perhitungan kuesioner secara menyeluruh.

Tabel 4.34 Perhitungan Total

No	Persentase	Nilai	Nilai Rata-rata
1	73%	55	3,66
2	84%	63	4,2
3	95%	71	4,73
4	88%	66	4,4
5	84%	63	4,2
6	87%	65	4,33
7	92%	69	4,6
8	80%	60	4
9	81%	61	4,06
10	79%	59	3,93
Total	843%	632	42,13
Rata -rata	84%	63,2	4,21

ata diatas dapat digunakan untuk menilai hasil penilaian seluruh responden terhadap kualitas dari aplikasi, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Tentukan nilai maksimum.
 Nilai maksimum merupakan nilai jawaban terbesar dikalikan dengan jumlah dari pertanyaan, dikalikan dengan jumlah responden.
 Nilai terbesar = 5
 Jumlah Pertanyaan = 10
 Jumlah Responden = 15

$$= 5 \times 10 \times 15$$

$$= 750$$
2. Tentukan nilai minimum
 Nilai maksimum merupakan nilai jawaban terkecil dikalikan dengan jumlah dari pertanyaan, dikalikan dengan jumlah responden.
 Nilai terkecil = 1
 Jumlah Pertanyaan = 10
 Jumlah Responden = 15

$$= 1 \times 10 \times 15$$

$$= 150$$
3. Tentukan Median
 Nilai Median dapat ditentukan dengan menjumlahkan nilai maksimum dan nilai minimum lalu dibagi dua.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Maksimum} &= 750 \\
 \text{Nilai Minimum} &= 150 \\
 \text{Median} &= (750 + 150)/2 \\
 &= 450
 \end{aligned}$$

4. Tentukan Kuartil 1

Nilai kuartil 1 dapat ditentukan dengan menjumlahkan nilai minimum dan nilai median lalu dibagi dua.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Minimum} &= 150 \\
 \text{Nilai Median} &= 450 \\
 \text{Kuartil 1} &= (150+450)/2 \\
 &= 300
 \end{aligned}$$

5. Tentukan Kuartil 3

Nilai kuartil 3 dapat ditentukan dengan menjumlahkan nilai Maksimum dan nilai median lalu dibagi dua.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Maksimum} &= 750 \\
 \text{Nilai Median} &= 450 \\
 \text{Kuartil 3} &= (750+450)/2 \\
 &= 600
 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini merupakan kategori penilaian berdasarkan nilai dari skor minimum, kuartil 1, median ,kuartil 3, nilai maksimum yang didapatkan dari perhitungan diatas.

Tabel 4.35 Kategori penilaian aplikasi

<i>Excellent</i>	$\text{Kuartil 3} < x \leq \text{Nilai Maksimum}$	601-750
<i>Good</i>	$\text{Median} < x \leq \text{Kuartil 3}$	451-600
<i>Enough</i>	$\text{Kuartil 1} < x \leq \text{Median}$	301-450
<i>Bad</i>	$\text{Nilai Minimum} < x \leq \text{Kuartil 1}$	151-300



Berdasarkan hasil perhitungan dari jawaban responden terhadap 10 pertanyaan pada kuesioner, dapat ditentukan bahwa Aplikasi *Augmented Reality Inventory of Hazardous Material* ini berada pada kategori *Excellent* karena memiliki nilai 632 yang berada pada nilai 601 dan 750 yang merupakan kategori tertinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Inventory of Hazardous Material* (IHM) pada kapal MV. Meratus Benoa dapat diimplementasikan menggunakan aplikasi *Augmented Reality* (AR)
2. *Inventory of Hazardous Material* (IHM) pada kapal MV. Meratus Benoa dalam model 3D dapat divisualisasikan menggunakan aplikasi *Augmented Reality* (AR)
3. Aplikasi *Augmented Reality* dapat dimanfaatkan sebagai media belajar yang tepat untuk memahami IHM, terutama *equipment* kapal yang mengandung material berbahaya, lokasi, serta kuantitas dari material berbahaya tersebut karena berdasarkan hasil kuesioner terhadap 15 responden yang terdiri dari 10 pertanyaan, aplikasi ini dikategorikan kedalam kategori *Excellent* yang memiliki nilai 632 yang berada di antara nilai 601 sampai dengan nilai 750 dan merupakan kategori tertinggi.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi ini dapat memvisualisasikan lokasi dari *Inventory of Hazardous Material* (IHM) dalam 3D model. Tapi aplikasi ini hanya memvisualisasikan *equipment* yang mengandung IHM saja, tidak keseluruhan struktur dari kapal.
2. Aplikasi *augmented reality* masih memerlukan banyak pengembangan lebih lanjut terutama dalam visualisasi 3D model, agar memiliki tingkat resolusi yang lebih tinggi.
3. Aplikasi ini yang menggunakan *marker-based method* membutuhkan target yang sangat spesifik untuk mendeteksi aplikasi agar dapat menampilkan model 3D dari IHM dengan benar. Akan sangat mendukung jika kedepannya dibuatkan juga aplikasi yang menggunakan *markerless method* terutama 3D *Object Tracking*. Ini akan sangat mempermudah ketika melakukan inspeksi langsung di kapal.
4. Teknologi ini akan sangat mendukung jika digunakan dalam dunia pendidikan sebagai media belajar terutama media belajar dalam bidang maritim, karena aplikasi ini dapat menampilkan struktur dan *equipment* kapal dengan bentuk hampir menyerupai model sebenarnya.
5. Untuk kedepan responden perlu lebih divariasikan.

Halaman ini sengaja dikosongkan”

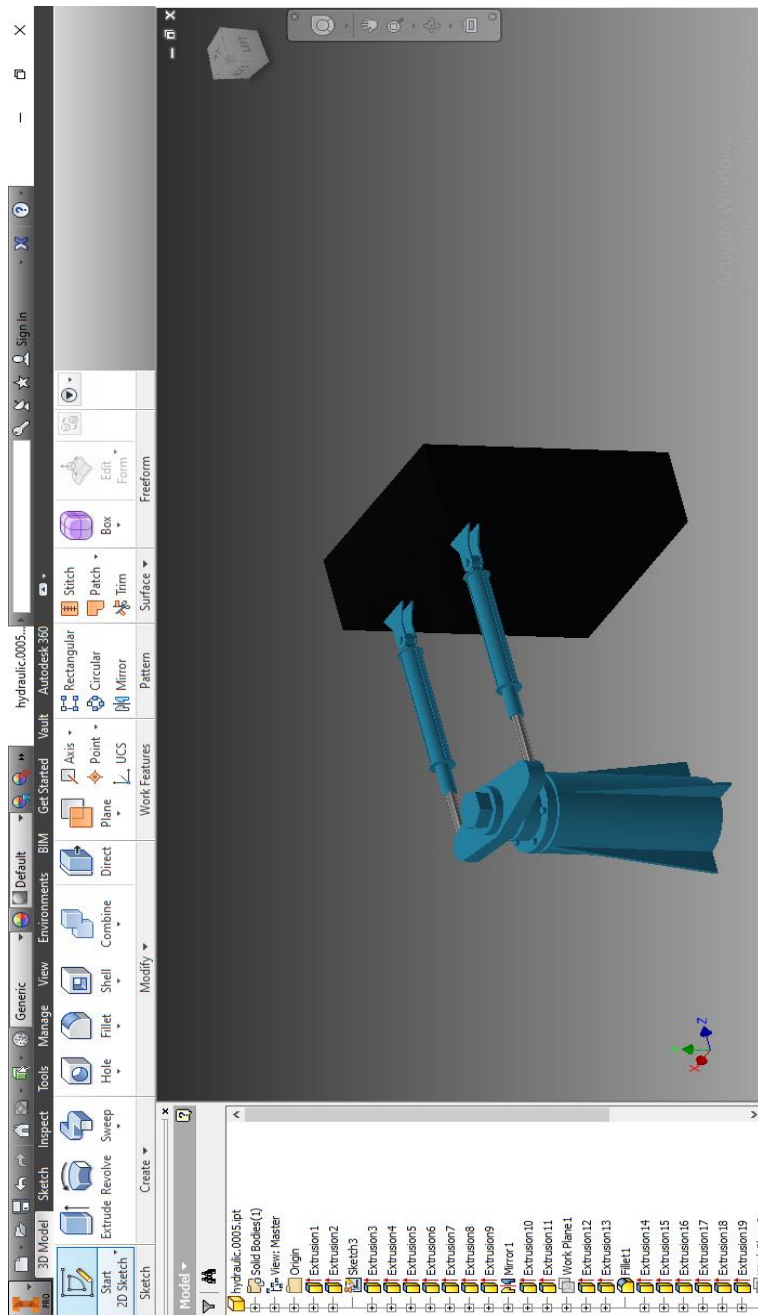
REFERENSI

- ABS. (2016). *The Inventory of Hazardous Material*. Act of Legislature of the State of New York 1862.
- Assidiqi, R. (2019). Development of Augmented Reality Android-Based Application for Fire Control Plan. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*.
- Blender. (n.d.). *About*. Retrieved from Blender: <https://www.blender.org/about/>
- efendi, i. (2017). *Pengertian Augmented Reality (AR)*. Retrieved from IT-Jurnal: <https://www.it-jurnal.com/pengertian-augmented-realityar/#comments>
- Falah, F. (2016). *Mengenal Augmented Reality, Teknologi Utama dalam Game Pokemon GO*. Retrieved from Penggagas: <http://www.penggagas.com/mengenal-augmented-reality-ar-teknologi-utama-dalam-pokemon-go/>
- G. Dini, M. D. (2015). Application of Augmented Reality Techniques in Through-life Engineering Services. *ScienceDirect*.
- HAN, P. (2019). A review of edge-based 3D tracking of rigid objects. *ScienceDirect*.
- IMO. (2009). Hongkong International Convention For The Safe and Environmentally Sound Recycling of Ship. *Hongkong Convention*. Hongkong.
- Kaonang, G. (2017, 08 30). *Google Umumkan ARCore, Platform Augmented Reality untuk "semua" Perangkat Android*. Retrieved from DailySocial: dailysocial.id/post/google-arcore-android
- Mustaqim, I. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality.
- Putra, P. C. (2016, Desember 16). *Augmente Reality : Overview*. Retrieved from Binus University School of Information Systems: <https://sis.binus.ac.id/2016/12/16/augmented-reality-overview/>
- Sylva, R. e. (2003). Introduction to Augmented Reality. *Brazil : National Laboratory of Scientific Computation*.
- TeknoJurnal. (2015, April 30). *Vuforia-SDK Canggih Untuk Wujudkan Aplikasi dan Game Dengan Teknologi Augmented Reality*. Retrieved from TeknoJurnal: <https://teknojurnal.com/vuforia/>
- TheFreshUK. (2017). *History of Virtual Reality*. Retrieved from www.vrs.org.uk.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. (1998). Inventory of World-wide PCB Destruction Capacity.
- Unity. (2019). *Unity Blog*. Retrieved from Unity: https://blogs.unity3d.com/?_ga=2.148598196.2041778068.1579526694-1436877228.1579526694
- Zunfeng Du, S. Z. (2018). Hazardous materials analysis and disposal procedures during ship recyclin. *ELSEVIER*.

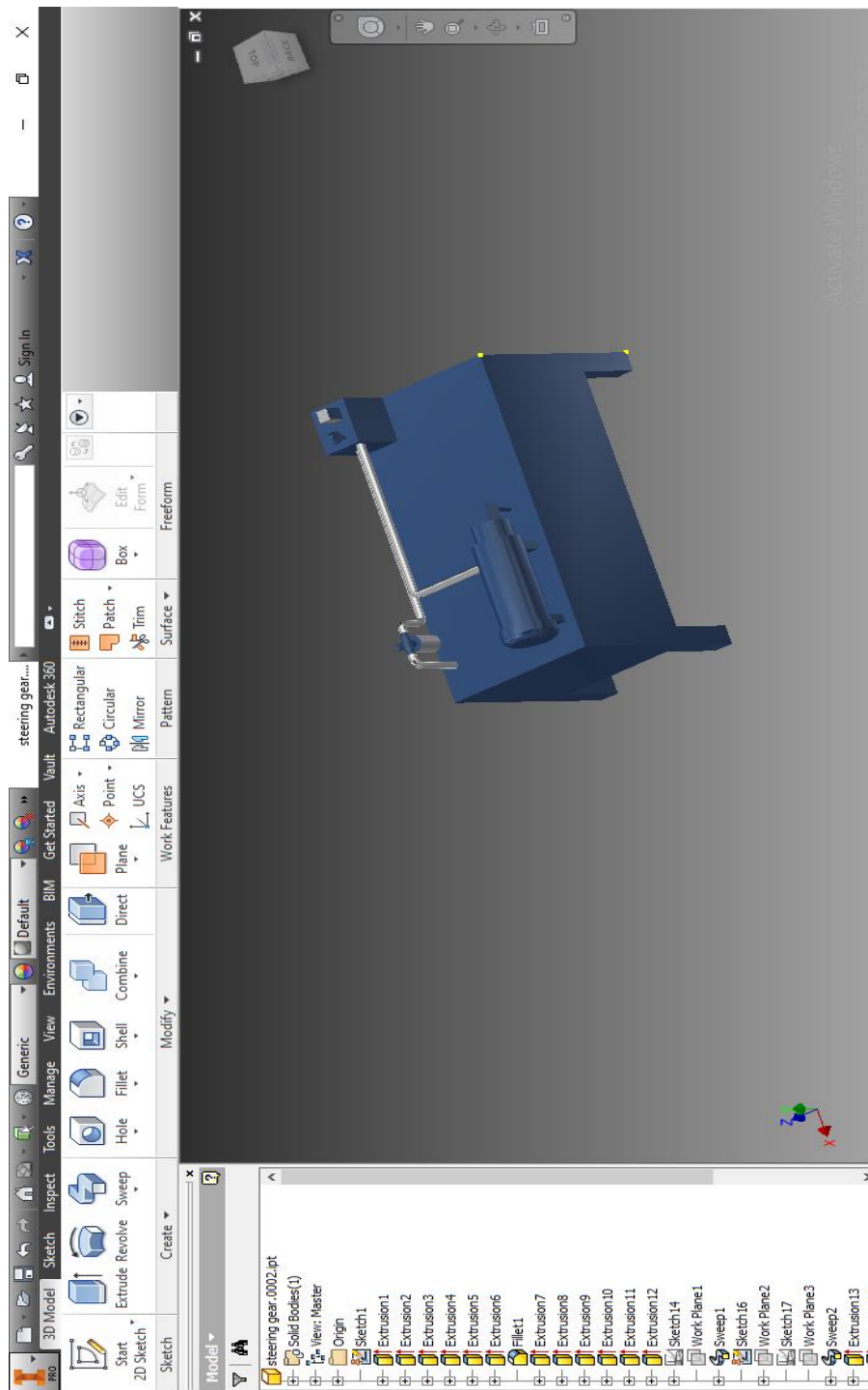
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

