



TUGAS AKHIR - MN 184802

**PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS TEKNOLOGI
REALITAS MAYA (*VIRTUAL REALITY*) UNTUK
PELATIHAN KESELAMATAN KERJA DI GALANGAN
KAPAL**

**Wikandhana Siddha Rajasa
NRP 0411154000074**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

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



TUGAS AKHIR - MN 184802

**PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS TEKNOLOGI
REALITAS MAYA (*VIRTUAL REALITY*) UNTUK
PELATIHAN KESELAMATAN KERJA DI GALANGAN
KAPAL**

**Wikandhana Siddha Rajasa
NRP 0411154000074**

**Dosen Pembimbing
Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

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



FINAL PROJECT - MN 184802

**DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY BASED
APPLICATION FOR WORKPLACE SAFETY TRAINING AT
SHIPYARDS**

**Wikandhana Siddha Rajasa
NRP 0411154000074**

**Supervisor
Ir. Triwilaswadio Wuruk Pribadi, M.Sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS TEKNOLOGI REALITAS MAYA (*VIRTUAL REALITY*) UNTUK PELATIHAN KESELAMATAN KERJA DI GALANGAN KAPAL

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WIKANDHANA SIDDHA RAJASA
NRP 04111540000074

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
NIP 19610914 198701 1 001



Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 21 JANUARI 2020

LEMBAR REVISI

PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS TEKNOLOGI REALITAS MAYA (*VIRTUAL REALITY*) UNTUK PELATIHAN KESELAMATAN KERJA DI GALANGAN KAPAL

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 7 Januari 2020

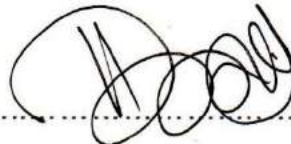
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

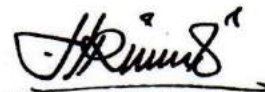
WIKANDHANA SIDDHA RAJASA
NRP 0411154000074

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



2. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



3. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T.



4. Mohammad Sholikhhan Arif, S.T., M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.



SURABAYA, 21 JANUARI 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi kapal atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc., Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi S.T., M.T., Imam Baihaqi S.T., M.T., Mohammad Sholikhon Arif, S.T., M.T., Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc. selaku dosen Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal yang telah memberikan bimbingan baik di bidang akademik maupun non akademik.
3. Bapak Totok Yulianto, S.T., M.T. selaku dosen wali pembimbing atas dukungan dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan yang telah mendukung dan memberi motivasi penulis dalam Tugas Akhir ini.
5. Bapak Wahyu, Bapak Suherman, Bapak Ujang, Bapak Bimo, dan Mbak Novita yang telah berpartisipasi dalam pelatihan keselamatan kerja;
6. Bolt yang senantiasa membantu penulis untuk mengembangkan aplikasi dan Mas Afif yang selalu memberikan nasihat serta masukan;
7. Ibu, Bapak, Makica, dan Keluarga Besar Pracimantoro atas segala dukungan, motivasi, semangat, dan materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini;
8. Giovani Caesaria dan Ibu Esti yang senantiasa memberi semangat dan berkinjung;
9. Teman-teman kontrakan SEMUT Iqbal, Adhi, Khamdan, Fudail, Hisyam, Deni, dan Abal yang telah memberikan banyak motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini;
10. Teman-teman seperjuangan Dafa, Naufal, Bara, Putra, Aji, Mas Asep, Mbak Windha, dan Mbak Nurul yang selalu senantiasa memotivasi satu sama lain;
11. Angkatan P55-SAMUDRARAKSA yang telah menjadi rumah pertama bagi penulis di kota perjuangan;
12. Antimendes, Sak Mobil Sak Nyowo, beserta Erika dan Alma, Yunus atas dukungannya yang tiada henti;
13. Dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dan dorongan positif kepada penulis baik langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Januari 2020

Wikandhana Siddha Rajasa

PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS TEKNOLOGI REALITAS MAYA (*VIRTUAL REALITY*) UNTUK PELATIHAN KESELAMATAN KERJA DI GALANGAN KAPAL

Nama Mahasiswa : Wikandhana Siddha Rajasa
NRP : 0411154000074
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.

ABSTRAK

Pelaksanaan pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal dilakukan untuk memberi pengetahuan tentang pentingnya keselamatan kerja pada karyawan, namun dalam pelaksanaannya pelatihan keselamatan kerja membutuhkan material habis pakai seperti APAR dalam jumlah banyak yang menyebabkan tingginya biaya pelatihan serta menimbulkan pencemaran lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang aplikasi simulasi keselamatan kerja berbasis teknologi VR (*virtual reality*) untuk memberikan pengalaman secara imersif pada pelatihan keselamatan kerja dan mengurangi biaya pelatihan. Pada tahap studi literatur yang telah dilakukan, didapatkan bahwa penerapan teknologi VR dalam pelatihan ini memerlukan dua perangkat utama yaitu HMD (*Head-Mounted Display*) dan *controller*. Observasi dilakukan terhadap pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja konvensional pada galangan kapal dan lembaga pelatihan. Penelitian ini hanya menyimulasikan pelatihan penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko terhadap ruang terbatas dari sepuluh topik pelatihan keselamatan kerja berdasarkan observasi yang telah dilakukan. Dalam pengembangannya digunakan *software* seperti *Inventor*, *Microsoft Visual Studio*, dan *Unity*. Setelah dilakukan simulasi keselamatan kerja pada karyawan galangan kapal dilakukan perhitungan rekapitulasi *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan secara tertulis terhadap lima responden dan didapatkan hasil bahwa pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dapat meningkatkan pengetahuan teori keselamatan kerja peserta pelatihan sebesar 14,05%. Total biaya investasi yang dibutuhkan untuk pembuatan aplikasi sebesar dan biaya peralatan sebesar Rp 24.043.667. Biaya yang tereduksi antara pelatihan keselamatan kerja senilai Rp 193.889.154,88 atau 68,13% dari pelatihan keselamatan kerja konvensional.

Kata kunci: perancangan aplikasi, pelatihan, simulasi, keselamatan kerja, *virtual reality*.

DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY BASED APPLICATION FOR WORKPLACE SAFETY TRAINING AT SHIPYARDS

Author : Wikandhana Siddha Rajasa
Student Number : 0411154000074
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc

ABSTRACT

The implementation of occupational safety training in shipyards is conducted to provide knowledge on the importance of occupational safety for its employees, but in the implementation of occupational safety training requires consumables such as Portable Fire Extinguishers (PFE) in amount that causes the rising cost of training and creates environmental pollution. The purpose of this research is to design an occupational safety simulation application based on VR (virtual reality) to provide an immersive experience to occupational safety training and reduce training costs. At the stage of the literature study, it was obtained that the application of VR technology in this training requires two main devices there are HMD (Head-Mounted Display) and controller. Observations were made to the training of conventional occupational safety and health at shipyards and training institutes. This research only simulates training on the use of PFE, firedrill, and risk observation on confined space from the ten topics of occupational safety training based on observations that have been undertaken. In its development, software such as Inventor, Microsoft Visual Studio, and Unity were used. After safety simulations of the shipyard employees was conducted, the calculation result of paper based pre-test and post-test carried out to five respondents states that occupational safety training uses VR can improve the work safety theory knowledge of training participants by 14.05%. The Total cost of investment required for the development of the applications and equipment costs is Rp 24,043,667. The reduced cost of training in work is worth Rp 193,889,154.88 or 68.13% of conventional occupational safety training.

Keywords: application development, training, simulation, occupational safety, virtual reality.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Teknologi Realitas Maya	5
2.1.1. Pelatihan Menggunakan Teknologi Realitas Maya.....	6
2.1.2. Perangkat Keras Teknologi Realitas Maya	9
2.1.3. Game Engine Unity	9
2.1.4. <i>Platform</i> Perangkat Realitas Maya.....	10
2.1.5. <i>Peripheral</i> Perangkat Realitas Maya.....	11
2.2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	11
2.2.1. Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	12
2.2.2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Galangan Kapal	14
2.2.3. Risiko Kecelakaan Kerja di Galangan Kapal	17
2.2.4. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	19
2.3. Materi Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	21
2.3.1. Dasar Hukum Penerapan Keselamatan Kerja di Tempat Kerja	21
2.3.2. Alat Pelindung Diri.....	23
2.3.3. Penanggulangan Kebakaran	35
2.3.4. Respon Terhadap Keadaan Darurat.....	38
2.3.5. Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas	44
2.4. Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya Saat Ini	49
2.4.1. VRSENSE	49
2.4.2. <i>British Safety Council</i>	50
BAB 3 METODOLOGI	53
3.1. Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	54
3.2. Studi Literatur dan Survey Lapangan.....	55
3.3. Analisis Kondisi Saat Ini.....	55
3.4. Pengumpulan Data	56

3.5.	Pembuatan Aplikasi.....	56
3.6.	Validasi Aplikasi	56
3.7.	Analisis dan Pembahasan	57
3.8.	Kesimpulan.....	57
BAB 4 PELATIHAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA SAAT INI		59
4.1.	Kondisi Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	59
4.1.1.	Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Oleh Lembaga Pelatihan.....	59
4.1.2.	Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Oleh Galangan Kapal.....	60
4.2.	Proses Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	61
4.3.	Praktik Pelatihan Keselamatan Kerja	63
4.3.1.	Pelatihan Penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	63
4.3.2.	<i>Fire Drill</i>	64
4.3.3.	Observasi Risiko.....	66
4.4.	Biaya Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	68
4.4.1.	Biaya Kebutuhan Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	68
4.4.2.	Biaya Tenaga Kerja	69
4.4.3.	Total Biaya Pelatihan.....	70
BAB 5 PERANCANGAN SIMULASI KESELAMATAN KERJA		71
5.1.	Analisa Konten Pelatihan Simulasi Keselamatan Kerja	71
5.1.1.	Kategori Pelatihan Simulasi Keselamatan Kerja.....	71
5.1.2.	Variabel Penilaian Simulasi Keselamatan Kerja	72
5.2.	Teknologi yang Digunakan	72
5.2.1.	Perangkat Keras Realitas Maya	72
5.2.2.	Komputer	73
5.2.3.	Aplikasi Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya	74
5.3.	Pembuatan Prototipe Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya	74
5.3.1.	Menentukan Materi Pengajaran.....	75
5.3.2.	Menentukan Materi yang Dapat Disimulasikan Dengan VR	75
5.3.3.	Menentukan <i>Substep</i> dari Setiap Materi	76
5.3.4.	Menentukan Perangkat VR.....	78
5.3.5.	Membuat Lingkungan Virtual	79
5.3.6.	Penulisan <i>Script</i>	79
5.3.7.	Pengembangan Aplikasi	80
5.3.8.	Pengujian Aplikasi.....	81
5.4.	Penggunaan Aplikasi Simulasi Keselamatan Kerja	81
5.5.	<i>User Interface</i> Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya	91
5.6.	Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya.....	93
5.7.	Penggunaan Aplikasi Keselamatan Kerja pada Perangkat VR yang Berbeda	99
BAB 6 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		103
6.1.	Analisis Teknis	103
6.1.1.	Perbandingan Teknis Pelatihan Keselamatan Kerja.....	103
6.1.2.	Hasil <i>Post-Test</i> dan <i>Pre-Test</i> Setelah Simulasi	105
6.2.	Analisis Ekonomis.....	106
6.2.1.	Biaya Investasi Peralatan Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya	107
6.2.2.	Biaya Operasional Pelatihan Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya	108
6.2.3.	Perbandingan Biaya Pelatihan Konvensional dan Pelatihan Berbasis Realitas Maya	109

6.3.	Uji Validasi	111
6.4.	Uji Verifikasi.....	115
6.5.	Kelebihan dan Kekurangan Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya..	120
6.5.1.	Kelebihan Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya.....	120
6.5.2.	Kekurangan Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya	120
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....		121
7.1.	Kesimpulan.....	121
7.2.	Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....		123
LAMPIRAN		
LAMPIRAN A SILABUS PELATIHAN KESELAMATAN KERJA		
LAMPIRAN B PELATIHAN KESELAMATAN KERJA BERBASIS REALITAS MAYA		
LAMPIRAN C HASIL <i>PRE-TEST</i> PESERTA PELATIHAN		
LAMPIRAN D HASIL <i>POST-TEST</i> PESERTA PELATIHAN		
LAMPIRAN E DATA DIRI PESERTA PELATIHAN KESELAMATAN KERJA		
LAMPIRAN F HASIL KUESIONER		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penggunaan teknologi realitas maya	5
Gambar 2.2 <i>User interface</i> pada teknologi realitas maya	6
Gambar 2.3 Pengaplikasian realitas maya pada dunia kedokteran.....	7
Gambar 2.4 Helm pengaman	28
Gambar 2.5 Sepatu keselamatan.....	29
Gambar 2.6 Kacamata pengaman.....	29
Gambar 2.7 <i>Wearpack</i>	30
Gambar 2.8 <i>Harness</i>	31
Gambar 2.9 <i>Respirator</i>	32
Gambar 2.10 Sarung tangan kulit.....	33
Gambar 2.11 Sarung tangan kimia	33
Gambar 2.12 Sarung tangan kain	34
Gambar 2.13 <i>Noise reduction</i>	34
Gambar 2.14 Tanda lokasi titik berkumpul.....	41
Gambar 2.15 Tanda pintu keluar darurat.....	41
Gambar 2.16 Tanda lokasi telepon darurat.....	42
Gambar 2.17 Tanda lokasi APAR ditempatkan	42
Gambar 2.18 Tanda arah jalur evakuasi	43
Gambar 2.19 Tanda tangga darurat	43
Gambar 2.20 Tanda lokasi peralatan medis ditempatkan.....	43
Gambar 2.21 Prosedur penerbitan <i>work permit</i> untuk ruang terbatas	47
Gambar 2.22 CD Pelatihan identifikasi bahaya umum	50
Gambar 2.23 Selebaran sertifikasi berbasis VR oleh <i>British Safety Council</i>	51
Gambar 3.1 Bagan alir pengerjaan Tugas Akhir	54
Gambar 4.1 Suasana kelas pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja.....	60
Gambar 4.2 Alur proses pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja.....	61
Gambar 4.3 Jadwal pelatihan inhouse training PT. PAL Indonesia.....	62
Gambar 5.1 <i>Oculus Go</i>	73
Gambar 5.2 Laptop ASUS A442U	73
Gambar 5.3 <i>Flowchart</i> pembuatan aplikasi.....	75
Gambar 5.4 Lingkungan dalam simulasi respon terhadap bahaya kebakaran.....	79
Gambar 5.5 Lingkungan dalam simulasi observasi risiko.....	79
Gambar 5.6 <i>Script</i> yang digunakan dalam aplikasi pelatihan keselamatan kerja.....	80
Gambar 5.7 Pengembangan aplikasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan <i>software Unity</i>	80
Gambar 5.8 Tombol pada HMD <i>Oculus Go</i>	81
Gambar 5.9 <i>Controller Oculus Go</i>	81
Gambar 5.10 Arah <i>trackpad</i> pada <i>controller Oculus Go</i>	82
Gambar 5.11 <i>Flowchart</i> penggunaan aplikasi	83
Gambar 5.12 Penggunaan HMD <i>Oculus Go</i>	83
Gambar 5.13 Ilustrasi lingkungan yang baik dan buruk dalam penggunaan <i>Oculus Go</i>	84
Gambar 5.14 Tampilan untuk kalibrasi <i>controller</i>	84
Gambar 5.15 Membuka aplikasi simulasi	85

