



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TJ 141502

**PENGEMBANGAN PROTOTIPE KEMUDI KAPAL SELAM
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS GAME**

Rizqi Nur Alfian
NRP 0721134000033

Dosen Pembimbing
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TJ 141502

**GAME BASED DEVELOPMENT OF PROTOTYPE SUBMARINE
CONTROL USING MICRO-CONTROLLER**

Rizqi Nur Alfian
NRP 0721134000033

Supervisors
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

Department of Computer Engineering
Faculty of Electrical Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“Pengembangan Prototipe Kemudi Kapal Selam Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Game”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2018



Rizqi Nur Alfian

NRP. 0721134000033

LEMBAR PENGESAHAN

Pengembangan Prototipe Kemudi Kapal Selam Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Game

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh: Rizqi Nur Alfian (NRP: 0721134000033)

Tanggal Ujian : 04 Januari 2018

Periode Wisuda : Maret 2018

Disetujui oleh:

(Pembimbing I)

Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
NIP: 196806011995121009

(Pembimbing II)

Dr. Supeno Mardi Susiki N., ST., MT.
NIP: 197003131995121001

(Penguji I)

Mochamad Hariadi, ST., M.Sc., Ph.D.
NIP: 196912091997031002

(Penguji II)

Dr. Adhi Dharma Wibawa, ST., MT.
NIP: 197605052008121003

(Penguji III)

Eko Pramunanto, ST., MT.
NIP: 196612031994121001

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Furnama, ST., MT.
NIP: 196907301995121001

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER

ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Rizqi Nur Alfian
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Prototipe Kemudi Kapal Selam
Menggunakan Mikrokontroler Berbasis *Game*
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

Kapal Selam merupakan sebuah kapal perang yang didesain untuk beroperasi secara efisien untuk menyelam di dalam laut untuk waktu yang lama. Dengan kehebatan tersebut, banyak anggota masyarakat yang penasaran dan ingin melihat langsung bentuk dari kapal selam. Kota Surabaya memiliki objek wisata berupa Monumen Kapal Selam, yang menyajikan kapal selam dalam skala utuh (bukan replika). Akan tetapi, di dalam salah satu ruangan terdapat beberapa objek yang butuh penjelasan lebih lanjut seperti kemudi vertikal, horizontal, penggerak maju, penggerak mundur, serta peluncur torpedo. Dengan memanfaatkan mikrokontroler, dapat dibuat prototipe kemudi kapal selam tersebut berupa kontrol imersif yang dihubungkan pada komputer dan *arcade game* sebagai aplikasi pelengkap. Di dalam *game* tersebut, terdapat kapal selam yang dapat digerakkan menggunakan kontrol yang dibuat untuk menambah sensasi imersif bagi pengguna.

Kata Kunci: Kapal Selam, Mikrokontroler, *Game*.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

ABSTRACT

Name : Rizqi Nur Alfian
Title : *Game Based Development of Prototype Submarine Control Using Micro-controller*
Advisors : 1. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.
2. Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT.

Submarine is a warship designed to operate efficiently to dive in the sea for a long time. With such greatness, many community members are curious and want to see the shape of the submarine. Surabaya city has a tourism object in the form of Submarine Monument, which presents submarines on a whole scale (not a replica). However, in one room there are several objects that need further explanation such as vertical and horizontal steering, forward and backward control, and torpedo launcher. By utilizing the microcontroller, a submarine steering prototype can be made in the form of an immersive control linked to computer and arcade games as a complementary application. Inside the game, there is a submarine that can be driven using controls made to add immersive senses to the user.

Keywords: Submarine, Micro-controller, Game.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, serta rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **Pengembangan Prototipe Kemudi Kapal Selam Menggunakan Mikrokontroler Berbasis *Game***.

Tugas akhir ini disusun sebagai pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS, Bidang Studi Game dan Perangkat Mobile, serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan S1. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan moral, doa, dan material dalam penyelesaian buku tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
3. Bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT. dan Bapak Dr. Supeno Mardi Susiki Nugroho, ST., MT. atas bimbingan dan bantuan selama mengerjakan penelitian.
4. Bapak-ibu dosen Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember atas segala pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Ifut Rahayuningsih yang selalu memberikan dukungan moral serta doa selama menjalani masa penyelesaian tugas akhir.
6. Dennes, Frima, dan Marini yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
7. Teman-teman GameTech, Keluarga e-53, Keluarga Kontrakan Anshori, serta Keluarga Laboratorium Visi Komputer yang sedikit banyak membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini, mohon maaf tidak bisa menyebutkannya satu per satu dan terima kasih atas segala dukungan, doa, dan bantuan yang diberikan kepada penulis

Kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon kritik dan saran yang membangun serta memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan buku ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amiin.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TEORI PENUNJANG	5
2.1 Monumen Kapal Selam	5
2.1.1 Sejarah Monumen Kapal Selam	6
2.1.2 Sejarah KRI Pasopati 410	6
2.1.3 Skenario	8
2.1.4 Kemudi Vertikal dan Horizontal Kapal Selam	10
2.1.5 Pengatur Kecepatan Maju dan Mundur Kapal Selam	14
2.1.6 Peluncur Torpedo	16
2.2 <i>Arcade Game</i>	18
2.3 Perangkat Imersif	18
2.3.1 Arduino Uno	20
2.3.2 Rotary Potentiometer	20
2.3.3 Slide Potentiometer	21
2.3.4 Push Button Switch	21
2.4 <i>Unity</i>	22
2.5 Pembelajaran Menggunakan <i>Game</i> Digital	22
BAB 3 DESAIN SISTEM DAN IMPLEMENTASI	23
3.1 Desain Sistem	23

3.2	Perancangan Aplikasi.....	23
3.2.1	Skenario	24
3.2.2	<i>Game Storyboard</i>	25
3.2.3	Pembuatan Aset 3D.....	32
3.2.3.1	Model 3D Kapal Selam	32
3.2.3.2	Model 3D Kapal <i>Cruiser</i>	35
3.2.3.3	Model 3D Torpedo	36
3.2.3.4	Model 3D <i>Mine</i>	36
3.2.3.5	Model 3D <i>Golden Ring</i>	37
3.2.3.6	Model 3D <i>Terrain</i>	38
3.2.3.7	Model 3D <i>WaterProDayTime</i>	38
3.2.4	Pembuatan Aset 2D	39
3.3	Pembuatan Aplikasi.....	41
3.3.1	<i>Gameplay</i> dan Interaksi	41
3.3.1.1	<i>Scene Main Menu</i>	44
3.3.1.2	<i>Scene Storyline</i>	46
3.3.1.3	<i>Scene Cara Bermain</i>	47
3.3.1.4	<i>Scene Game</i>	49
3.3.1.5	<i>Scene Skor Akhir</i>	51
3.3.2	Perangkat Keras dan Sinkronisasi dengan Aplikasi..	52
3.3.3	User Interface.....	55
3.4	Pengujian dan Pengambilan Data	59
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA		67
4.1	Metode Pengujian	67
4.2	Hasil Pengujian Aplikasi	68
4.2.1	Hasil Pengujian Performa Aplikasi dan kontrol imersif	69
4.2.2	Hasil Pengujian Pemahaman Pengguna terhadap Aplikasi	73
BAB 5 PENUTUP		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		81
BIOGRAFI PENULIS		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Monumen Kapal Selam [14]	5
Gambar 2.2 Salah satu <i>gameplay</i> kapal selam pada <i>Battlestation Pacific</i> [25]	8
Gambar 2.3 Ruang III dilihat dari sekat ruangan.....	9
Gambar 2.4 Ruang II pada Monumen Kapal Selam	9
Gambar 2.5 <i>Starboard</i> dan <i>Port</i> pada kapal [24]	11
Gambar 2.6 Kemudi Vertikal pada Monumen Kapal Selam	11
Gambar 2.7 Proses terjadinya gerakan berbelok kapal selam ke arah kanan.....	11
Gambar 2.8 Proses terjadinya gerakan berbelok kapal selam ke arah kiri	12
Gambar 2.9 Proses menyelam dan naik ke permukaan kapal selam dengan menggunakan tangki <i>ballast</i> [20]	12
Gambar 2.10 Kemudi Horizontal pada Monumen Kapal Selam.....	13
Gambar 2.11 Proses menyelamnya kapal selam dengan menggunakan <i>horizontal plane</i> [26]	14
Gambar 2.12 Pengatur gerakan maju dan mundur pada Monumen Kapal Selam	15
Gambar 2.13 Proses terjadinya gerakan maju pada kapal selam [28] ...	15
Gambar 2.14 Proses terjadinya gerakan mundur pada kapal selam [28]	16
Gambar 2.15 Peluncur torpedo pada bilik hitung	17
Gambar 2.16 Tempat pengisian torpedo haluan	17
Gambar 2.17 Arduino Uno [15]	20
Gambar 2.18 <i>Rotary Potentiometer</i> [16].....	20
Gambar 2.19 <i>Slide Potentiometer</i> [17]	21
Gambar 2.20 <i>Push Button Switch</i> [18].....	21
Gambar 3.1 Metodologi dan alur kerja	23
Gambar 3.2 Diagram alur skenario aplikasi.	24
Gambar 3.3 Sketsa tampilan <i>Main Menu</i> pada aplikasi.....	25
Gambar 3.4 Sketsa tampilan <i>Storyline</i> yang menampilkan awal kisah dari <i>game</i>	26
Gambar 3.5 Sketsa tampilan Cara Bermain, memuat hal-hal yang harus pemain perhatikan agar bisa bermain dengan baik dan benar	27
Gambar 3.6 Sketsa tampilan <i>scene</i> awal <i>Game</i>	28
Gambar 3.7 <i>Scene</i> setelah pemain melakukan kemudi menyelam, dimana terdapat <i>Power Up</i> dan beberapa <i>golden ring</i> yang melayang	29

Gambar 3.8 Beberapa <i>golden ring</i> yang melayang di dalam air	29
Gambar 3.9 Menembak <i>mine</i> dengan torpedo untuk mendapatkan poin	30
Gambar 3.10 Menembak kapal musuh untuk menyelesaikan <i>game</i>	30
Gambar 3.11 Salah satu kondisi permainan berakhir yakni saat batas waktu habis.....	31
Gambar 3.12 Sketsa tampilan <i>scene</i> Skor akhir	31
Gambar 3.13 <i>Blueprint</i> Kapal Selam <i>Romeo Class</i>	33
Gambar 3.14 <i>Blueprint</i> Kapal Selam <i>Whiskey Class</i>	33
Gambar 3.15 Model 3D tidak berbayar Kapal Selam <i>Romeo Class</i>	33
Gambar 3.16 Model 3D badan Kapal Selam <i>Whiskey Class</i>	34
Gambar 3.17 Model 3D Kapal Selam <i>Romeo Class</i> dan badan dari <i>Whiskey Class</i>	34
Gambar 3.18 Hasil akhir model 3D Kapal Selam	35
Gambar 3.19 Model 3D Kapal <i>Cruiser</i>	35
Gambar 3.20 Model 3D Torpedo.....	36
Gambar 3.21 Model 3D <i>Mine</i>	37
Gambar 3.22 Model 3D <i>Golden Ring</i>	37
Gambar 3.23 Model 3D <i>Terrain</i>	38
Gambar 3.24 Model 3D <i>WaterProDayTime</i>	38
Gambar 3.25 Aset-aset gambar yang digunakan pada <i>scene Main Menu</i>	39
Gambar 3.26 Aset-aset gambar yang ditampilkan pada <i>scene Story</i> dan Cara Bermain	40
Gambar 3.27 Aset-aset gambar yang digunakan pada <i>scene Game</i>	40
Gambar 3.28 Desain awal prototipe kotak dari perangkat keras	42
Gambar 3.29 Desain jadi dari prototipe alat.....	43
Gambar 3.30 <i>Scene Main Menu</i>	45
Gambar 3.31 <i>Flowchart</i> pada <i>scene Main Menu</i>	45
Gambar 3.32 <i>Scene Storyline</i>	46
Gambar 3.33 <i>Flowchart</i> pada <i>scene Storyline</i>	47
Gambar 3.34 <i>Scene</i> Cara Bermain.....	48
Gambar 3.35 <i>Flowchart</i> pada <i>scene</i> Cara Bermain	49
Gambar 3.36 <i>Scene Game</i>	50
Gambar 3.37 <i>Flowchart</i> pada <i>scene Game</i>	50
Gambar 3.38 <i>Scene</i> Skor Akhir	51
Gambar 3.39 <i>Flowchart</i> pada <i>scene</i> Skor Akhir	52
Gambar 3.40 Komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan perangkat keras.....	53

Gambar 3.41 Rancangan skematik alat	53
Gambar 3.42 Beberapa data yang terbaca oleh Arduino (dua buah <i>rotary potentio</i> , dua buah <i>slide potentio</i> , dan sebuah <i>push button</i>) ditampilkan pada serial monitor.....	54
Gambar 3.43 Tampilan <i>Main Menu</i> pada aplikasi.....	55
Gambar 3.44 Tampilan <i>Dialog Scene</i> yang pertama yakni <i>Storyline</i>	56
Gambar 3.45 Tampilan <i>Dialog Scene</i> yang kedua, Cara Bermain	57
Gambar 3.46 Tampilan <i>scene Game</i> Interaktif. Kapal selam berada di permukaan.....	57
Gambar 3.47 Tampilan kapal selam saat berada di bawah air	58
Gambar 3.48 Tampilan <i>scene</i> Skor Akhir	58
Gambar 4.1 Grafik persentase jawaban benar dari 10 responden yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi	73

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengujian performa aplikasi terhadap kontrol <i>keyboard</i>	59
Tabel 3.2 Pengujian performa aplikasi terhadap kontrol alat.....	60
Tabel 3.3 Kuisisioner respon pengguna sebelum mencoba aplikasi inter-aktif.....	60
Tabel 3.4 Kuisisioner respon pemahaman pengguna sebelum dan sesudah mencoba aplikasi interaktif.....	61
Tabel 3.5 Kuisisioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi interaktif dengan menggunakan kontrol <i>keyboard</i>	62
Tabel 3.6 Kuisisioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi interaktif dengan menggunakan kontrol alat.....	63
Tabel 4.1 Hasil pengujian performa aplikasi terhadap kontrol <i>keyboard</i>	69
Tabel 4.2 Hasil pengujian performa aplikasi terhadap kontrol alat.....	69
Tabel 4.3 Persentase respon 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam sebelum mencoba aplikasi tentang kepuasan dan pengetahuan partisipan.....	70
Tabel 4.4 Persentase respon 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam setelah mencoba aplikasi dengan menggunakan kontrol <i>keyboard</i>	71
Tabel 4.5 Persentase respon 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam setelah mencoba aplikasi dengan menggunakan kontrol alat.....	72

Halaman ini sengaja dikosongkan.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut kamus daring Oxford, kapal selam merupakan sebuah kapal perang dengan rangka yang didesain untuk beroperasi secara efisien untuk menyelam di dalam laut untuk waktu yang lama, dilengkapi dengan periskop dan biasanya dilengkapi dengan torpedo atau misil [1]. Kapal selam biasanya digunakan dalam kegiatan militer, baik itu untuk urusan menyusup maupun menyerang langsung kapal lawan yang ada. Dengan kehebatan tersebut, tidak sedikit dari masyarakat yang ingin melihat secara langsung bentuk dari kapal selam.

Kota Surabaya merupakan salah satu destinasi pariwisata yang terkenal akan objek-objek peninggalan sejarah, contohnya adalah Monumen Kapal Selam. Monumen Kapal Selam merupakan satu-satunya museum kapal selam dengan menggunakan kapal selam asli dan telah menjadi saksi pertempuran untuk merebut dan mempertahankan wilayah Irian Barat dari tangan penjajahan. Di dalam Monumen Kapal Selam, dibagi menjadi beberapa ruangan yang memiliki fungsi yang berbeda-beda. Seperti pada ruangan tiga, yakni ruang PIT (Pusat Informasi Tempur), merupakan tempat dimana pengoperasian kapal selam dan pusat kegiatan tempur dilaksanakan. Di dalam ruangan tersebut terdapat dua buah kemudi untuk menggerakkan kapal selam, yakni kemudi vertikal dan kemudi horizontal yang hanya diberikan penjelasan seadanya. Hal tersebut membuat pengunjung hanya sekedar membaca tanpa tahu bagaimana kemudi tersebut berfungsi.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah prototipe kemudi kapal selam berupa kontrol imersif dengan menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler dipilih dikarenakan lebih dapat membuat pengunjung merasakan sensasi imersif dibandingkan dengan kontrol keyboard. Prototipe kemudi kapal selam berupa kontrol imersif tersebut bisa membuat pengunjung mengerti bagaimana kemudi kapal selam beroperasi. Namun, kontrol imersif saja dirasa kurang untuk membuat pengunjung mengerti tentang bagaimana kemudi tersebut beroperasi. Agar pengunjung dapat lebih memahami pengoperasian dari kemudi kapal selam, dibuatlah *arcade game* dimana pemain bisa menggerakkan kapal selam di dalam *game* tersebut dengan gerakan terbatas

menggunakan kontrol imersif. Pengunjung dapat mempelajari bagaimana gerak dari kapal selam saat memainkan *game* tersebut. Diharapkan dengan adanya prototipe dan *game* ini, bisa menambah wawasan pengunjung yang ada di Monumen Kapal Selam.

1.2 Permasalahan

Penjelasan suatu objek di dalam Monumen Kapal Selam hanya terbatas pada uraian singkat mengenai objek yang ada, seperti kemudi vertikal dan kemudi horizontal yakni untuk menggerakkan kapal secara vertikal dan horizontal. Oleh karena itu, diperlukan prototipe kemudi kapal selam berupa kontrol imersif dan *arcade game* yang dapat menunjukkan gerakan kapal selam sehingga pengunjung dapat lebih memahami bagaimana kapal selam tersebut bergerak.

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk membuat sebuah prototipe kemudi kapal selam berupa kontrol imersif yang dapat merepresentasikan kemudi kapal selam dengan bantuan *arcade game*. Pembuatan kontrol ini bertujuan agar pengunjung bisa berinteraksi dan lebih memahami tentang gerak dari kapal selam pada saat bermain *game*. Sehingga diharapkan mampu untuk menambah wawasan wisatawan pada objek wisata Monumen Kapal Selam.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, diberikan beberapa batasan masalah, diantaranya sebagai berikut:

1. Objek Wisata yang menjadi sasaran penelitian adalah Monumen Kapal Selam.
2. Gerakan kapal selam yang ditampilkan dalam *game* adalah gerak maju lambat hingga maju cepat, mundur, berbelok horizontal, menyelam, naik ke permukaan, serta menembakkan torpedo.
3. *Game* dijalankan pada komputer yang terhubung dengan kontrol imersif menggunakan *port* USB.