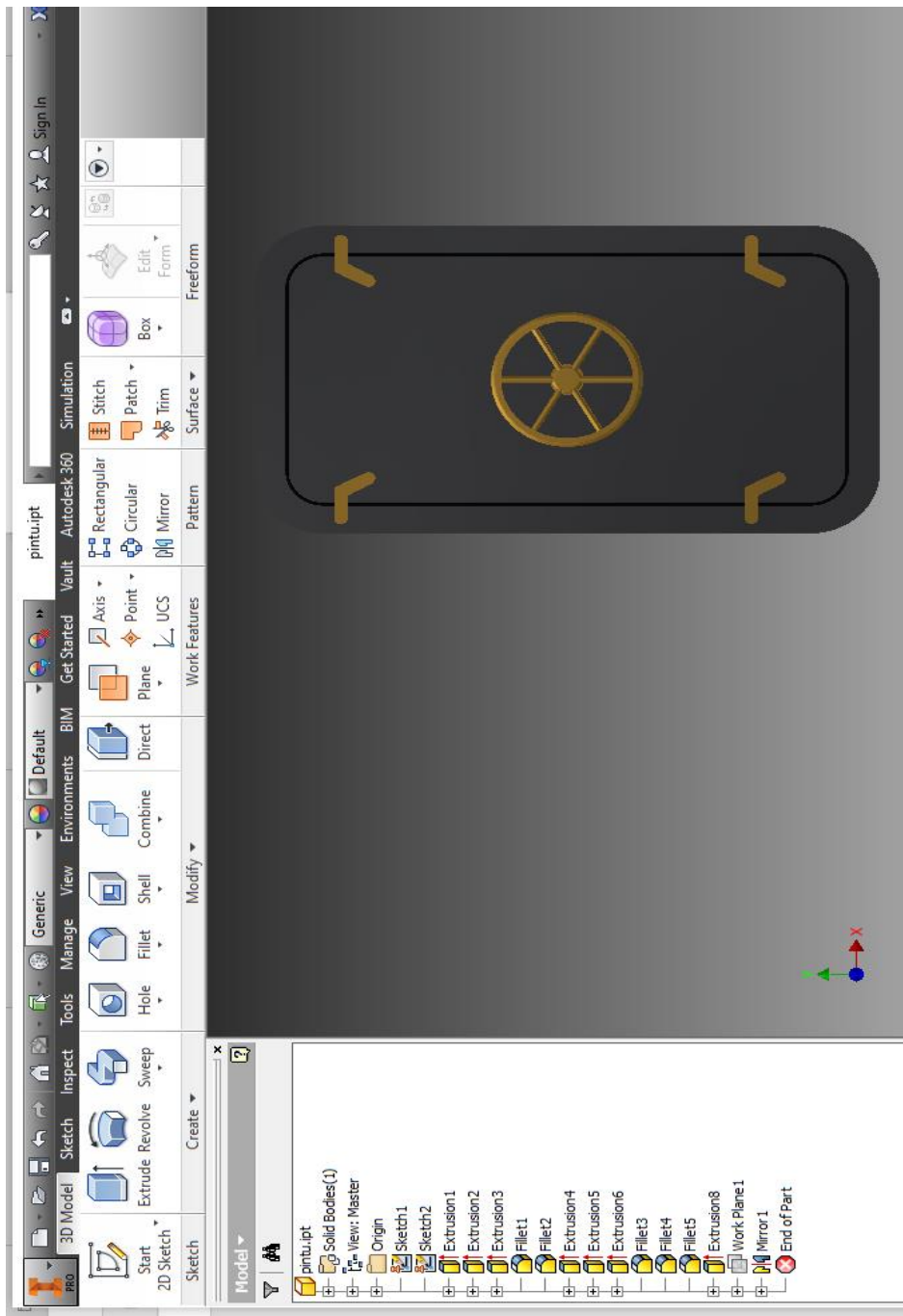
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor



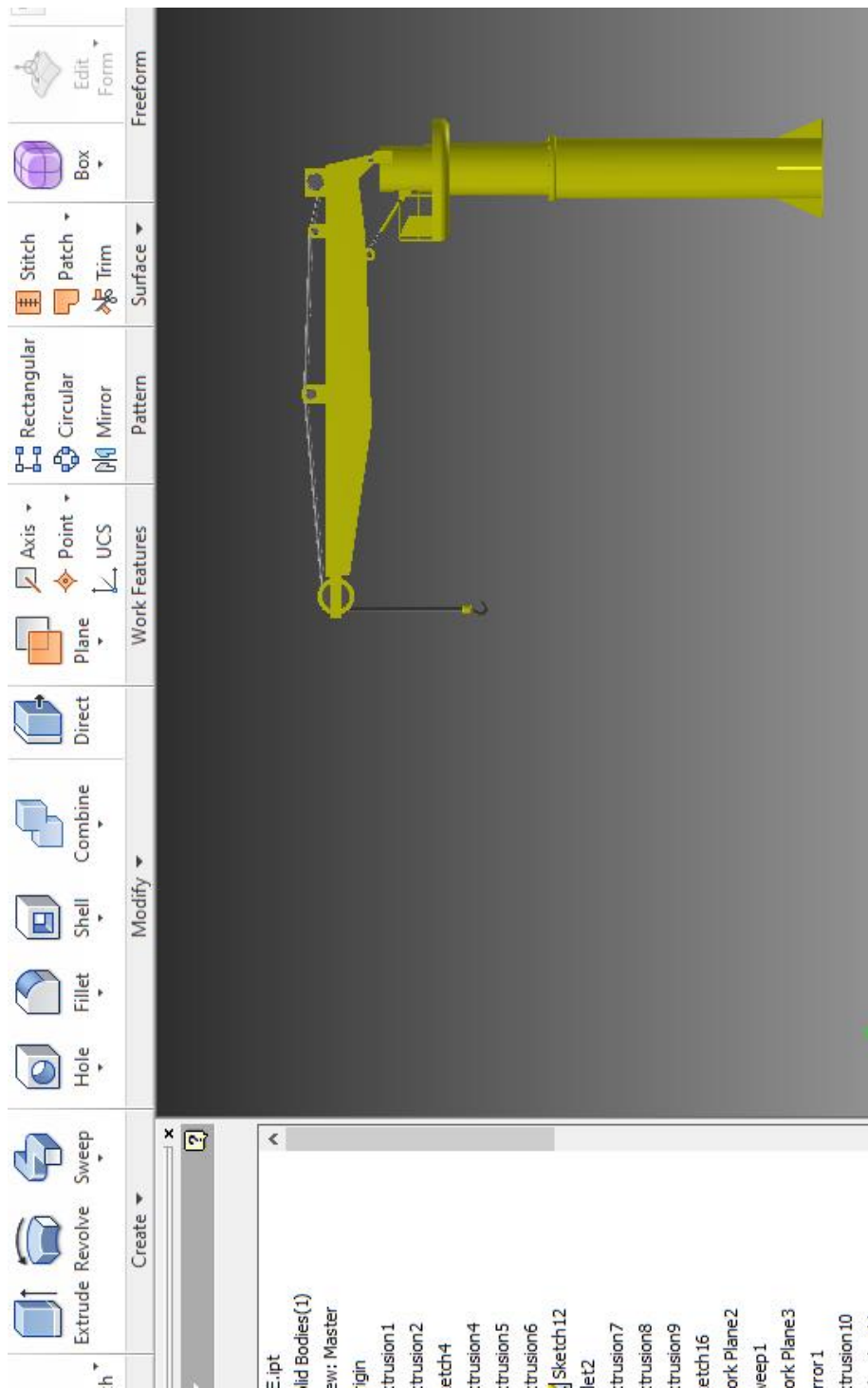
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor



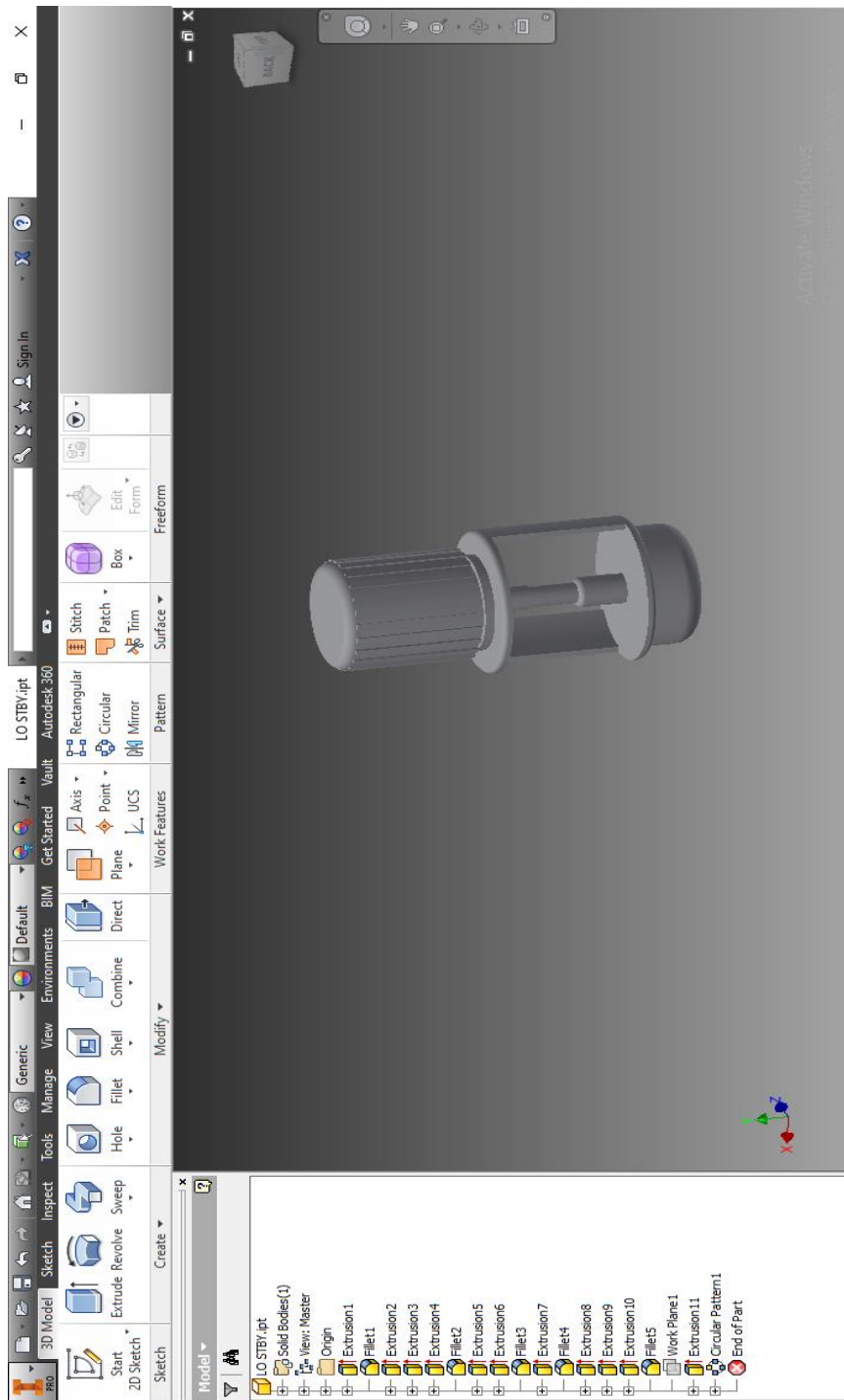
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor



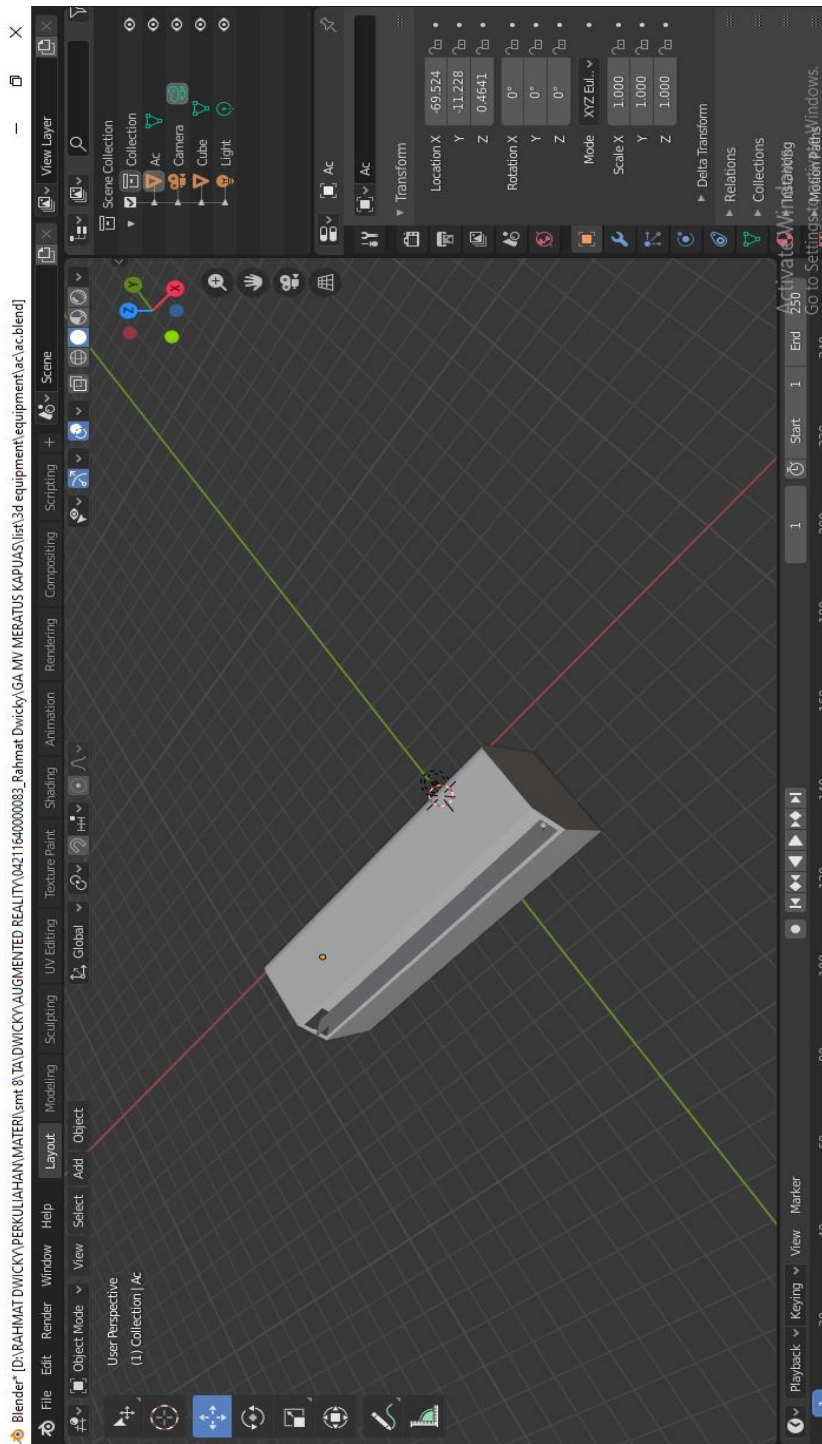
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor



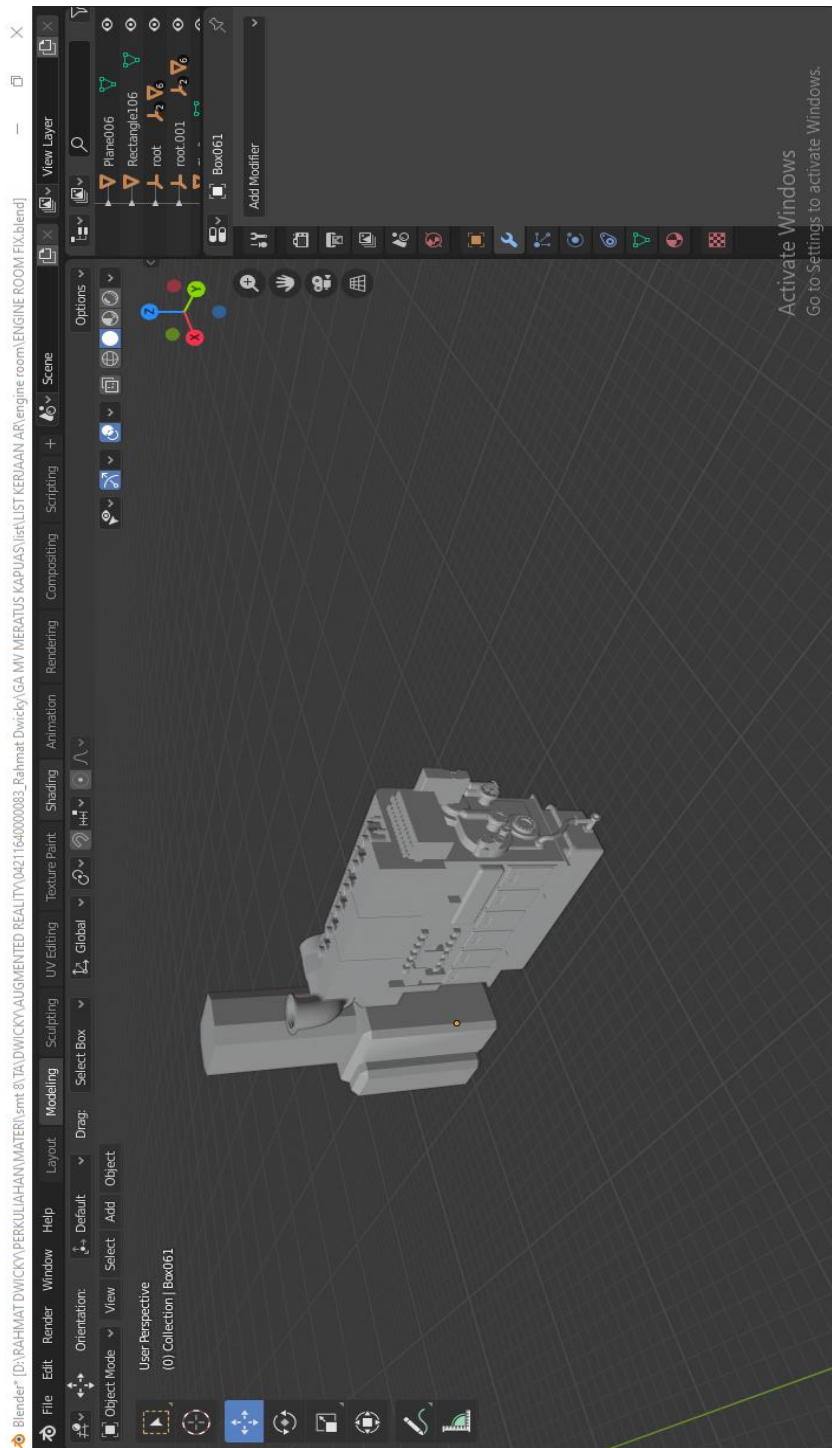
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Autodesk Inventor



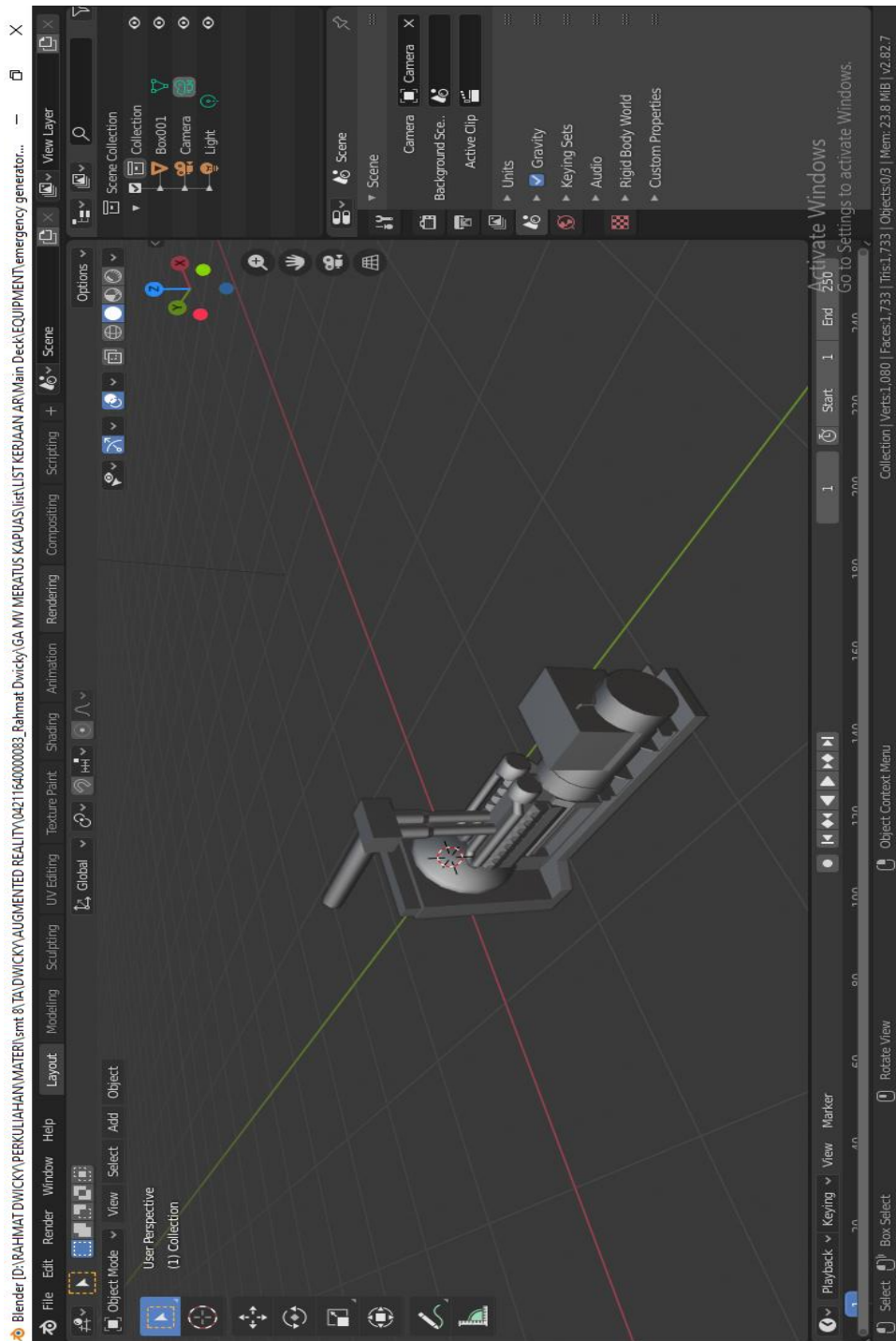
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



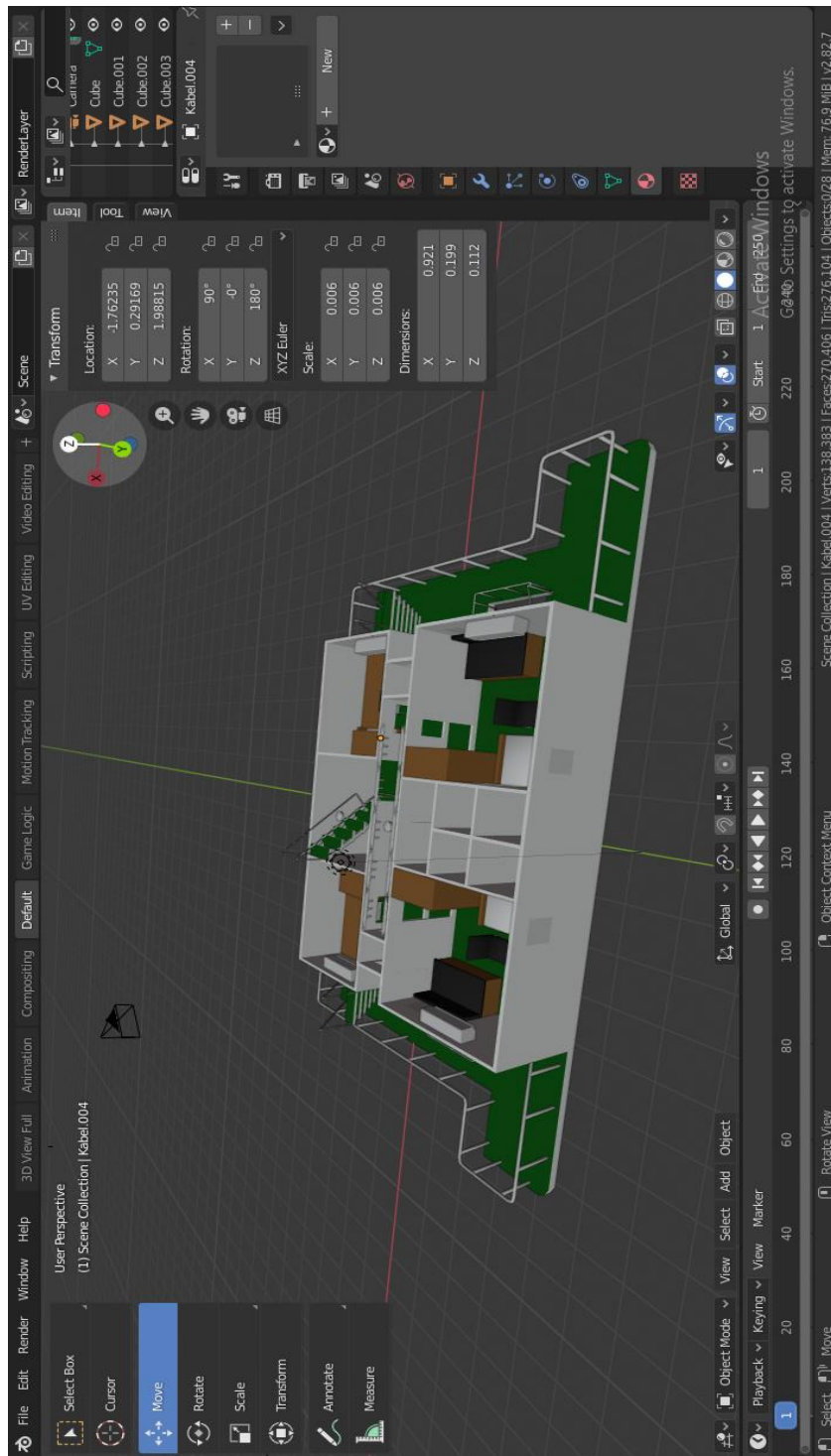
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



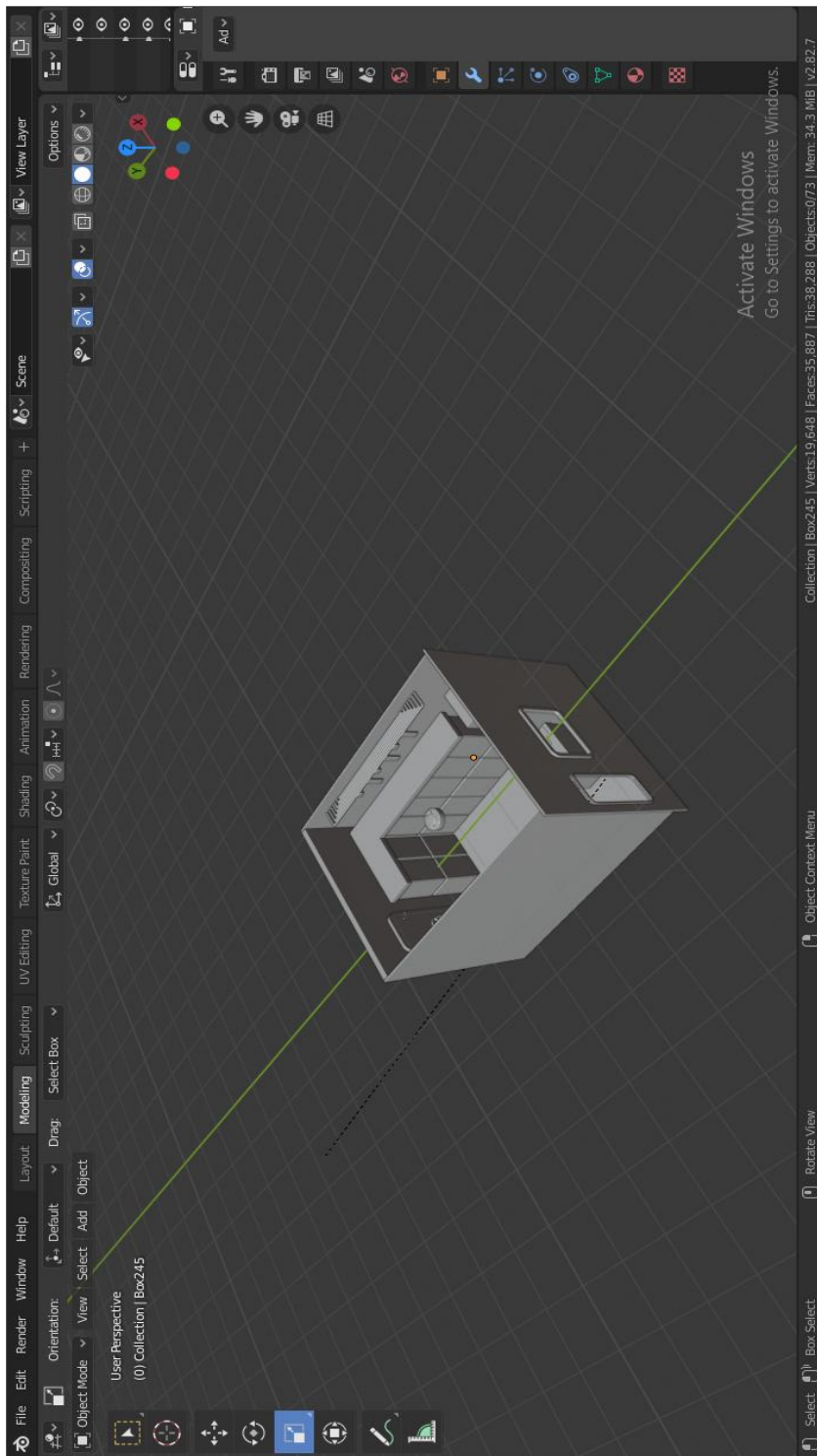
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