Gambar 5.16 Tampilan menu utama aplikasi.....	85
Gambar 5.17 Tampilan pelatihan penggunaan APAR	85
Gambar 5.18 Lima jenis APAR.....	86
Gambar 5.19 Bulatan merah pada simulasi penggunaan APAR.....	86
Gambar 5.20 Catatan waktu pada pelatihan penggunaan APAR.....	87
Gambar 5.21 Penjelasan mengenai jenis APAR yang sesuai dengan kelas api	87
Gambar 5.22 Simulasi pelatihan <i>fire drill</i>	88
Gambar 5.23 Dua jenis APAR dalam pelatihan <i>fire drill</i>	88
Gambar 5.24 Tampilan rangkuman simulasi <i>fire drill</i>	89
Gambar 5.25 Tampilan pelatihan observasi risiko	89
Gambar 5.26 Tampilan rangkuman pelatihan observasi risiko	90
Gambar 5.27 Jendela <i>Command Promt</i>	91
Gambar 5.28 <i>User interface home menu</i>	91
Gambar 5.29 <i>User interface</i> pelatihan penggunaan APAR.....	92
Gambar 5.30 <i>User interface</i> pelatihan <i>fire drill</i>	92
Gambar 5.31 <i>User interface</i> pelatihan observasi risiko	93
Gambar 5.32 <i>Full Body Haptic Suits</i>	100
Gambar 5.33 <i>Omni-directional VR Treadmill</i>	101
Gambar 5.34 <i>PS VR Aim</i>	101
Gambar 6.1 Denah dalam pelatihan fire drill untuk validasi aplikasi dari (a) tampak dari atas dan (b) tampak dari bawah.	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Platform Perangkat VR.....	10
Tabel 2.2 Peripheral perangkat <i>virtual reality</i>	11
Tabel 2.3 Implementasi keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal.....	15
Tabel 2.4 Pengecekan dan perbaikan keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal	17
Tabel 2.5 Faktor risiko kecelakaan kerja.....	17
Tabel 2.6 Pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal menurut jabatannya.....	20
Tabel 2.7 Klasifikasi api.....	35
Tabel 2.8 Jenis pemadam kebakaran dan pengaplikasiannya.....	37
Tabel 2.9 Jumlah kotak P3K berdasarkan banyaknya pekerja	40
Tabel 2.10 Isi kotak P3K	40
Tabel 4.1 Form evaluasi penggunaan APAR	64
Tabel 4.2 Form evaluasi <i>fire drill</i>	65
Tabel 4.3 Observasi risiko dalam pekerjaan.....	67
Tabel 4.4 Rincian biaya alat pelidung diri.....	68
Tabel 4.5 Rincian biaya material pokok pelatihan	69
Tabel 4.6 Biaya tenaga kerja pelatihan keselamatan kerja.....	70
Tabel 4.7 Biaya pelatihan keselamatan kerja per peserta	70
Tabel 5.1 Spesifikasi Oculus Go	73
Tabel 5.2 Spesifikasi ASUS A442U.....	74
Tabel 5.3 Materi pelatihan yang disimulasikan dengan VR.....	75
Tabel 5.4 <i>Substep</i> materi dari pelatihan penggunaan APAR.....	76
Tabel 5.5 <i>Substep</i> materi dari pelatihan observasi risiko bahaya di ruang terbatas	77
Tabel 5.6 <i>Substep</i> materi pelatihan <i>fire drill</i>	78
Tabel 5.7 Fitur pelatihan penggunaan APAR yang disimulasikan.....	93
Tabel 5.8 Pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas	94
Tabel 5.9 Pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran	95
Tabel 5.10 Proses pelatihan penggunaan APAR.....	97
Tabel 5.11 Proses pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran.....	97
Tabel 5.12 Proses pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas.....	99
Tabel 6.1 Variabel pembanding kedua pelatihan keselamatan kerja.....	103
Tabel 6.2 Hasil <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> peserta pelatihan	106
Tabel 6.3 Biaya investasi pengembangan aplikasi	107
Tabel 6.4 Biaya investasi peralatan aplikasi pelatihan keselamatan kerja	107
Tabel 6.5 Total biaya investasi pembuatan aplikasi keselamatan kerja	108
Tabel 6.6 Biaya tenaga pengajar pelatihan keselamatan kerja	109
Tabel 6.7 Biaya operasional pelatihan keselamatan kerja.....	109
Tabel 6.8 Biaya kebutuhan pelatihan penggunaan APAR untuk 30 peserta	110
Tabel 6.9 Biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja konvensional	110
Tabel 6.10 Biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR.....	111
Tabel 6.11 Pengurangan biaya pelatihan	111
Tabel 6.12 Hasil uji validasi aplikasi pada penggunaan HMD <i>Oculus Go</i>	113
Tabel 6.13 Hasil uji validasi aplikasi pada gerak <i>controller</i>	114

Tabel 6.14 Interval skala <i>Likert</i>	116
Tabel 6.15 Rekapitulasi hasil kuesioner	117
Tabel 6.16 Hasil perhitungan total skor.....	118
Tabel 6.17 Hasil perhitungan presentase rata-rata.....	119

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Keselamatan merupakan hal yang harus diutamakan dalam setiap ranah pekerjaan, terutama pada pekerjaan di galangan kapal yang memiliki risiko kecelakaan yang tinggi. Pemerintah telah melakukan pengesahan undang-undang dan peraturan tentang keselamatan kerja untuk memastikan keselamatan pekerja. Beberapa undang-undang dan peraturan tersebut diantaranya Undang-Undang No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja menyatakan bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional dan Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan yang salah satunya berbunyi bahwa perlindungan terhadap tenaga kerja dimaksudkan untuk menjamin hak-hak dasar pekerja atau buruh dan menjamin kesamaan kesempatan serta perlakuan tanpa diskriminasi atas dasar apapun untuk mewujudkan kesejahteraan pekerja atau buruh dan keluarganya dengan tetap memperhatikan perkembangan kemajuan dunia usaha. Namun sayangnya masih banyak kecelakaan yang terjadi. Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan mencatat angka kecelakaan kerja di Indonesia cenderung terus meningkat. Sebanyak 123 ribu kasus kecelakaan kerja tercatat sepanjang 2017. Jumlah ini meningkat sebanyak 20 persen dari tahun 2016. Angka kecelakaan kerja juga banyak terjadi di industri galangan. Seperti diantaranya yaitu pekerjaan reparasi dan pembangunan kapal baru yang memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi.

Kecelakaan kerja yang terjadi di galangan PT. Krakatau Shipyard pada tanggal 11 Agustus 2017 yang menewaskan lima orang pekerja karena adanya kebocoran gas yang mengakibatkan ledakan yang cukup besar (Ridho, 2017). Selain itu kecelakaan kerja juga terjadi di galangan PT. ASL di Batam. Sebanyak lima orang meninggal akibat ledakan yang dihasilkan tidak sterilnya *pump room* dari minyak saat dilakukan pengelasan (Suwandha, 2017). Kebanyakan kecelakaan di galangan diakibatkan oleh kelalaian atau *human error*. Selama ini kecelakaan terjadi selama pengerjaan tanki akibat terjatuh dari perancah, terhantam kabel *slings*

yang tiba-tiba putus, dan masih adanya gas beracun dan mudah meledak saat melakukan pekerjaan panas.

Sebetulnya, sudah dilakukan pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja oleh departemen *Health Safety Environment* untuk pekerja di galangan kapal. Namun sayangnya hal tersebut dirasa belum terlalu efektif dikarenakan para pekerja tidak pernah merasakan kecelakaan hingga kecelakaan tersebut terjadi. Belum lagi dalam penyelenggaraan pelatihan keselamatan kerja membutuhkan peralatan yang tidak murah serta berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan polusi udara seperti penggunaan api dalam pelatihan pemadaman kebakaran. Diperlukan adanya simulasi pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja agar para pekerja di galangan memiliki pengetahuan tentang penyebab terjadinya kecelakaan kerja dan paham bagaimana cara untuk menghindari hal tersebut serta mengurangi biaya pelatihan dan potensi pencemaran lingkungan. Oleh karena itu diperlukan simulasi pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja berbasis teknologi realitas maya untuk menjawab permasalahan tersebut. Simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi realitas maya akan memberikan pengalaman secara imersif kepada para pekerja dalam pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja oleh departemen *Health Safety Environment* pada galangan kapal?
2. Bagaimana cara merancang simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi *virtual reality*?
3. Bagaimana perbedaan antara pelatihan keselamatan kerja metode konvensional dibandingkan dengan penggunaan aplikasi simulasi keselamatan kerja berbasis teknologi *virtual reality*?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Melakukan observasi pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja oleh departemen *Health Safety Environment* pada galangan kapal.
2. Merancang aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi *virtual reality*.

3. Melakukan analisis perbandingan antara pelatihan keselamatan kerja metode konvensional dengan penggunaan aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi *virtual reality*.

1.4. Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini lebih terarah, maka perlu adanya batasan masalah. Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah.

1. Perangkat keras teknologi realitas maya yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Oculus Go*.
2. Karena keterbatasan biaya dan waktu penulis dalam melakukan penelitian ini, pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal yang disimulasikan hanya pelatihan penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko di ruang terbatas dari sepuluh topik pelatihan keselamatan kerja *in-house* yang terdapat di galangan kapal.

1.5. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir meliputi.

1. Bagi Praktisi
 - Sebagai alternatif pelatihan keselamatan kerja yang berbeda dari pelatihan konvensional.
 - Sebagai cara untuk menekan tingginya biaya pelatihan keselamatan kerja konvensional.
3. Bagi Akademisi
 - Mendapatkan pengetahuan mengenai pelatihan keselamatan kerja secara konvensional dan menggunakan simulasi, serta membandingkan keduanya.
 - Mengembangkan teknologi *virtual reality* di bidang industri perkapalan.

1.6. Hipotesis

Penggunaan aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi realitas maya dapat mengurangi biaya pelatihan keselamatan kerja serta meningkatkan pengetahuan teori keselamatan kerja pada pekerja galangan kapal yang diukur dari *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan secara tertulis.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Teknologi Realitas Maya

Teknologi realitas maya adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan yang disimulasikan oleh komputer, baik dalam dunia nyata maupun dunia imajiner (Mandal, 2013). Pengertian lain dari realitas maya adalah representasi sebagian atau lengkap dari lingkungan elektronik yang nyata atau fiktif. Representasi tersebut dapat mencakup gambar tiga dimensi atau gambar yang memiliki sifat interaktif dan memungkinkan pengguna untuk berada pada lingkungan tersebut secara imersif (Pérez-ramírez & Ontiveros-hernández, 2009). Seperti gambar di bawah ini pengguna teknologi realitas maya melengkapi dirinya dengan perangkat *Head-Mounted Device* untuk mendapatkan pengalaman realitas maya secara imersif.



Gambar 2.1 Penggunaan teknologi realitas maya
(Sumber: AEC Forensics, 2019)

Sementara pada Gambar 2.2 di bawah ini merupakan tampilan yang akan dilihat oleh pengguna dalam menggunakan teknologi realitas maya. Lingkungan di sekeliling yang dilihat saat menggunakan *Head-Mounted Device* akan terlihat seperti lingkungan yang didesain menggunakan pemrograman komputer. Sehingga lingkungan dapat dirubah sesuai keinginan dan kebutuhan.



Gambar 2.2 *User interface* pada teknologi realitas maya
(Sumber: Scientific Diagram, 2018)

Penggunaan HMD memungkinkan pengguna untuk merasakan pengalaman imersif dengan lingkungan virtual yang dapat dilihat dengan bergerak secara 360°. Lingkungan yang dilihat oleh pengguna bukanlah berbentuk resolusi persegi panjang melainkan visualisasi lingkungan.

2.1.1. Pelatihan Menggunakan Teknologi Realitas Maya

Kombinasi dari penggunaan realitas maya dan pelatihan telah dilakukan di berbagai bidang seperti pekerjaan tenaga manual, industri kesehatan, dan edukasi.

Menurut (Mellet-D'huart, 2005) dalam *Virtual Reality for Training and Lifelong Learning*, pelatihan menggunakan teknologi realitas maya dapat dibagi menjadi tiga kategori. Kategori pertama adalah pelatihan dari bidang yang membutuhkan lingkungan virtual yang mirip dengan situasi pekerjaan nyata. Pelatihan tersebut termasuk pelatihan mengemudi kendaraan, uji coba, simulator perawatan, dan prosedur medis serta militer. Kategori kedua pelatihan menyajikan aspek yang tidak dapat dibawa ke dunia nyata untuk menunjang pembelajaran. Contoh dari kategori ini yaitu visualisasi situs prasejarah, industri nuklir, dan pemadam kebakaran. Kategori ketiga menyajikan aktifitas yang bukan situasi pelatihan murni, tetapi melibatkan aktifitas kognitif yang memerlukan sejumlah tindakan pembelajaran implisit.