4. Kontrol imersif dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang dihubungkan dengan *rotary potentiometer*, *slide potentiometer*, dan *push button*.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga lebih mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang hendak melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. Bab I Pendahuluan
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka
Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam tugas akhir, yaitu informasi terkait sejarah Monumen Kapal Selam, game simulasi, dan teori penunjang lainnya.
3. Bab III Perancangan Sistem dan Implementasi
Bab ini berisi tentang penjelasan terkait sistem yang dibuat. Guna mendukung itu, digunakanlah blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat dengan mudah dipahami dan diimplementasikan pada pelaksanaan tugas akhir.
4. Bab IV Pengujian dan Analisa
Bab ini menjelaskan tentang pengujian yang dilakukan terhadap sistem dalam penelitian ini dan menganalisa sistem. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan juga disebutkan dalam bab ini. Tujuannya adalah sebagai variabel kontrol dari pengujian yang dilakukan.
5. Bab V Penutup
Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk mengembangkan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TEORI PENUNJANG

Untuk mendukung penelitian dalam tugas akhir ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian penelitian ini menjadi lebih terarah.

2.1 Monumen Kapal Selam

Monumen Kapal Selam merupakan monumen yang dibuka dengan skala penuh (bukan replika) dari KRI Pasopati 410. Monumen ini berlokasi di sebelah Surabaya Plaza (Delta Plaza), yakni pada Jl. Pemuda, Embong Kaliasin, Genteng, Surabaya membuatnya menjadi lokasi wisata yang cukup mudah dijangkau dari manapun.



Gambar 2.1 Monumen Kapal Selam [14].

Monumen Kapal Selam ini dibangun dengan ide dari para sesepuh Kapal Selam dari Angkatan Laut, juga didasari beberapa konsep, yakni:

- a. Untuk membuat suatu kawasan wisata bernuansa bahari baru di Jawa Timur.
- b. Sebagai warisan nilai sejarah yang mencerminkan Indonesia sebagai Negara Maritim.
- c. Sebagai kenangan dan pelestarian nilai-nilai luhur perjuangan bangsa Indonesia dalam merintis,

menegakkan, dan mengisi kemerdekaan, serta mengobarkan semangat perjuangan generasi muda untuk berpartisipasi dalam pembangunan Nasional.

Monumen Kapal Selam menyajikan isi sebenarnya dari sebuah kapal selam yang digunakan untuk berperang, yakni KRI Pasopati 410 yang terbagi menjadi tujuh ruangan dengan fungsi yang berberda-beda. Ruang I merupakan ruang torpedo haluan, Ruang II merupakan *lounge room* sekaligus ruang makan dan tidur Perwira, Ruang III merupakan ruang pengoperasian kapal dan pusat informasi tempur dilaksanakan, pada ruang IV, terdapat *lounge room* untuk Bintara, Ruang V merupakan tempat motor diesel, Ruang VI berisi tempat motor listrik, dan Ruang VII merupakan ruang torpedo buritan.

Monumen Kapal Selam yang berada di jantung kota Surabaya, dilengkapi dengan sarana hiburan untuk keluarga, antara lain, penayangan Video Rama, kolam renang anak-anak, serta *café* [2].

2.1.1 Sejarah Monumen Kapal Selam

Monumen Kapal Selam merupakan bentuk dari kapal selam asli KRI Pasopati 410 yang tergabung dalam Satuan Kapal Selam Armada RI Kawasan Timur (Satselarmatim). KRI Pasopati 410 merupakan kapal selam yang dibuat oleh Uni Soviet dengan tipe *SS Whiskey Class* pada tahun 1952 [3].

Konstruksi dari Monumen Kapal Selam dimulai pada bulan Juli 1995, yang ditandai oleh Gubernur Jawa Timur, Bapak Basofi Soedirman dengan melakukan peletakan batu pertama untuk pondasi. Pada saat yang bersamaan, KRI Pasopati 410 telah diiris menjadi 16 bagian di PT. PAL Indonesia. Kemudian bagian per bagian digabungkan kembali dan diletakkan di atas pondasi monumen. Monumen Kapal Selam atau yang lebih sering disebut dengan Monkasel, resmi dibuka untuk umum pada tanggal 15 Juli 1998 dan telah beroperasi sebagai salah satu objek wisata di Surabaya.

2.1.2 Sejarah KRI Pasopati 410

Pada tanggal 27 Desember 1949, tercapailah pengakuan kedaulatan atas Negara Republik Indoneisa oleh Kerajaan Belanda yang sebelumnya telah disepakati secara damai dalam Konferensi Meja Bundar (KMB) di Den Haag, Belanda. Meskipun Belanda telah berjanji

untuk mengembalikan wilayah-wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia yang masih diduduki oleh Belanda seperti dalam perjanjian KMB, pada kenyataannya Belanda masih berusaha untuk mempertahankan pengaruhnya di beberapa wilayah NKRI, salah satunya adalah Irian Barat atau oleh Belanda diberi nama *Nederlands Nieuw Guinea*. Berdasarkan KMB, Irian Barat akan diserahkan ke Indonesia setahun setelah pengakuan kedaulatan akan tetapi hingga tahun 1959 Belanda masih terus tinggal di Irian Barat tanpa ada tanda-tanda untuk mematuhi hasil KMB. Indonesia melakukan berbagai langkah diplomasi untuk menuntut Irian Barat dikembalikan ke Indonesia namun upaya tersebut tidak membuahkan hasil dan cenderung buntu.

Menghadapi sikap Belanda tersebut, pemerintah Indonesia memutuskan untuk melakukan *gunboat diplomacy* atau pengerahan kekuatan militer untuk mendukung langkah diplomasi yang telah dilakukan agar Irian Barat kembali ke tangan Indonesia. Presiden RI Ir. Soekarno mengumandangkan Tri Komando Rakyat (Trikorra). Angkatan Bersenjata Republik Indonesia (ABRI) memutuskan untuk memperkuat diri dengan membeli alat utama sistem senjata (Alutsista) di Uni Soviet demi kelancaran *gunboat diplomacy*. KRI Pasopati 410 adalah satu dari 12 kapal selam kelas *Whiskey* yang dibeli dari Uni Soviet. Secara resmi, kapal selam kelas *Whiskey* merupakan buatan Uni Soviet yang diproduksi di Polandia. Kapal selam kelas *Whiskey* dibuat berdasarkan desain dari kapal selam rampasan dari Jerman dengan Tipe XXI yang digunakan dalam Perang Dunia II. Kapal selam ini disebut Project 613 di Uni Soviet [4].

KRI Pasopati 410 tergabung ke dalam Kesatuan Kapal Selam (KKS)-15 Hiu Kencana yang bertugas untuk kesuksesan pembebasan Irian Barat melalui operasi bawah laut. Dikarenakan Belanda melangsungkan patroli melalui udara dan air, yakni menggunakan pesawat terbang dan kapal patroli, maka sangatlah penting peran kapal selam dalam penyusupan pasukan Resimen Pasukan Komando Angkatan Darat (RPKAD) untuk menyerang tanpa diketahui pihak Belanda. Setelah berhasil mendaratkan beberapa pasukan, dan akan terjadi penyerangan, Belanda memutuskan untuk melakukan genjatan senjata atas desakan Amerika Serikat pada 25 Agustus 1962 [5]. Banyak peran dari KRI Pasopati untuk melindungi Indonesia dari ancaman yang dilakukan pihak lawan dari luar, sehingga KRI Pasopati bisa dikatakan sangatlah berjasa dalam melindungi kesatuan NKRI. KRI pasopati dinonaktifkan dari jajaran TNI-AL pada tanggal 25 Januari 1990 [6],

yang kemudian dijadikan sebuah Monumen Kapal Selam pada tahun 1998.

2.1.3 Skenario

Pada tugas akhir ini, penulis membutuhkan skenario dalam pembuatan kontrol imersif dan *arcade game* sebagai pelengkap dari kontrol tersebut. Pembuatan kontrol imersif dimulai dengan memikirkan konsep alat apa saja yang dibutuhkan untuk membangun sebuah prototipe kemudi kapal selam. Didapatkan *rotary potentiometer*, *slide potentiometer*, dan *push button* sebagai alat yang dibutuhkan oleh penulis. Kemudian alat-alat tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno dengan beberapa kabel yang ada. Dibutuhkan pula *bread board* atau PCB lubang sebagai tempat untuk *jumper* kabel. Setelah alat-alat tersebut dan Arduino Uno selesai dihubungkan, mulailah dilakukan pemrograman pada Arduino IDE sedemikian rupa sehingga bisa membaca setiap inputan yang diberikan lewat alat-alat tersebut. Kemudian, pada Unity, dibuatlah juga program untuk memungkinkan data dari Arduino terbaca pada Unity sehingga membuat alat-alat tersebut dapat menjadi kontrol pada *game* yang dibuat di Unity. *Game* dibuat sebagai pelengkap kontrol yang ada. Dipilih *playing view* dari luar belakang kapal selam seperti pada *game Battlestation Pacific* yang ditunjukkan pada gambar 2.2 sehingga pemain dapat melihat pergerakan kapal selam ketika mengemudikannya menggunakan kontrol yang telah dibuat



Gambar 2.2 Salah satu *gameplay* kapal selam pada *Battlestation Pacific* [25].

Pemain merupakan beberapa pengunjung dari Monumen Kapal Selam. Pengunjung Monumen Kapal Selam bisa melihat kemudi vertikal, kemudi horizontal, dan peluncur torpedo pada Ruang III yang merupakan Pusat Informasi Tempur. Gambar Ruang III dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ruang III dilihat dari sekat ruangan.

Pengunjung dapat menikmati kontrol imersif dan *game* simulasi ini pada Ruang II, yakni ruang tidur Perwira. Gambar Ruang II ditunjukkan pada gambar 2.4.



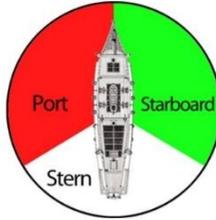
Gambar 2.4 Ruang II pada Monumen Kapal Selam.

Pada ruangan tersebut terdapat meja dimana dapat diletakkan layar komputer dan kontrol imersif pada atas meja yang terhubung dengan CPU yang berada di bawah meja. Hal tersebut dikarenakan pada Ruang III, merupakan ruangan yang sangat sesak oleh berbagai macam alat di dalam kapal selam. Sehingga dirasa Ruang II-lah yang paling cocok untuk menempatkan kontrol imersif dan *game* tersebut. Dengan bermain menggunakan kontrol yang telah dibuat, diharapkan mampu membantu pengunjung untuk menambah wawasan mengenai kemudi vertikal, kemudi horizontal, kemudi maju, kemudi mundur, hingga peluncur torpedo.

2.1.4 Kemudi Vertikal dan Horizontal Kapal Selam

Untuk mengemudikan kapal selam ke arah kiri atau kanan, membutuhkan sebuah kemudi yang diberi nama kemudi vertikal. Kemudi vertikal membuat kapal berotasi secara horizontal. Pada dunia perkapalan, istilah kanan dan kiri diganti menjadi *starboard* dan *port*. Pada masa permulaan berkapal, sebelum kapal memiliki *rudder*, kapal-kapal tersebut menggunakan sebuah kemudi yang bernama *steering oar*. Dikarenakan kebanyakan pelaut adalah pengguna tangan kanan, *steering oar* akhirnya diletakkan di sisi kanan belakang dari kapal. Pelaut mulai menyebut bagian sisi kanan sebagai tempat mengemudi, yang kemudian berubah menjadi *starboard*, diperoleh dari penggabungan dua kata lama dalam bahasa inggris: *steor* yang berarti kemudi dan *bord* yang berarti sisi dari sebuah kapal.

Kemudian, terjadilah perkembangan ukuran pada kapal sehingga menyebabkan *steering oar* juga mengalami perubahan ukuran serta membuat kapal lebih mudah untuk diikat pada bagian yang berlawanan dengan *steering oar* saat berlabuh di dermaga. Bagian tersebut kemudian disebut sebagai *larboard*. Seiring berjalannya waktu, para pelaut sering bingung dalam membedakan *larboard* dan *starboard*, sehingga kata *larboard* diganti menjadi *port* dimana bagian tersebut adalah sisi yang menghadap ke pelabuhan, memungkinkan berbagai macam persediaan untuk diangkut oleh *porter* [19]. Gambar *starboard* dan *port* pada kapal ditunjukkan pada gambar 2.5. Sedangkan gambar kemudi vertikal ditunjukkan pada Gambar 2.6.

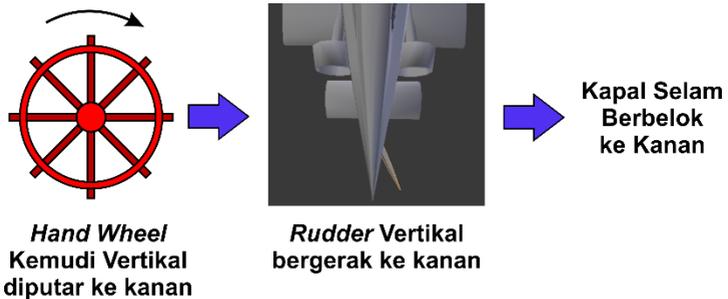


Gambar 2.5 *Starboard* dan *port* pada kapal [24].



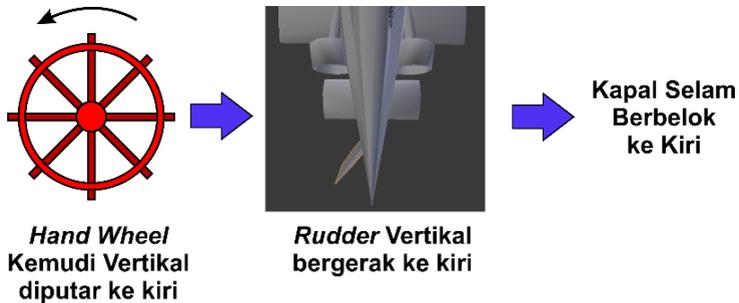
Gambar 2.6 Kemudi Vertikal pada Monumen Kapal Selam.

Kemudi vertikal pada kapal selam dikendalikan oleh satu dari beberapa orang awak kapal yang disebut dengan *planesman*. Tugas dari *planesman* adalah mengendalikan *rudder* vertikal dengan kemudi berupa *hand wheel* yang digunakan untuk menggerakkan *rudder* pada bagian buritan kapal selam sehingga dapat berbelok ke arah kiri atau kanan [21]. Ilustrasi bisa dilihat pada Gambar 2.7 dan 2.8.



Gambar 2.7 Proses terjadinya gerakan berbelok kapal selam ke arah kanan.

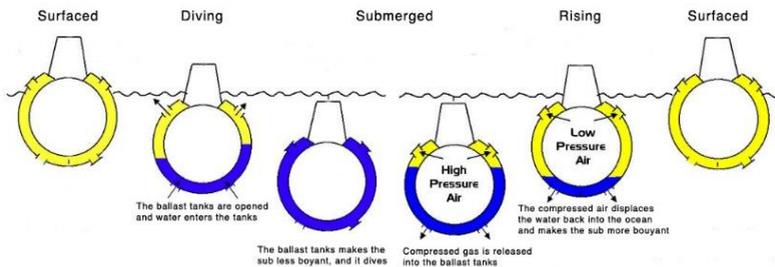
Pada Gambar 2.7, kemudi vertikal kapal selam yang berupa *hand wheel* diputar ke arah kanan. Setiap putaran yang diberikan akan membuat *rudder* vertikal yang terletak pada bagian buritan kapal selam ikut bergerak. Saat *hand wheel* diputar ke arah kanan, maka *rudder* akan bergerak ke kanan dan mengakibatkan kapal selam berbelok ke arah kanan. Terdapat batasan dalam memutar kemudi vertikal kapal selam.



Gambar 2.8 Proses terjadinya gerakan berbelok kapal selam ke arah kiri.

Sedangkan pada Gambar 2.8, terjadi hal yang sebaliknya. Ketika kemudi vertikal yang berupa *hand wheel* tersebut diputar ke arah kiri, akan membuat *rudder* vertikal bergerak ke kiri sehingga mengakibatkan kapal selam berbelok ke arah kiri.

Sedangkan untuk mengemudikan kapal selam secara vertikal atau naik turun, dibutuhkan dua buah sumber penggerak. Tangki *ballast* dan kemudi horizontal. Gambar proses menyelam dan naik ke permukaan kapal selam ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Proses menyelam dan naik ke permukaan kapal selam dengan menggunakan tangki *ballast* [20].

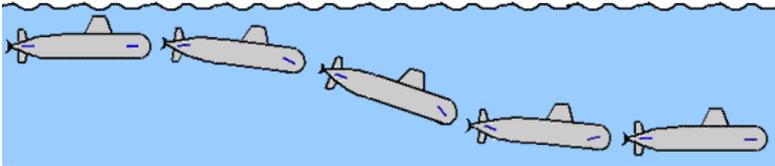
Ketika katup dari tangki *ballast* terbuka, akan membuat air laut masuk ke dalam tangki dan menyebabkan kapal selam menyelam ketika tangki tersebut terisi penuh. Untuk membuat kapal selam naik ke permukaan, tangki *ballast* tersebut diisi oleh udara bertekanan tinggi yang ada di kapal selam dan menyebabkan air laut yang ada pada tangki *ballast* terbuang. Ketika kapal selam hampir naik ke permukaan, udara bertekanan tinggi tersebut berubah menjadi bertekanan rendah dikarenakan telah banyak berkurangnya air laut yang ada di dalam tangki *ballast* dan akhirnya membuat kapal selam naik ke permukaan.

Selain tangki *ballast*, terdapat juga kemudi horizontal. Kemudi horizontal tersebut dikendalikan oleh *planesman* yang bertugas untuk mengendalikan *plane* horizontal baik di haluan maupun di buritan kapal selam melalui kemudi horizontal yang berbentuk *hand wheel* seperti pada kemudi vertikal. Gambar kemudi horizontal pada Monumen Kapal Selam ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Kemudi Horizontal pada Monumen Kapal Selam.

Proses pergerakan turun atau menyelamnya kapal selam menggunakan *horizontal plane* ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Proses menyelamnya kapal selam dengan menggunakan *horizontal plane* [26].