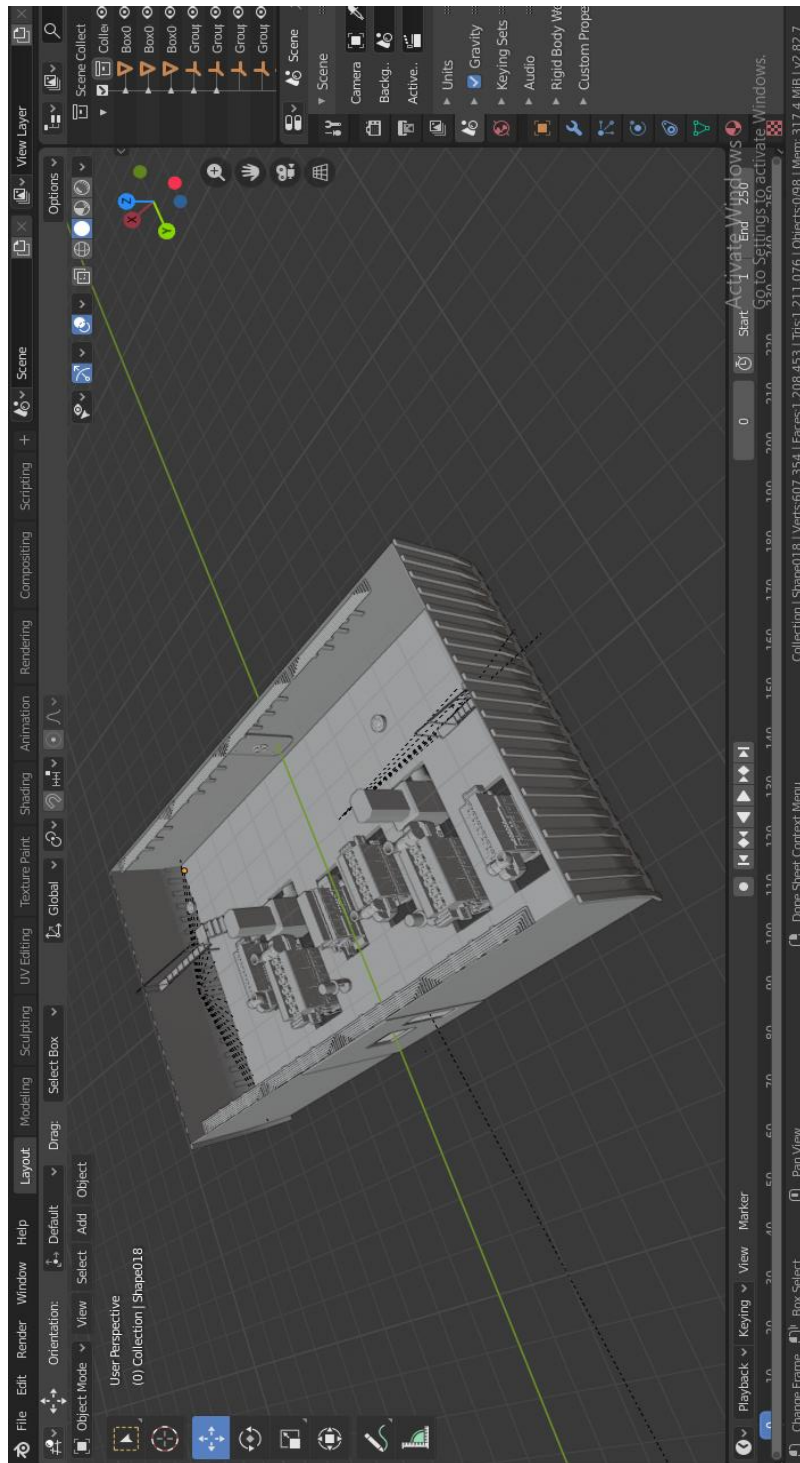
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



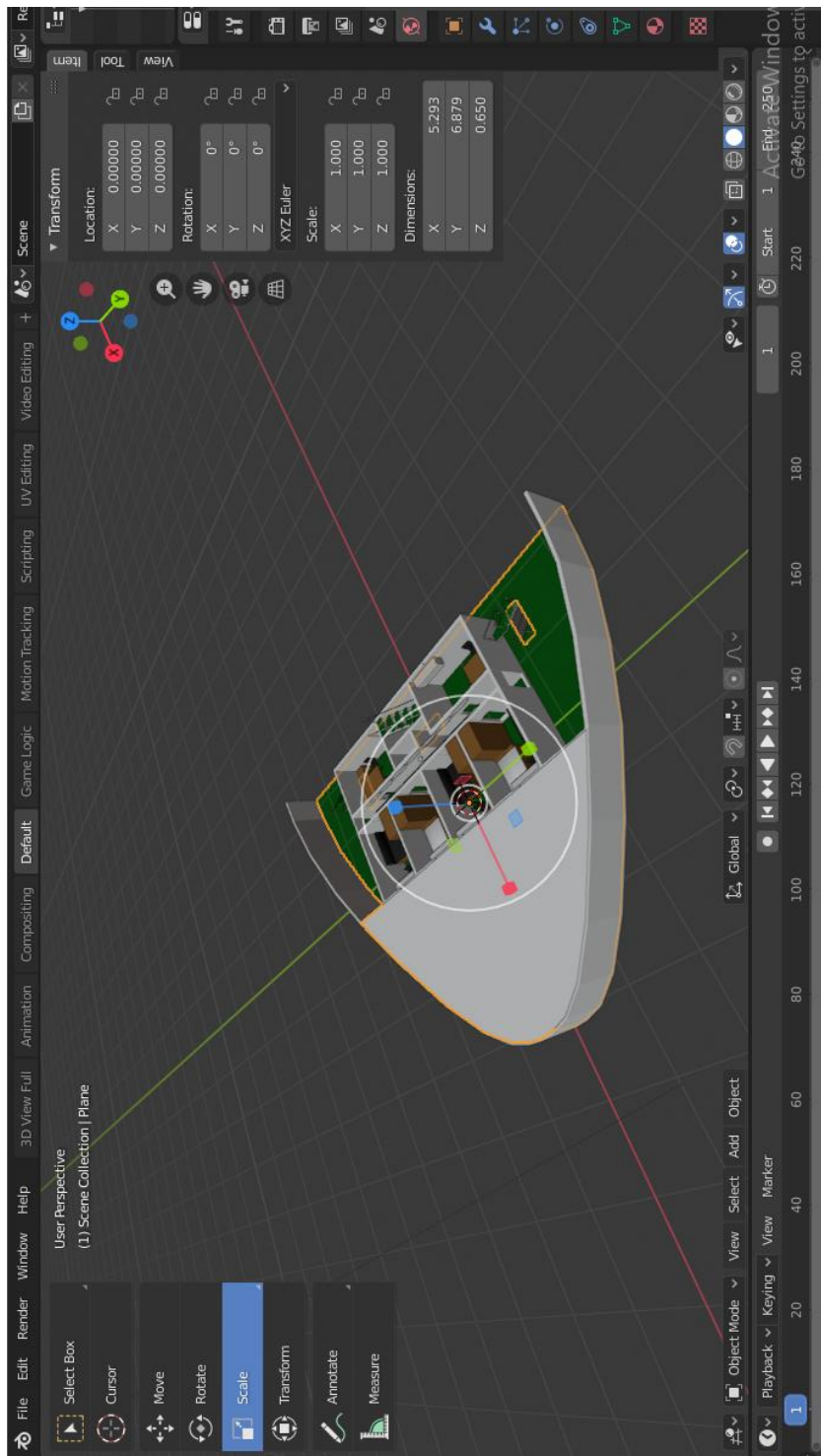
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



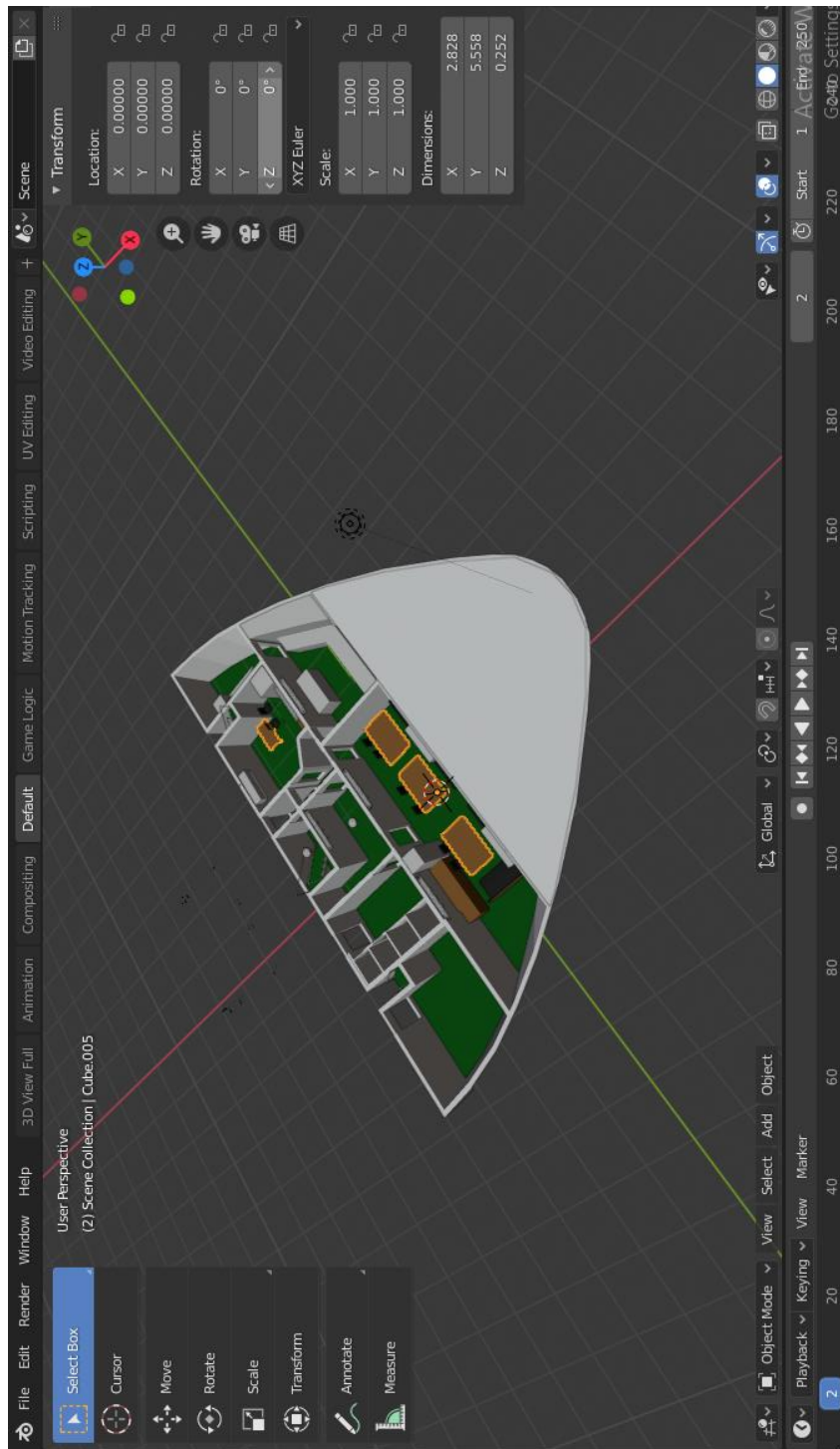
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



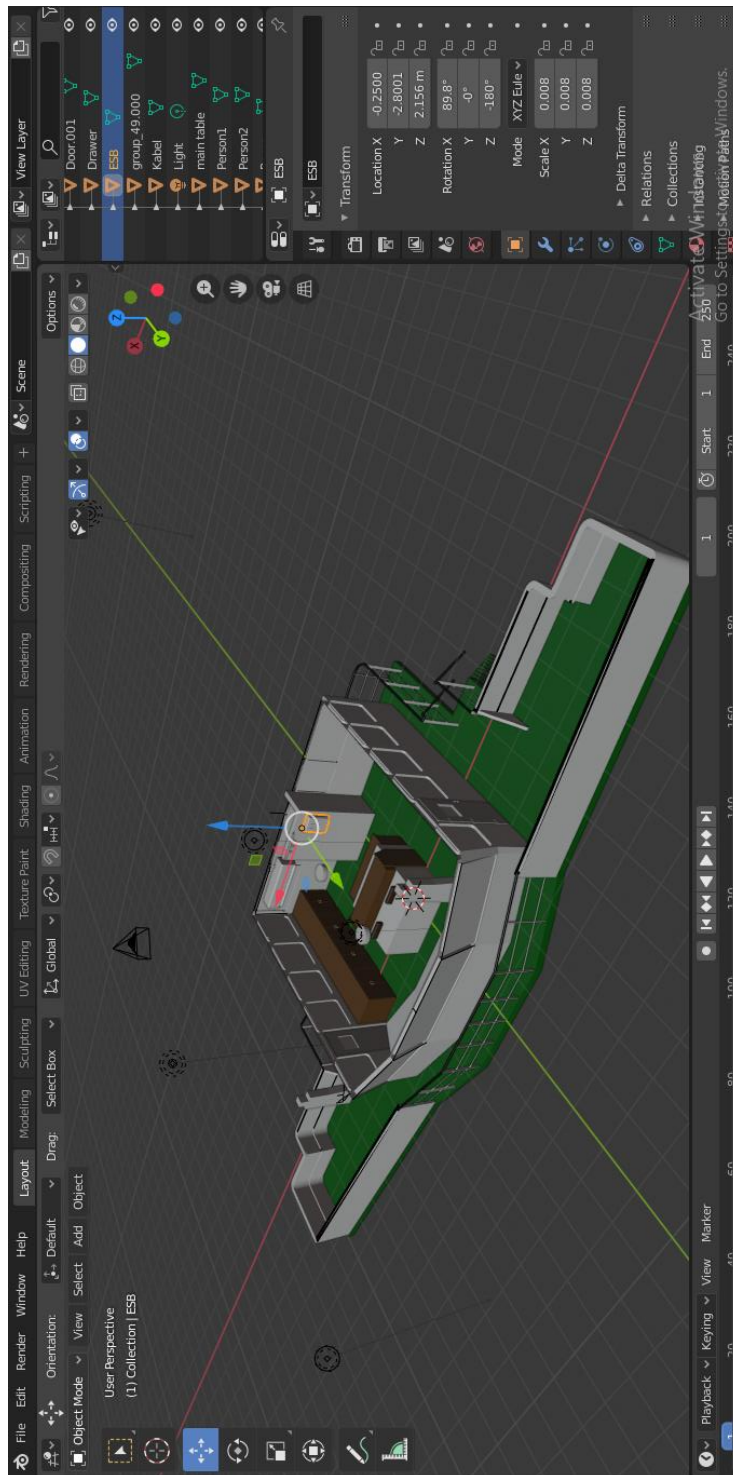
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