Industri kesehatan menjadi yang paling maju dan inovatif dalam pengembangan pelatihan menggunakan teknologi realitas maya (Mi, Hou, Yang, Xie, & Bian, 2014). Penelitian yang pernah dicoba yaitu memanfaatkan realitas maya untuk melatih ahli bedah jantung sebelum mereka melakukan pembedahan pada manusia. Studi ini menghasilkan model vaskular tiga dimensi yang realistis dari data dikumpulkan dari berbagai pasien. Selain itu, studi ini memberikan umpan balik *real-time* untuk peserta pelatihan. Sistem yang mereka usulkan menggunakan model vaskular 3D, kateter fisik atau kawat model, antarmuka pengguna untuk

peserta pelatihan, dan modul interaksi manusia-mesin. Pembuluh darah model ini diterjemahkan sebagai simulasi tiga dimensi sementara prototipe dari perangkat haptic sistem memanipulasi kateter untuk memberikan umpan balik yang tepat kepada ahli bedah yang dilatih. Peserta pelatihan menggunakan antarmuka pengguna (*user interface*) sebagai panduan dalam keadaan yang sedang terjadi, sama seperti mereka akan melihat di pengobatan penyakit kardiovaskular yang sebenarnya (Mi et al., 2014). Kemampuan untuk memiliki interaksi *real-time* untuk keterampilan inti pelatihan membuktikan langkah besar dalam bidang pelatihan realitas virtual. Kegiatan pelatihan menggunakan realitas maya untuk kepentingan di bidang kedokteran dapat dilihat seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pengaplikasian realitas maya pada dunia kedokteran
(Sumber: Gold, Kim, Kant, Joseph, & Rizzo, 2006)

Penelitian lain telah dilakukan pada bidang industri pertambangan dan industri konstruksi dan telah menunjukkan langkah besar dalam memanfaatkan sistem pelatihan *virtual reality* untuk membantu pekerja tenaga kerja manual dengan pelatihan pekerjaan prosedural dan sekaligus menjaga mereka agar tetap aman (Huang, Rauch, & Liaw, 2010). Dalam sebuah studi yang dilakukan oleh sekolah seni dan desain, mereka merancang sebuah sistem *virtual reality* pertambangan menggunakan model manusia virtual, deteksi kecelakaan, dan penggunaan aplikasi bernama *Vega programmer* untuk mengembangkan sistem yang dapat dilengkapi dengan pendidikan keselamatan penambang dan program pelatihan teknologi. Selain itu, penelitian serupa menunjukkan penggunaan perangkat lunak pelatihan secara virtual untuk membuat skenario animasi untuk membantu pengajaran dan pelatihan penambang lepas pantai. Dalam membuat sistem pelatihan realitas maya yang mengajarkan keselamatan metode pelatihan penting sekali untuk memiliki dasar dari peraturan keselamatan dan deskripsi prosedur yang tepat (Pérez, Marín, & Pérez, 2007). Sistem seperti ini semua masih dalam tahap

awal dan memiliki lebih banyak pengembangan untuk kedepannya. Pada industri konstruksi, penelitian lain menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan sejarah dalam tingkat kecelakaan yang tinggi hampir dua kali dari rata-rata industri keseluruhan (Le & Park, 2012). Sistem realitas maya dapat dimanfaatkan dalam penelitian khusus ini untuk mensimulasikan pemodelan tiga dimensi untuk meningkatkan pendidikan keselamatan konstruksi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Alfauzi, 2019) yang berjudul Perancangan Aplikasi Berbasis Teknologi Realitas Maya (*Virtual Reality*) untuk Simulasi Pengelasan. Pada penelitian yang dilakukan Alfauzi bertujuan untuk memperoleh rancangan aplikasi simulasi pengelasan berbasis teknologi realitas maya serta melakukan analisa secara teknis dan ekonomis perbandingan pelatihan pengelasan metode konvensional dengan penggunaan teknologi realitas maya. Dalam pengembangan aplikasi pelatihan Alfauzi menggunakan beberapa *software* seperti *software 3D Blender* untuk mengembangkan lingkungan pelatihan pengelasan, *software Microsoft Visual Studio* untuk penulisan script aplikasi pelatihan pengelasan, dan *software Unity* untuk pengembangan aplikasi pelatihan pengelasan secara keseluruhan. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu HMD *Oculus Go*, laptop yang digunakan untuk memproses data dari *controller* tambahan *Ps Move* yang ditangkap oleh *Ps Eye* yang disambungkan ke laptop. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa pelatihan pengelasan menggunakan teknologi realitas maya dapat mengurangi dampak polusi udara dan sampah yang diakibatkan dari pelatihan pengelasan. Pelatihan pengelasan berbasis teknologi realitas maya juga dapat mereduksi biaya pelatihan sebesar 15,33% dari pengelasan konvensional. Namun pelatihan ini memiliki kekurangan dikarenakan berupa tidak semua pelatihan pengelasan secara konvensional dapat disimulasikan karena keterbatasan pemrograman dan *controller*. Beberapa kekurangan tersebut diantaranya adalah tidak dapat mensimulasikan pergerakan tubuh peserta pelatihan, penggunaan kap las, elektrode yang menempel pada pelat, dan pengelasan dengan beberapa lapis.

Penelitian yang dilakukan oleh (Fariya, 2014) yang berjudul Analisa Teknis dan Ekonomis Training Pengelasan Menggunakan *Welding Simulator* Berbasis Pemrograman Komputer Sebagai Pengganti Elektroda Konvensional menjelaskan tentang penggunaan *welding simulator* berbasis pemrograman komputer *WII remote* sebagai pengganti elektroda konvensional untuk menekan biaya pengadaan elektroda dan *base metal*. Dalam melakukan tugas akhir, Fariya melakukan metode pengerjaan tugas akhir yang diawali dengan mengidentifikasi masalah, latar belakang, tujuan, dan manfaat. Setelah itu dilakukan pengumpulan data berupa data tentang pelatihan pengelasan yang meliputi prosedur untuk

pengelasan yang difokuskan pada teknik pengelas 1G, 2G, dan 3G metode las SMAW, biaya training pengelasan, peralatan kerja, dan material *consumables*. Selanjutnya dilakukan studi literatur dan survey lapangan yang mendukung data yang telah diperoleh pada tahap pengumpulan data. Survey lapangan dilakukan dengan melihat langsung dan mempelajari pekerjaan reparasi. Hal selanjutnya yang dilakukan Fariya yaitu melakukan analisis data dengan mengidentifikasi peralatan kerja dan bahan yang dibutuhkan dalam training pengelasan dan dihitung nilai pengadaan dan peralatan kerja yang dibutuhkan untuk menunjang training, mengidentifikasi material *consumables* yang dibutuhkan dalam training pengelasan serta dihitung nilai pengadaan dari material *consumables* sebagai dukungan yang berkesinambungan, mengidentifikasi silabus dan materi dari training pengelasan yang akan disesuaikan dengan training yang menggunakan *welding simulator*, dan mengidentifikasi pengelasan SMAW. Selanjutnya dilakukan pembuatan *prototype* dari *welding simulator* yang terdiri dari *Wii-holder*, *Wii_weld software*, dan Spesimen. Hal terakhir yang dilakukan yaitu menganalisa secara teknis dan ekonomis training pengelasan menggunakan *welding simulator*. Hasil yang didapat Fariya dari melakukan metode tersebut yaitu mendapatkan kesimpulan bahwa teknologi *welding simulator* ini dapat dikembangkan sebagai *welding simulator* untuk menggantikan elektroda konvensional pada training pengelasan untuk *welder*, *welding simulator* dapat digunakan sebagai alat untuk melatih gerakan tangan pada saat melakukan pelelehan elektroda posisi mendatar pada praktek training pengelasan, dan training dengan *welding simulator* ini dapat menghemat biaya training konvensional sebesar 18%.

2.1.2. Perangkat Keras Teknologi Realitas Maya

Mayoritas sistem realitas maya yang saat ini tersedia membutuhkan komputer pribadi untuk menjalankannya. Sistem ini juga membutuhkan *Head-Mounted Display* (HMD) untuk membantu memberikan citra yang tidak terpisahkan untuk menciptakan dunia virtual yang imersif.

Ada sejumlah HMD yang berbeda di pasaran saat ini, mulai dari yang terjangkau hingga mahal. Selain itu, beberapa perangkat ini lebih mudah didapatkan daripada yang lain. Sebagai mana *Google Cardboard* misalnya, tidak hanya murah, perangkat ini dikembangkan untuk digunakan dengan ponsel pintar, hampir semua orang dapat menikmati realitas maya.

2.1.3. Game Engine Unity

Game Engine Unity adalah alat pengarang permainan tiga dimensi untuk *Mac* dan komputer personal. *Game engine* adalah inti disetiap *video game*. Mulai dari menerjemahkan

untuk menampilkan grafis di layar, mengintegrasikan kontrol dan perangkat untuk permainan, dan *game engine* akan membuat keputusan selanjutnya yang akan terjadi. *Game engine* tiga dimensi modern penuh dengan kode tertulis.

Awalnya dikembangkan pada akhir tahun 1990 untuk *Unreal-a PC First Person Shooter* dan akhirnya sukses di pasaran, kemudian dilisensikan oleh pengembang lain untuk ratusan permainan komersial dan simulasi. Namun karena tingkat kompleksitas dan biaya seperti mesin permainan komersial, industri pengembangan permainan menjadi sulit untuk mengembangkannya tanpa belajar bahasa pemrograman seperti C++ secara ekstensif. Konsol permainan modern dan permainan komputer yang dibangun menggunakan bahasa C++ saat ini merupakan bahasa yang paling efisien dalam hal kecepatan perhitungan, dan dengan demikian, struktur dan perintah dari mesin permainan komersial memerlukan ribuan baris kode tersebut untuk berfungsi. Kode ini disampaikan dalam *Unity* dengan bantuan kompilasi yang tepat waktu JIT (*Just-In-Time*), menggunakan pustaka C++ dari kerangka Mono. Kerangka Mono adalah sumber terbuka untuk bahasa pemrograman termasuk C#. Dengan menggunakan kompilasi JIT, mesin seperti *Unity* dapat mengambil keuntungan dari kompilasi berkecepatan tinggi, dimana kode yang akan ditulis untuk *Unity* dikompilasi ke Mono tepat sebelum dieksekusi. Hal ini penting untuk permainan yang harus mengeksekusi kode pada saat-saat tertentu selama permainan berlangsung. Selain *Mono*, *Unity* juga mengambil keuntungan dari perpustakaan perangkat lunak lain dalam fungsinya, seperti *PhysX NVIDIA*, *OpenGL*, dan *DirectX* untuk menerjemahkan tiga dimensi dan *OpenAL* untuk suara. Semua pustaka ini dibangun ke dalam aplikasi *Unity*.

2.1.4. Platform Perangkat Realitas Maya

Platform merupakan dasar untuk berjalannya sebuah sistem teknologi bagi perangkat VR baik pada *hardware* ataupun *software*. Setiap perusahaan teknologi *virtual reality* mengembangkan produk *hardware* dan *platform* mereka sendiri untuk berkompetensi dalam pasar teknologi realitas maya. Produk dari perusahaan teknologi tersebut dapat dilihat dari Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Platform Perangkat VR

Produk	Software Platform
<i>HTC Vive</i>	<i>SteamVR</i>
<i>Sony PlayS</i>	<i>PlayStation 4</i>
<i>Oculus Rift</i>	<i>Oculus</i>
<i>Oculus Quest</i>	<i>Oculus</i>
<i>Oculus Go</i>	<i>Oculus Mobile, Android</i>
<i>Samsung Gear VR</i>	<i>Android</i>

Produk	Software Platform
Google Daydream View	Android 7.0 Nougat
Google Cardboard	Android, iOS

(Sumber: Alfauzi, 2019)

Pada Tabel 2.1 merupakan *platform* yang digunakan dalam penggunaan perangkat VR.

2.1.5. Peripheral Perangkat Realitas Maya

Peripheral adalah perangkat tambahan yang mendukung kinerja perangkat utama *Head-Mounted Display* seperti *controller*, kamera, dan *omni treadmill*. Perbedaan *peripheral* dari setiap perangkat *virtual reality* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Peripheral perangkat *virtual reality*

Produk	Tipe Headset	Koneksi	Sensor	Controls	Head Tracking	Positional Tracking
HTC Vive	PC	HDMI, USB 3.0	Motion, camera, external motion tracking	HTC Vive motion controllers	Accelerometer, gyroscope, structured light	Ada
Sony PlayStation VR	Console	HDMI, USB 2.0	Motion, external Visual positioning	DualShock 4, PlayStation Move	Accelerometer, gyroscope	Ada
Oculus Rift	PC	HDMI, USB 3.0	Motion, external Visual positioning	Oculus Touch, Xbox One gamepad	Accelerometer, gyroscope, magnetometer	Ada
Oculus Go	Mobile	USB 2.0 & 3.0	Motion	Oculus Controller	Accelerometer, gyroscope, magnetometer	Tidak Ada
Samsung Gear VR	Mobile	USB 2.0 & 3.0	Motion	Handheld remote, touchpad on headset	Accelerometer, gyrometer, proximity sensor	Tidak Ada
Google Daydream View	Mobile	-	Motion	Handheld remote	Accelerometer, gyrometer, proximity	Tidak Ada
Google Cardboard	Mobile	-	Motion	Handheld remote	Accelerometer, gyrometer	Tidak Ada

(Sumber: Alfauzi, 2019)

2.2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan sebagai upaya perlindungan yang ditujukan agar tenaga kerja dan orang lainnya selalu dalam keadaan selamat dan sehat, serta agar setiap sumber produksi dapat digunakan secara aman dan efisien. Keselamatan dan kesehatan kerja

memiliki tujuan untuk memberi rasa aman dan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja kepada setiap pegawai saat bekerja, menghindari gangguan kesehatan akibat kerja, dan mengurangi kerugian materil pada perusahaan.