Saat kapal selam akan menyelam, *horizontal plane* yang berada pada buritan bergerak atau berotasi ke arah atas sehingga buritan kapal selam terangkat dan *horizontal plane* yang berada pada haluan berotasi ke arah bawah yang menyebabkan haluan kapal selam tenggelam. Ketika menyelam, *plane* buritan bergerak ke posisi netral dan sudut menyelam hanya dikontrol oleh *plane* haluan. Ketika mencapai kedalaman yang dibutuhkan, *plane* buritan diputar ke bawah dan *plane* haluan naik setara dengan *plane* buritan. Pada kecepatan lambat, kedalaman kapal selam hanya dikendalikan oleh *plane* haluan saja [27].

Pada tugas akhir ini, penulis berencana membuat prototipe kemudi vertikal dan horizontal yang berupa *hand wheel* dengan bahan yang dapat dijangkau seperti cardboard sebagai *hand wheel* dan dua buah *rotary potentiometer* sebagai poros dari kemudi vertikal dan horizontal.

2.1.5 Pengatur Kecepatan Maju dan Mundur Kapal Selam

Untuk bergerak maju ataupun mundur, kapal selam membutuhkan propeler. Propeler pada kapal selam disebut dengan *screw* dikarenakan cara kerjanya yang seperti sekrup untuk menghasilkan gerak maju ataupun mundur. Pada era awal kapal selam, kebanyakan kapal selam menggunakan desain *single-screw* dikarenakan ukuran dari kapal selam yang kecil dan menyisakan ruangan yang terbatas untuk mesin penggerak kapal. Ketika ukuran kapal selam semakin besar dan terdapat banyak ruang untuk menempatkan lebih dari satu mesin, muncullah desain *twin-screw* [22].

Selain propeler, pada kapal selam dibutuhkan juga alat untuk mengendalikan maju mundurnya kapal selam. Gambar dari alat tersebut ditunjukkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Pengatur gerakan maju dan mundur pada Monumen Kapal Selam.

Pada kapal selam, pengatur kecepatan tersebut bisa mengatur gerakan kapal selam untuk maju atau *ahead*, mundur atau *astern*, hingga berhenti atau *stop*. Pada gambar 2.12, terdapat beberapa tingkat kecepatan untuk gerak maju kapal selam, yakni *slow*, *half*, *full*, dan *extreme full*. Sedangkan pada gerak mundur kapal selam, hanya terdapat tiga tingkat kecepatan, yakni *slow*, *half*, dan *full*. Untuk mengatur kecepatan kapal selam, awak kapal selam hanya perlu memutar tuas yang ada tersebut ke *state* yang dibutuhkan. Proses terjadinya gerakan maju pada kapal selam ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Proses terjadinya gerakan maju pada kapal selam [28].

Kapal selam dapat bergerak maju dikarenakan adanya masukan dari tuas pengatur kecepatan yang diarahkan ke bagian maju. Ketika tuas tersebut bergerak, maka mesin penggerak kapal selam ikut bergerak sesuai dengan masukan dari tuas tersebut dan menghasilkan gerakan propeler yang berputar ke kanan atau maju apabila hanya terdapat satu propeler. Ketika terdapat dua buah propeler pada kapal selam, maka gerakan rotasi propeler kanan mengarah ke kanan sedangkan propeler kiri berotasi ke arah kiri. Sedangkan untuk proses gerakan mundur, ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Proses terjadinya gerakan mundur pada kapal selam [28].

Kapal selam dapat bergerak mundur dikarenakan adanya masukan dari tuas pengatur kecepatan yang diarahkan ke bagian mundur. Ketika tuas tersebut bergerak, maka mesin penggerak kapal selam ikut bergerak sesuai dengan masukan dari tuas tersebut dan menghasilkan gerakan propeler yang berputar ke kiri atau mundur apabila hanya terdapat satu propeler. Ketika terdapat dua buah propeler pada kapal selam, maka gerakan rotasi propeler kanan mengarah ke kiri sedangkan propeler kiri berotasi ke arah kanan.

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan *slide potentiometer* sebagai representasi dari kemudi pada gambar 2.12. *Slide potentiometer* tersebut bisa digerakkan ke atas atau ke bawah untuk mengatur kecepatan dan gerak yang dibutuhkan.

2.1.6 Peluncur Torpedo

Torpedo merupakan sebuah misil yang dipandu dan bekerja di dalam air. Umumnya, torpedo memiliki tiga hal yakni sebuah sistem

penggerak, sistem pemandu, dan alat peledak [22]. Pada Monumen Kapal Selam, peluncur torpedo dikumpulkan menjadi sebuah kesatuan dengan bilik hitung yang ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Peluncur torpedo pada bilik hitung.

Pada bilik hitung tersebut, peluncur torpedo berada pada bagian kanan tengah berupa tombol yang dapat ditekan untuk meluncurkan torpedo. Untuk bisa menembakkan torpedo, torpedo harus dimuat terlebih dahulu pada wadahnya, yang ditunjukkan pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Tempat pengisian torpedo haluan.

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan *push button* sebagai representasi dari peluncur torpedo yang ada pada Monumen Kapal Selam. Dengan menyentuh *push button* pada alat yang dibuat, akan menghasilkan torpedo yang keluar dari kapal selam.

2.2 *Arcade Game*

Game merupakan aktivitas yang dilakukan seseorang untuk hiburan atau kesenangan saat bermain *game* tersebut [7]. Terdapat banyak sekali jenis *game* yang ada di dunia. Salah satunya adalah *Serious Game* atau *Applied Game*. *Serious game* dibuat untuk tujuan selain bersenang-senang, meskipun ada kemungkinan para pemain akan merasakan kesenangan di dalamnya. *Serious game* umumnya berisi tentang *game* edukasi, eksplorasi keilmiahan, pembangunan kota, bahkan *game* simulasi kehidupan sehari-hari.

Arcade game menyajikan sensasi bermain yang sederhana namun membuat efek ketagihan pada pemainnya. Beberapa *arcade game* yang terkenal adalah *PacMan*, yakni *arcade game* mengenai sebuah objek berwarna kuning yang bergerak memakan setiap titik makanan yang ada sambil menghindari lawan berupa hantu. Kemudian keluarga *Angry Birds*, *game* tentang beberapa burung yang dilepaskan untuk menjatuhkan lawan dan membebaskan burung yang dikurung oleh lawan. Dan *Flappy Bird*, *arcade game* mengendalikan gerak terbang dari seekor burung untuk menghindari rintangan yang ada dan mengumpulkan koin. Kebanyakan *arcade game* berisi tentang melatih pengalaman pengguna dalam memainkan *game* tersebut. Pemain juga akan merasakan pengalaman imersif atau ketagihan dalam memainkan *arcade game* yang ada.

2.3 Perangkat Imersif

Dalam tugas akhir ini diperlukan sebuah perangkat imersif. Kata imersif berasal dari Bahasa Inggris, *immerse* yang berarti tenggelam [8]. Perangkat imersif tersebut berfungsi untuk membuat pengguna aplikasi merasakan suasana seperti melakukan hal yang benar-benar nyata atau tenggelam ke dalam suasana tersebut. Perangkat imersif ini berupa perangkat keras yang berisi dua buah kemudi, dua buah pengatur kecepatan, serta sebuah tombol mengikuti keadaan nyata saat menggerakkan kapal selam. Agar pengguna dapat merasakan

sensasi imersif saat memainkan aplikasi tersebut, dibutuhkan beberapa kondisi kontrol dan spesifikasi sistem sebagai berikut:

1. Pengguna merasakan seperti memutar kemudi vertikal dan kemudi horizontal yang sebenarnya saat menggunakan perangkat keras yang dibuat. Di dalam perangkat keras, dibutuhkan kemudi vertikal dan horizontal yang berupa kemudi kapal atau sesuatu yang menyerupai kemudi kapal tersebut yang mampu diputar hingga sudut tertentu.
2. Pengguna merasakan seperti menambah kecepatan maju atau mundur yang sebenarnya saat menggunakan perangkat keras yang dibuat. Pada perangkat keras, dibutuhkan sebuah tuas yang mampu mengatur kapal selam untuk maju maupun mundur dengan cara mendorong tuas yang ada ke *state* maju apabila ingin kapal selam bergerak maju dan apabila ingin menambah kecepatan sampai maksimal, dorong tuas hingga ujung. Untuk mundur, tuas yang ada cukup didorong ke *state* mundur apabila ingin kapal selam bergerak mundur dan dorong hingga pangkal apabila ingin kapal selam bergerak mundur dengan kecepatan maksimal.
3. Pengguna merasakan seperti menyentuh tombol yang berfungsi untuk menembakkan torpedo yang sebenarnya pada saat menggunakan perangkat keras yang dibuat. Pada perangkat keras, dibutuhkan sebuah tombol yang dapat ditekan dan dilepas untuk meluncurkan torpedo.
4. Sebuah *personal computer* atau *notebook* dengan spesifikasi:
 - a. Layar dengan resolusi 1366x768.
 - b. CPU dengan kecepatan 1.5 GHz.
 - c. Memori 4GB.
 - d. Kapasitas Grafis sebesar 2 GB.
 - e. Antarmuka:
 - i. *Port* USB.
 - ii. *Port* HDMI.
 - iii. *Port* VGA.

Selain perangkat tersebut, juga dibuat tampilan *User Interface* (UI) serta *gameplay* untuk menambah nuansa imersif. Dua buah kemudi untuk kemudi vertikal dan kemudi horizontal dibuat menggunakan *rotary potentiometer*, dua buah pengatur kecepatan baik untuk maju dan

mundur menggunakan *slide potentiometer*, serta sebuah tombol menggunakan *push button* untuk meluncurkan torpedo yang dihubungkan dengan menggunakan Arduino Uno, merupakan perangkat yang akan memberikan sensasi nyata dalam mengemudikan kapal selam.

2.3.1 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah papan mikrokontroler dengan *chip* ATmega328P. Memiliki 14 buah pin input / output digital (dimana 6 pin yang ada dapat digunakan sebagai output PWM), 6 buah input analog, sebuah kristal 16 MHz quartz, sebuah koneksi USB, colokan listrik, header ICSP dan tombol reset [9].



Gambar 2.17 Arduino Uno [15].

2.3.2 Rotary Potentiometer

Dikarenakan kapal selam memiliki batas untuk berbelok, maka dalam tugas akhir ini, digunakan *rotary potentiometer* untuk mengukur putaran sebagai output dari Arduino ke Unity sebagai input. Berbeda dengan *rotary encoder* yang bisa diputar tanpa batas, *rotary potentiometer brick* ini memiliki batas dalam perputarannya [10] sehingga dinilai paling mirip dengan putaran kemudi kapal selam yang terbatas.



Gambar 2.18 Rotary Potentiometer [16].

2.3.3 *Slide Potentiometer*

Slide Potentiometer merupakan *potentiometer* yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara menggeser wiper [10]. Pada tugas akhir ini, *slide potentiometer* berfungsi sebagai pengatur kecepatan, baik itu maju (kecepatan pelan, sedang, dan penuh) ataupun mundur (kecepatan pelan, sedang, dan penuh).



Gambar 2.19 *Slide Potentiometer* [17].

2.3.4 *Push Button Switch*

Push Button Switch merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja *unlock* (tidak mengunci), yakni saklar akan bekerja sebagai penghubung aliran arus listrik saat ditekan, dan pada saat dilepas, saklar akan memutuskan aliran arus listrik [11].



Gambar 2.20 *Push Button Switch* [18].

2.4 Unity

Unity merupakan platform pengembangan game yang digunakan untuk membuat game 2D ataupun 3D, yang berbasis *cross-platform*. *Cross-platform* memungkinkan sebuah game bisa dibuat untuk dimainkan baik itu pada perangkat mobile, desktop, VR/AR, ataupun console. Unity tidak dilengkapi dengan *tools* desain karakter karena Unity bukanlah *software* untuk *character design*. *Game engine* ini mendukung beberapa bahasa pemrograman, yakni C# dan JavaScript.

Pada tugas akhir ini, Unity digunakan penulis untuk membangun *game* serta komponen-komponen yang dibutuhkan dalam sebuah *game* seperti aset, script, environment, serta UI pada sebuah game tersebut [12].

2.5 Pembelajaran Menggunakan Game Digital

Pada kehidupan modern seperti saat ini, terdapat banyak sekali aktivitas yang bisa dilakukan dengan memanfaatkan teknologi yang ada, salah satunya adalah proses pembelajaran. Umumnya, proses pembelajaran dilakukan dengan membaca buku teks atau melalui pengajar dengan bidang tertentu. Namun, saat ini proses pembelajaran tidak hanya bisa dilakukan melalui buku teks ataupun tatap muka dengan pengajar saja, melainkan juga bisa dengan menggunakan media lain, yakni permainan. Permainan dengan memanfaatkan teknologi, melahirkan sebuah aplikasi *game* digital yang berisi konten dimana para pemain bisa mendapatkan pembelajaran pada *game* tersebut. *Arcade Game* merupakan salah satu genre *game* yang dapat membuat pengguna merasa dimanjakan sekaligus dapat belajar [13].

Penggunaan aplikasi *game* digital tersebut tidak berhenti pada sekedar bermain *game* saja. Dengan menggunakan aplikasi interaktif yang menggabungkan aplikasi digital dan perangkat imersif dapat berfungsi sebagai alat pembelajaran dan hiburan pada objek wisata seperti Monumen Kapal Selam. Aplikasi interaktif ini bersifat membuat pemain melakukan sebuah interaksi berupa interaksi timbal balik, menentukan bagaimana cara untuk menyelesaikan masalah dengan benar serta menambah wawasan pemain tentang apa yang dimainkan tersebut. Ketika pemain memberikan suatu input, akan menghasilkan output yang bisa membuat pemain belajar dari hasil timbal balik input dan output tersebut terlepas dari input yang diberikan sesuai atau tidak.

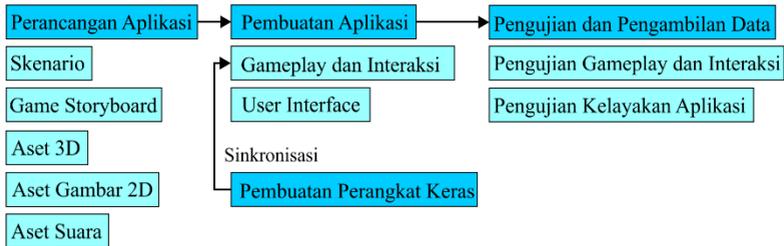
BAB 3

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan perancangan dari aplikasi yang tersusun secara urut dan sistematis sehingga mempermudah dalam proses pengerjaan.

3.1 Desain Sistem

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat prototipe kemudi kapal selam berupa kontrol imersif dan *arcade game* sebagai media pembelajaran pada Monumen Kapal Selam. Kontrol imersif merepresentasikan kemudi kapal selam asli yang dihubungkan ke komputer menggunakan *port* USB dan *Arcade game* ditampilkan pada layar komputer tersebut. Hasil dari tugas akhir ini berencana ditempatkan pada Monumen Kapal Selam, sehingga membutuhkan perancangan desain perangkat lunak dan perangkat keras. Metodologi yang digunakan, diilustrasikan pada gambar 3.1.



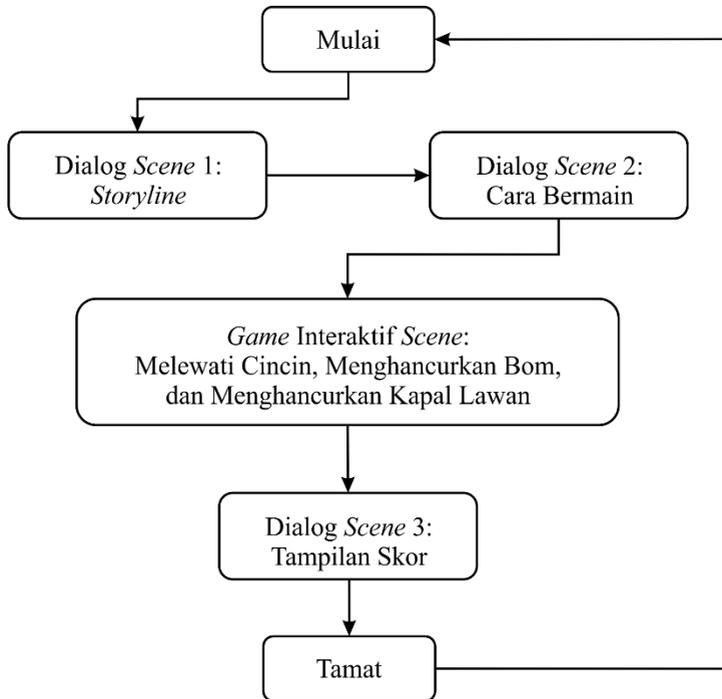
Gambar 3.1 Metodologi dan alur kerja.

3.2 Perancangan Aplikasi

Pembuatan aplikasi *arcade game* diawali dengan perancangan aplikasi. Perancangan merupakan proses awal dari keseluruhan proses pembuatan aplikasi. Proses perancangan dibagi lagi menjadi beberapa tahapan, seperti skenario serta *storyboard* untuk memudahkan pengerjaan selanjutnya.

3.2.1 Skenario

Arcade game yang dibuat akan berisi tentang gerak kapal selam, yakni berbelok, maju, mundur, juga menembak. Lalu juga terdapat permainan dimana pemain bisa mengemudikan kapal selam untuk melewati *golden ring*, menghindari atau menembak *mine*, juga menembak kapal lawan. Terdapat pula scene dimana nantinya pemain mengetahui skor akhir yang didapatkan pemain setelah permainan berakhir. Skenario yang dibuat, divisualisasikan dengan diagram alur yang bisa dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alur skenario aplikasi

3.2.2 *Game Storyboard*

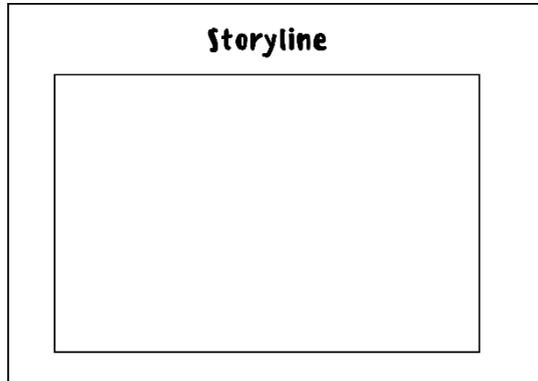
Tahapan berikutnya adalah membuat *game storyboard*. *Game Storyboard* merupakan gambaran umum mulai dari awal hingga akhir dari sebuah *game*, yang berisi sketsa kasar yang tersusun beraturan dengan informasi pada setiap *scene* yang ada. *Game Storyboard* sangat berguna untuk membangun konsep yang terstruktur pada permainan. Dengan konsep yang terstruktur, akan lebih mudah bagi penulis untuk membuat aplikasi atau *game* yang baik.