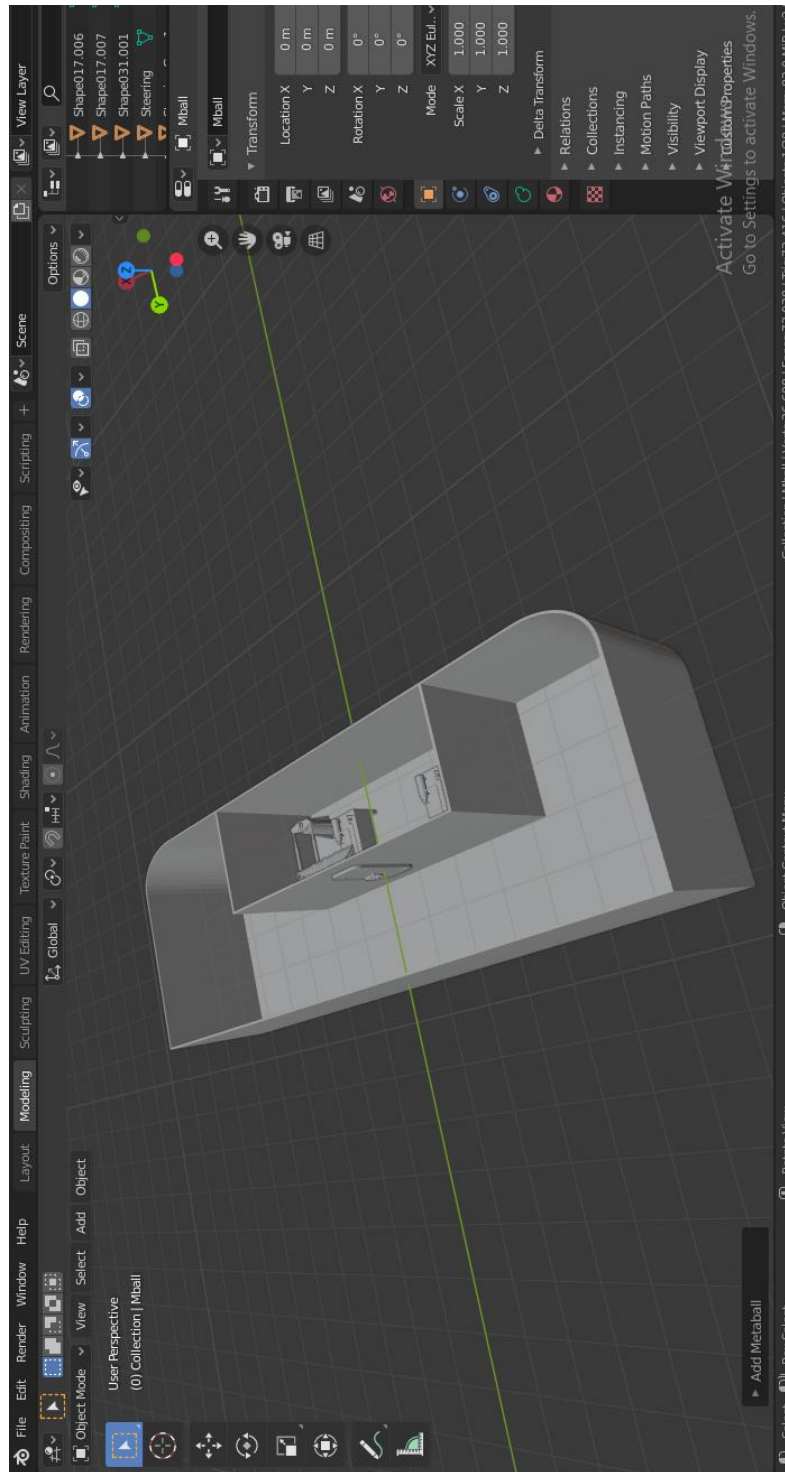
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



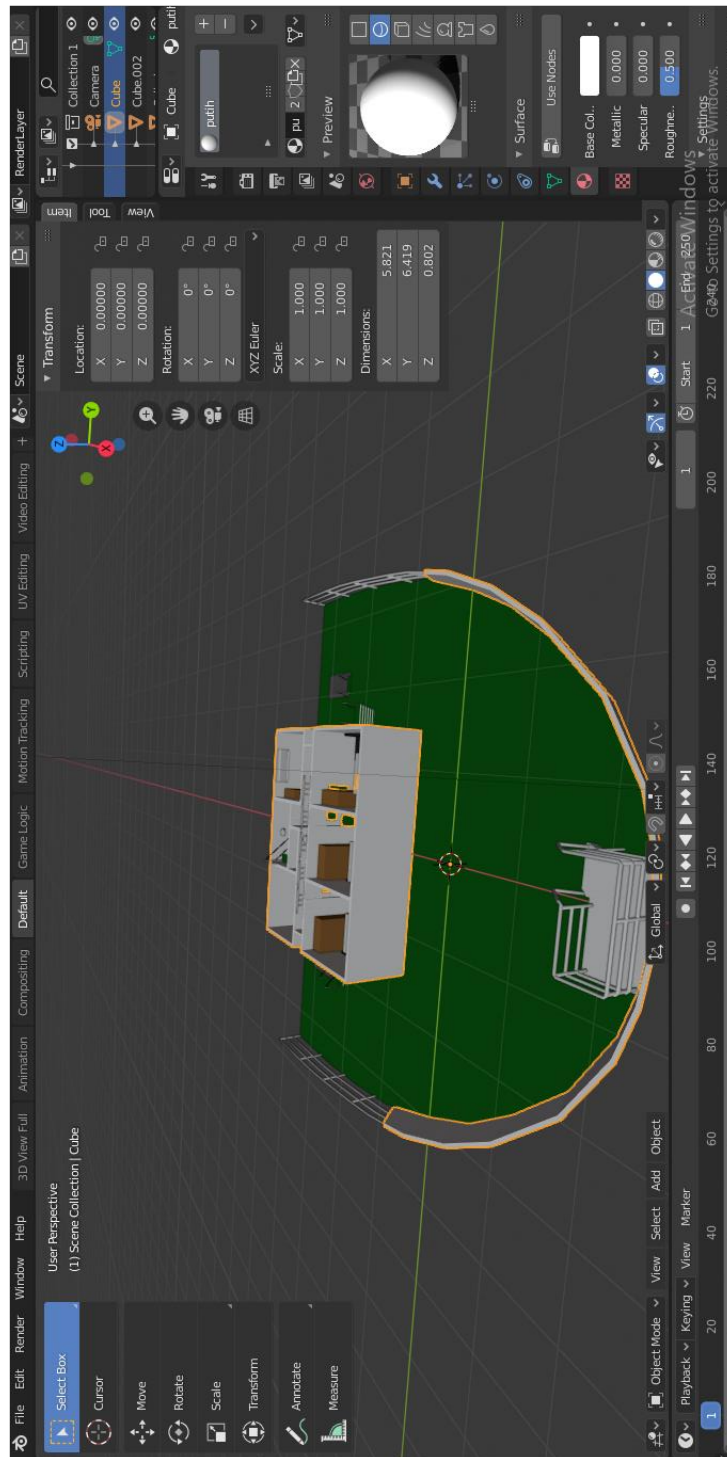
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



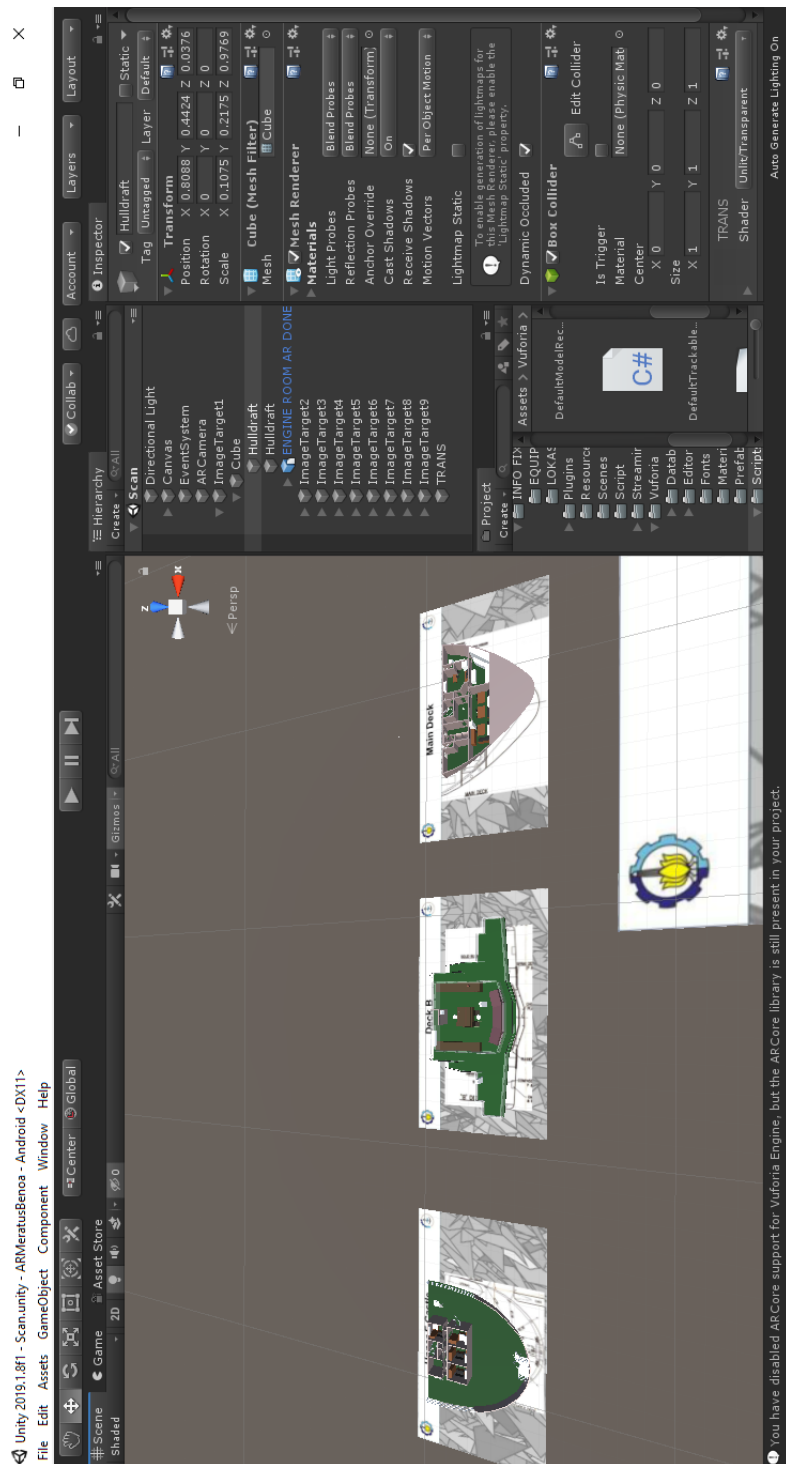
Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender



Pemodelan 3D menggunakan aplikasi Blender

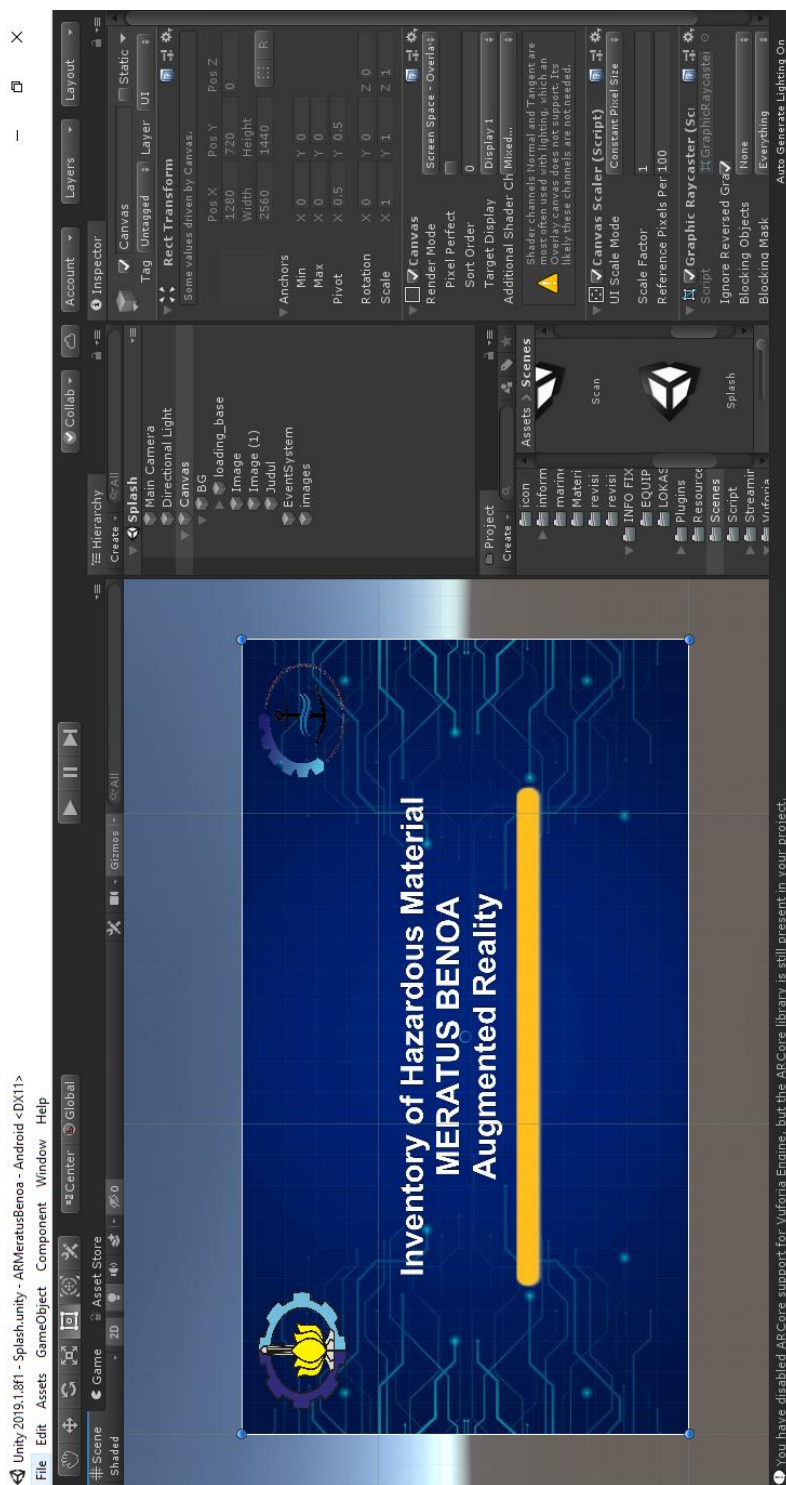


Pembuatan *Augmented Reality* menggunakan Aplikasi Unity

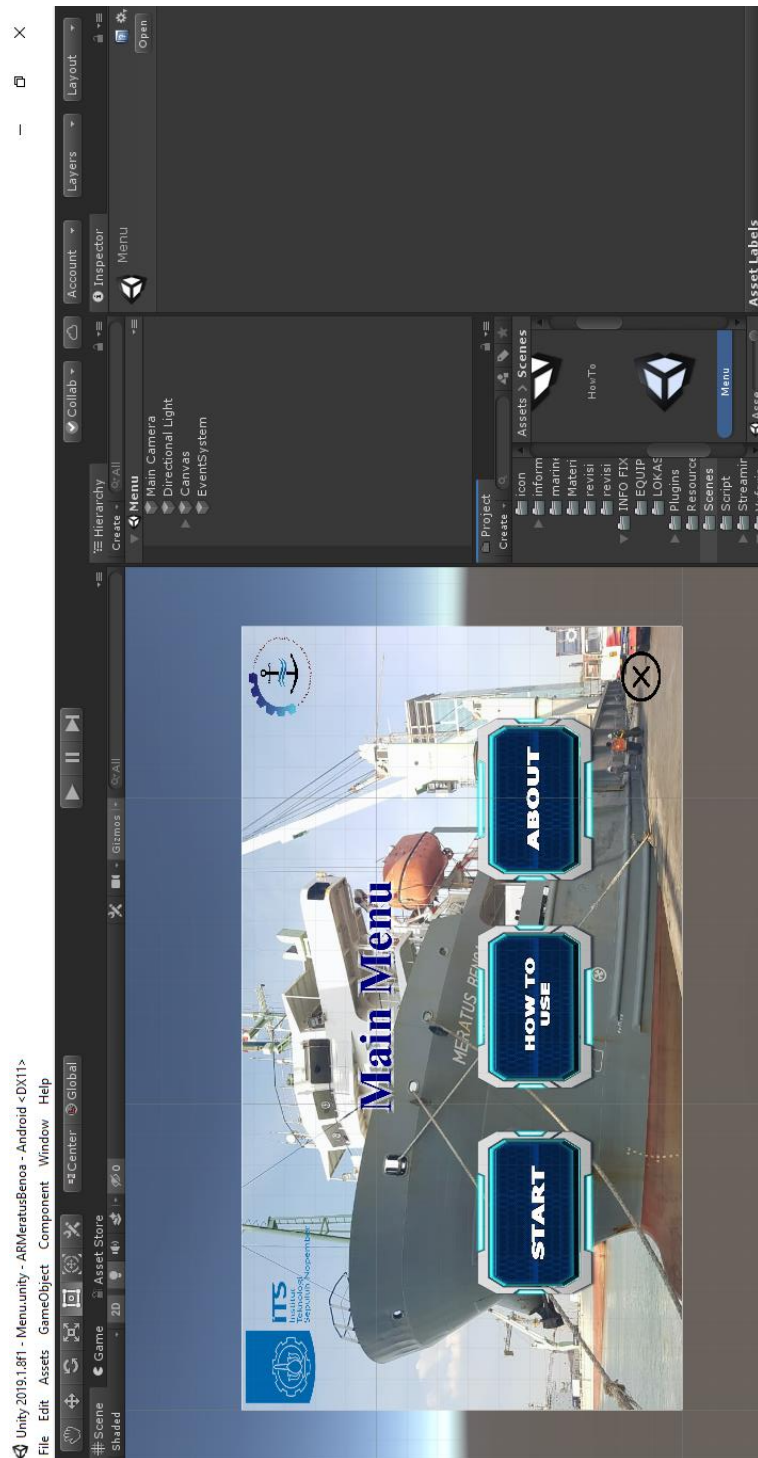


Unity 2019.1.8f1 - Scanunity - ARMeratusBenoa - Android <DX11>
File Edit Assets GameObject Component Window Help

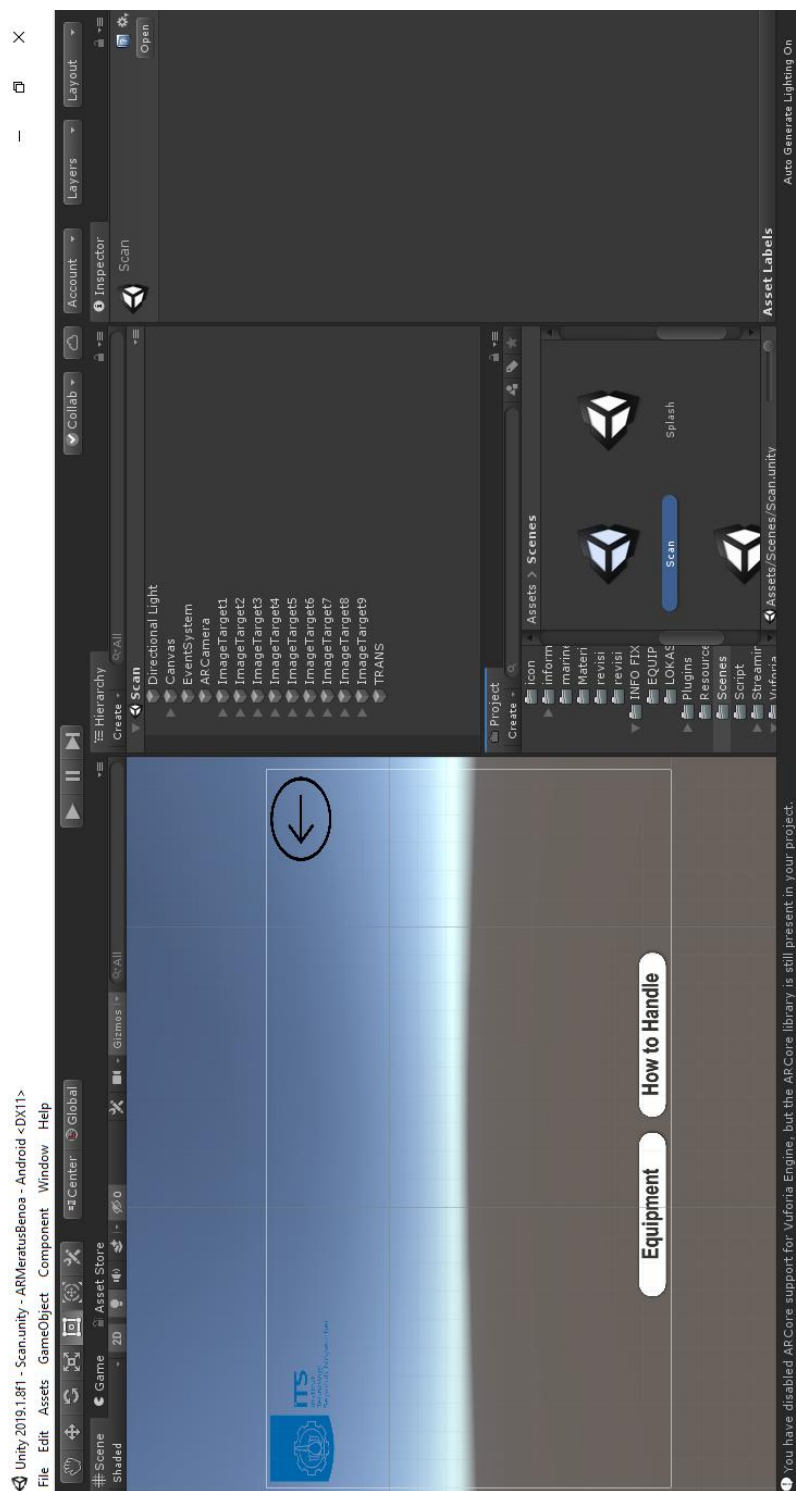
Pembuatan *Augmented Reality* menggunakan Aplikasi Unity



Pembuatan *Augmented Reality* menggunakan Aplikasi Unity



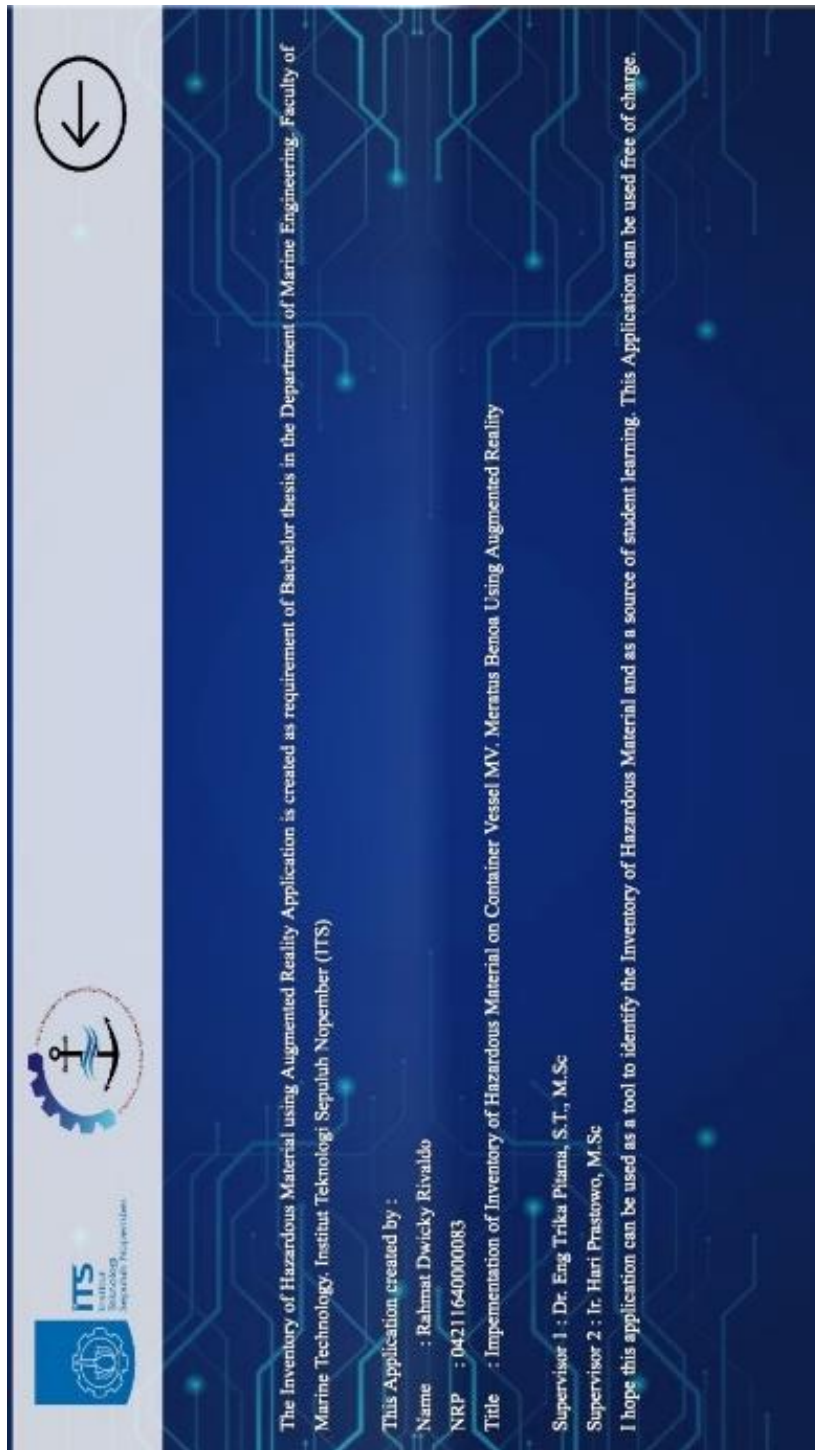
Pembuatan *Augmented Reality* menggunakan Aplikasi Unity