2.2.1. Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pengertian keselamatan dan kesehatan kerja menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja R.I. No. Kep. 463/MEN/1993 adalah keselamatan dan kesehatan kerja adalah upaya perlindungan yang ditujukan agar tenaga kerja dan orang lainnya di tempat kerja/perusahaan selalu dalam keadaan selamat dan sehat, serta agar setiap sumber produksi dapat digunakan secara aman dan efisien. Konsep dasar mengenai keselamatan dan kesehatan kerja adalah perilaku yang tidak aman karena kurangnya kesadaran pekerja dan kondisi lingkungan yang tidak aman. Keselamatan dan kesehatan kerja adalah pendekatan yang menentukan standar yang menyeluruh dan bersifat spesifik, penentuan kebijakan pemerintah atas praktek-praktek perusahaan di tempat-tempat kerja dan pelaksanaan melalui surat panggilan, denda dan hukuman-hukuman lain (Edwin, 1995). Secara filosofis, kesehatan dan keselamatan kerja diartikan sebagai suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan jasmani maupun rohani tenaga kerja, pada khususnya, dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budaya menuju masyarakat adil dan makmur. Sedangkan secara keilmuan K3 diartikan sebagai suatu ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Keselamatan kerja merupakan sarana utama untuk pencegahan kecelakaan seperti cacat dan kematian akibat kecelakaan kerja (Suma'mur, 1995). Keselamatan kerja dalam hubungannya dengan perlindungan tenaga kerja adalah salah satu segi penting dari perlindungan tenaga kerja. Keselamatan kerja yang dilaksanakan sebaik-baiknya akan membawa iklim yang aman dan tenang dalam bekerja sehingga sangat membantu hubungan kerja dan manajemen.

Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 Bab III pasal 3 tentang keselamatan kerja disebutkan syarat-syarat keselamatan kerja sebagai berikut:

- a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan
- b. Mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran
- c. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan
- d. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diripada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya
- e. Memberi pertolongan pada kecelakaan
- f. Memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja

- g. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembapan, debu, kotoran asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran
- h. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan
- i. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai
- j. Menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik
- k. Menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup
- l. Memelihara kebersihan, kesehatan, dan ketertiban
- m. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya.
- n. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang
- o. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan
- p. Mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar-muat, perlakuan dan penyimpanan barang
- q. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya
- r. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi

Kesehatan pekerja merupakan penunjang dari optimalnya sebuah operasionalnya suatu pekerjaan. Dengan adanya bahaya yang timbul dari masalah kesehatan yang diakibatkan oleh aktivitas pekerjaan, dapat menimbulkan kerugian untuk para pekerja maupun perusahaan. Untuk mencegah gangguan kesehatan dan daya kerja, ada beberapa usaha yang dapat dilakukan agar karyawan tetap produktif dan mendapatkan jaminan perlindungan keselamatan kerja, yaitu (Rachmawati, 2008):

- a. Pemeriksaan kesehatan sebelum bekerja.
- b. Periksa kesehatan calon karyawan untuk mengetahui apakah calon pekerja tersebut serasi dengan pekerjaan yang akan diberikan kepadanya, baik fisik, maupun mentalnya.
- c. Pemeriksaan kesehatan berkala untuk evaluasi.
- d. Apakah faktor-faktor penyebab itu telah menimbulkan gangguan-gangguan atau kelainan-kelainan kepada tubuh karyawan atau tidak.
- e. Pendidikan tentang kesehatan dan keselamatan kepada karyawan secara kontinu.
- f. Itu penting agar mereka tetap waspada dalam menjalankan pekerjaannya.

- g. Penerangan dan penjelasan sebelum bekerja,
- h. Agar para karyawan mengetahui dan mentaati peraturan-peraturan dan lebih berhati-hati.
- i. Pakaian pelindung, misalnya masker, kacamata, sarung tangan, sepatu, topi pakaian kerja, dan sebagainya.

2.2.2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Galangan Kapal

Aspek keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal terdiri dari perencanaan, implementasi, dan tindakan pengecekan serta perbaikan (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009).

Perencanaan merupakan aspek pertama dalam keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal. Perencanaan dilakukan untuk mengeliminasi risiko terjadinya kecelakaan kerja di galangan kapal. Pada aspek perencanaan dilakukan observasi risiko, penilaian risiko, dan pengendalian risiko. Galangan kapal harus menerbitkan dan mendokumentasikan prosedur yang diterapkan dalam observasi risiko, penilaian risiko, dan pelaksanaan tindakan pengendalian. Hal lain yang perlu dilakukan oleh galangan kapal yaitu melakukan program manajemen risiko yang mencakup pembentukan tim manajemen risiko, observasi risiko, penilaian risiko, kontrol dan pencegahan, pelatihan, dokumentasi dan penyimpanan catatan, komunikasi dan penyediaan komunikasi, dan pemeriksaan.

Formasi tim manajemen risiko pada galangan kapal harus terdiri dari perwakilan masing-masing divisi dan dipimpin oleh orang yang berkompeten dalam manajemen risiko. Tugas dan tanggung jawab anggota tim harus didefinisikan dengan jelas.

Proses observasi risiko harus mempertimbangkan hal-hal dibawah ini.

1. Cara kerja organisasi dan perubahan yang dilakukan.
2. Desain tempat kerja, proses kerja, material, dan peralatan bengkel
3. Fabrikasi, instalasi, pengujian operasi, penanganan material sisa, tempat kerja dan peralatan bengkel.
4. Pembelian barang dan jasa.
5. Kontrak dan sub-kontrak tempat kerja, peralatan, pelayanan dan tenaga kerja termasuk spesifikasi kontrak dan tanggung jawab oleh kontraktor
6. Inspeksi, perawatan, pengujian, perbaikan dan penggantian dari bengkel dan peralatan.

Penilaian risiko dilakukan terhadap semua risiko yang berkaitan dengan observasi risiko yang dilakukan sebelumnya. Semua risiko yang diobservasi harus dievaluasi dan dinilai serta diberikan prioritas kontrol berdasarkan tingkat risiko yang ditetapkan. Tindakan kontrol dan pencegahan dalam keselamatan dan kesehatan kerja galangan dilakukan dengan urutan prioritas sebagai berikut.

1. Mengeliminasi bahaya atau risiko.
2. Jika risiko bahaya tidak dapat dieliminasi maka dilakukan penggantian bahaya menjadi tingkat yang lebih rendah.
3. Mengontrol bahaya atau risiko pada sumbernya melalui kontrol teknis atau tindakan organisasi, serta meminimalisir bahaya atau risiko dengan merancang sistem kerja yang aman.
4. Jika bahaya material sisa tidak dapat dikendalikan oleh tindakan kolektif, galangan kapal harus menyediakan peralatan pelindung pribadi dan memastikan penggunaannya serta pemeliharaan peralatan pelindung diri tersebut.

Tindakan pencegahan dan perlindungan harus didokumentasikan dan disetujui oleh manajemen galangan kapal. Pelatihan dilakukan dengan tujuan untuk memastikan karyawan pemeliharaan di galangan kapal memiliki kompetensi dalam praktik kerja dan prosedur perawatan yang relevan. Galangan kapal harus menyimpan dokumentasi, data, dan catatannya mengenai observasi bahaya, penilaian serta pengendalian risiko terbaru sehubungan dengan kegiatan yang sedang berjalan. Dokumentasi dan penyimpanan catatan juga harus diperluas untuk mencakup perkembangan baru dan kegiatan baru atau modifikasi sebelum diperkenalkan. Galangan kapal harus mengkomunikasikan dan memberitahu semua pekerja yang terpengaruh oleh risiko tentang sifat risiko yang terlibat dan tindakan prosedur kerja yang perlu dilakukan untuk mengatasi risiko yang terlibat. Penilaian risiko harus ditinjau ulang dan direvisi paling tidak setiap tiga tahun atau jika terjadi kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh bahaya di tempat kerja.

Implementasi dari keselamatan dan kesehatan kerja galangan kapal merupakan tindakan yang dilakukan untuk mengadopsi hal-hal yang telah dirumuskan dalam perencanaan. Tahap implementasi keselamatan dan kesehatan kerja ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Implementasi keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal

Implementasi	Uraian Pekerjaan
Pembagian sumber daya, peran, wewenang, akuntabilitas, dan tanggung jawab	Pembagian tugas umum
	Utusan resmi dari luar
	Pembuatan aturan resmi internal

Implementasi	Uraian Pekerjaan
Pelatihan <i>awareness</i> dan kompetensi	Pembuatan program pelatihan K3
	Pelaksanaan pelatihan K3
	Pelabelan identifikasi sementara untuk pekerja baru dan tidak berpengalaman
	Promosi mengenai K3
Konsultasi dan komunikasi	Pertemuan kelompok kecil
	Penginformasian mengenai K3
	Bentuk konsultasi dan komunikasi lainnya
Dokumentasi	Dokumentasi
Dokumen dan kontrol data	Dokumen dan kontrol data
Kontrol operasi	Praktek kerja yang aman
	Sistem izin kerja
	Akses aman
	Pekerjaan panas
	Memasuki ruang terbatas
	Perlakuan permukaan
	Pengujian
	Radiografi
	Penyelaman
	Pergerakan kapal
	Pemindahan cairan antara kapal dan daratan
	Penggunaan peralatan
	Udara dan gas bertekanan
	<i>Material handling</i>
	Pekerjaan kelistrikan
	Alat pelindung diri
	Perlindungan lingkungan dan manajemen limbah
	Manajemen perubahan
	Evaluasi, seleksi, dan kontrol kontraktor
	Perawatan
Kontrol material berbahaya	
Pengendalian bahaya kesehatan kerja	
Tanggap darurat	Perencanaan dan tanggap darurat
	Identifikasi tipe keadaan darurat
	Prosedur respon tanggap darurat
	Personil tanggap darurat
	Penanganan pertama
	Pemberitahuan darurat

Sumber: (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009)

Tindakan pengecekan dan perbaikan dilakukan untuk memonitoring hasil implementasi keselamatan dan kesehatan kerja yang telah dilakukan. Kegiatan ini bertujuan untuk

meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja galangan kapal. Uraian tindakan pengecekan dan perbaikan keselamatan dan kesehatan kerja dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Pengecekan dan perbaikan keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal

Tindakan	Uraian
Pengukuran dan pemantauan kinerja	Pemantauan proaktif dan reaktif
	Monitoring kebersihan galangan
	Pengawasan medis
	Inspeksi dan verifikasi kepatuhan
Pencegahan insiden, kecelakaan, ketidaksesuaian, dan tindakan korektif	Pelaporan insiden
	Investigasi dan analisis insiden
	Tindakan korektif dan pencegahan
Catatan dan manajemen arsip	Pencatatan temuan dan penyimpanan laporan
Audit	Audit external
	Audit internal
Tinjauan ulang manajemen	Meninjau pelaksanaan K3

Sumber: (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009)

Berdasarkan Tabel 2.4 tindakan pengecekan dan perbaikan keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal dilakukan dengan pengukuran dan pemantauan, pencegahan insiden, kecelakaan, ketidaksesuaian, dan tindakan korektif, catatan dan manajemen arsip, audit, dan tinjauan ulang manajemen.

2.2.3. Risiko Kecelakaan Kerja di Galangan Kapal

Menurut Panduan untuk Pekerja dan Pegawai Alberta menyebutkan bahwa faktor penyebab kecelakaan kerja adalah manusia, peralatan, material, dan lingkungan. Uraian dari faktor penyebab kecelakaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor risiko kecelakaan kerja

Faktor	Uraian
Manusia	Keterampilan dan pengetahuan yang minim
	Masalah fisik dan mental
	Motivasi yang minim
	Salah penempatan
Peralatan	Peralatan yang tidak layak digunakan
	Tidak mengikuti panduan penggunaan
	Tidak dilakukan perawatan
	Tidak dipasang dengan benar
Material	Jenis material yang menimbulkan bahaya
	Salah penanganan
Lingkungan	Jenis tempat kerja
	Lingkungan kerja menimbulkan bahaya kesehatan dan keselamatan

Sumber: (Act, 2019)

Faktor manusia merupakan faktor terbesar kecelakaan kerja di galangan kapal (Setiawan, 2013). Setiawan mengungkapkan hasil analisis tim manajemen K3 menunjukkan bahwa mayoritas penyebab kecelakaan kerja terjadi karena tindakan tidak aman (*unsafe action*) pekerja. *Unsafe action* yang seringkali dilakukan pekerja sehingga menyebabkan 80% dari kecelakaan kerja adalah tidak patuh dalam memakai APD, kurang memahami SOP Kerja, cara kerja yang tidak baik dan meremehkan bahaya lingkungan sekitar. Sedangkan *unsafe condition* yang biasa terjadi misalnya keadaan lingkungan tempat kerja yang tidak tertata rapi seperti banyak tumpukan kayu, tidak adanya sarana turun, tidak adanya pegangan pada *manhole*, dan lainnya.

Pekerjaan yang dilakukan di galangan kapal memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Risiko kecelakaan kerja dapat dikelompokkan berdasarkan pekerjaan yang dilakukan. Pekerjaan tersebut diantaranya yaitu persiapan permukaan, proses pengecatan, dan proses pengelasan (Celebi, 2015). Semua proses pekerjaan tersebut memiliki efek terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja galangan kapal.

Risiko kecelakaan kerja di galangan kapal berasal dari pekerjaan permukaan, jatuh dari ketinggian, dan pelapisan permukaan. Pekerjaan permukaan seperti *blasting* dan *thermal stripping* memiliki risiko yang signifikan terhadap kulit, mata, pendengaran, dan pernafasan dari bahan kimia beracun dan korosif. Risiko lainnya yaitu terbakar, terpotong, dan terkoyak. Jatuh dari ketinggian merupakan penyebab utama kematian di galangan kapal. Melakukan pekerjaan di ketinggian sering dilakukan di galangan kapal. Pekerjaan pelapisan permukaan memiliki risiko ledakan dan kebakaran serta bahaya bahan berbahaya beracun yang membahayakan pernafasan dan kulit. Ledakan dan kebakaran diakibatkan dari rendahnya titik nyala bahan kimia yang digunakan selama pekerjaan pelapisan Uap beracun dan kabut dari cat dan pelarut cat dapat menimbulkan bahaya kesehatan jika terhirup selama melakukan pekerjaan pengecatan. Sifat bahan yang korosif dapat menyebabkan kerusakan pada mata dan kulit jika terjadi kontak yang tidak disengaja.

Kecelakaan dapat dikurangi bahkan akan dapat dicegah atau dihindari. Tindakan pencegahan kecelakaan, dapat dilakukan diantaranya dengan program tri-E (Program *Triple E*) yang terdiri dari beberapa hal sebagai berikut (Sedarmayanti, 2009).

1. Teknik (*engineering*)

Teknik (*engineering*) artinya tindakan pertama adalah melengkapi semua perkakas dan mesin dengan alat pencegah kecelakaan (*safety guards*) misalnya tombol untuk

menghentikan bekerjanya alat/mesin (*cut of switches*) serta alat lain, agar mereka secara teknis dapat terlindungi

2. Pendidikan (*education*)

Pendidikan (*education*) artinya perlu memberikan pendidikan dan latihan kepada para pegawai untuk menanamkan kebiasaan bekerja dan cara kerja yang tepat dalam rangka mencapai keadaan yang aman (*safety*) semaksimal mungkin.