Tujuan utama dari aplikasi ini adalah sebagai sarana belajar sekaligus hiburan bagi pengunjung Monkasel. Aplikasi menggunakan gambar 2D pada beberapa *scene* awal dan objek 3D pada *scene game*. *Game storyboard* yang dibuat bisa dilihat pada Gambar 3.3 hingga Gambar 3.8.



Gambar 3.3 Sketsa tampilan *Main Menu* pada aplikasi.

Tampilan *Main Menu* ditunjukkan pada Gambar 3.3. Pada *Main Menu*, terdapat empat buah konten. Konten tersebut adalah judul *game*, gambar latar belakang 2D, tombol *Start*, dan musik latar belakang. Judul *game* terletak di atas gambar latar belakang 2D yang bertemakan kapal selam, dengan disertai musik latar belakang yang bertemakan peperangan. Pada *scene* ini, interaksi pemain hanya terbatas bisa mengetuk atau menyentuh tombol *Start* untuk melanjutkan ke *scene* berikutnya.



Gambar 3.4 Sketsa tampilan *Storyline* yang menampilkan awal kisah dari *game*.

Berikutnya pada Gambar 3.4, pemain akan disuguhkan dengan *scene Storyline*. Pada *scene* ini, pemain akan diberikan informasi mengenai jalan cerita awal dari *game* ini. Cerita ini merupakan cerita buatan berdasarkan kejadian yang sesungguhnya, yakni ketika perang mempertahankan kemerdekaan Indonesia, sekitar tahun 1961. Terdapat pihak Belanda yang tidak mau mengakui kemerdekaan Indonesia dan berniat menjadikan Irian Barat sebagai negara boneka untuk menyerang Indonesia. Indonesia yang mengetahui hal tersebut, memutuskan untuk melakukan konfrontasi yang dinamakan Trikora demi merebut kembali Irian Barat ke pangkuan Indonesia. Tugas dari pemain disini adalah, membasmi kapal musuh di perairan sekitar Irian Barat demi suksesnya konfrontasi Trikora. Cerita tersebut dibuat dalam bentuk tulisan dalam sebuah kotak dialog yang berada di atas gambar latar belakang bertemakan laut.

Pada Gambar 3.5, menampilkan *scene* cara bermain *game*. Dalam *scene* ini, pemain akan diberikan beberapa penjelasan untuk menggerakkan kapal selam. Kapal selam yang digunakan pemain bisa menghindari dan menyerang musuh tergantung dari apa yang pemain inginkan dengan tujuan utama yakni menghancurkan kapal musuh yang ada. Kapal selam dalam *game* ini digerakkan melalui perangkat keras yang terhubung ke *game* berupa dua buah kemudi untuk kemudi vertikal dan horizontal, dua buah pengatur kecepatan untuk maju serta mundurnya kapal selam, dan sebuah tombol untuk meluncurkan torpedo ke arah kapal lawan.

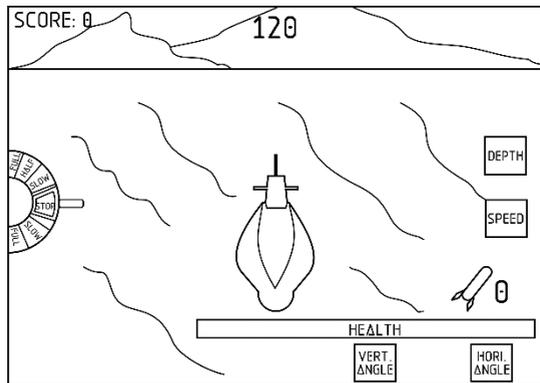


Gambar 3.5 Sketsa tampilan Cara Bermain, memuat hal-hal yang harus pemain perhatikan agar bisa bermain dengan baik dan benar.

Pada Gambar 3.6 hingga 3.11, merupakan bagian permainan dilaksanakan. Di dalam *scene* yang terlihat pada Gambar 3.6, pemain bisa mulai menggerakkan kapal selam juga menembakkan torpedo yang ada. Pada *scene* ini juga disertai beberapa ikon seperti *Health Bar*, kedalaman kapal selam, kecepatan kapal selam, sudut belok dari kapal selam, jumlah torpedo yang tersedia, serta mini map. Tiap ikon tersebut memiliki fungsi masing-masing, yakni:

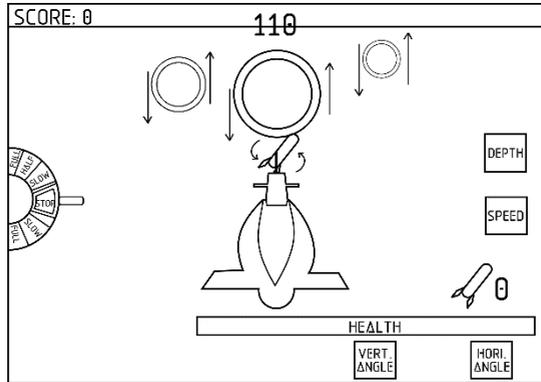
- a. *Score*: menampilkan poin skor yang diperoleh pemain.
- b. *Time Limit*: menampilkan batasan durasi untuk bermain *game*.
- c. *Speed Gauge*: menampilkan kecepatan yang digunakan kapal selam saat ini. Dibagi menjadi empat bagian:
 1. *Stop*: kondisi saat kapal selam berhenti.
 2. *Slow*: kondisi saat kapal selam melaju dengan kecepatan pelan.
 3. *Half*: kondisi saat kapal selam melaju dengan kecepatan sedang.
 4. *Full*: kondisi saat kapal selam melaju dengan kecepatan penuh.
- d. *Health Bar*: menampilkan nyawa atau *Health Point (HP)* dari kapal selam.
- e. *Kedalaman (Depth)*: menampilkan seberapa dalam kapal selam tersebut menyelam.

- f. Kecepatan (*Speed*): menunjukkan kecepatan kapal selama saat melaju, baik itu maju maupun mundur.
- g. Sudut Vertikal (*Vert. Angle*): menunjukkan seberapa besar sudut yang digunakan kapal selama saat berbelok ke kanan atau kiri.
- h. Sudut Horizontal (*Hori. Angle*): menunjukkan seberapa besar sudut yang digunakan kapal selama untuk naik atau turun.
- i. Torpedo: menampilkan jumlah torpedo yang tersedia. Jumlah torpedo yang tersedia bisa berkurang ketika pemain menembakkan torpedo.

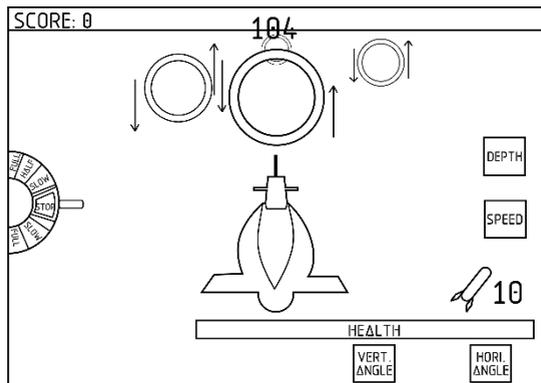


Gambar 3.6 Sketsa tampilan *scene* awal *Game*.

Pada Gambar 3.7, pemain dihadapkan dengan *scene game* yang berisi tampilan pada saat pemain melakukan kemudi untuk menyelam. Akan terlihat torpedo yang melayang dan berotasi di dalam air tidak jauh dari lokasi kapal selam. Torpedo yang melayang tersebut merupakan sebuah *power up* yang memiliki fungsi sebagai penambah amunisi torpedo yang pada awalnya berjumlah nol. Ketika pemain mengambil *power up* ini dengan cara menabrakkan kapal selam ke *power up*, amunisi torpedo dari kapal selam akan bertambah sebanyak 10 buah. Ketika digunakan untuk menembak, jumlah amunisi akan berkurang sebanyak tembakan yang dilakukan oleh pemain. Di dalam permainan, pemain bisa mendapatkan hanya dua kali *power up* torpedo. Sehingga total torpedo yang didapat adalah sebanyak 20 buah.



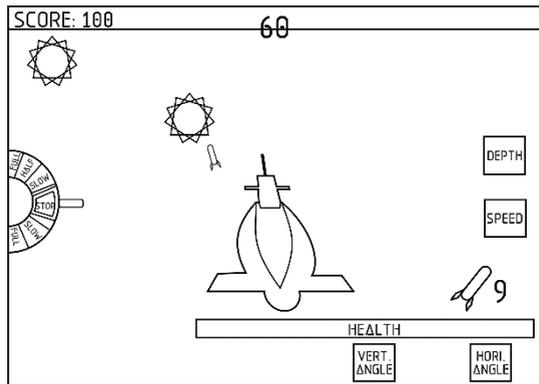
Gambar 3.7 Scene setelah pemain melakukan kemudi menyelam, dimana terdapat *Power Up* dan beberapa *golden ring* yang melayang.



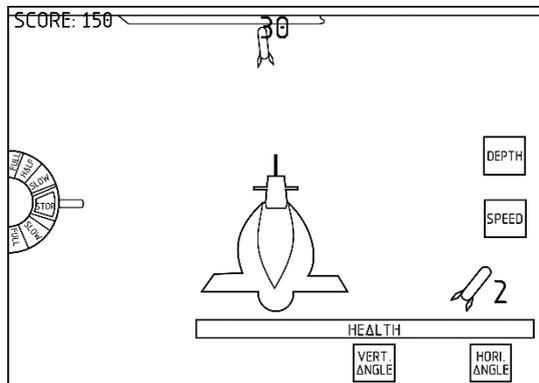
Gambar 3.8 Beberapa *golden ring* yang melayang di dalam air.

Pada Gambar 3.8, merupakan lanjutan dari Gambar 3.6 dan 3.7. Dimana terdapat beberapa cincin yang terlihat melayang ke atas dan ke bawah. Cincin-cincin tersebut merupakan sebuah sistem penambah poin dan sebagai rintangan yang bisa diambil pemain untuk mengemudikan kapal selama melewati cincin-cincin tersebut. Dengan melewati beberapa cincin tersebut, akan menambah poin skor dari pemain sebanyak 25 poin. Cincin-cincin tersebut boleh tidak dilewati oleh pemain karena cincin tersebut berguna sebagai penambah poin saja.

Masih dalam *scene game*, yakni pada Gambar 3.9, setelah pemain melewati beberapa cincin yang ada, akan terlihat bom-bom yang dijatuhkan oleh kapal musuh. Bom-bom ini bisa meledak dan mengurangi *Health Point* (HP) dari kapal selam apabila kapal selam menabrak bom tersebut. Untuk menghindari berkurangnya HP kapal selam, pemain bisa menggunakan torpedo yang diperoleh untuk menghancurkan bom laut yang ada. Setiap bom laut yang dihancurkan, akan menambah poin daripada pemain sebanyak 50 poin, dan akan mengurangi HP kapal selam sebanyak 25 poin saat menabrak bom tersebut.

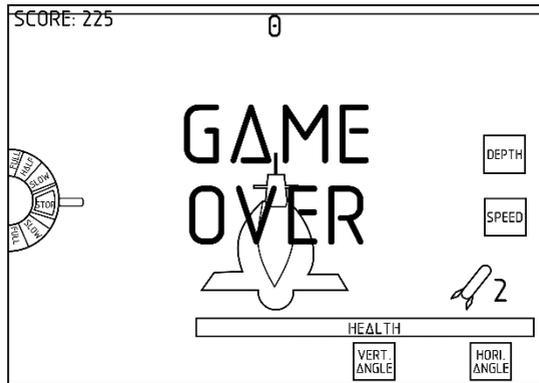


Gambar 3.9 Menembak *mine* dengan torpedo untuk mendapatkan poin.

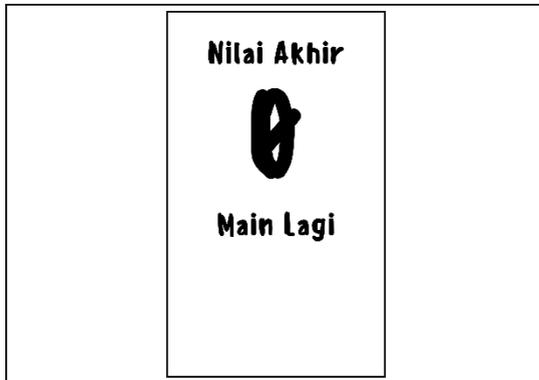


Gambar 3.10 Menembak kapal musuh untuk menyelesaikan *game*.

Selain menembaki bom laut, pemain juga harus menembak kapal musuh yang ada. Dimana hal tersebut merupakan tujuan utama dari *game* ini, diperlihatkan pada Gambar 3.10. Dengan menembak kapal musuh, maka pemain akan mendapatkan poin skor sebanyak 75 poin. Apabila pemain berhasil menembak kapal musuh tersebut tanpa sisa, permainan akan berakhir, yang ditunjukkan pada Gambar 3.11. Selain itu, permainan akan berakhir apabila kapal selam kehabisan HP atau pemain kehabisan waktu untuk menyelesaikan *game* ini.



Gambar 3.11 Salah satu kondisi permainan berakhir yakni saat batas waktu habis.



Gambar 3.12 Sketsa tampilan *scene* Skor akhir.

Scene berikutnya yakni dialog *scene* yang akan keluar apabila pemain telah menyelesaikan permainan. *Scene* ini ditunjukkan pada Gambar 3.12 yang menampilkan kotak dialog pada saat pemain dalam posisi telah menyelesaikan permainan atau kalah, dengan gambar latar belakang dengan tema kapal selam, dan di atasnya terdapat kotak dialog yang berisi nilai skor akhir dan sebuah *button* pilihan untuk main lagi. *Button* tersebut membuat pemain bisa bermain lagi dan kembali ke *game scene* apabila ditekan.

3.2.3 Pembuatan Aset 3D

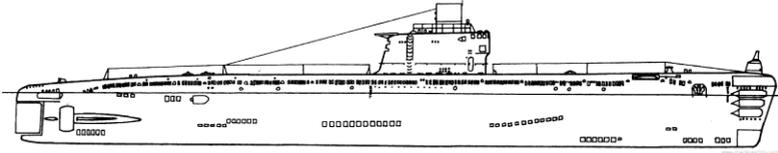
Tahapan berikutnya dalam pembuatan aplikasi “Hiu Kencana: *Submarine Simulator*” adalah pembuatan aset 3D. Aset-aset 3D merupakan objek utama di dalam *game*. Aset 3D yang diperlukan adalah model 3D kapal selam *Whiskey Class*, model 3D kapal lawan tipe *Cruiser*, model 3D torpedo, model 3D bom laut, model 3D cincin, model 3D *terrain*, dan model 3D dari air laut. Sebagian besar aset yang digunakan oleh penulis pada aplikasi ini merupakan aset-aset daring yang tidak berbayar dan dilakukan beberapa modifikasi sedemikian rupa sehingga sesuai dengan kebutuhan. Penjabaran aset-aset ditampilkan pada Gambar 3.13 hingga 3.24.

3.2.3.1 Model 3D Kapal Selam

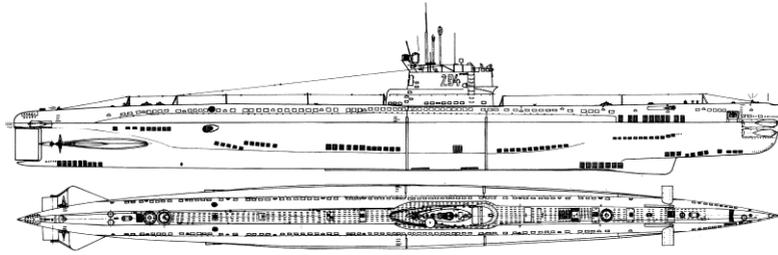
Model 3D kapal selam yang digunakan pada aplikasi ini dibuat dengan berdasarkan model 3D kapal selam daring yang tidak berbayar. Model daring tersebut digunakan sebagai acuan untuk membuat model 3D kapal selam yang dibutuhkan. Aplikasi ini membutuhkan model 3D kapal selam dengan tipe *Whiskey Class* seperti pada Monumen Kapal Selam. Dalam pembuatannya, penulis menggunakan model 3D kapal selam yang mirip dengan *Whiskey Class*, yakni kapal selam tipe pendahulunya, *Romeo Class*. Kedua kapal selam tersebut merupakan buatan Soviet yang merupakan kapal selam canggih pada masanya. Gambar *blueprint* dari *Romeo Class* dan *Whiskey Class* ditunjukkan pada Gambar 3.13 dan Gambar 3.14.

Pembuatan model 3D dilakukan dengan aplikasi Blender dengan cara menggabungkan model 3D kapal selam *Whiskey Class* yang sebagian sudah dibuat dengan model 3D kapal selam jadi dari *Romeo Class* yang diperoleh daring dan tidak berbayar. Gambar proses

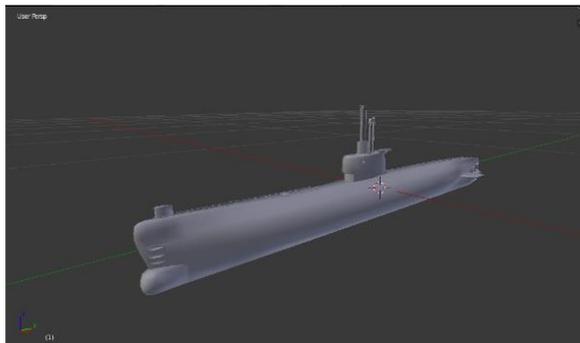
pembuatan model 3D kapal selam ditunjukkan pada gambar 3.15 hingga 3.18.