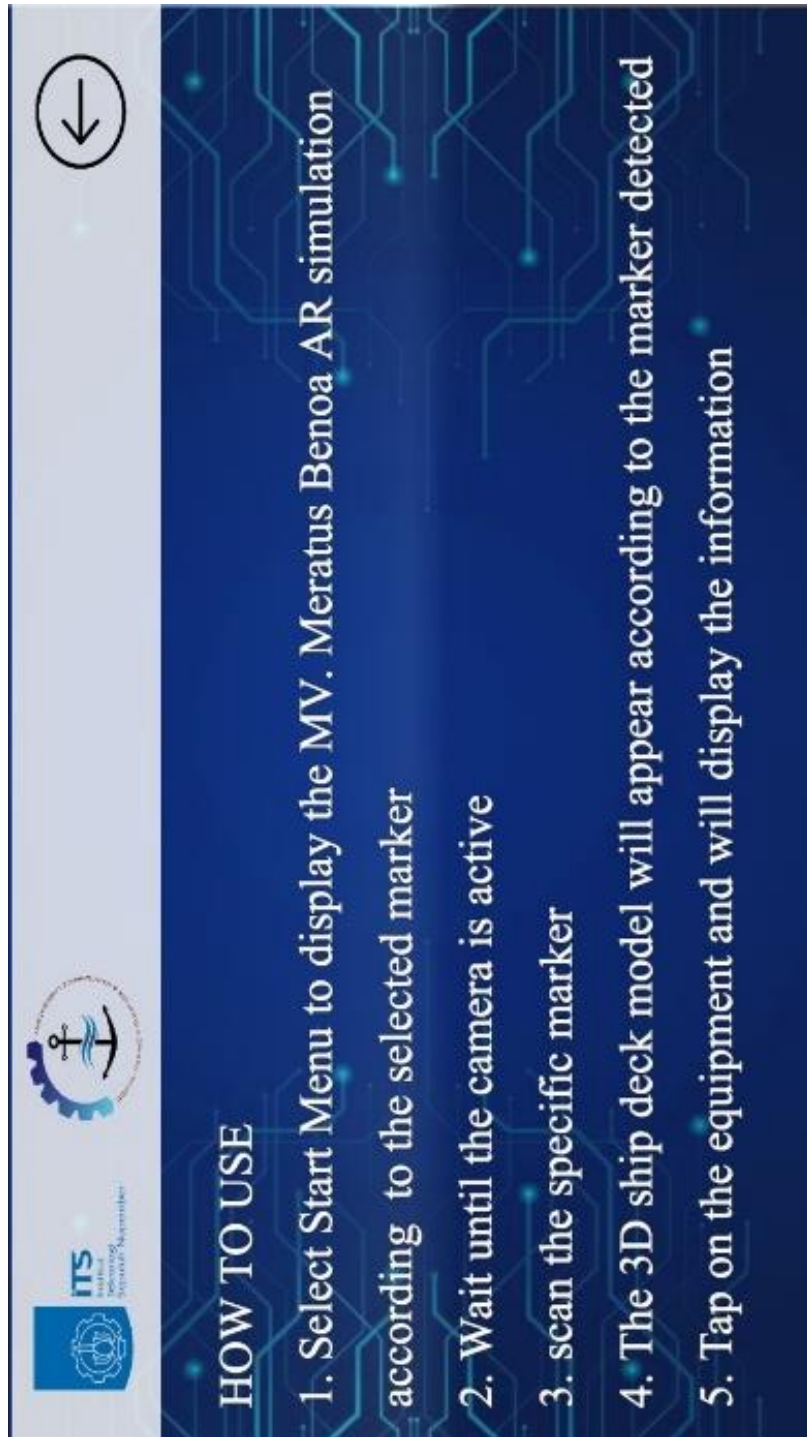
User Interface Aplikasi



User Interface Aplikasi



User Interface Aplikasi



HOW TO USE

1. Select Start Menu to display the MV. Meratus Benoa AR simulation according to the selected marker
2. Wait until the camera is active
3. scan the specific marker
4. The 3D ship deck model will appear according to the marker detected
5. Tap on the equipment and will display the information