3. Pelaksanaan (*enforcement*)

Pelaksanaan (*enforcement*) artinya tindakan pelaksanaan, yang memberi jaminan bahwa peraturan pengendalian kecelakaan dilaksanakan.

Pihak pimpinan harus melakukan kerja sama dengan para pegawai agar pengendalian kecelakaan di tempat kerja menjadi efektif. Selain itu pimpinan hendaknya mengusahakan agar tindakan pengamanan diketahui dan dilaksanakan oleh pegawai. Adapun usahan untuk menyusun tindakan pengamanan antara lain dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Mendidik pegawai untuk mengetahui bahaya yang mungkin terjadi
2. Menyediakan fasilitas/bidang pekerjaan yang aman
3. Mengusahakan adanya pos Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)
4. Menyediakan alat (termasuk pakaian/perlindungan kerja khusus), guna melindungi pegawai pada waktu melaksanakan tugas

2.2.4. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pelatihan kesehatan dan keselamatan kerja bagi karyawan adalah sebuah proses mengajarkan pengetahuan dan keahlian tertentu serta sikap agar karyawan semakin terampil dan mampu dalam melaksanakan tanggung jawabnya dengan semakin baik sesuai dengan standar (Mangkuprawira, 2002).

Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja dibedakan berdasarkan tingkat organisasinya. Pelatihan tersebut diberikan untuk tingkat manajemen, personil pengawas, dan pekerja (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009). Pelatihan keselamatan kerja untuk tingkat manajemen mencakup sistem manajemen keselamatan, kebijakan organisasi keselamatan, persyaratan hukum tentang keselamatan dan tugas serta tanggung jawab dalam keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal. Personil pengawas harus memiliki pengalaman pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja khusus agar memiliki pemahaman yang lebih baik tentang aspek keselamatan operasi kerja untuk memastikan setiap pekerjaan dilakukan dengan aman. Pelatihan keselamatan kerja untuk pekerja dilakukan secara *inhouse* sebelum diizinkan untuk mulai bekerja. Galangan kapal harus

memastikan bahwa tidak ada pekerja yang ditugaskan untuk melakukan pekerjaan berisiko tinggi kecuali sudah diberikan pelatihan yang diperlukan.

Pelatihan keselamatan kerja berdasarkan jabatannya menurut *Workplace Safety and Health Manual for Marine Industry* dapat dilihat seperti pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal menurut jabatannya

Jabatan	Pelatihan
<i>Fire Watchman</i>	<i>Fire Watchman Course</i>
<i>Lifting Supervisor</i>	<i>Safety Instruction Course for Lifting Supervisors</i>
<i>Marine Metal Scaffold Erector</i>	<i>Marine Metal Scaffolding Erector Course or Certificate of Competency Marine Metal Scaffolding Certificate</i>
<i>WSH Officer</i>	<i>Specialist Diploma in WSH</i>
<i>Safety Assessor (Hot Work)</i>	<i>Shipyards Safety Assessors (Hot Work Certification) Course</i>
<i>Safety Supervisor</i>	<i>Shipyards Safety Assistants Course</i>
<i>Supervisor</i>	<i>Shipyards Supervisor Safety Course</i>
<i>Marine Tradesman</i>	<i>Shipyards Safety Instruction Course (SSIC) – General Trade</i>
<i>Welder, Burner, Gouger, Pipe Worker, Steelworker</i>	<i>Shipyards Safety Instruction Course (SSIC) - General Trade and SSIC - Hot Work</i>
<i>Ship Repair Manager</i>	<i>Shipyards Safety Instruction Course (SSIC) for Ship Repair Managers</i>
<i>Painter</i>	<i>Shipyards Safety Instruction Course (SSIC) – General Trade and SSIC - Painter Trade</i>
<i>Tower Crane Operator</i>	<i>Tower Crane Operator</i>
<i>Mobile Crane Operator</i>	<i>Mobile Crane Operator</i>
<i>Metal Scaffold Supervisor</i>	<i>Marine Metal Scaffolding for Supervisors Course</i>
<i>Noise Monitoring Officer</i>	<i>Noise Monitoring Course</i>
<i>Noise Control Officer</i>	<i>Noise Control Course</i>
<i>Rigger</i>	<i>Marine Rigger Course</i>
<i>Signalman</i>	<i>Marine Signalman Course</i>

Sumber: (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009)

Selain pelatihan yang ditunjukkan pada Tabel 2.4 di atas terdapat sepuluh topik pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja secara *in-house* juga perlu dilakukan di galangan kapal. Topik pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja secara *in-house* mencakup hal-hal di bawah ini.

1. Masalah umum keselamatan dan kesehatan kerja, kebijakan, aturan, dan regulasi.
2. Observasi bahaya dan penilaian risiko.

3. Prosedur kerja yang aman termasuk selama keadaan darurat.
4. Izin untuk bekerja, isolasi, *gas free*, memasuki ruang terbatas, tanggap darurat.
5. Metode dan prosedur khusus perusahaan seperti penggunaan mesin bengkel yang aman.
6. Topik umum seperti pelindung diri, perancah, terpeleset, jatuh dari ketinggian.
7. *Briefing* sebelum melaksanakan tugas untuk menyoroti bahaya dan metode untuk menghadapinya.
8. Demonstrasi tugas-tugas tertentu.
9. Pengembangan keterampilan pengawasan.
10. Latihan dan pelatihan.

2.3. Materi Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan jasmani maupun rohani tenaga kerja khususnya dan manusia pada umumnya serta hasil karya dan budaya untuk menuju masyarakat adil dan makmur. Semua ilmu dan penerapan dari keselamatan dan kesehatan kerja digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, kebakaran, ledakan, dan pencemaran lingkungan.

2.3.1. Dasar Hukum Penerapan Keselamatan Kerja di Tempat Kerja

1. Undang-undang Nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
 - a. Bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan dan meningkatkan produksi serta produksi Nasional;
 - b. Bahwa setiap orang lainnya yang berada di tempat kerja perlu terjamin pula keselamatannya;
 - c. Bahwa setiap sumber produksi perlu dipakai dan dipergunakan secara aman dan efisien;
 - d. Bahwa berhubung dengan itu perlu diadakan segala daya upaya untuk membina norma-norma perlindungan kerja;
 - e. Bahwa pembinaan norma-norma itu perlu diwujudkan dalam undang-undang yang memuat ketentuan-ketentuan umum tentang keselamatan kerja yang sesuai dengan perkembangan masyarakat, industri, teknik, dan teknologi.
2. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 tahun 1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

- a. Bahwa terjadinya kecelakaan di tempat kerja sebagian besar disebabkan oleh faktor manusia dan sebagian kecil disebabkan oleh faktor teknis;
 - b. Bahwa untuk menjamin keselamatan dan kesehatan tenaga kerja maupun orang lain yang berada di tempat kerja, serta sumber produksi, proses produksi, dan lingkungan kerja dalam keadaan aman, maka perlu penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja;
 - c. Bahwa dengan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dapat mengantisipasi hambatan teknis dalam era globalisasi perdagangan;
 - d. Bahwa untuk Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja perlu ditetapkan Peraturan Menteri.
3. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 4 tahun 1987 tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja .
- a. Bahwa untuk mencegah terjadinya gangguan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja dalam rangka peningkatan efisiensi dan produktivitas kerja, perlu penerapan keselamatan kerja, higene perusahaan dan kesehatan kerja di perusahaan-perusahaan;
 - b. Bahwa bertalian dengan hal tersebut diatas, perusahaan perlu memiliki Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja untuk membantu pimpinan perusahaan dalam penerapan keselamatan kerja, higene perusahaan dan Kesehatan Kerja;
 - c. Bahwa untuk maksud itu perlu ditetapkan dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2009.
- a. Bahwa perkembangan penyelenggaraan bangunan gedung di perkantoran dewasa ini semakin kompleks baik dari segi intensitas, teknologi, maupun kebutuhan prasarana dan sarananya;
 - b. Bahwa keselamatan masyarakat yang berada di dalam bangunan gedung dan lingkungannya harus menjadi pertimbangan utama khususnya terhadap bahaya kebakaran, agar manusia dapat melakukan kegiatannya, dan meningkatkan produktivitas serta kualitas hidupnya;
 - c. Bahwa Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/KPTS/2000 tentang Ketentuan Teknis Manajemen Penanggulangan Kebakaran di Perkotaan belum cukup memberikan jaminan bagi masyarakat sebagaimana

- dimaksud dalam huruf b, sehingga perlu dicabut dan ditetapkan peraturan menteri yang baru;
- d. Bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, dan huruf c perlu menetapkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Teknis Manajemen Proteksi Kebakaran di Perkotaan.
5. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 48 tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran.
 - a. Bahwa perkantoran sebagai salah satu tempat kerja, tidak terlepas dari berbagai potensi bahaya lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kesehatan para karyawan didalamnya;
 - b. Bahwa dalam rangka mendukung terwujudnya upaya keselamatan dan kesehatan kerja di gedung perkantoran diperlukan standar penyelenggara keselamatan, kesehatan kerja, lingkungan kerja, sanitasi dan ergonomic perkantoran;
 - c. Bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Menteri Kesehatan tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran.
 6. Keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan Nomor KEP.113/DJPPK/IX/2006.
 - a. Bahwa kegiatan industri yang dilakukan di dalam ruang terbatas semakin meningkat dan berpotensi menimbulkan bahaya bagi tenaga kerja maupun asset perusahaan lainnya;
 - b. Bahwa untuk mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang ditimbulkan oleh bahaya bahan-bahan kimia yang mengandung racun dan mudah terbakar yang terdapat di dalam ruang terbatas, maka diperlukan pengendalian dan pengawasan secara berjenjang yang dilakukan oleh personil yang kompeten di bidang keselamatan dan kesehatan kerja ruang terbatas;
 - c. Bahwa untuk itu perlu adanya pedoman yang mengatur ketentuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja ruang terbatas/*confined spaces* dan petugas keselamatan dan kesehatan kerja di ruang terbatas/*confined spaces* dalam bentuk surat keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan.

2.3.2. Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri adalah seperangkat alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh atau sebagian tubuhnya terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya atau

kecelakaan kerja. Potensi kecelakaan kerja yang dapat diminimalisir ketika menggunakan alat pelindung diri diantaranya yaitu benda tajam, objek yang berjatuh, percikan api, dan cipratan bahan kimia berbahaya. Pekerjaan tertentu memiliki risiko tersendiri sehingga perlu digunakan alat pelindung diri khusus.

A. Jenis-Jenis Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri wajib adalah alat pelindung diri yang harus dikenakan ketika mengunjungi area pekerjaan yang memiliki risiko kecelakaan kerja. Beberapa peralatan pelindung diri wajib diantaranya yaitu sebagai berikut.

1. Helm Pengaman
2. Kacamata Pengaman
3. Pakaian Kerja
4. Sepatu Keselamatan

Alat pelindung diri spesialis adalah alat pelindung diri yang harus digunakan ketika melakukan pekerjaan tertentu yang memiliki risiko lebih tinggi. Peralatan pelindung diri spesialis dapat berbeda-beda tergantung risiko pekerjaan yang dilakukan. Beberapa pekerjaan yang diharuskan menggunakan alat pelindung diri spesialis yaitu pengawas, tukang las, fitter, operator las potong, operator blasting, tukang cat, pembersih tangki, operator permesinan, operator gerindra, operator mesin kayu.

1. Pengawas/Inspektur/Surveyor

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh pengawas yaitu sebagai berikut.

- a. Helm Pengaman
- b. Kacamata Pengaman
- c. Pakaian Kerja
- d. *Full Body Harness* (bila bekerja di ketinggian lebih dari 2 meter)
- e. Sepatu Keselamatan
- f. Sarung Tangan Katun/ Kulit Pendek

2. Welder

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh tukang las yaitu sebagai berikut.

- a. Helm Pengaman
- b. Kacamata Pengaman

- c. Pakaian Kerja
- d. *Full Body Harness* (bila bekerja di ketinggian lebih dari 2 meter)
- e. Sepatu Keselamatan
- f. Sarung Tangan Katun/ Kulit Panjang
- g. Apron Kulit
- h. Kaplas Tangan/ Kepala
- i. Jaket dan Celana Las (tergantung risiko pekerjaan yang dihadapi)
- j. *Welding Respirator*

3. *Fitter*

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh *fitter* yaitu sebagai berikut.

- a. Helm Pengaman
- b. Pakaian Kerja
- c. *Full Body Harness* (bila bekerja di ketinggian lebih dari 2 meter)
- d. Stiwel
- e. Sepatu Keselamatan
- f. Sarung Tangan Katun/ Kulit Panjang
- g. *Toxic Respirator*
- h. Apron Kulit
- i. Kaplas Tangan/ Kepala

4. Operator Las Potong *Brander*

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator las potong *brander* yaitu sebagai berikut.

- a. Helm Pengaman
- b. Pakaian Kerja
- c. *Full Body Harness* (bila bekerja di ketinggian lebih dari 2 meter)
- d. Stiwel
- e. Sepatu Keselamatan
- f. Sarung Tangan Katun/ Kulit Panjang
- g. *Toxic Respirator*
- h. Apron Kulit
- i. Kacamata Brander

5. Operator *Blasting*

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator *blasting* yaitu sebagai berikut.

- a. Pakaian Kerja
- b. Baju terusan dari kulit
- c. *Earplug*
- d. Sarung Tangan Kulit Panjang
- e. *Full Body Harness*
- f. *Air supply hood sandblasting*
- g. Sepatu Keselamatan

6. Operator Cat Semprot

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator cat semprot yaitu sebagai berikut.

- a. Pakaian Kerja
- b. *Google glass*
- c. *Toxic Respirator*
- d. Helm pengaman
- e. Sarung tangan kimia
- f. *Air supply hood sandblasting*
- g. Sepatu Keselamatan

7. Operator Pembersih Tangki

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator pembersih tangki yaitu sebagai berikut.

- a. *Google glass*
- b. Helm Pengaman
- c. Pakaian Kerja
- d. Baju tahan kimia
- e. Sarung tangan kimia
- f. *Air supply hood respirator*
- g. Sepatu Karet anti kimia

8. Operator Proses Permesinan

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator proses permesinan yaitu sebagai berikut.