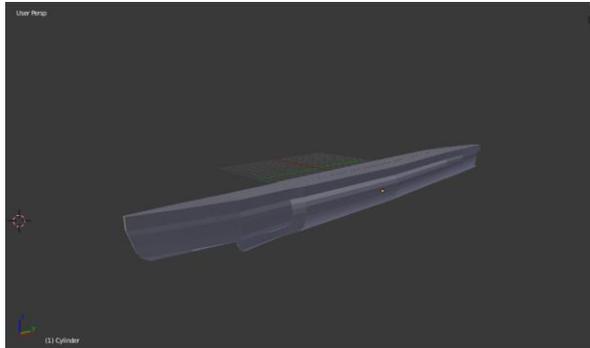
Gambar 3.13 *Blueprint Kapal Selam Romeo Class.*



Gambar 3.14 *Blueprint Kapal Selam Whiskey Class.*

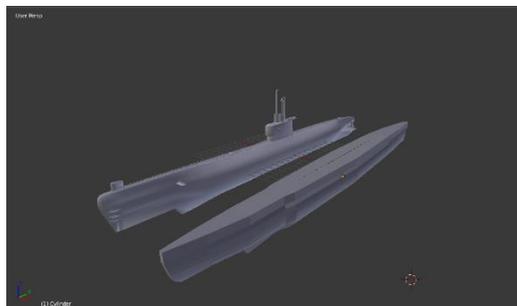


Gambar 3.15 Model 3D Tidak Berbayar Kapal Selam *Romeo Class.*

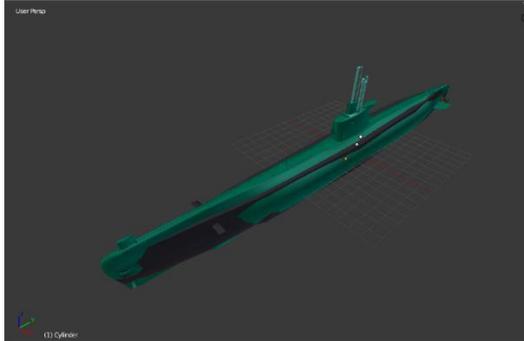


Gambar 3.16 Model 3D Badan Kapal Selam *Whiskey Class*.

Untuk pembuatan model 3D dari badan kapal selam *Whiskey Class*, dilakukan secara manual menggunakan Blender dengan *blueprint* kapal selam *Whiskey Class* sebagai acuannya. Dimulai dengan membuat *Cube* pada Blender, kemudian dilakukan beberapa penyesuaian yakni dengan menggunakan fungsi *extrude*, *scale*, *rotation* dan beberapa fungsi yang lain. Langkah selanjutnya adalah menggabungkan kedua model 3D kapal selam tersebut, dan dilakukan beberapa pengeditan dengan fungsi-fungsi seperti *extrude*, *scale*, *rotation*, tidak lupa juga dilakukan pewarnaan sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan penulis.



Gambar 3.17 Model 3D Kapal Selam *Romeo Class* dan badan dari *Whiskey Class*.



Gambar 3.18 Hasil Akhir Model 3D Kapal Selam.

3.2.3.2 Model 3D Kapal *Cruiser*

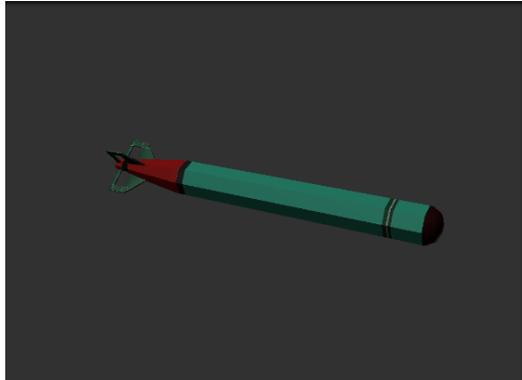
Model 3D kapal musuh menggunakan kapal bertipe *Cruiser* yang seharusnya dengan tipe kapal *cruiser* dari negara Belanda. Akan tetapi, penulis menggunakan kapal *cruiser* yang berasal dari Negara Inggris, dengan nama *HMS Lion Battle Cruiser*. Penggunaan kapal dari Inggris dikarenakan susah ditemukannya model 3D kapal *cruiser* yang digunakan Belanda saat konfrontasi Trikora, sehingga digunakanlah kapal *cruiser* dari Inggris sebagai penggantinya. Gambar model 3D kapal *cruiser* ditunjukkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Model 3D Kapal Tipe *HMS Lion BattleCruiser*.

3.2.3.3 Model 3D Torpedo

Model 3D torpedo yang digunakan merupakan model 3D daring yang tidak berbayar, dengan hanya mengubah warna dari model torpedo yang ada. Gambar model 3D torpedo ditunjukkan pada Gambar 3.20.

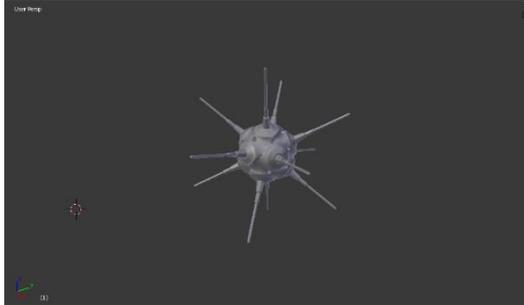


Gambar 3.20 Model 3D Torpedo.

Torpedo disini bertugas selain sebagai alat untuk menyerang, juga sebagai alat untuk menambah jumlah amunisi torpedo dari kapal selam.

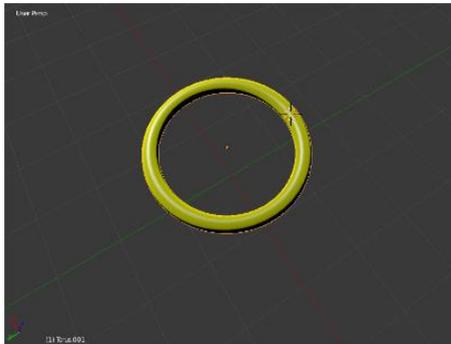
3.2.3.4 Model 3D Mine

Seperti halnya torpedo, model 3D untuk *mine* juga menggunakan model 3D daring yang tidak berbayar. *Mine* yang dipilih adalah *mine* yang biasanya digunakan di dalam laut untuk menjaga agar tidak ada yang sembarangan melewati atau melintasi daerah yang dijaga. Model 3D *mine* ditunjukkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Model 3D *Mine*.

3.2.3.5 Model 3D *Golden Ring*



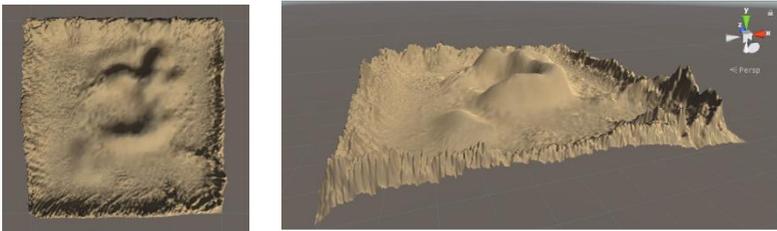
Gambar 3.22 Model 3D *Golden Ring*.

Model 3D *golden ring* seperti pada Gambar 3.22 dibuat dengan cara menggunakan objek yang bernama *Torus* pada Blender, kemudian diatur tebal tipisnya *golden ring* tersebut sehingga mendapatkan ketebalan yang sesuai. Dan langkah terakhir adalah memberikan warna pada *golden ring* tersebut dengan warna menyerupai warna emas. *Golden ring* yang dibutuhkan pada aplikasi ini, mirip seperti pada *golden ring* pada game *Sonic The Hedgehog*. Hanya saja, *golden ring* yang ada pada game *Sonic*, berukuran kecil dan *Sonic* hanya menabrak *golden ring* tersebut untuk menambah poin *golden ring*, sedangkan *golden ring* yang digunakan pada game yang dibuat, berukuran besar

sehingga kapal selam bisa melewati *golden ring* tersebut untuk mendapatkan poin tambahan.

3.2.3.6 Model 3D *Terrain*

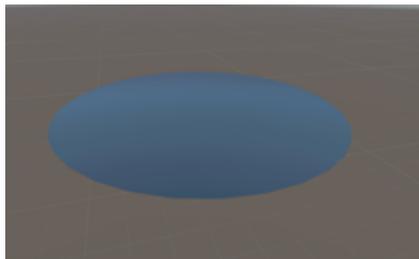
Model 3D *Terrain* dibuat menggunakan *Terrain Engine* yang ada pada Unity. Cara kerja *Terrain Engine* ini cukup mudah. Penulis membuat terrain dengan cara melukis ketinggian tanah dengan corak tanah yang bervariasi. Terrain dibuat sedemikian rupa sehingga terlihat seperti tanah yang berada di bawah air.



Gambar 3.23 Model 3D *Terrain*.

3.2.3.7 *WaterProDayTime*

Model 3D air laut yang digunakan penulis merupakan *asset* bawaan dari Unity bernama *WaterProDayTime*. *WaterProDayTime* merupakan aset air laut yang telah memiliki tekstur, warna, serta terdapat gerakan air yang mengalir. Untuk menambah kesan nyata laut yang digunakan pada *game* ini, penulis menggunakan pemrograman sehingga aset *WaterProDayTime* tersebut menjadi berombak.



Gambar 3.24 Model 3D *WaterProDayTime*.

3.2.4 Pembuatan Aset 2D

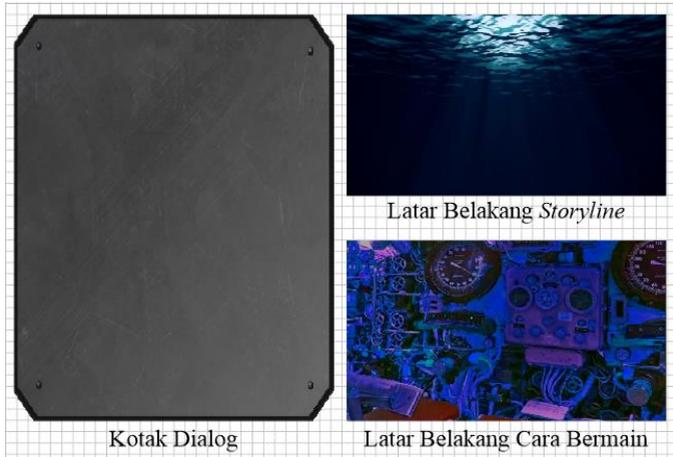


Gambar 3.25 Aset-aset gambar yang digunakan pada *scene Main Menu*.

Pada *scene Main Menu*, membutuhkan beberapa aset, yakni aset latar belakang, teks, serta sebuah tombol (*button*) untuk disentuh oleh pemain. Tombol diberikan efek berbeda warna pada saat ditekan. Ukuran latar belakang pada *Main Menu* memiliki rasio 16:9. Aset-aset yang digunakan pada *Scene Main Menu* ditunjukkan pada Gambar 3.25.

Scene Storyline membutuhkan aset-aset gambar seperti gambar latar belakang dan kotak dialog yang digunakan untuk menampilkan cerita yang akan disuguhkan kepada pemain. Untuk *scene Cara Bermain*, membutuhkan aset-aset yang hampir sama dengan *scene Storyline*, yakni gambar latar belakang dan kotak dialog. Akan tetapi, pada *scene Cara Bermain* akan menampilkan beberapa gambar lain saat kapal digerakkan menggunakan alat yang telah disediakan. Kotak dialog juga ditampilkan pada *scene Masukkan Nama dan Nilai Tertinggi*. Aset-aset pada *scene Storyline* dan *Cara Bermain* ditunjukkan pada Gambar 3.26.

Aset-aset suara didapatkan dari aset-aset yang tidak berbayar. Beberapa aset suara yang diperlukan untuk mengisi aplikasi adalah musik latar belakang serta efek-efek suara saat menekan tombol.



Gambar 3.26 Aset-aset gambar yang ditampilkan pada *scene Story* dan Cara Bermain.



Gambar 3.27 Aset-aset gambar yang digunakan pada *scene Game*.

Pada gambar 3.27, merupakan beberapa aset 2D yang digunakan di dalam *scene game*. Terdiri atas gambar rancangan tuas, amunisi torpedo, serta *healthbar*. Selain ketiga aset tersebut, pada *scene game* juga terdapat beberapa teks untuk memperjelas pengguna aplikasi dalam memahami maksud dari aset-aset tersebut.

Gambar amunisi torpedo menunjukkan seberapa banyak amunisi yang dimiliki pemain untuk menembakkan torpedo. *Healthbar* menunjukkan seberapa banyak *hit point* yang dimiliki oleh kapal selam. Dalam aplikasi ini, kapal selam mempunyai *HP* sebanyak 100. Kemudian aset 2D tuas, yang bisa bergerak berdasarkan kecepatan dari kapal selam, yakni *slow*, *half*, *full* untuk kendali maju dan *slow*, *full* untuk kendali mundur.

3.3 Pembuatan Aplikasi

Pembuatan aplikasi *arcade game* dibagi menjadi dua proses, yakni pembuatan sistem interaksi serta pembuatan UI (*User Interface*). Desain sistem interaksi berfungsi sebagai penentu hal-hal yang bisa pemain lakukan di dalam aplikasi. UI dibuat dengan menyusun aset-aset yang telah dibuat sebelumnya, yakni aset 3D serta aset suara. *Gameplay* dan sistem interaksi pada aplikasi berfungsi sebagai kesan imersif untuk pengguna aplikasi. Permainan digabungkan dengan perangkat keras yang dibuat menyerupai kemudi vertikal, horizontal, maju, mundur, serta pencur torpedo yang disederhanakan.

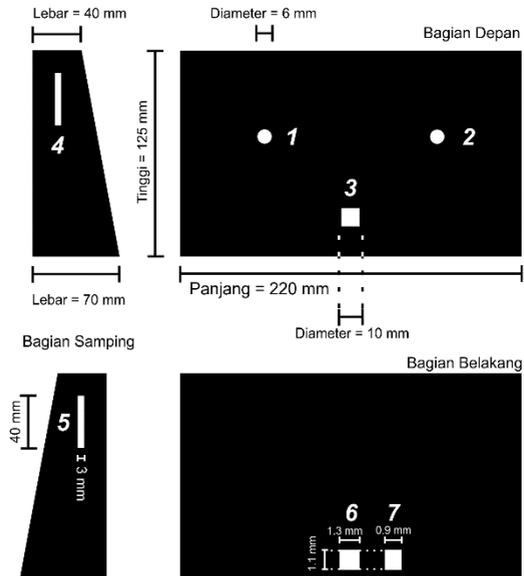
Sifat imersif yang menjadi target dari pembuatan aplikasi adalah seluruh kemudi yang ada. Kemudi-kemudi yang ada akan memudahkan pemain memahami bagaimana kemudi kapal selam tersebut beroperasi pada dunia nyata.

3.3.1 Gameplay dan Interaksi

Aplikasi akan dijalankan pada perangkat berupa komputer dan prototipe perangkat keras yang akan ditempatkan pada Monumen Kapal Selam. Desain prototipe perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 3.28 dengan spesifikasi komputer yang digunakan dan penyusun prototipe perangkat keras adalah sebagai berikut:

1. Notebook Asus A450L dengan spesifikasi:
 - a. OS Windows 10 Education Version.

- b. Layar berukuran 14 inci dan beresolusi 1366x768.
 - c. CPU Intel Core i5-4200U, 1.60 GHz.
 - d. Memori 4GB DDR3.
 - e. Penyimpanan 500 GB.
 - f. Grafis NVIDIA GeForce GT 720M, 2 GB DDR3 VRAM.
 - g. Antarmuka:
 - i. 2x USB 3.0
 - ii. 1x USB 2.0
 - iii. LAN Jack
 - iv. HDMI
 - v. VGA
 - h. Dimensi 380 x 258 x 22.5 mm.
 - i. Berat 2 kg.
2. Arduino Uno.
 3. Dua buah Rotary Potentiometer.
 4. Dua buah Slide Potentiometer.
 5. Sebuah Push Button.
 6. Sebuah PCB lubang
 7. Perangkat mekanik berupa dua buah kemudi.

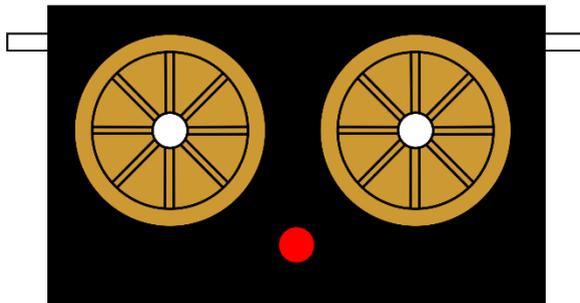


Gambar 3.28 Desain awal prototipe kotak dari perangkat keras.

Prototipe memiliki badan berbahan dasar akrilik yang berwarna hitam dengan ketebalan 3 mm. Terdapat beberapa lubang (berwarna putih pada gambar) yang memiliki fungsi masing-masing, yakni:

- 1 Merupakan lubang untuk *rotary potentiometer* yang digunakan sebagai kemudi vertikal.
- 2 Merupakan lubang untuk *rotary potentiometer* yang digunakan sebagai kemudi horizontal.
- 3 Merupakan lubang untuk *push button* yang digunakan sebagai peluncur torpedo.
- 4 Merupakan lubang untuk *slide potentiometer* yang digunakan untuk pengatur kecepatan maju.
- 5 Merupakan lubang untuk *slide potentiometer* yang digunakan untuk pengatur kecepatan mundur
- 6 Merupakan lubang untuk keluarannya *port USB*.
- 7 Merupakan lubang untuk keluarannya *port Power*.

Untuk desain selanjutnya, diperlihatkan pada Gambar 3.29, yakni desain jadi dengan dua buah kemudi yang terbuat dari *cardboard* yang terhubung ke masing-masing *rotary potentiometer*, selain itu juga terdapat sebuah tombol (*push button*) dengan warna merah yang berfungsi sebagai peluncur torpedo di dalam *game* yang berada di bagian depan kotak. Di bagian samping kiri dan kanan kotak, terdapat masing-masing satu buah jalur yang diisi oleh pengatur kecepatan yang menggunakan *slide potentiometer* sebagai alatnya. Pengatur kecepatan maju kapal selam terletak pada bagian sebelah kiri kotak, sedangkan pada bagian sebelah kanan kotak digunakan sebagai pengatur kecepatan untuk mundurnya kapal selam.



Gambar 3.29 Desain jadi dari prototipe alat.

Perancangan tampilan dari *gameplay* dibagi menurut beberapa *scene* dalam aplikasi, yakni *Dialog Scene* dan *Game Scene*.

Scene pertama setelah *Main Menu* merupakan *dialog scene* yakni *Storyline*. Interaksi pemain pada *dialog scene* hanya berupa menyentuh kotak dialog untuk menampilkan teks ke teks selanjutnya, dan beberapa disertai dengan *sprite* di dalam *game* yang diiringi dengan aset suara musik latar belakang. *Scene* ini menampilkan tentang cerita mengenai perang mempertahankan kemerdekaan Indonesia. Cerita tersebut dimulai ketika Belanda tidak mau mengakui kemerdekaan Indonesia, dan berniat untuk menjalankan dekolonisasi di Irian Barat. Menyikapi hal tersebut, terbitlah Tri Komando Rakyat (Trikorra). Dalam konfrontasi Trikorra, dibutuhkan fase infiltrasi melalui media laut serta udara. Akan tetapi, beberapa konfrontasi yang dilakukan oleh Indonesia melalui laut, tercium oleh Belanda. Hal tersebut mengakibatkan Belanda menjadi semakin waspada dan mengerahkan beberapa kapal penjaga di sekitar perairan Irian Barat. Tugas dari pemain disini adalah menghindari penjagaan pasukan Belanda yang menjaga perairan dengan menggunakan kapal yang menjatuhkan bom laut. Atau bahkan pemain bisa menyerang balik dengan menembakkan torpedo ke arah kapal Belanda.