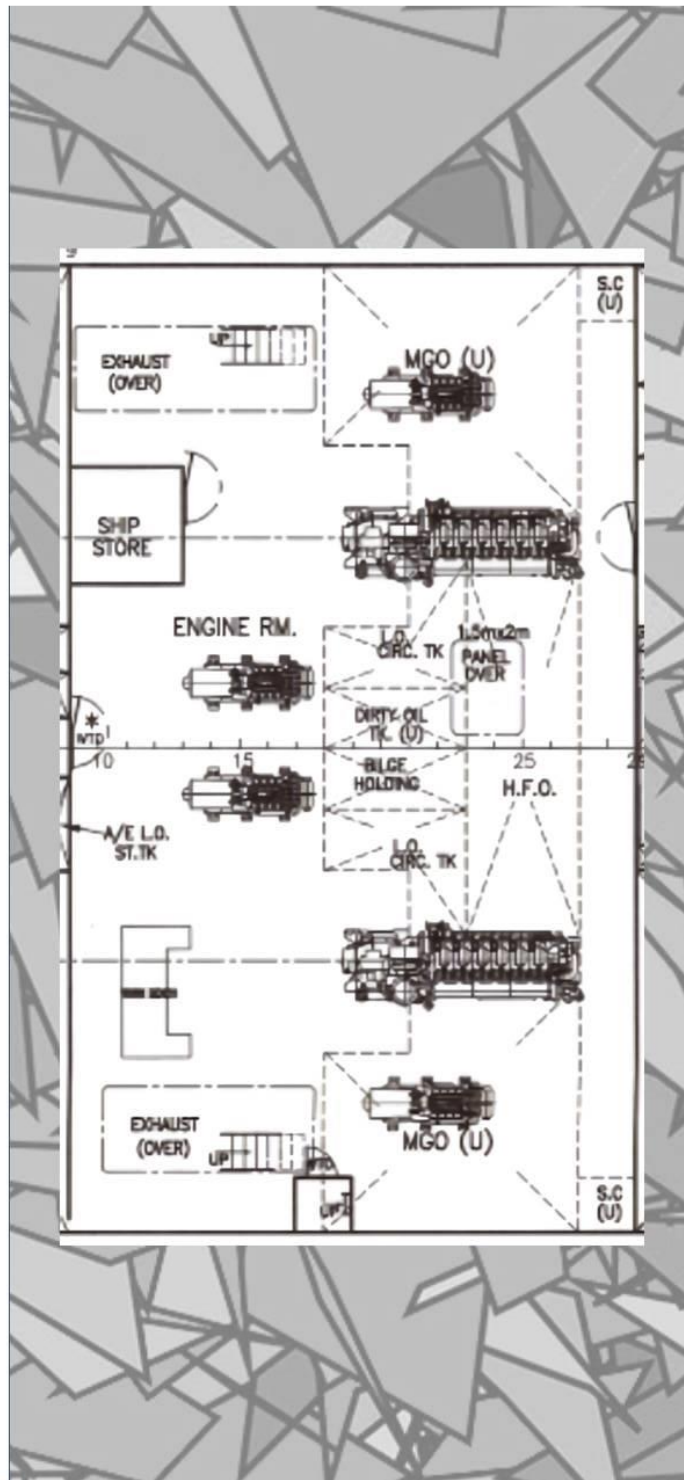
User Interface Aplikasi



Marker Aplikasi



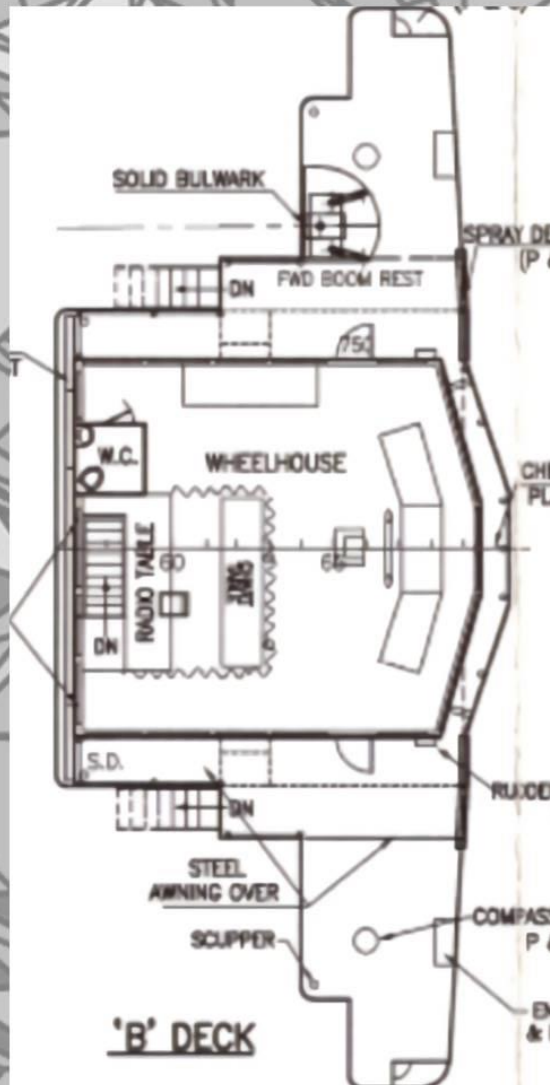
Engine Room



Marker Aplikasi

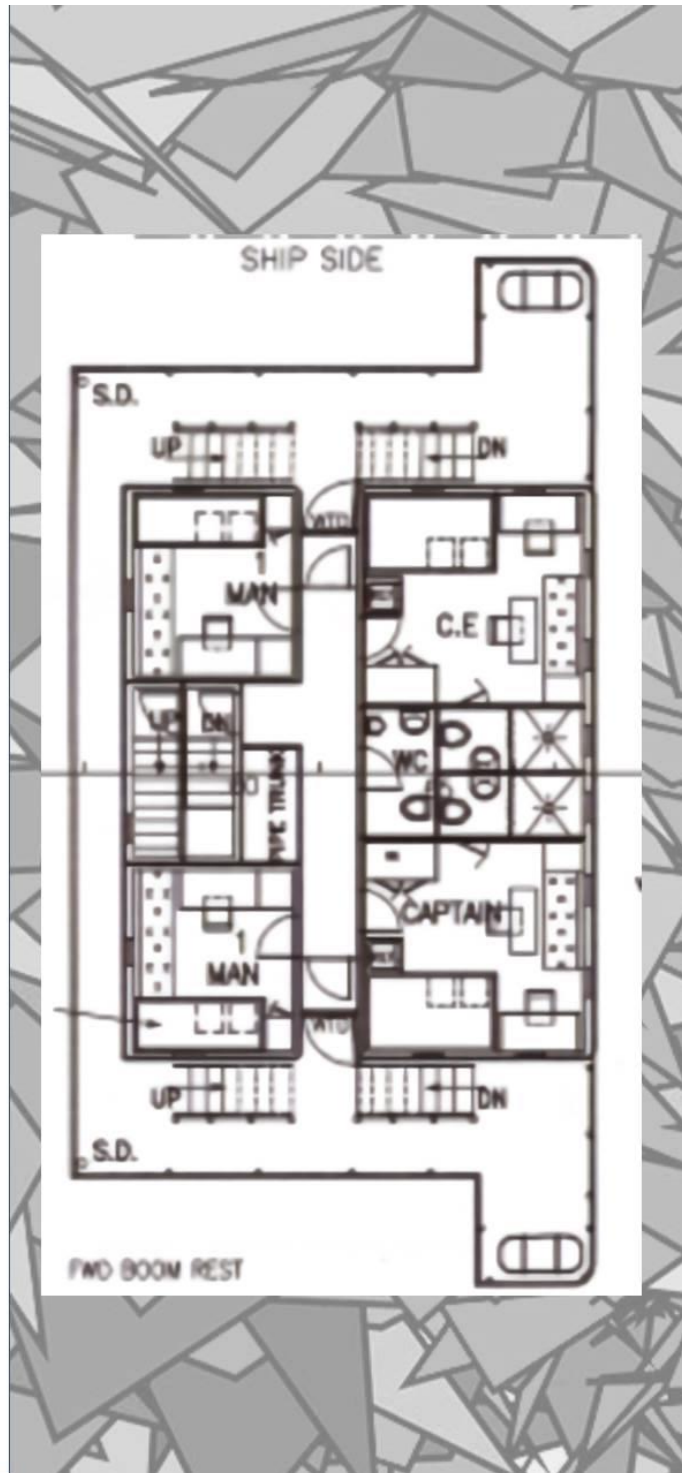


Deck B



Marker Aplikasi

Deck A



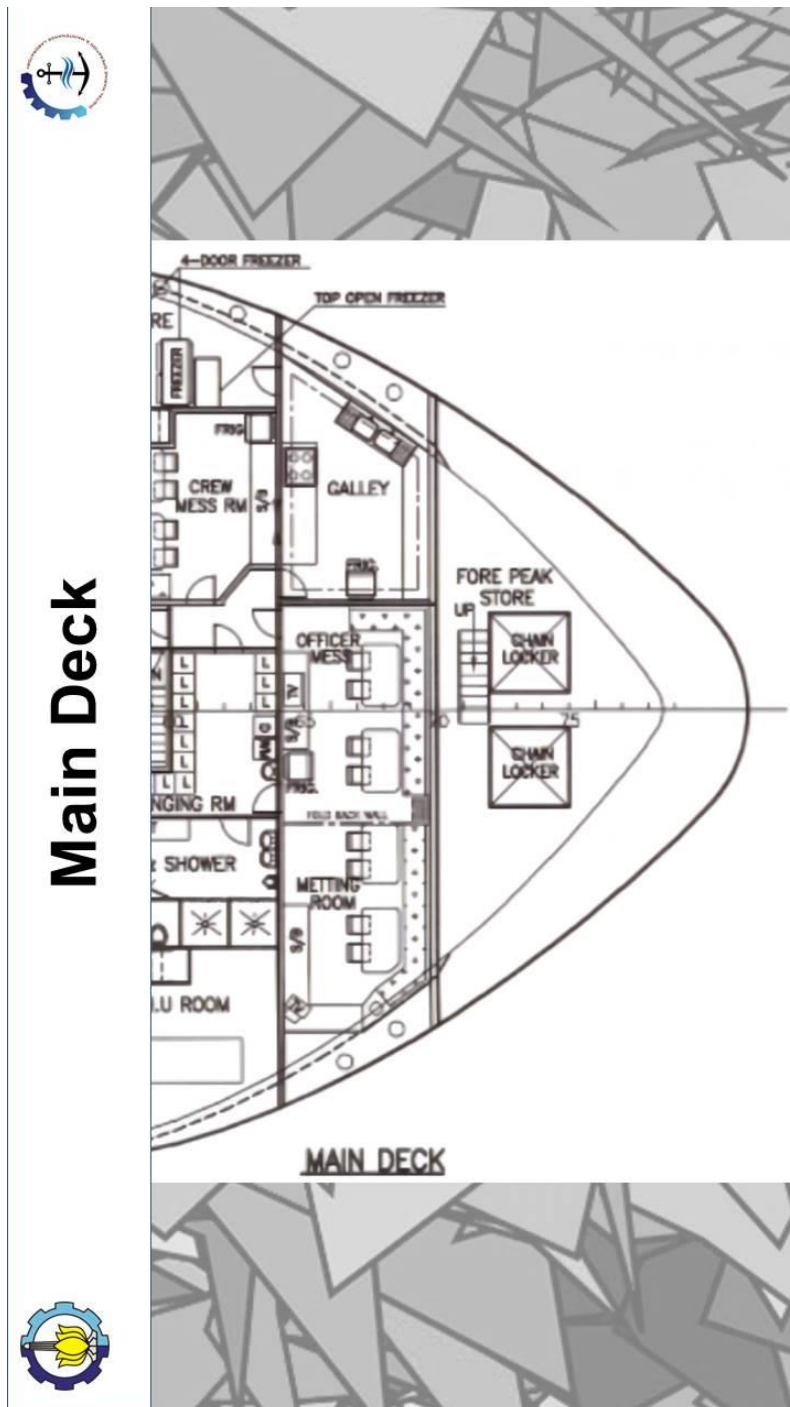
Marker Aplikasi



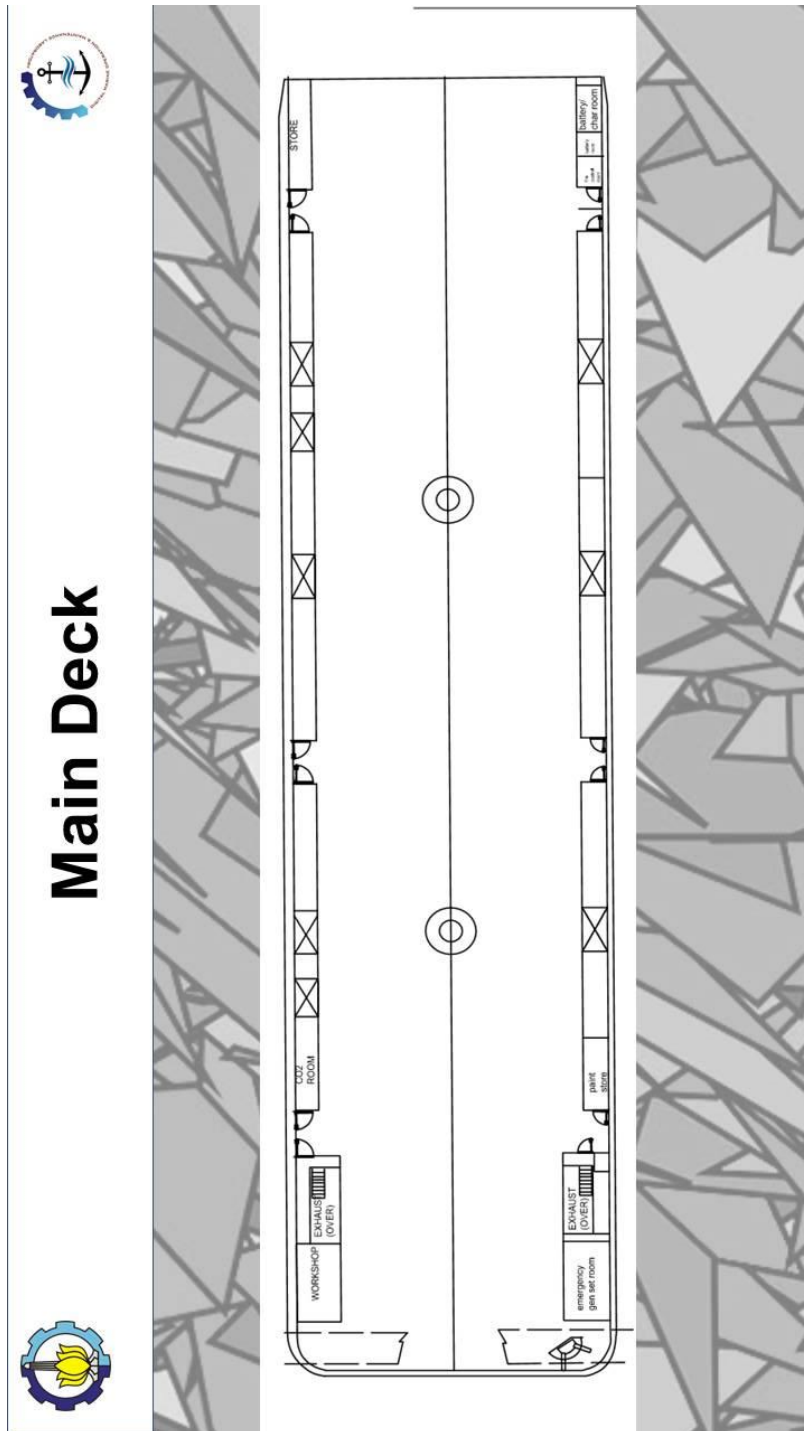
Engine Control Room



Marker Aplikasi



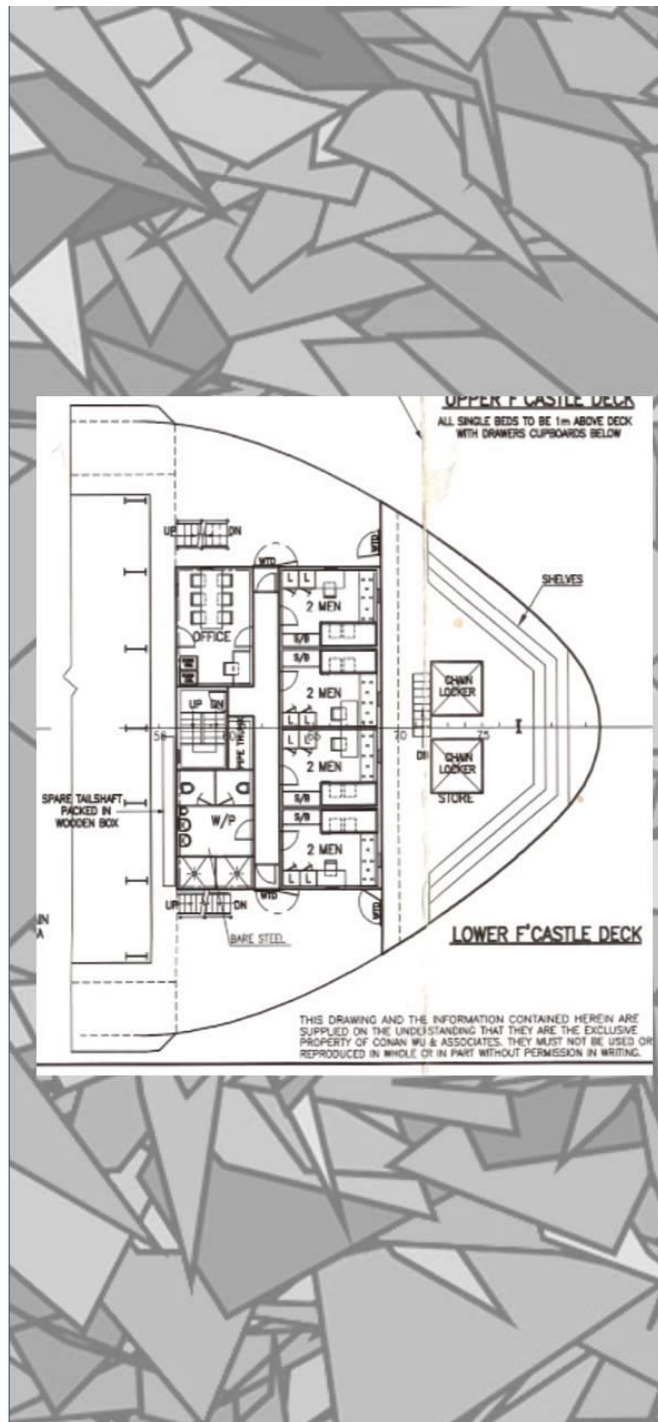
Marker Aplikasi



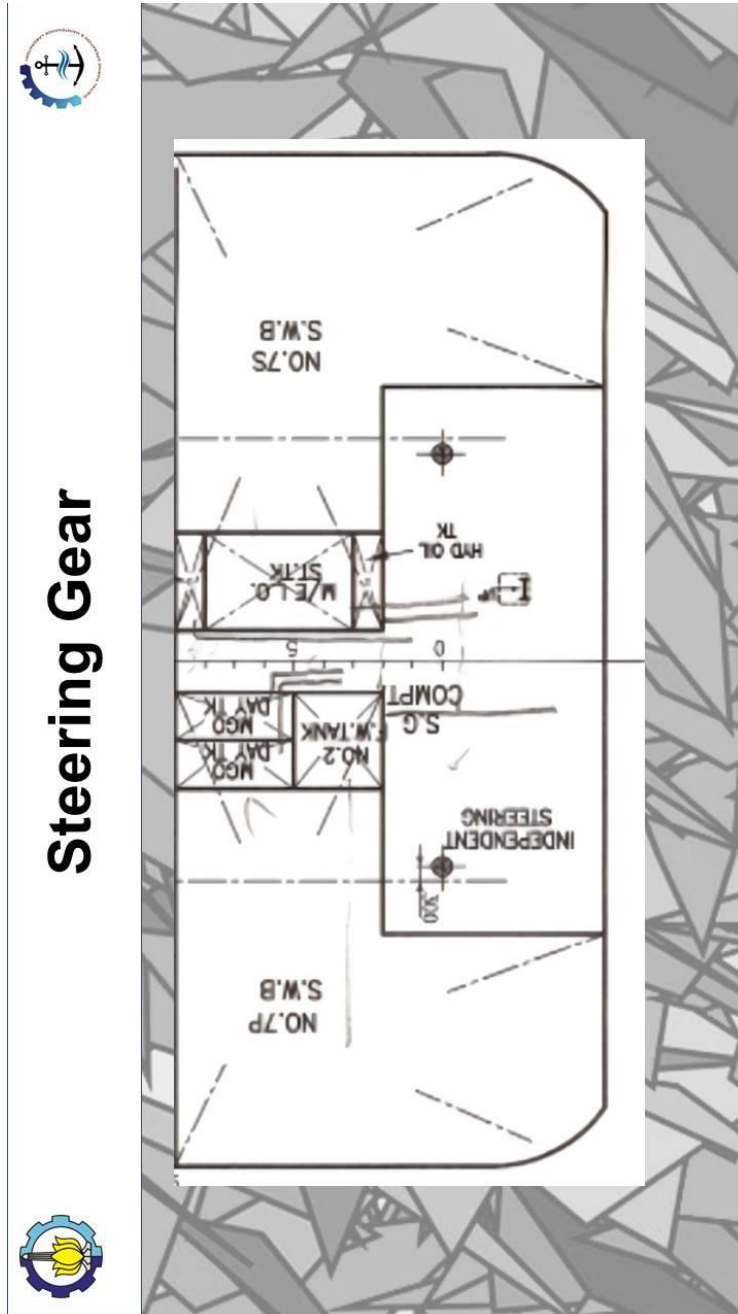
Marker Aplikasi



Lower F Castle



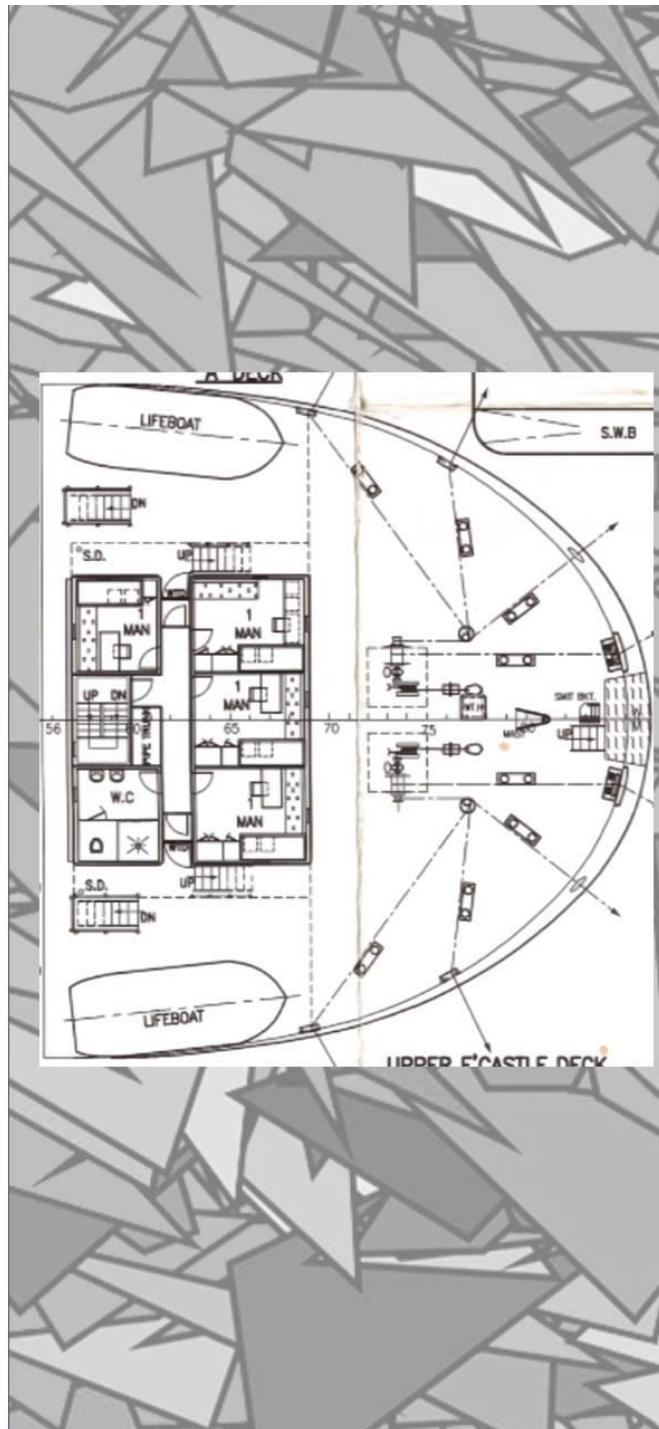
Marker Aplikasi



Marker Aplikasi



Upper F Castle



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Rahmat Dwickly Rivaldo, lahir di Duri pada tanggal 15 Oktober 1997 dan merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari orang tua bernama Fidhar Achir dan Betti Erni. Penulis menempuh pendidikan selama 12 tahun (SD-SMA) di Kota Duri. Riwayat pendidikan penulis antara lain : SDS Cendana Mandau (2004-2010), SMPS Cendana Mandau (2010-2013), dan SMAS Cendana Mandau (2013-2016). Setelah lulus dari bangku SMA, penulis memutuskan untuk melanjutkan kuliah di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menempuh pendidikan di ITS penulis aktif di berbagai kegiatan kepanitiaan, organisasi dan kewirausahaan. Diantaranya kegiatan yang penulis lakukan adalah menjadi Staff Kewirausahaan HIMASISKAL-ITS, Ketua sekaligus salah satu pendiri UKM Softball ITS, Koordinator Digital Marine Operation and Maintenance Laboratory (DMOM), dan menjadi salah satu Tenan Inkubator ITS. Selama masa perkuliahan penulis juga telah menjalani kegiatan kerja praktik di PT. Yasa Wahana Tirta Samudera, Semarang dan PT. Radiant Utama Interinsco, Duri.