- a. Helm Pengaman

- b. Pakaian Kerja
- c. Sarung tangan kulit pendek
- d. *Toxic Respirator*
- e. Sepatu Keselamatan
- f. *Goggle safety glass*

9. Operator Gerinda

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator gerinda yaitu sebagai berikut.

- a. Pakaian Kerja
- b. Pelindung Wajah
- c. *Earplug*
- d. Helm pengaman
- e. Sarung tangan kulit pendek
- f. *Full Body Harness*
- g. Sepatu Keselamatan
- h. *Toxic Respirator*

10. Operator Kayu

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh operator kayu yaitu sebagai berikut.

- a. Pakaian Kerja
- b. Kacamata pelindung
- c. *Earplug*
- d. Helm pengaman
- e. Sarung tangan kulit pendek
- f. Sepatu Keselamatan
- g. *Mini dust masker*

11. Tamu

Beberapa peralatan pelindung diri yang wajib digunakan oleh tamu yaitu sebagai berikut.

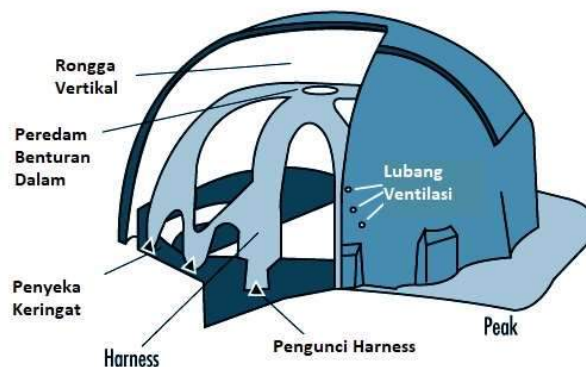
- a. Helm Pengaman
- b. Kacamata Pengaman
- c. Pakaian Kerja
- d. Sepatu Keselamatan

B. Spesifikasi Alat Pelindung Diri

Alat Pelindung Diri harus memenuhi standar minimum di Indonesia yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk menjamin keselamatan pekerja. Standar tersebut dispesifikasikan sebagai berikut.

1. Helm Pengaman

Helm pengaman berguna untuk melindungi kepala dari benda yang berjatuh dan kontak yang tidak disengaja pada kepala. Helm pengaman terdiri dari dua bagian utama yaitu cangkang dan suspensi. Cangkang berguna untuk melindungi kepala dari benturan sementara suspensi tersebut yang menyerap energi yang terjadi ketika benturan. Ketika menggunakan helm pengaman diharuskan untuk mengencangkannya secara pas dengan mengencangkan atau mengendurkan ikatannya. Helm pengaman yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Helm pengaman
(Sumber: “Chapitre 31 - La protection individuelle,” n.d)

- a. Tahan terhadap pukulan atau benturan.
 - b. Tidak mudah terbakar.
 - c. Tahan terhadap bahan kimia.
 - d. Tidak menghantarkan listrik.
 - e. Ringan dan mudah dibersihkan.
- ### 2. Sepatu Keselamatan Kerja

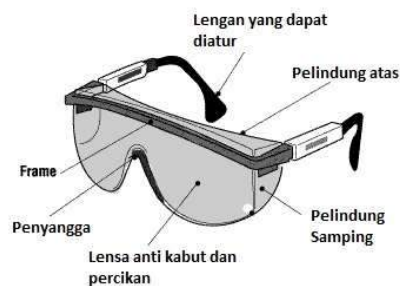
Pada pekerjaan konstruksi sering kali terjadi kecelakaan kerja seperti menginjak paku, tersandung, dan tertimpa benda yang keras. Sehingga saat berada di area konstruksi wajib digunakan sepatu yang tahan terhadap tusukan paku, tidak mudah selip, dan terdapat pelindung jari kaki dari benda yang dapat membahayakan. Sepatu keselamatan yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sepatu keselamatan

- a. Terbuat dari kulit.
 - b. Bagian ujung cap dilengkapi dengan baja sebagai pelindung jari kaki.
 - c. Sol sepatu tahan terhadap panas.
 - d. Sol sepatu tahan terhadap minyak.
 - e. Sol sepatu tahan terhadap asam.
 - f. Sol sepatu tidak mudah patah.
 - g. Sol sepatu tidak selip pada permukaan yang kering.
 - h. Sol sepatu tidak mudah terkikis.
3. Pelindung Mata dan Wajah

Pelindung mata dan wajah dapat menghindarkan potensi cacat akibat kecelakaan yang disebabkan oleh percikan bahan kimia, bunga api dan material kecil yang berterbangan, debu, dan bahkan radiasi yang ditimbulkan dari proses pengelasan. Pelindung mata yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kacamata pengaman

- a. Melindungi mata dari percikan bahan kimia yang korosif.
- b. Mencegah masuknya debu atau partikel-partikel kecil.

- c. Mencegah mata terpapar gelombang elektromagnetik.
- d. Melindungi mata dari benturan atau pukulan benda keras atau tajam.
- e. Pelindung mata yang digunakan tidak mudah pecah hingga menimbulkan serpihan yang tajam dan tidak mudah lepas dari *frame*-nya.

4. Pakaian Kerja atau Pelindung

Pakaian kerja pelindung atau biasa disebut *wearpack* berfungsi untuk melindungi tubuh dari beberapa risiko kecelakaan kerja di area konstruksi seperti percikan bunga api, material yang berterbangan, dan kontak langsung dari benda yang berbahaya terhadap kulit. Pakaian kerja yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.7.

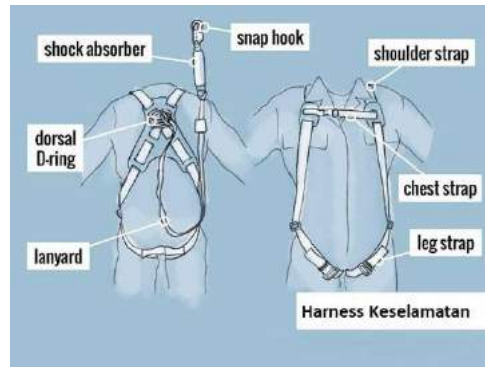


Gambar 2.7 *Wearpack*

- a. Terbuat dari bahan kain yang tidak panas dan mudah menyerap keringat.
- b. Tidak longgar pada pinggang, dada, dan punggung.
- c. Tidak terdapat lipatan-lipatan.
- d. Tidak mudah terlihat kotor.
- e. Dilengkapi dengan ritsleting dan kancing baju.
- f. Ukuran baju dan celana harus sesuai dengan ukuran pemakai.

5. *Full Body Harness*

Full body harness digunakan pada area kerja yang berada pada dua meter di atas permukaan tanah. *Harness* berguna untuk melindungi pekerja dari risiko jatuh dari ketinggian. *Full Body Harness* yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Harness*

- a. Sabuk memiliki kekuatan tarik sebesar 1500 kilogram.
 - b. Tali memiliki kekuatan tarik sebesar 1830 kilogram.
 - c. Cincin D memiliki kekuatan tarik sebesar 1150 kilogram.
 - d. Kait memiliki kekuatan sebesar 1150 kilogram dan tidak terjadi deformasi.
6. Stiwel
- a. Stiwel terbuat dari bahan kulit sapi asli atau sintesis halus dengan ketebalan 1,4 mm – 1,6 mm.
 - b. Perekat harus kuat dan tebal.
 - c. Jahitan pada ikatan diperkuat dengan kulit.
 - d. Jahitan di setiap sambungan dijahit dua kali.
 - e. Pada pengikat diperkuat dengan keeling atau rivet.
7. *Respirator*
- Pada daerah kerja pengecatan, insulasi, dan pekerjaan yang melibatkan asap pekerja diharuskan menggunakan respirator untuk dapat bernafas dengan aman dan terhindar dari potensi cacat pada organ pernafasan yang disebabkan oleh bahan kimia yang terhisap. *Respirator* yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Respirator*
(Sumber: safetyworks.com, 2019)

- a. Respirator berfungsi untuk melindungi dari paparan debu, gas uap, *fumes*, asap, dan kabut.
 - b. Respirator untuk pengelasan memiliki spesifikasi dengan filter yang dapat menangkap *metal fumes* yang berukuran kurang dari 1 mikron.
 - c. Respirator debu dan kabut harus memiliki tahanan yang rendah dan efisien terhadap partikel-partikel debu atau *mist* yang berukuran kurang dari 1 mikron.
8. Sarung Tangan
- Sarung tangan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja seperti tersengat listrik, tergores, luka akibat serpihan kayu, dan tumpahan bahan kimia. Gunakan sarung tangan keselamatan sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.
- a. Sarung tangan kulit
Sarung tangan kulit digunakan untuk pengelasan atau pemotongan menggunakan obor. Sarung tangan kulit yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Sarung tangan kulit
(Sumber: Indiamart.com, 2019)

- Telapak tangan terbuat dari kulit yang halus dan lentur.
- Punggung tangan terbuat dari kain.
- Pergelangan tangan diberi karet untuk penguat.
- Bahan dari kulit bagian luar dan lentur.
- Jahitan dobel dan benang tahan api.

b. Sarung tangan kimia.

Sarung tangan kimia digunakan untuk melindungi tangan dari potensi bahaya seperti cipratan atau tumpahan bahan kimia yang bersifat korosif. Sarung tangan kimia yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sarung tangan kimia
(Sumber: grandandtoy.com, 2019)

- Bahan sarung tangan terbuat dari *natural latex* atau *vinyl*.

c. Sarung tangan kain.

Sarung tangan kain digunakan untuk melindungi tangan dari goresan minor saat melakukan pekerjaan. Sarung tangan kain yang sesuai dengan standar dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Sarung tangan kain
(Sumber: bukalapak.com, 2019)

- Terbuat dari bahan katun.

9. *Noise Reduction*

Noise reduction atau sumbat telinga digunakan untuk mengurangi kebisingan akibat pekerjaan konstruksi. Kebisingan yang terus-menerus dapat menyebabkan ketulian pada telinga. Tingkat kebisingan yang dapat ditolerir yaitu dibawah 85 dB, jika kebisingan lebih dari 85 dB maka *noise reduction* wajib digunakan. *Noise Reduction* tidak dapat digantikan dengan headset karena memiliki standar khusus untuk mereduksi tingkat kebisingan.



Gambar 2.13 *Noise reduction*
(Sumber: saftgard.com, 2019)

Noise reduction dapat berbentuk *ear plug* atau sumbat telinga dan *ear muff*. *Ear muff* dapat digunakan jika pekerja memiliki infeksi telinga ringan sehingga tidak melukai saluran luar telinga. Sementara *ear plug* dapat digunakan pada tempat yang panas dan sempit karena bentuknya yang kecil.

2.3.3. Penanggulangan Kebakaran

A. Teori Api dan Anatomi Kebakaran

Api merupakan reaksi kimia yang cepat dan awet yang melepaskan panas, cahaya, dan produk kimia. Reaksi kimia dari bahan yang terbakar dan oksigen atau yang lebih dikenal sebagai oksidasi ini bersifat eksotermis. Proses pembakaran dapat dijelaskan dengan model segitiga api. Dalam segitiga api setiap sisi dari segitiga tersebut mewakili salah satu elemen dasar yang dibutuhkan dalam proses pembakaran, yaitu bahan bakar, panas, dan oksigen. Bahan bakar merupakan sebuah padatan, cairan, maupun gas yang dalam kondisi atmosferik normal akan menguap dan membentuk campuran dengan udara yang akan terbakar jika dipantik. Komponen segitiga lainnya yaitu sumber panas. Sumber panas adalah sumber pengapian dengan energi yang cukup dibutuhkan untuk memulai suatu kebakaran, kecuali untuk bahan dan logam yang terpantik secara spontan. Komponen terakhir pembentuk api yaitu oksigen. Jika jumlah oksigen meningkat maka intensitas dari kebakaran juga akan meningkat. Oksigen tidak selalu berasal dari udara, senyawa kimia tertentu yang dikategorikan oksidator dapat menghasilkan oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran atau meningkatkan intensitas kebakaran. Berikut merupakan klasifikasi api berdasarkan *National Fire Protection Association* (NFPA).

Tabel 2.7 Klasifikasi api

Kelas Api	Material
Api Kelas A	Kayu, kertas, plastik, karet
Api Kelas B	Pelumas, <i>tiner</i> , bensin, cat, oli
Api Kelas C	Peralatan listrik
Api Kelas D	Magnesium, seng, <i>lithium</i>
Api Kelas K	Minyak sayur, minyak goreng, lemak

Sumber: (National Fire Protection Association, 2019)

Pada Tabel 2.7 dijelaskan api kelas A adalah api yang timbul dari bahan padat non-logam yang mudah terbakar seperti kayu, kertas, plastik, dan karet. Api kelas B adalah api yang timbul dari cairan yang mudah terbakar seperti minyak pelumas, *tiner*, bensin, cat, dan oli. Api kelas C adalah api yang timbul dari peralatan listrik yang bertegangan. Api kelas D adalah api yang timbul dari logam yang mudah terbakar seperti magnesium, seng, dan *lithium*. Sementara api kelas K adalah api yang timbul dari bahan-bahan dapur seperti minyak goreng dan lemak.

B. Prinsip-Prinsip Pencegahan Kebakaran

Pencegahan timbulnya api dapat dilakukan dengan mencegah kombinasi bahan bakar, sumber panas, dan oksigen dengan menghilangkan salah satu dari ketiga unsur segitiga api tersebut.

1. Penghilangan Sumber Oksigen

Penghilangan sumber oksigen dapat dilakukan dengan menghindari terjadinya kontak antara hidrokarbon dengan udara. Proses tersebut dapat dilakukan dengan menggantikan oksigen dengan gas inert keluar dari api sehingga menekan kadar oksigen seminimal mungkin.

2. Penghilangan Sumber Bahan Bakar

Penghilangan sumber bahan bakar dilakukan dalam bentuk pencegahan. Beberapa bentuk penghilangan sumber bahan bakar yaitu dengan mengosongkan tangki atau perpipaan yang mengandung bahan bakar sebelum dilakukan pekerjaan panas, penataan bahan mudah terbakar jauh dari sumber panas, dan pemeriksaan kebocoran.