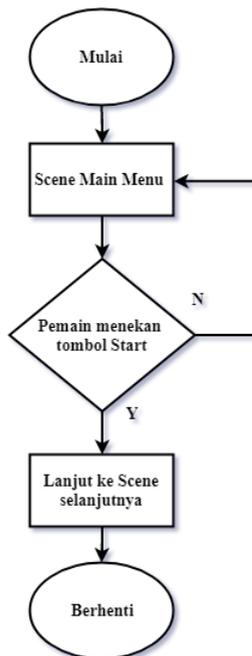
Pada beberapa *scene* yang ada, pengguna dapat melakukan interaksi yang berbeda tergantung *scene* yang sedang dimainkan. Interaksi tersebut bisa dilihat pada *flowchart* yang telah dibuat sesuai dengan *scene* tersebut. Terdapat empat buah *scene* dengan interaksi yang berbeda-beda.

3.3.1.1 *Scene Main Menu*

Bentuk interaksi pada *scene Main Menu* oleh pengguna pada aplikasi adalah pengguna hanya bisa menekan tombol *Start* yang tersedia untuk melanjutkan ke *scene* selanjutnya. Apabila tombol tersebut tidak ditekan, maka *scene* tidak akan berganti. Gambar *scene Main menu* bisa dilihat pada Gambar 3.30 dan *flowchart* dari *scene Main menu* bisa dilihat pada Gambar 3.31.



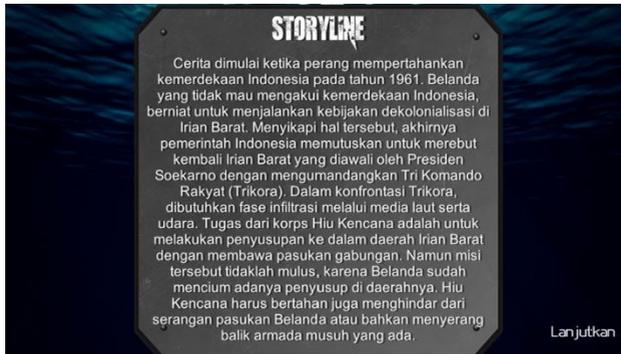
Gambar 3.30 Scene Main Menu.



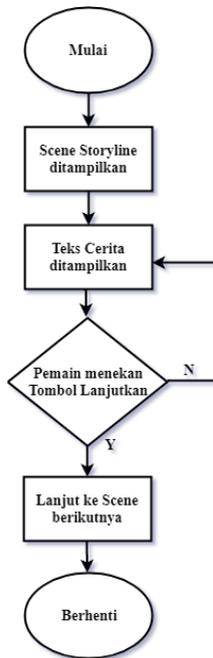
Gambar 3.31 Flowchart pada scene Main Menu.

3.3.1.2 Scene Storyline

Bentuk interaksi pada *scene Storyline* oleh pengguna pada aplikasi adalah pengguna hanya bisa menekan tombol Lanjutkan yang tersedia untuk melanjutkan ke *scene* selanjutnya. Apabila tombol tersebut tidak ditekan, maka *scene* tidak akan berganti. Pada *scene Storyline*, cerita yang ada pada kotak dialog diberi animasi, yakni ketika pemain menyentuh tombol start pada main menu, cerita tersebut ditampilkan setelah gambar latar belakang dan kotak dialog telah ditampilkan. Gambar *scene Storyline* bisa dilihat pada Gambar 3.32 dan *flowchart* dari *scene Storyline* bisa dilihat pada Gambar 3.33.



Gambar 3.32 *Scene Storyline*.



Gambar 3.33 Flowchart pada *Scene Storyline*.

3.3.1.3 *Scene* Cara Bermain

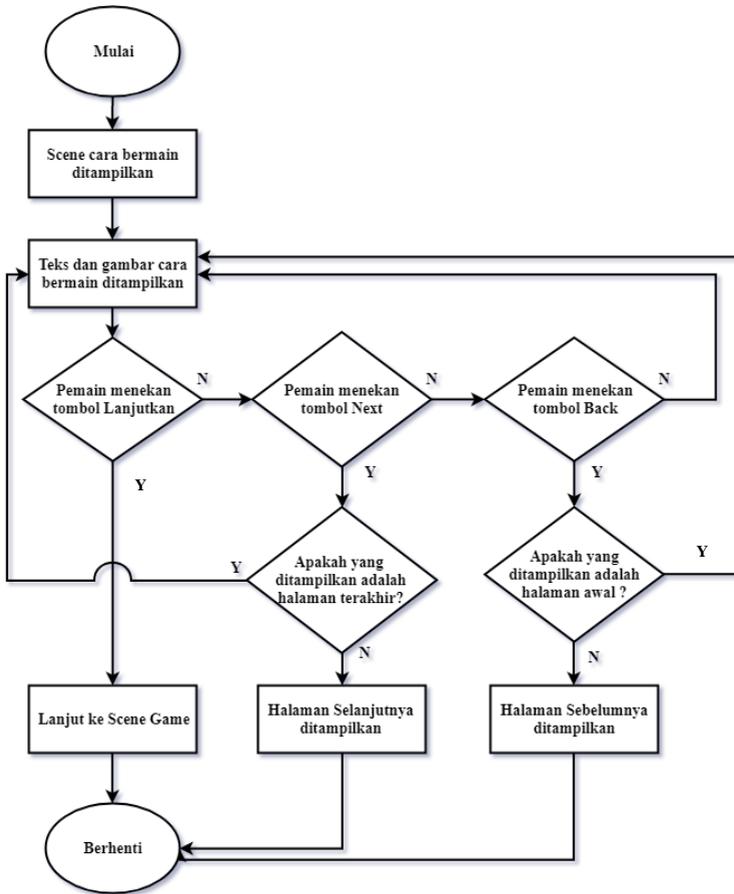
Pada gambar 3.34, menunjukkan *scene* Cara Bermain. Di dalam *scene* ini, pemain mendapatkan instruksi bagaimana cara untuk menggerakkan kapal selam, baik itu maju, mundur, berbelok, menyelam, naik ke permukaan, bahkan untuk menembakkan torpedo. Di dalam *scene* ini, terdapat pula sistem *scoring* atau penilaian. Pemain mendapatkan tambahan 25 poin setelah melewati *golden ring* yang ada, pemain juga bisa mendapatkan poin dari menghancurkan *mine* dengan nilai 50 poin setiap *mine* yang hancur. Dan yang terakhir, pemain bisa mendapatkan poin sebesar 75 apabila berhasil menembak kapal lawan yang sedang berpatroli.

Di dalam *scene* Cara Bermain juga terdapat interaksi dengan pemain. Ketika *scene* Cara Bermain tampil, maka akan otomatis keluar teks yang berisi langkah pertama dalam Cara Bermain. Untuk

melanjutkan ke langkah berikutnya, pemain cukup menekan tombol *Next* yang berada di bagian bawah kanan dari kotak dialog. Ketika teks tidak ditampilkan atau pemain tidak menekan tombol *Next*, maka teks tidak akan berganti. Apabila semua teks telah ditampilkan, maka pemain harus menekan tombol Lanjutkan untuk berpindah ke *scene* berikutnya. *Flowchart* dari *scene* Cara Bermain ditunjukkan pada gambar 3.35.



Gambar 3.34 *Scene* Cara Bermain.

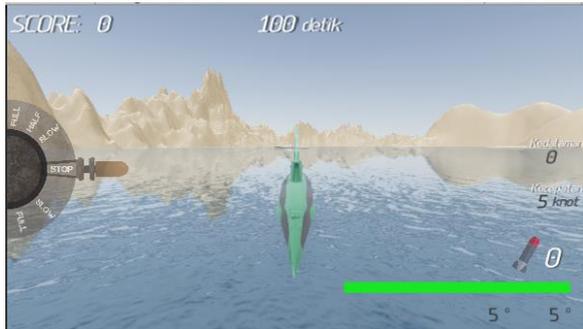


Gambar 3.35 Flowchart pada scene Cara Bermain.

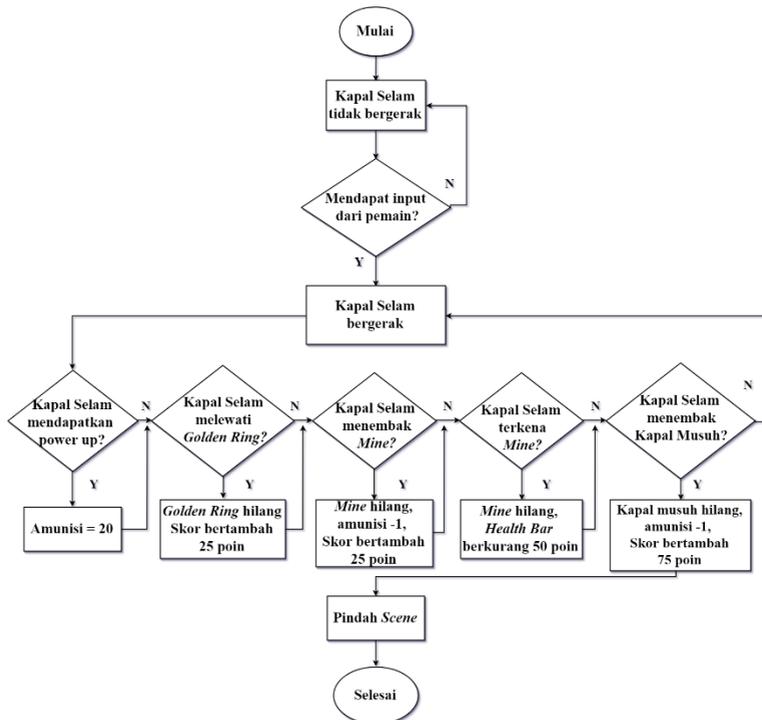
3.3.1.4 Scene Game

Berikutnya merupakan *scene Game* yang ditunjukkan pada Gambar 3.36. Pada *scene Game*, pemain bisa melakukan beberapa interaksi dengan menggunakan kontrol yang tersedia, baik menggunakan *keyboard* maupun menggunakan kontrol alat. Selain itu,

pemain juga bisa melakukan beberapa interaksi seperti pada *flowchart* pada Gambar 3.37.



Gambar 3.36 Scene Game.



Gambar 3.37 Flowchart scene Game.

Interaksi pada *scene game* meliputi gerakan kapal selam yang diinputkan oleh pemain, skoring dengan beberapa kondisi dan kondisi menang atau kalah. Untuk skoring, pemain akan mendapatkan tambahan amunisi apabila kapal selam menabrak *power up*. Saat kapal selam bergerak melewati *golden ring*, pemain akan mendapatkan tambahan skor sebanyak 25 poin. Begitu pula dengan menghancurkan *mine* dan kapal lawan yang masing-masing mendapatkan skor sebanyak 50 dan 75 poin.

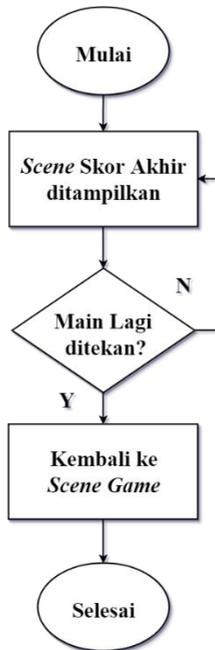
Pada saat kapal selam terkena *mine*, *health bar* dari kapal selam akan berkurang sebanyak 50 poin, dimana jumlah poin pada *health bar* kapal selam sebanyak 100 poin. Permainan berakhir apabila pemain berhasil menembak kapal lawan dan dialihkan ke *scene* berikutnya.

3.3.1.5 *Scene* Skor Akhir

Scene ini merupakan lanjutan dari *scene Game* dimana pemain akan mendapatkan informasi jumlah skor yang didapatkan setelah bermain, ditunjukkan pada Gambar 3.38. Pada *scene* ini, pemain bisa melakukan interaksi berupa menekan tombol Main Lagi untuk kembali ke *scene Game*. *Flowchart* ditunjukkan pada Gambar 3.39.



Gambar 3.38 *Scene* Skor Akhir.

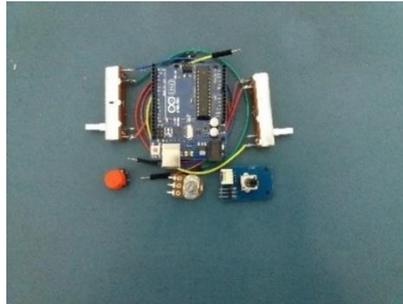


Gambar 3.39 *Flowchart scene Skor Akhir*

3.3.2 Perangkat Keras dan Sinkronisasi dengan Aplikasi

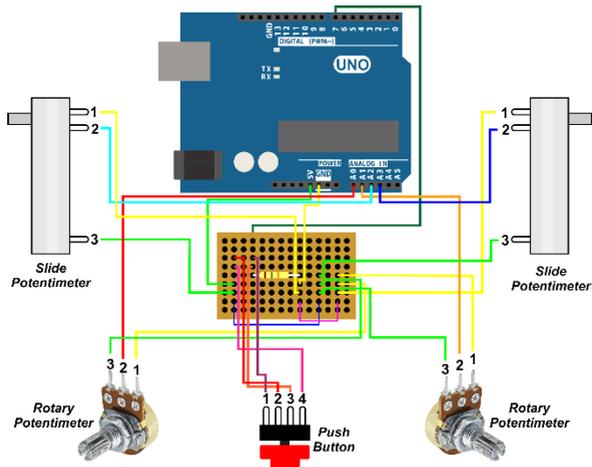
Perangkat keras yang digunakan untuk aplikasi ini adalah sebuah perangkat yang menyerupai kemudi vertikal dan horizontal, pengatur kecepatan untuk maju dan mundur pada kapal selam, serta sebuah tombol. Komponen-komponen yang dibutuhkan pada perangkat keras ini adalah sebuah Arduino Uno, dua buah *rotary potentiometer*, dua buah *slide potentiometer*, sebuah *push button*, beberapa kabel *male to female*, *male to male*, serta sebuah PCB lubang. Penggunaan PCB lubang dinilai lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan *bread board* dikarenakan nilai *output* nya tidak mudah berubah dikarenakan komponen-komponen yang digunakan di solder ke PCB lubang. Sedangkan apabila penulis menggunakan *bread board* sebagai tempat untuk *jumper* beberapa kabel, hasilnya kurang memuaskan dikarenakan

kurang rapatnya lubang di dalam *bread board* sehingga nilai yang diperoleh menjadi tidak sesuai.



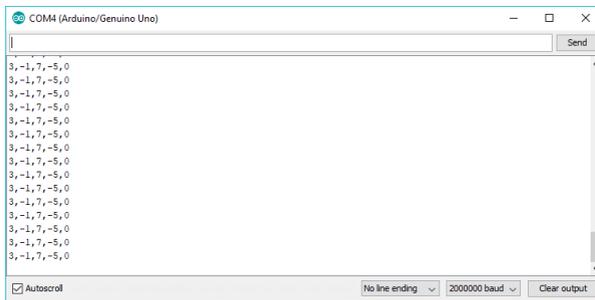
Gambar 3.40 Komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan perangkat keras.

Hal pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan semua komponen yang diperlukan untuk membuat kemudi vertikal, horizontal, kendali maju, kendali mundur, serta peluncur torpedo. Kemudian dilakukan perakitan komponen-komponen tersebut agar bisa terhubung dan berjalan dengan baik. Kemudian hal yang harus dilakukan adalah menghubungkan komponen-komponen tersebut. Rancangan skematik alat bisa dilihat pada Gambar 3.41.



Gambar 3.41 Rancangan skematik alat.

Untuk menghubungkan dua buah *rotary potentiometer*, dua buah *slide potentiometer*, serta sebuah *push button*, diperlukan sebuah PCB lubang yang berfungsi untuk *jumper* dari pin ground dan pin 5V pada Arduino. Kaki ground serta input pada *rotary potentiometer*, *slide potentiometer*, serta *push button* dihubungkan ke *jumper* pada PCB lubang yang telah terhubung ke pin ground dan input (5V) pada Arduino Uno. Kemudian kaki output pada *rotary potentiometer* dihubungkan ke pin analog A0 dan A1, untuk pin analog A2 dan A3 dihubungkan ke kaki output pada *slide potentiometer*, sedangkan untuk *push button* dihubungkan ke pin digital 7 sebagai outputnya. Langkah berikutnya adalah membuat program pada Arduino Uno lewat Arduino IDE agar dapat membaca data yang dihasilkan komponen-komponen tersebut. Pada *rotary potentiometer* yang digunakan untuk berbelok, menggunakan fungsi membaca gerakan saja yakni apabila tuas *rotary* diputar ke kanan, maka akan menunjukkan angka 0 hingga 20, sedangkan saat tuas diputar ke kiri, maka akan menghasilkan angka negatif hingga -20. Hal tersebut sebagai indikator seberapa besar sudut berbelok vertikal pada kapal selam.



Gambar 3.42 Beberapa data yang terbaca oleh Arduino (dua buah *rotary potentiometer*, dua buah *slide potentiometer*, dan sebuah *push button*) ditampilkan pada serial monitor.

Pada *rotary potentiometer* yang digunakan untuk naik dan tenggelam, juga menggunakan fungsi membaca perputaran *rotary* saja. Apabila diputar ke kanan, maka akan menghasilkan angka positif, sedangkan apabila diputar ke kiri, akan menghasilkan angka yang negatif. Hal tersebut sebagai indikator seberapa besar sudut yang digunakan untuk kemudi horizontal. Pada *slide potentiometer* yang

digunakan untuk kemudi maju, menggunakan fungsi membaca output analog, sehingga menghasilkan angka 0 apabila slidernya di titik awal, dan 30 apabila slidernya digerakkan ke arah ujung. Hal tersebut sebagai indikator kecepatan dari kapal selam, yakni dari 0 hingga 30. Begitu pula pada *slide potentiometer* untuk kemudi mundur, dengan fungsi yang sama akan membaca output sehingga menghasilkan angka dari 0 hingga -30. Sedangkan untuk *push button* yang digunakan sebagai peluncur torpedo, menggunakan fungsi yang menghasilkan angka 0 saat keadaan normal (*idle*) dan 1 apabila ditekan, sehingga menghasilkan torpedo yang diluncurkan.

Proses sinkronisasi antara perangkat-perangkat yang digunakan dan aplikasi, dilakukan setelah melakukan konfigurasi pada Arduino Uno untuk menangkap data output dari *rotary potentiometer*, *slide potentiometer*, serta *push button*. Dibutuhkan *script* program pada aplikasi Unity untuk membaca *serial port* dimana Arduino terhubung untuk menyalurkan data dari alat-alat tersebut ke dalam aplikasi. Perangkat keras ini memiliki fungsinya masing-masing, seperti kemudi vertikal, kemudi horizontal, kemudi maju, kemudi mundur, serta peluncur torpedo.

3.3.3 User Interface

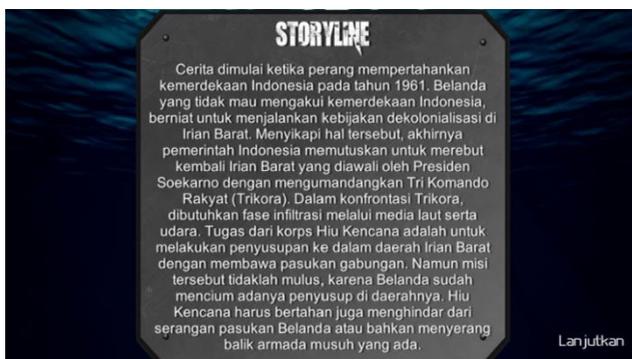


Gambar 3.43 Tampilan *Main Menu* pada aplikasi

Prototipe kemudi kapal selam merupakan gabungan antara aplikasi dengan perangkat mekanik berupa kontrol imersif yang merepresentasikan kemudi kapal horizontal dan vertikal, kendali maju

dan mundur, serta kendali peluncur torpedo. Terdapat tiga buah scene utama pada aplikasi yakni: Main menu, Dialog scene, dan Interactive game scene. UI serta penjelasan singkat mengenai tiap scene dari *arcade game* adalah sebagai berikut:

Tampilan *Main Menu* dibuat mirip dengan rancangan pada game storyboard. *Main Menu* menampilkan judul dari aplikasi dan sebuah tombol *Start* di bawahnya yang berfungsi sebagai trigger untuk memulai permainan seperti pada Gambar. Judul dari aplikasi ini merupakan aset gambar 2D yang dibuat dengan menggunakan *CorelDraw*. Interaksi pengguna aplikasi pada scene ini hanya terbatas pada menekan tombol *Start* untuk melanjutkan ke *scene* berikutnya. Terdapat pula musik latar belakang dengan tema peperangan yang mengiringi *scene* ini.



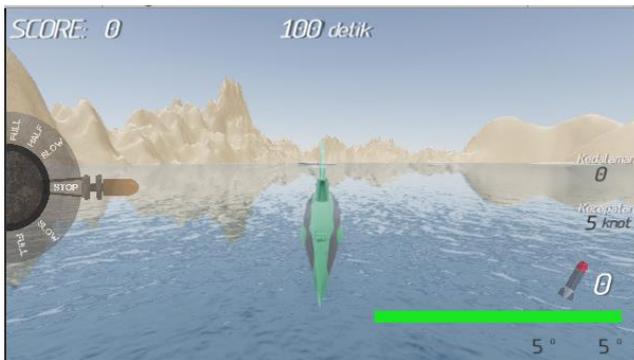
Gambar 3.44 Tampilan *Dialog Scene* yang pertama yakni *Storyline*.

Pada bagian *Dialog Scene* yang ditunjukkan pada Gambar 3.44, terdapat kotak dialog yang memunculkan teks secara otomatis ketika berpindah dari *scene Main Menu* ke *scene Storyline*. Musik latar belakang pada *scene* ini sama dengan musik pada *scene Main Menu*. Setelah *scene Storyline*, akan muncul *scene Cara Bermain*.

Pada *scene Cara Bermain* yang ditunjukkan pada Gambar 3.45, menunjukkan bagaimana cara bermain *game* ini. Cara menggerakkan kapal selam untuk maju, mundur, berbelok, menyelam maupun muncul ke permukaan, bahkan sampai menembakkan torpedo.



Gambar 3.45 Tampilan *Dialog Scene* yang kedua, yakni Cara Bermain.



Gambar 3.46 Tampilan *scene Game* Interaktif. Kapal selam berada di permukaan.

Pada Gambar 3.46, tampak kapal selam berada di permukaan air. Terdapat pula kapal musuh yang berada agak jauh di depan kapal selam. Selain itu, terdapat sebuah *Healthbar* berbentuk persegi Panjang dengan warna hijau. Di bagian bawah *healthbar*, terdapat beberapa parameter. Yang pertama dari yang paling kiri adalah kedalaman dari kapal selam, parameter berikutnya menunjukkan kecepatan dari kapal selam, dua parameter akhir merupakan sudut tuju vertikal dan horizontal daripada kapal selam tersebut.



Gambar 3.47 Tampilan kapal selam saat berada di bawah air.

Pada saat kapal selam menyelam, akan terlihat seperti pada Gambar 3.47. Pemandangan menjadi kebiruan seolah berada di dalam air. Pada saat berada di bawah air, hanya akan terlihat lambung dari kapal musuh yang ada. Selain itu, akan terlihat beberapa bom air yang dilepaskan oleh kapal musuh untuk menenggelamkan kapal selam yang tengah menyusup ke daerah mereka.

Setelah permainan berakhir, akan berlanjut ke *scene* Skor Akhir dimana pemain akan diberikan informasi berupa jumlah skor yang didapat selama bermain *game*. Dalam *scene* ini, pemain bisa menyentuh tombol Main Lagi untuk kembali ke *scene* *Game*. *Scene* Skor Akhir ditunjukkan pada Gambar 3.48.



Gambar 3.48 Tampilan *scene* Skor Akhir

3.4 Pengujian dan Pengambilan Data

Untuk menguji tingkat kesesuaian dari hasil dan tujuan dalam pembuatan aplikasi interaktif ini, diperlukan respon dan timbal balik dari pengguna. Respon dari pengguna dibutuhkan untuk mengukur kelayakan dari aplikasi interaktif saat ditempatkan di Monumen Kapal Selam. Selain itu, timbal balik memiliki pengaruh terhadap konten aplikasi serta kerja dan fitur dari aplikasi. Untuk mendapatkan respon tersebut, dibuatlah beberapa pertanyaan yang tertulis pada Tabel 3.1 yang berisi tentang seberapa cocok input yang diberikan dengan gerakan yang diinginkan pada saat menggunakan kontrol *keyboard*.

Tabel 3.1 Pengujian performa aplikasi terhadap kontrol *keyboard*.

Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil	
		Berhasil	Tidak Berhasil
1. Menekan tombol W	Kapal selam bergerak maju		
2. Menekan tombol S	Kapal selam bergerak mundur		
3. Menekan tombol D	Kapal selam berbelok ke arah kanan		
4. Menekan tombol A	Kapal selam berbelok ke arah kiri		
5. Menekan tombol Up	Kapal selam bergerak naik ke permukaan		
6. Menekan tombol Down	Kapal selam bergerak menyelam		
7. Menekan tombol Spasi	Kapal selam menembakkan torpedo		

Pada Tabel 3.2, berisi tentang seberapa cocok input yang diberikan dengan gerakan yang diinginkan pada saat menggunakan kontrol alat yang dibuat.

Tabel 3.2 Pengujian performa aplikasi terhadap kontrol alat.

Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil	
		Berhasil	Tidak Berhasil
1. Menekan kemudi maju	Kapal selam bergerak maju		
2. Menekan kemudi mundur	Kapal selam bergerak mundur		
3. Memutar kemudi vertikal ke kanan	Kapal selam berbelok ke arah kanan		
4. Memutar kemudi vertikal ke kiri	Kapal selam berbelok ke arah kiri		
5. Memutar kemudi horizontal ke kanan	Kapal selam bergerak naik ke permukaan		
6. Memutar kemudi horizontal ke kiri	Kapal selam bergerak menyelam		
7. Menekan peluncur torpedo	Kapal selam menembakkan torpedo		

Tabel 3.3 Kuisisioner respon pengguna sebelum mencoba aplikasi interaktif

Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1. Pernahkah Saudara mengunjungi Monumen Kapal Selam?	<ul style="list-style-type: none"> • Pernah • Belum

2. Apakah Saudara puas dengan kunjungan Saudara ke Monumen Kapal Selam?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
3. Apakah Saudara mengetahui tentang Kemudi Vertikal, Kemudi Horizontal, Pengatur Gerak Maju, Pengatur Gerak Mundur, serta Peluncur Torpedo pada Monumen Kapal Selam?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
4. Apakah Saudara mengetahui cara kerja dari Kemudi Vertikal, Kemudi Horizontal, Pengatur Gerak Maju, Pengatur Gerak Mundur, serta Peluncur Torpedo tersebut?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju

Tabel 3.4 Kuisisioner respon pemahaman pengguna sebelum dan setelah mencoba aplikasi interaktif.

Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1. Kendali maju pada kapal selam digunakan sebagai?	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak maju • Bergerak mundur • Berbelok ke kiri atau kanan • Bergerak naik atau menyelam
2. Kemudi vertikal pada kapal selam digunakan sebagai?	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak maju • Bergerak mundur • Berbelok ke kiri atau kanan • Bergerak naik atau menyelam
3. Kendali mundur pada kapal selam digunakan sebagai?	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak maju • Bergerak mundur • Berbelok ke kiri atau kanan • Bergerak naik atau menyelam

4. Kemudi horizontal pada kapal selam digunakan sebagai?	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak maju • Bergerak mundur • Berbelok ke kiri atau kanan • Bergerak naik atau menyelam
--	--

Tabel 3.5 Kuisisioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi interaktif dengan menggunakan kontrol *keyboard*.

Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1. Apakah Saudara menikmati memainkan aplikasi “Hiu Kencana: <i>Submarine Simulator</i> ”?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
2. Apakah konsep dari permainan ini menarik?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
3. Apakah Saudara mengalami kesulitan saat memainkan aplikasi?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
4. Apakah aplikasi menambah wawasan Saudara mengenai kemudi, pengatur kecepatan, serta peluncur torpedo?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
5. Apakah Saudara setuju menempatkan aplikasi interaktif seperti ini pada Monumen Kapal Selam?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju

6. Apakah penggunaan aplikasi interaktif seperti ini pada Monumen Kapal Selam dapat meningkatkan minat Saudara mengunjungi Monumen Kapal Selam?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
7. Berikan nilai untuk seberapa nyamankah menurut Saudara kontrol pada aplikasi saat menggunakan <i>keyboard</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 2 • 3 • 4

Tabel 3.6 Kuisisioner respon pengguna setelah mencoba aplikasi interaktif dengan menggunakan kontrol alat.

Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1. Apakah Saudara menikmati memainkan aplikasi “Hiu Kencana: <i>Submarine Simulator</i> ”?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
2. Apakah konsep dari permainan ini menarik?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
3. Apakah Saudara mengalami kesulitan saat memainkan aplikasi?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
4. Apakah aplikasi menambah wawasan Saudara mengenai kemudi, pengatur kecepatan, serta peluncur torpedo?	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju

<p>5. Apakah Saudara setuju menempatkan aplikasi interaktif seperti ini pada museum atau monumen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
<p>6. Apakah penggunaan aplikasi interaktif seperti ini pada Monumen Kapal Selam dapat meningkatkan minat Saudara mengunjungi Monumen Kapal Selam?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat Setuju • Setuju • Tidak Setuju • Sangat Tidak Setuju
<p>7. Berikan nilai untuk seberapa nyamankah menurut Saudara kontrol pada aplikasi saat menggunakan alat?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 2 • 3 • 4

Pertanyaan pada Tabel 3.3 merupakan kuisioner umum tentang respon pengguna sebelum mencoba aplikasi. Pertanyaan 1 dan 2 digunakan untuk mengetahui kepuasan partisipan pada saat mengunjungi Monumen Kapal Selam. Pertanyaan 3 dan 4 digunakan untuk mengetahui pengetahuan partisipan terhadap kemudi vertikal, kemudi horizontal, pengatur gerakan maju, pengatur gerakan mundur, serta peluncur torpedo pada Monumen Kapal Selam.

Pertanyaan pada Tabel 3.4 digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman partisipan dan ketercapaian informasi yang diberikan setelah selesai memainkan aplikasi. Pertanyaan tersebut membahas tentang fungsi dari setiap alat yang ada. Jawaban untuk pertanyaan 5 adalah Bergerak maju. Jawaban untuk pertanyaan 6 adalah Berbelok ke kiri atau kanan. Jawaban untuk pertanyaan 7 adalah Naik atau menyelam. Dan jawaban untuk pertanyaan 8 adalah Bergerak mundur.

Pada Tabel 3.5 dan 3.6 memiliki pertanyaan yang bertujuan untuk mengetahui respon pengguna terhadap kontrol yang digunakan. Tabel 3.5 merupakan kuisioner untuk pengguna saat bermain dengan menggunakan kontrol *keyboard*. Sedangkan Tabel 3.6 merupakan kuisioner untuk pengguna saat bermain dengan menggunakan kontrol alat. Hampir semua pertanyaan pada Tabel 3.5 dan 3.6 berisi pertanyaan yang sama. Pertanyaan pertama hingga pertanyaan keenam mempunyai pertanyaan yang sama dengan fokus yang berbeda. Pada saat pengguna mencoba aplikasi dengan menggunakan kontrol *keyboard*,

maka pengguna mengisi Tabel 3.5 terlebih dahulu, begitu pula sebaiknya. Sedangkan untuk pertanyaan terakhir pada Tabel 3.5 dan 3.6 sebagai pengukur tingkat kenyamanan pengguna saat menggunakan kontrol tersebut. Hal itu digunakan penulis sebagai salah satu acuan untuk menentukan kontrol manakah yang lebih imersif menurut pengguna, dikarenakan pendapat tingkat imersif dari setiap orang berbeda-beda dan salah satu acuan imersif adalah tingkat kenyamanan pada saat bermain.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang didata dari kuisisioner pengguna. Hasil pengujian digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan aplikasi mencapai tujuan dari tugas akhir, yaitu sebagai media penambah wawasan pada Monumen Kapal Selam.

4.1 Metode Pengujian

Pengujian pada tugas akhir berupa pengujian performa imersif dari aplikasi terhadap kontrol *keyboard* dan kontrol alat serta pengujian respon pengguna dengan melihat hasil kuesioner yang diberikan kepada pengguna aplikasi untuk mengetahui ketercapaian tujuan dari tugas akhir. Nilai ketercapaian tujuan dapat ditinjau dari segi performa aplikasi yang dilihat dari ketertarikan pengguna terhadap konsep dan kemudahan pengguna memainkan aplikasi yang menggunakan dua buah kontrol yang berbeda. Penilaian terhadap ketercapaian pemberian informasi dilihat dari pemahaman pengguna aplikasi terhadap kemudi vertikal dan horizontal, pengatur kecepatan, serta peluncur torpedo sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi.

Pengujian performa imersif dari aplikasi terhadap kontrol *keyboard* dan kontrol alat dilakukan dengan cara memainkan aplikasi menggunakan kontrol *keyboard* juga kontrol alat oleh penulis untuk melihat apakah kapal selam yang dimainkan bergerak sesuai dengan hasil yang diharapkan. Pengujian respon pengguna dilakukan dengan cara memberikan kuesioner kepada para partisipan yang mencoba aplikasi “Hiu Kencana: *Submarine Simulator*” dan kontrol imersif ini. Pengujian dilakukan pada beberapa partisipan, dimana partisipan diberikan kuesioner dengan beberapa pertanyaan sebelum dan sesudah mencoba aplikasi. Kuesioner pertama berisikan pertanyaan mengenai kepuasan dari responden tentang Monumen Kapal Selam, pengetahuan responden tentang kemudi vertikal, kemudi horizontal, pengatur gerak maju dan mundur, serta peluncur torpedo, dan pengetahuan responden tentang cara kerja dari kemudi vertikal, kemudi horizontal, pengatur gerak maju dan mundur, serta peluncur torpedo tersebut. Kuesioner kedua mencakup tingkat pemahaman responden dan ketercapaian pemberian informasi yang diberikan di dalam aplikasi mengenai kemudi vertikal, kemudi horizontal,

pengatur gerak maju dan mundur, serta peluncur torpedo sebelum dan setelah mencoba aplikasi. Kuesioner ketiga dan keempat mencakup pertanyaan untuk mengetahui respon pengguna terhadap kontrol yang digunakan untuk bermain. Terdapat dua jenis kontrol yang digunakan, yakni *keyboard* dan alat. Kuisisioner pada Tabel 3.3, Tabel 3.4, Tabel 3.5, dan Tabel 3.6, partisipan diberikan empat opsi jawaban yang berisikan tingkat persetujuan dan diminta memilih salah satu dari opsi tersebut. Berikut adalah opsi – opsi yang disediakan:

1. Sangat Setuju (SS)
2. Setuju (S)
3. Tidak Setuju (TS)
4. Sangat Tidak Setuju (STS)

Sedangkan pada Tabel 3.4, partisipan diberi pertanyaan mengenai fungsi dari alat penggerak kapal selam yang bisa dipelajari dari dalam aplikasi interaktif yang dimainkan sebelumnya untuk mengukur tingkat pemahaman partisipan dan ketercapaian informasi yang diberikan.

4.2 Hasil Pengujian Aplikasi

Pengujian performa imersif dari aplikasi interaktif terhadap kontrol *keyboard* dan kontrol alat mendapatkan hasil yang sangat baik baik menggunakan kontrol *keyboard* maupun kontrol alat.

Pengujian respon pengguna dilakukan untuk mengetahui performa dari aplikasi, baik dari segi ketertarikan pengguna terhadap aplikasi, pengujian pemahaman informasi yang disampaikan dalam aplikasi, dan tingkat kenyamanan pengguna dengan menggunakan dua buah kontrol yang berbeda. Secara rinci, tabel Hasil Kuesioner dapat dilihat pada Tabel A.1.

4.2.1 Hasil Pengujian Performa Aplikasi dan Kontrol Imersif

Tabel 4.1 Hasil pengujian performa aplikasi terhadap kontrol *keyboard*.

Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil	
		Berhasil	Tidak Berhasil
1. Menekan tombol W	Kapal selam bergerak maju	Y	
2. Menekan tombol S	Kapal selam bergerak mundur	Y	
3. Menekan tombol D	Kapal selam berbelok ke arah kanan	Y	
4. Menekan tombol A	Kapal selam berbelok ke arah kiri	Y	
5. Menekan tombol Up	Kapal selam bergerak naik ke permukaan	Y	
6. Menekan tombol Down	Kapal selam bergerak menyelam	Y	
7. Menekan tombol Spasi	Kapal selam menembakkan torpedo	Y	

Dari hasil pengujian performa aplikasi terhadap kontrol *keyboard*, semua tombol yang ditekan menghasilkan gerakan kapal selam yang diharapkan oleh penulis. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol *keyboard* tidak menemui kendala apapun dalam pengaplikasiannya.