3. Penghilangan Sumber Panas

Penghilangan sumber panas juga dilakukan dalam bentuk pencegahan dengan berhati-hati menggunakan peralatan yang dapat menimbulkan api terbuka seperti mesin las, obor, dan peralatan yang menimbulkan percikan api seperti gerinda, *chipping gun*, dan *blasting*.

C. Teknik Pemadaman Api

Pemadaman api dilakukan dengan cara memutus atau menghilangkan salah satu komponen dalam segitiga api. Terdapat empat cara untuk memadamkan api yaitu *cooling*, *smothering*, *starving*, dan *inhibition*.

1. *Cooling* yaitu pendinginan bahan bakar dengan menghilangkan sumber panas. Misalnya yaitu menyiram air pada bahan bakar seperti kayu yang terbakar.
2. *Smothering* dilakukan dengan cara memotong pasokan oksigen dengan pemberian foam yang mengandung karbon dioksida.
3. *Starving* dilakukan dengan memotong pasokan bahan bakar. Misalnya dengan memberhentikan pasokan gas yang terbakar di dalam pipa.
4. *Inhibition* dilakukan dengan menghentikan reaksi kimia yang terjadi dalam terjadinya api. Teknis dari prosedur ini yaitu memberikan lapisan pada bahan bakar sehingga tidak ada kontak antara bahan bakar dan oksigen di udara.

D. Prosedur Menghadapi Bahaya Kebakaran

Prosedur dalam menghadapi bahaya kebakaran perlu dilakukan untuk menghindari bencana kebakaran yang dapat menimbulkan korban jiwa dan harta. Dalam menghadapi bahaya kebakaran terdapat dua bentuk prosedur yaitu prosedur saat terjadi kebakaran dan prosedur tindak pencegahan kebakaran. Prosedur saat terjadi kebakaran dilakukan dengan tindakan sebagai berikut.

1. Aktifkan alarm kebakaran manual.
2. Beritahu personel terdekat untuk datang ke lokasi kebakaran.
3. Perhatikan apa yang terbakar.
4. Gunakan pemadam kebakaran yang tepat untuk memadamkan kebakaran.
5. Selalu perhatikan keberadaan pintu keluar atau jalur evakuasi selama memadamkan api.
6. Jika api terlalu besar untuk dipadamkan dengan alat pemadam api ringan, segera hubungi stasiun pemadam kebakaran terdekat.
7. Jika mendengar alarm kebakaran segera pergi ke tempat kumpul evakuasi diluar bangunan.
8. Saat evakuasi tutup pintu namun jangan dikunci untuk menghentikan penyebaran asap dan api.
9. Saat meninggalkan bangunan selalu gunakan tangga dan jangan menggunakan lift.

Sementara itu yang perlu dilakukan untuk berjaga-jaga jika terjadi kebakaran yaitu dapat dilakukan dengan tindakan berikut.

1. Tidak menghalangi peralatan pemadam kebakaran. Peralatan pemadam kebakaran harus dapat diakses dengan mudah.
2. Tidak menyimpan benda-benda dekat dengan pintu keluar dan tangga darurat.
3. Ketahui setiap pintu keluar di dalam bangunan.
4. Tampilkan nomor kontak darurat dekat dengan telepon.

E. Jenis Pemadam Kebakaran

Memutus salah satu aspek dalam segitiga api merupakan cara untuk memadamkan kebakaran. Memutus salah satu aspek pembentuk api dapat digunakan unsur sebagai berikut.

Tabel 2.8 Jenis pemadam kebakaran dan pengaplikasiannya

Jenis APAR	Prinsip Pemadaman	Aplikasi	Keterangan
Air	Menghilangkan sumber panas	Kelas A	Tidak untuk api kelas B,C,D, dan K
	Mengisolasi bahan bakar dari oksigen		
Busa	Mengisolasi bahan bakar dari oksigen	Kelas A	Tidak untuk api kelas C dan D

Jenis APAR	Prinsip Pemadaman	Aplikasi	Keterangan
		Kelas B	
Bubuk Kering	Mengisolasi bahan bakar dari oksigen Menahan radiasi panas Menyerap radikal bebas	Kelas A	
		Kelas B	
		Kelas C	
		Kelas D	
Karbon Dioksida	Menghilangkan oksigen dari sekeliling api	Kelas B	
		Kelas C	
<i>Wet Chemical</i>	Membentuk selimut inert	Kelas A	
	Mengisolasi bahan bakar dari oksigen	Kelas K	
	Menghentikan reaksi berantai api		
	Menyerap radikal bebas		

Sumber: (National Fire Protection Association, 2019)

Berdasarkan Tabel 2.8 terdapat lima jenis zat pemadam kebakaran yaitu air, busa, bubuk kering, karbon dioksida, dan *wet chemical* yang semuanya memiliki karakteristik masing-masing sehingga pemakaiannya harus sesuai dengan kelas apinya.

F. Pemadaman Menggunakan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

1. Tarik pin pengunci tuas APAR.
2. Arahkan mulut *nozzle* pada dasar api.
3. Tekan tuas APAR untuk menyembrot zat pemadam api.
4. Padamkan api dengan cara menyembrotkan zat pemadam api dari sisi ke sisi kemudian diikuti gerakan maju ke arah sumber api.

2.3.4. Respon Terhadap Keadaan Darurat

Keadaan darurat merupakan suatu keadaan, kondisi atau kejadian yang tidak normal dimana keadaan ini terjadi secara tiba-tiba dan dapat berubah menjadi bencana yang mengakibatkan banyak korban jiwa dan kerusakan.

A. Prosedur Penanggulangan Keadaan Darurat

1. Respon terhadap kebakaran
 - a. Memperingatkan karyawan lain dengan membunyikan alarm.
 - b. Padamkan secepatnya dengan menggunakan alat pemadam api ringan yang tepat.
 - c. Hubungi bidang pemadam kebakaran.
2. Respon terhadap alarm
 - a. Tetap tenang dan jangan panik.
 - b. Hentikan semua kegiatan, matikan mesin-mesin dimana anda bekerja

- c. Tutup pintu namun tidak dikunci agar asap tidak menyebar.
 - d. Setelah mendapat perintah dari petugas evakuasi/PAM UNIT, lakukan tindakan-tindakan sebagai berikut:
 1. Tinggalkan gedung secepatnya dengan tenang, tertib melalui jalur yang telah ditentukan.
 2. Berjalan dengan cepat jangan berlari.
 3. Jangan menggunakan lift.
 4. Jangan berhenti untuk mengumpulkan barang pribadi dan barang yang dapat menyulitkan proses evakuasi.
 5. Berikan prioritas pada orang lain yang memiliki lemah fisik.
 6. Bila telah bebas keluar dan berada di tempat yang aman, diam di tempat dan tunggu perintah selanjutnya dari petugas/PAM UNIT.
3. Evakuasi
- a. Tetap tenang dan jangan panik.
 - b. Gunakan tangga darurat.
 - c. Berjalan biasa dan jangan berlari.
 - d. Tidak membawa barang yang besar dan menyulitkan evakuasi.
 - e. Beritahu kepada rekan kerja di sekitar ruang untuk berevakuasi bersama yang lain.
 - f. Bila terjebak kepulan asap kebakaran, tetap menuju tangga darurat dengan mengambil nafas pendek, upayakan merayap atau merangkak untuk menghindari asap, jangan berbalik arah karena akan bertabrakan dengan orang di belakang.
 - g. Bila terpaksa menerobos asap maka tahanlah nafas dan cepat menuju pintu darurat.

B. Perlengkapan Pendukung

1. Alat Pemadam Kebakaran
 - a. APAR harus tersedia di setiap lantai dan di tempat-tempat yang berisiko kebakaran tinggi.
 - b. Jumlah, jenis dan lokasi penempatan APAR harus dipertimbangkan sesuai dengan rekomendasi dari penilai risiko yang telah dilakukan.
 - c. Lokasi penempatan APAR harus berada di tempat yang mudah dilihat, mudah dijangkau dan tidak terhalang oleh benda lain.
 - d. Kondisi APAR harus diperiksa secara berkala setiap bulan.
2. Peralatan Medis

Peralatan medis seperti kotak P3K, tandu, *Automated External Defibrillator* untuk pacu jantung harus diperiksa secara berkala. Jumlah kotak P3K yang berada di galangan disesuaikan dengan jumlah pekerja di galangan tersebut. Jumlah minimal kotak P3K dapat diklasifikasikan sesuai dengan jumlah pekerja yang dapat dilihat pada Tabel 2.9 di bawah.

Tabel 2.9 Jumlah kotak P3K berdasarkan banyaknya pekerja

Jumlah Pekerja	Jumlah Minimal dan Tipe Kotak P3K
25 atau kurang	1 box tipe A
Setiap 50 pekerja	1 box tipe B atau 2 box tipe A
Setiap 100 pekerja	1 box tipe C atau 2 box tipe B

Sumber: (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009)

Menurut Tabel 2.9 jumlah kotak P3K disesuaikan oleh banyaknya jumlah pekerja yang dibagi menjadi tiga kategori yaitu dua puluh lima atau kurang, setiap lima puluh pekerja, dan setiap seratus pekerja.

Isi dari kotak P3K dan jumlah masing-masing dari kotak P3K dapat dilihat pada Tabel 2.10 di bawah ini.

Tabel 2.10 Isi kotak P3K

Isi Kotak P3K	Kotak A	Kotak B	Kotak C
Balut adhesive steril	20	40	40
Perban 5 cm	1	2	4
Perban 10 cm	1	3	6
Kasa penyerap	5	10	15
Pita <i>hypoallergic</i>	1	1	2
Perban segitiga	4	4	6
Gunting	1	1	1
Peniti	4	4	6
Sarung tangan sekali pakai	2	2	4
Pelindung mata	2	4	6
<i>Eye pad 2 4 6</i>	2	4	6
Masker resusitasi	1	1	2
Air steril atau air garam 100 ml	1	3	3
Senter	1	1	1

Sumber: (Workplace Safety and Health Council & ASMI - Association of Singapore Marine Industries, 2009)

Menurut Tabel 2.10 jumlah dari isi kotak P3K dapat dikelompokan berdasarkan tipe kotaknya. Kotak tersebut memiliki tipe Kotak A, Kotak B, dan Kotak C.

3. Denah Lantai

Denah lantai harus disediakan di tiap lantai yang berisi keterangan sebagai berikut.

- a. Jalur evakuasi dan tempat berkumpul.
 - b. Lokasi Alat Pemadam Kebakaran Ringan.
 - c. Tangga dan pintu darurat.
 - d. Prosedur evakuasi.
4. Papan Tanda

Papan tanda yang digunakan di tempat kerja haruslah cukup besar dan jelas agar mudah dilihat dan dipahami. Semua tanda membutuhkan cahaya yang memadai dan ukuran yang dapat dilihat dari jarak pandang yang cukup jauh. Beberapa papan tanda yang perlu diperhatikan ketika dalam keadaan darurat diantaranya yaitu.

- a. Lokasi titik berkumpul (*Evacuation Assembly Point*)

Papan tanda ini menandakan lokasi titik berkumpul yang dinilai aman saat terjadi keadaan darurat. Papan tanda lokasi titik berkumpul dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Tanda lokasi titik berkumpul
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

- b. Penanda pintu keluar darurat (*Emergency Exit*)

Papan tanda ini menunjukkan pintu keluar darurat dan rute pelarian ke titik berkumpul atau tempat yang aman ketika terjadi keadaan darurat. Papan tanda pintu keluar darurat dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Tanda pintu keluar darurat
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

c. Lokasi telepon darurat

Papan tanda ini menunjukkan lokasi tempat telepon darurat yang digunakan saat kondisi darurat. Papan tanda lokasi ditempatkannya telepon darurat dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Tanda lokasi telepon darurat
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

d. Penanda APAR

Papan tanda ini menunjukkan tempat ditempatkannya Alat Pemadam Api Ringan. Papan tanda ditempatkannya APAR dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Tanda lokasi APAR ditempatkan
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

e. Penanda arah jalur evakuasi

Papan tanda arah jalur evakuasi menunjukkan arah evakuasi menuju titik berkumpul atau lokasi yang aman. Papan tanda arah jalur evakuasi dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Tanda arah jalur evakuasi
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

f. Penanda tangga darurat

Papan tanda tangga darurat menunjukkan jalur evakuasi yang menggunakan tangga untuk karyawan yang berada diatas lantai dasar. Papan tanda tangga darurat dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Tanda tangga darurat
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

g. Penanda lokasi peralatan medis

Papan tanda ini menunjukkan tempat dimana peralatan medis disimpan. Papan tanda lokasi peralatan medis dapat dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Tanda lokasi peralatan medis ditempatkan
(Sumber: Fire Protection Association, 2017)

2.3.5. Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

A. Dasar Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Ruang terbatas adalah ruang yang cukup besar dimana seorang pekerja dapat memasukinya sebagian atau seluruh badanya dengan mengerjakan tugasnya di dalam ruang terbatas tersebut. Ruang terbatas juga mempunyai keterbatasan dalam jalur masuk maupun keluar, yang tidak dirancang untuk tempat tinggal atau keadaan dimana satu atau lebih risiko sebagai berikut.

1. Konsentrasi oksigen diluar dari batas oksigen yang aman.
2. Konsentrasi pencemar udara yang dapat menghilangkan kesadaran atau sesak nafas.
3. Konsentrasi pencemar udara yang mudah terbakar.
4. Tertimbun benda padat yang berjatuhan atau meningginya tingkat zat cair yang dapat menyebabkan mati lemas ataupun tenggelam.

Potensi bahaya di ruang terbatas diantaranya yaitu sebagai berikut.

1. Bahaya energi mekanis.
2. Kekurangan dan kelebihan oksigen.
3. Cairan, gas, dan uap yang mudah terbakar (Metana, Hidrogen, Asetilen, Propana, dan lain-lain).
4. Cairan, gas, dan uap yang beracun (CO, H₂S, asap dari pengelasan, bahan yang bersifat korosif, dan air raksa).
5. Bahan radioaktif.
6. Endapan besi sulfida.
7. Bahaya listrik.
8. Kebisingan dan getaran.
9. Bahaya permukaan seperti licin, tersandung, dan jatuh.
10. Suhu dan kelembaban ekstrim.
11. Tertutupnya jalur masuk dan keluar.
12. Bahaya listrik statis.
13. Masuknya bahan berbahaya melalui saluran atau pipa.
14. Runtuhnya galian.