Tabel 4.2 Hasil pengujian performa aplikasi terhadap kontrol alat.

Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil	
		Berhasil	Tidak Berhasil
1. Menekan kemudi maju	Kapal selam bergerak maju	Y	

2.	Menekan kemudi mundur	Kapal selam bergerak mundur	Y	
3.	Memutar kemudi vertikal ke kanan	Kapal selam berbelok ke arah kanan	Y	
4.	Memutar kemudi vertikal ke kiri	Kapal selam berbelok ke arah kiri	Y	
5.	Memutar kemudi horizontal ke kanan	Kapal selam bergerak naik ke permukaan	Y	
6.	Memutar kemudi horizontal ke kiri	Kapal selam bergerak menyelam	Y	
7.	Menekan peluncur torpedo	Kapal selam menembakkan torpedo	Y	

Begitu pula dari hasil pengujian performa aplikasi terhadap kontrol alat, semua kemudi dan tombol yang digunakan menghasilkan gerakan kapal selam yang diharapkan oleh penulis. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol alat tidak menemui kendala apapun dalam pengaplikasiannya.

Tabel 4.3 Persentase respon 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam sebelum mencoba aplikasi tentang kepuasan dan pengetahuan partisipan.

Pertanyaan	Persentase Jawaban			
	SS	S	TS	STS
Pertanyaan 1	Pernah			
Pertanyaan 2	20%	50%	30%	0%
Pertanyaan 3	10%	10%	70%	10%
Pertanyaan 4	0%	20%	70%	10%

Tabel 4.3 merupakan hasil jawaban responden dari kuesioner pada Tabel 3.3 dalam Bab 3. Dapat dianalisa bahwa dari 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam, hanya 20% responden yang sangat puas dengan kunjungan mereka ke Monumen Kapal Selam, sebanyak 50% merasa puas, 30% merasa tidak puas akan kunjungan mereka. Hanya 10% dari responden yang sudah sangat mengetahui dan 10% dari responden tahu tentang kemudi vertikal, kemudi horizontal, pengatur gerakan maju, pengatur gerakan mundur, serta peluncur torpedo pada Monumen Kapal Selam. Sisanya sebanyak 70% tidak tahu dan 10% mengaku sangat tidak tahu akan objek-objek tersebut. Sedangkan hanya 20% yang mengetahui cara kerja dari objek-objek tersebut, 70% tidak mengetahui, dan sebanyak 10% tidak mengerti sama sekali tentang cara kerja objek-objek tersebut. Dari data tersebut diharapkan dengan adanya aplikasi ini, pengetahuan pengunjung tentang kemudi vertikal, kemudi horizontal, pengatur gerakan maju, pengatur gerakan mundur, serta peluncur torpedo dapat meningkat.

Tabel 4.4 Persentase respon 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam setelah mencoba aplikasi dengan menggunakan kontrol *keyboard*.

Pertanyaan	Persentase Jawaban			
	SS	S	TS	STS
Pertanyaan 1	20%	80%	0%	0%
Pertanyaan 2	20%	80%	0%	0%
Pertanyaan 3	0%	60%	40%	0%
Pertanyaan 4	20%	80%	0%	0%
Pertanyaan 5	20%	80%	0%	0%
Pertanyaan 6	50%	50%	0%	0%
Pertanyaan 7	60%	40%	0%	0%

Setelah para responden mencoba aplikasi “Hiu Kencana: *Submarine Simulator*” dengan kontrol *keyboard*, terdapat 20% responden yang sangat menikmati memainkan aplikasi dengan menggunakan kontrol *keyboard* dan sisa 80% responden setuju dengan menikmati memainkan aplikasi. Responden berpendapat bahwa secara konsep permainan, sebanyak 20% responden menganggap aplikasi ini memiliki konsep permainan yang sangat menarik dan sisanya 80% setuju terhadap pendapat tersebut. Responden pada saat memainkan aplikasi, mengalami kesulitan sebanyak 60% dengan menggunakan kontrol *keyboard*. Sedangkan sisanya

sebanyak 40% dengan menggunakan kontrol *keyboard* merasa tidak kesusahan memainkan aplikasi ini. Wawasan Responden bertambah mengenai kemudi, pengatur kecepatan, serta peluncur torpedo setelah memainkan aplikasi dengan rincian sebanyak 20% sangat setuju dan 80% setuju akan hal tersebut. Responden merasa sangat setuju dan setuju apabila aplikasi ini ditempatkan pada Monumen Kapal Selam. Hal ini terbukti dari sebanyak 20% sangat setuju, sisanya sebanyak 80% setuju. Minat responden untuk mengunjungi Monumen Kapal Selam dapat meningkat dengan adanya aplikasi ini. sebanyak 50% Responden sangat setuju dan sisanya sebanyak 50% setuju minat mereka meningkat setelah bermain dengan kontrol *keyboard*. Untuk nilai kenyamanan pada saat bermain menggunakan *keyboard*, sebanyak 60% merasa sangat nyaman dan 40% merasa nyaman.

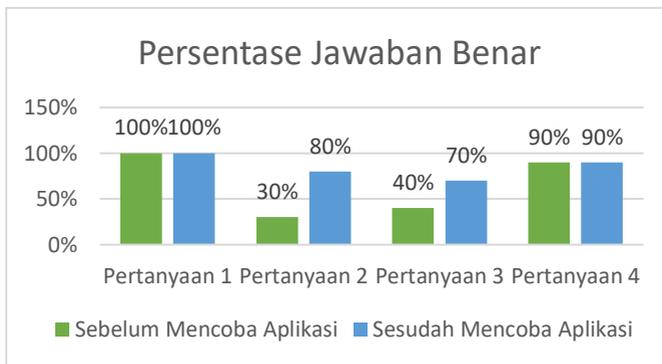
Tabel 4.5 Persentase respon 10 partisipan yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam setelah mencoba aplikasi dengan menggunakan kontrol alat.

Pertanyaan	Persentase Jawaban			
	SS	S	TS	STS
Pertanyaan 1	0%	90%	10%	0%
Pertanyaan 2	20%	80%	0%	0%
Pertanyaan 3	0%	70%	30%	0%
Pertanyaan 4	20%	80%	0%	0%
Pertanyaan 5	30%	70%	0%	0%
Pertanyaan 6	30%	70%	0%	0%
Pertanyaan 7	30%	20%	40%	10%

Setelah para responden mencoba aplikasi “Hiu Kencana: *Submarine Simulator*” dengan kontrol alat, terdapat perubahan data bila dibandingkan dengan menggunakan kontrol *keyboard*. Sebanyak 90% menikmati permainan dan 10% tidak menikmati permainan ketika berganti kontrol. Terdapat kesamaan hasil data tentang konsep permainan, yakni sebanyak 20% responden menganggap aplikasi ini memiliki konsep permainan yang sangat menarik dan sisanya 80% setuju terhadap pendapat tersebut. Responden pada saat memainkan aplikasi, mengalami kesulitan sebanyak 70% dengan menggunakan kontrol alat. Sedangkan sisanya sebanyak 30% menggunakan kontrol alat merasa tidak kesusahan memainkan aplikasi ini. Wawasan Responden bertambah mengenai kemudi, pengatur kecepatan, serta peluncur torpedo setelah memainkan

aplikasi dengan kontrol alat sebanyak 20% sangat setuju dan 80% setuju akan hal tersebut. Responden merasa sangat setuju dan setuju apabila aplikasi ini ditempatkan pada Monumen Kapal Selam. Hal ini terbukti dari sebanyak 30% sangat setuju, sisanya sebanyak 70% setuju. Minat responden untuk mengunjungi Monumen Kapal Selam dapat meningkat dengan adanya aplikasi ini, sebanyak 30% responden sangat setuju dan 70% setuju. Pada saat responden memainkan aplikasi dengan menggunakan kontrol alat, terdapat jawaban yang bervariasi. Sebanyak 30% merasa sangat nyaman, 20% merasa nyaman, 40% merasa tidak nyaman, dan 10% merasa sangat tidak nyaman.

4.2.2 Hasil Pengujian Pemahaman Pengguna terhadap Aplikasi



Gambar 4.1 Grafik persentase jawaban benar dari 10 responden yang pernah mengunjungi Monumen Kapal Selam sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi.

Berdasarkan data yang didapatkan pada Gambar 4.1 grafik persentase jawaban benar cenderung naik setelah mencoba aplikasi dibandingkan pada saat belum mencoba aplikasi.

Persentase jawaban benar pada pertanyaan pertama sebanyak 100% baik itu pada saat sebelum maupun sesudah memainkan aplikasi. Untuk pertanyaan kedua, persentase jawaban benar meningkat dari 30% menjadi 80% setelah mencoba memainkan aplikasi. Pada pertanyaan ketiga pun juga mengalami kenaikan persentase setelah mencoba memainkan aplikasi dari 40% menjadi 70% jawaban benar. Untuk pertanyaan keempat, hampir sama dengan pertanyaan pertama, dengan mendapatkan

hasil persentase yang sama, yakni sebesar 90% sebelum dan sesudah memainkan aplikasi.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dengan adanya prototipe kemudi kapal selam dan *arcade game* yang diujikan pada Monumen Kapal Selam, maka informasi yang disajikan tentang gerak kapal selam dapat lebih mudah dipahami bagi pengunjung Monumen Kapal Selam. *Game* tersebut dapat memperlihatkan gerakan kapal selam dan kontrol yang dibuat berfungsi dengan baik, sehingga pengunjung mendapatkan tambahan wawasan mengenai gerak dan cara kerja kemudi kapal selam. Berdasarkan data dari pengujian, rata-rata responden kurang mengetahui tentang kemudi vertikal, horizontal, maju, mundur, serta peluncur torpedo. Dibuktikan dengan rata-rata responden yang tidak mengetahui sebanyak 52.5%. Dari segi pemahaman responden, terdapat ketercapaian tujuan untuk menambah wawasan pengunjung. Terdapat rata-rata peningkatan 20% dari jawaban benar para responden pada sebelum dan sesudah mencoba aplikasi.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan beberapa fitur tambahan pada *gameplay* sehingga konten yang ada pada aplikasi dapat menjadi lebih baik lagi, termasuk dari segi edukasi. Selain konten aplikasi, penyempurnaan pada alat, aset-aset yang digunakan di dalam *game* dan *User Interface* juga dapat dilakukan sehingga dalam pengoperasian kapal selam di dalam *game* lebih mudah, serta membuat tampilan dari aplikasi lebih menarik bagi pengguna. Perbaikan-perbaikan ini dapat berdampak pada peningkatan minat responden mengunjungi Monumen Kapal Selam dimana terdapat prototipe kemudi kapal selam berupa kontrol imersif dan *arcade game* sehingga lebih memberi wawasan bagi pengunjung Monumen Kapal Selam.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Definition of Submarine
<https://en.oxforddictionaries.com/definition/submarine>
Diakses pada 15 Januari 2018.
- [2] Monumen Kapal Selam Surabaya
<http://monkasel.id/> Diakses pada 22 Oktober 2017.
- [3] Museum Kapal Selam
<https://sparkling.surabaya.go.id/museum-kapal-selam/>
Diakses pada 23 Oktober 2017.
- [4] Patrianto, Adi. 2015. "Pengabdian Kapal Selam TNI AL Pada Perjuangan Pembebasan Irian Barat (Trihora)". Edisi 425.
- [5] Pradicta, Bima Tri, Sumarno, "Peran Kapal Selam KRI Pasopati 410 dalam Satuan Korps Hiu Kencana Pada Saat Operasi Trikora Merebut Irian Jaya 1961-1963", e-Journal Pendidikan Sejarah, Volume 4, No 1, 2016.
- [6] KRI Pasopati Kapal Selam Pemburu Tanpa MCK
<http://www.indomiliter.com/kri-pasopati-kapal-selam-pemburu-tanpa-mck/> Diakses Pada 24 Oktober 2017.
- [7] The Meaning of "Game" in Meriam Webster Dictionary
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/game> Diakses Pada 24 Oktober 2017.
- [8] The Meaning of "Immerse" in English Oxford Dictionary
<https://en.oxforddictionaries.com/definition/immerse>
Diakses Pada 26 Oktober 2017.

- [9] Arduino Uno Rev 3
<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> Diakses Pada 23 Oktober 2017.
- [10] Pengertian Fungsi Potensiometer
<http://teknikelektronika.com/pengertian-fungsi-potensiometer/> Diakses Pada 23 Oktober 2017.
- [11] Pengertian Push Button Switch / Saklar Tombol Tekan
<http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-push-button-switch-saklar-tombol-tekan/> Diakses Pada 23 Oktober 2017.
- [12] Unity Game Engine
<https://unity3d.com/> Diakses pada 28 Nopember 2017.
- [13] Cai J. Carrie. "Adapting Arcade Games for Learning". 2013. ACM 978-1-4503-1952-2/13/04. (Dikutip pada halaman 19).
- [14] Gambar Monumen Kapal Selam
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Submarine_Monument_Surabaya_2.JPG Diakses pada 27 Desember 2017.
- [15] Gambar Arduino Uno
<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> Diakses pada 27 Desember 2017.
- [16] Gambar Rotary Potentiometer
<https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1oxhRSFXXXXc2XpXXq6xXFXXXU/1Pcs-WH148-Type-B500K-Ohm-Linear-Taper-Rotary-Potentiometer-Panel-Pot-3-Pin.jpg> Diakses pada 27 Desember 2017.

- [17]Gambar Slide Potentiometer
<http://thetricountypress.com/wp-content/uploads/2017/12/Slide-Potentiometers.jpg> Diakses pada 27 Desember 2017.
- [18]Gambar Push Button Switch
<https://cdn.instructables.com/F2W/B11U/J9OWGQ6O/F2WB11UJ9OWGQ6O.MEDIUM.jpg> Diakses pada 27 Desember 2017.
- [19]Why do ships use "port" and "starboard" instead of "left" and "right?"
<https://oceanservice.noaa.gov/facts/port-starboard.html>
Diakses pada 10 Januari 2018.
- [20]Ilustration of Submerge Submarine
<https://followthelemur.files.wordpress.com/2011/10/risinglemur.jpg> Diakses pada 16 Januari 2018.
- [21]Fast Attacks & Boomers, Submarine in The Cold War. Attack Center: Ship Control Station.
<http://americanhistory.si.edu/subs/operating/attackcenter/controlstation/index.html> Diakses pada 10 Januari 2018.
- [22]Underwater Control Dynamics
<http://www.fleetsubmarine.com/dynamics.html> Diakses pada 10 Januari 2018.
- [23]How do Torpedo Engines Work Underwater?
<https://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/question419.htm> Diakses pada 10 Januari 2018.
- [24]Gambar Port dan Starboard
<http://www.thesuperfins.com/wp->

content/uploads/2017/02/048-port-starboard-left-right.jpg
Diakses pada 10 Januari 2018.

[25]Gambar *gameplay Battlestation Pacific*
http://www.subsim.com/ssr/battle_pacific/battlestationspacific04626.jpg Diakses pada 11 Januari 2018.

[26]Gambar proses menyelamnya kapal selam dengan menggunakan *horizontal plane*
<http://www.heiszwolf.com/subs/tech/dive.gif> Diakses pada 16 Januari 2018.

[27]*Submarine Dive Technology*
<http://www.heiszwolf.com/subs/tech/> Diakses pada 16 Januari 2018.

[28]Mesin *diesel* pada Monumen Kapal Selam
https://3.bp.blogspot.com/-f_80cfbvTGM/WG8_rQzykeI/AAAAAAAAAGcE/swzq5c_cUA8hf8qZkITmPXwXyRgFCGPDwCEw/s1600/Monkasel%2B-%2Bdiesel.JPG Diakses pada 16 Januari 2018.

LAMPIRAN

A. Rekapitan Hasil Kuesioner Pengguna Prototipe Kemudi Kapal Selam dan *Arcade Game*.

Tabel A.1 Rekapitan jawaban kuesioner pengguna prototipe kemudi kapal selam dan *Arcade Game*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1																												
2	Nama																											
3	Hellen	17	A	S	TS	TS	A	D	C	B	A	C	D	B	S	SS	S	S	SS	4	S	SS						
4	Fhriska	17	A	SS	TS	TS	A	D	C	B	A	C	C	B	SS	SS	S	SS	SS	4	TS	S	S	S	S	S	S	
5	Carina	17	A	SS	TS	TS	A	D	B	A	A	C	B	A	S	S	TS	S	SS	SS	4	S	SS	SS	SS	SS	SS	
6	Ryhan	18	A	S	TS	TS	A	D	D	B	A	C	D	B	SS	SS	TS	S	S	4	S	S	S	S	S	S	S	
7	Yanu	20	A	S	SS	S	A	D	C	B	A	D	C	B	S	S	S	S	S	3	S	S	S	S	S	S	S	
8	Ayu	20	A	S	TS	TS	A	C	D	B	A	C	D	B	S	S	TS	S	S	3	S	TS	S	S	S	S	S	
9	Andi	21	A	TS	TS	TS	A	D	D	B	A	D	D	B	S	S	S	S	S	4	S	S	S	S	S	S	S	
10	Surya	22	A	TS	STS	STS	A	D	C	B	A	C	D	B	S	S	S	SS	SS	3	S	SS	SS	SS	SS	SS	SS	
11	Fian	22	A	S	S	S	A	D	C	B	A	C	D	B	SS	S	TS	S	S	SS	4	S	S	S	S	S	S	
12	Abdi	22	A	TS	TS	TS	A	C	D	B	A	C	D	B	S	S	TS	S	S	4	S	S	S	S	S	S	S	

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Rizqi Nur Alfian, lahir pada 18 Mei 1995 di Surabaya. Penulis lulus dari SMP Negeri 1 Krian pada tahun 2010 kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Krian hingga lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan sarjana ke Departemen Teknik Komputer ITS Surabaya pada bidang studi Game dan Perangkat Mobile. Saat di masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai organisasi termasuk Artwork Division Elektro ITS, IC FET 2015, dan Mage ITS 2015. Selama masa kuliah penulis mengikuti perlombaan GameDeff FTIF Festival 2017. Penulis sangat tertarik dengan segala hal yang berhubungan dengan seni dan olahraga, dan berencana melanjutkan studi pada bidang yang berkaitan.

Halaman ini sengaja dikosongkan