B. Pengenalan Karakteristik Bahan Kimia Berbahaya di Ruang Terbatas

Menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep.187/MEN/1999 tentang Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja bahan kimia berbahaya adalah bahan kimia dalam bentuk tunggal atau campuran yang berdasarkan sifat kimia atau fisika dan atau

teksikologi berbahaya terhadap tenaga kerja, instansi, dan lingkungan. Kriteria bahan kimia berbahaya yaitu terdiri dari.

1. Bahan beracun.
2. Bahan sangat beracun.
3. Cairan mudah terbakar.
4. Cairan sangat mudah terbakar.
5. Gas mudah terbakar.
6. Bahan mudah meledak.
7. Bahan reaktif.
8. Bahan oksidator.

Bahan kimia yang termasuk kriteria bahan beracun atau sangat beracun ditetapkan dengan memperhatikan sifat kimia, fisika, dan toksik. Bahan beracun dalam hal pemajanan melalui mulut tidak boleh lebih dari 200 mg/kg dari berat badan, dan melalui kulit tidak boleh lebih dari 400 mg/kg berat badan, atau melalui pernafasan tidak boleh lebih dari 2 mg/l. Sementara untuk bahan sangat beracun dalam hal pemajanan melalui mulut tidak boleh lebih dari 25 mg/kg berat badan, dan melalui kulit tidak boleh lebih dari 25 mg/kg berat badan, atau pernafasan 0,5 mg/l. Bahan kimia yang termasuk kriteria mudah meledak adalah bahan kimia yang apabila reaksi dari bahan kimia tersebut menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan yang besar serta suhu yang tinggi, sehingga menimbulkan kerusakan disekelilingnya. Sebagai contoh bahan kimia yang bereaksi dengan air kemudian mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar atau jika bereaksi dengan asam akan mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar atau beracun dan korosif.

Bahan kimia yang termasuk kriteria cairan mudah terbakar, cairan sangat mudah terbakar, dan gas mudah terbakar ditetapkan dengan memperhatikan sifat kimia dan fisika sebagai berikut.

1. Cairan mudah terbakar dalam hal titik nyala lebih dari 21°C dan kurang dari 55°C pada tekanan satu atmosfer.
2. Cairan sangat mudah terbakar dalam hal titik nyala kurang dari 21°C dan titik didih lebih dari 20°C pada tekanan satu atmosfer.
3. Gas mudah terbakar dalam hal titik didih kurang dari 20°C pada tekanan satu atmosfer.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat pengerjaan di ruang terbatas yaitu sebagai berikut.

1. Dilarang memasuki atau bekerja pada ruang terbatas sebelum dilakukan pemeriksaan gas yang menyatakan ruangan tersebut dapat dimasuki atau dapat dilakukan pengerjaan.

2. Selama pekerjaan berlangsung, seorang pengawas harus selalu menjaga secara terus-menerus di luar ruangan.
3. Bila dalam pekerjaan tersebut diperkirakan menimbulkan bahaya listrik statis yang menyebabkan suatu kebakaran atau ledakan, harus dilakukan pencegahan dengan membuat hubungan ke tanah untuk pekerjaan yang berhubungan dengan logam.
4. Instalasi listrik baik pada sambungan-sambungan kabel maupun peralatan lainnya harus tersedia dengan isolator yang baik.
5. Dilarang untuk merokok, membawa api terbuka atau pemantik, menggunakan cat semprot saat sedang dilakukan pengelasan, memakai pakaian yang berminyak, menggunakan perkakas yang kotor dan rusak.
6. Menggunakan perlengkapan Alat Pelindung Diri sebagai berikut.
 - a. Respirator
 - b. Masker
 - c. Sepatu keselamatan
 - d. Helm keselamatan
 - e. Sabuk pengaman
 - f. Kacamata pelindung
 - g. Sarung tangan
 - h. Tabung oksigen jika diperlukan
 - i. Pakaian kerja
 - j. Pelindung telinga
7. Bila melakukan pekerjaan panas, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut.
 - a. Bahan-bahan yang mudah terbakar atau meledak harus ditinggalkan pada jarak yang aman atau dilindungi dari efek pekerjaan panas.
 - b. Kandungan udara yang berada dalam ruangan harus dihisap dengan peralatan penghisap tipe anti ledakan.
 - c. Outlet dari peralatan ventilasi harus diatur penempatannya sedemikian rupa sehingga uap atau asap yang dihasilkan tidak masuk ke dalam ruangan atau bagian lainnya yang menimbulkan bahaya tambahan.
 - d. Pipa yang berada di dalam kompartemen atau ruangan dimana pekerjaan panas dilakukan agar diisolasi atau ditutup.
 - e. Perhatikan kompartemen atau ruangan yang dilapisi dengan bitumastik atau diisi dengan minyak sebagai bahan pelindung karat, seperti tangki *void*, tangki air dan

sebagainya karena kompartemen atau ruangan tersebut dapat dipenuhi oleh gas yang mudah terbakar atau meledak saat dilakukan pekerjaan panas.

- f. Hindarkan masuknya percikan api ke dalam tempat yang diduga mengandung gas yang mudah terbakar, seperti tangki bahan bakar, tangki yang baru dicat dain lain sebagainya.
- g. Lakukan koordinasi dengan unit kerja lain yang terkait dengan pekerjaan tersebut.

C. Prosedur Memasuki Ruang Terbatas

Prosedur memasuki ruang terbatas terdiri dari tahap persiapan hingga penerbitan *work permit* atau izin bekerja. Prosedur tersebut dijelaskan dalam diagram alur dibawah ini.



Gambar 2.21 Prosedur penerbitan *work permit* untuk ruang terbatas

Pada tahap pertama yang dilakukan untuk memasuki ruang terbatas adalah pengajuan izin bekerja di ruang terbatas. Izin bekerja diajukan kepada pihak supervisor dan divisi HSE. Setelah melakukan pengajuan, pihak HSE dan supervisor akan melakukan tindakan pada ruang terbatas dengan melakukan pengecekan gas dan *gas free* jika diperlukan. Setelah ruang terbatas dinilai aman untuk dilakukan pengerjaan maka surat izin bekerja siap diterbitkan dengan meminta otorisasi dari manager divisi terkait dan kepala HSE.

1. Tidak ada pekerja yang diizinkan memasuki ruang terbatas kecuali mereka yang telah dilatih dan diberi kewenangan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut oleh supervisor.
2. Supervisor harus membicarakan dengan para pekerja tentang persiapan yang tepat untuk memasuki ruang terbatas, yakni yang berkaitan dengan bahaya.
3. Seluruh pekerja yang terlibat harus diberi tahu bahan-bahan apa saja yang terkandung di dalam ruang terbatas, juga setiap bahaya yang mungkin dapat ditemukan dan pula tatacara pertolongan pertama.

D. Pembersihan dan Pembuangan Gas dan Cairan dalam Ruang Terbatas

Setelah melakukan isolasi bahaya dilakukan, ruang terbatas harus dibersihkan dari gas dan cairan berbahaya. Pembersihan dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Tekanan dalam sistem ruang terbatas diturunkan hingga mencapai tekanan atmosfer melalui saluran pembuangan gas.
2. Buang sisa cairan melalui sistem saluran pembuangan.
3. Lakukan pembersihan gas dengan gas inert hingga berada di bawah kadar mudah terbakar.
4. Setelah mencapai titik di bawah sifat mudah terbakar, udara di dalam ruang terbatas baru boleh dihembuskan keluar.

E. Pasokan Udara

Pekerjaan di ruang terbatas memiliki sirkulasi udara yang terbatas. Oleh sebab itu pasokan udara diperlukan agar pekerja mendapat kebutuhan oksigen yang cukup. Pasokan udara ke dalam ruang terbatas harus memenuhi hal-hal sebagai berikut.

1. Ruang terbatas harus diventilasi terus menerus menggunakan ventilasi alami, udara bertekan, kipas angin, atau *blower* bila diperlukan. Apabila memungkinkan, ventilasi ke bagian atas dari ruang terbatas guna memudahkan gas-gas ringan untuk lepas ke udara dan mencegah kemungkinan terbentuknya alur perangkap di bagian paling bawah.
2. Dikarenakan gas-gas dapat bocor dan masuk ke ruang terbatas dan mengakibatkan konsentrasi oksigen berkurang, sumber ventilasi harus dijaga selama seorang berada di ruang terbatas.
3. Apabila ruang terbatas mempunyai bagian yang terbuka diatas dan dibawah, pasokan udara disalurkan melewati bagian yang terbuka dibagian atas dan kipas hisap dipasang dibagian bawah ruangan untuk menarik udara dari bagian atas melewati ruangan terbatas keluar dari bagian bawah ke udara bebas.
4. Apabila ruangan terbatas tidak mempunyai bagian-bagian yang terbuka di atas dan di bawah, bagian yang terbuka harus ditentukan dan kipas angin harus dipasang untuk meniupkan udara ke dalam ruangan. Kandungan oksigen harus masih tetap terbaca antara 19,5% - 23,5% sebelum memasuki ruangan terbatas diizinkan.

F. Tata Cara Sebelum Memasuki Ruang Terbatas

1. Seluruh saluran, termasuk saluran pembuangan yang terhubung dengan ruang terbatas harus diperiksa sesuai dengan kemungkinan adanya bahaya. Pastikan bahwa seluruh saluran pembuangan dalam keadaan tertutup atau terisolasi.
2. Hanya lampu portabel yang sudah dipastikan aman atau lampu gantung yang tidak menimbulkan lompatan listrik yang boleh dipakai di area ruang terbatas. Lampu pijar biasa sangat berbahaya digunakan karena percikan api dari saklar atau terpaparnya filament panas dari lampu terhadap bahan yang mudah terbakar maka itu akan bisa menyala dan meledak.
3. Setiap pekerja harus membaca tata cara memasuki ruang terbatas dan meminta izin supervisor serta harus mengenakan seluruh peralatan pelindung diri yang diperlukan.
4. Sebelum membuka penutup lubang, keadaan udara disekitarnya harus dipantau untuk memastikan bahwa kandungan oksigen dalam taraf aman yaitu 19,5% - 23,5% dan gas yang mudah terbakar tidak boleh melebihi paparan aman untuk kesehatan.
5. Seluruh bagian ruang terbatas harus diperiksa konsentrasi gas beracun, kadar oksigen, dan potensi ledakan oleh operator yang berpengalaman akan alat pengujian sebelum diizinkan masuk.
6. Supervisor harus memastikan bahwa ruang terbatas telah aman untuk dimasuki.
7. Setiap pekerja yang akan memasuki ruang terbatas harus menerima penjelasan di dekat ruang terbatas yang disebut *Tailboard Briefing*.

2.4. Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya Saat Ini

Saat ini telah dilakukan beberapa pelatihan keselamatan kerja menggunakan teknologi realitas maya sebagai salah satu bahkan peralatan ajar secara keseluruhan. Seperti contohnya lembaga pelatihan VRSENSE yang berpusat di Warsaw dan pelatihan yang diselenggarakan oleh instansi pemerintah seperti *British Safety Council* yang memberikan berbagai jenis sertifikasi salah satunya sertifikasi keselamatan dan kesehatan kerja.

2.4.1. VRSENSE

Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja yang dikembangkan oleh VRSENSE berfokus pada pelatihan berbasis *virtual reality*. Instansi ini menjual produk aplikasi simulasi *virtual reality* dalam bentuk *compact disk* dan peralatan *virtual reality* pendukung aplikasi simulasi yang mereka kembangkan. Beberapa pelatihan keselamatan kerja yang dikembangkan oleh VRSENSE adalah sebagai berikut.

1. Keamanan Kebakaran Umum

2. Keamanan Kebakaran Produksi Farmasi
3. Identifikasi Bahaya Umum
4. Identifikasi Bahaya Konstruksi

Aplikasi simulasi pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja yang dikembangkan oleh VRSENSE hanya dapat dijalankan pada perangkat keras *HTC Vive*. Perangkat keras ini memiliki *Head-Mounted Display*, dua buah controller, dan membutuhkan seperangkat komputer yang memiliki spesifikasi sebagai berikut.

- Sistem operasi : Windows 10
- Processor : Intel Core i7 atau lebih tinggi
- RAM : 8GB+
- USB : 2 x USB 3.0 ports
- GPU : *GeForce GTX 1080+*



Gambar 2.22 CD Pelatihan identifikasi bahaya umum
(Sumber:VRSENSE, 2019)

Gambar 2.22 merupakan salah satu contoh aplikasi simulasi keselamatan kerja berupa pelatihan Identifikasi Bahaya Umum yang dikembangkan oleh instansi VRSENSE. Aplikasi simulasi tersebut dikemas dalam bentuk *compact disk* sehingga pelatihan keselamatan kerja dapat dilakukan dimana saja selama memiliki perangkat keras *virtual reality* yang mendukung.

2.4.2. *British Safety Council*

Dewan Keselamatan Inggris juga mengembangkan beberapa sertifikasi berbasis virtual reality salah satunya yaitu sertifikasi keselamatan dan kesehatan kerja. Selain sertifikasi keselamatan kerja berbasis VR Dewan Keselamatan Inggris juga menyelenggarakan sertifikasi secara daring dan kelas. Sertifikasi keselamatan dan kesehatan kerja yang dilakukan dengan perangkat *virtual reality* adalah sebagai berikut.

1. Sertifikasi Manajemen Risiko oleh IOSH

Modul dalam sertifikasi ini meliputi Pengenalan Pengelolaan yang Aman, Pemahaman Tanggung Jawab, Mengidentifikasi Risiko, Menilai Risiko, Mengontrol Risiko, Investigasi Insiden Kecelakaan, dan Mengukur Performa.

2. Sertifikasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Umum Nasional oleh NEBOSH

Modul dalam sertifikasi ini adalah Manajemen Kesehatan dan Keselamatan yang terdiri dari Pengelolaan Kesehatan dan Keselamatan di Tempat Kerja, Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Mengelola Risiko, serta Pemantauan dan Pengukuran Kesehatan dan Keselamatan. Modul kedua dalam sertifikasi ini yaitu Penilaian Risiko yang terdiri dari Kesehatan Fisik dan Psikologis, Kesehatan Muskuloskeletal, Zat Kimia dan Biologi, Masalah di Tempat Kerja, Peralatan Kerja, Api, dan Listrik.



Gambar 2.23 Selebaran sertifikasi berbasis VR oleh *British Safety Council* (Sumber:British Safety Council, 2019)

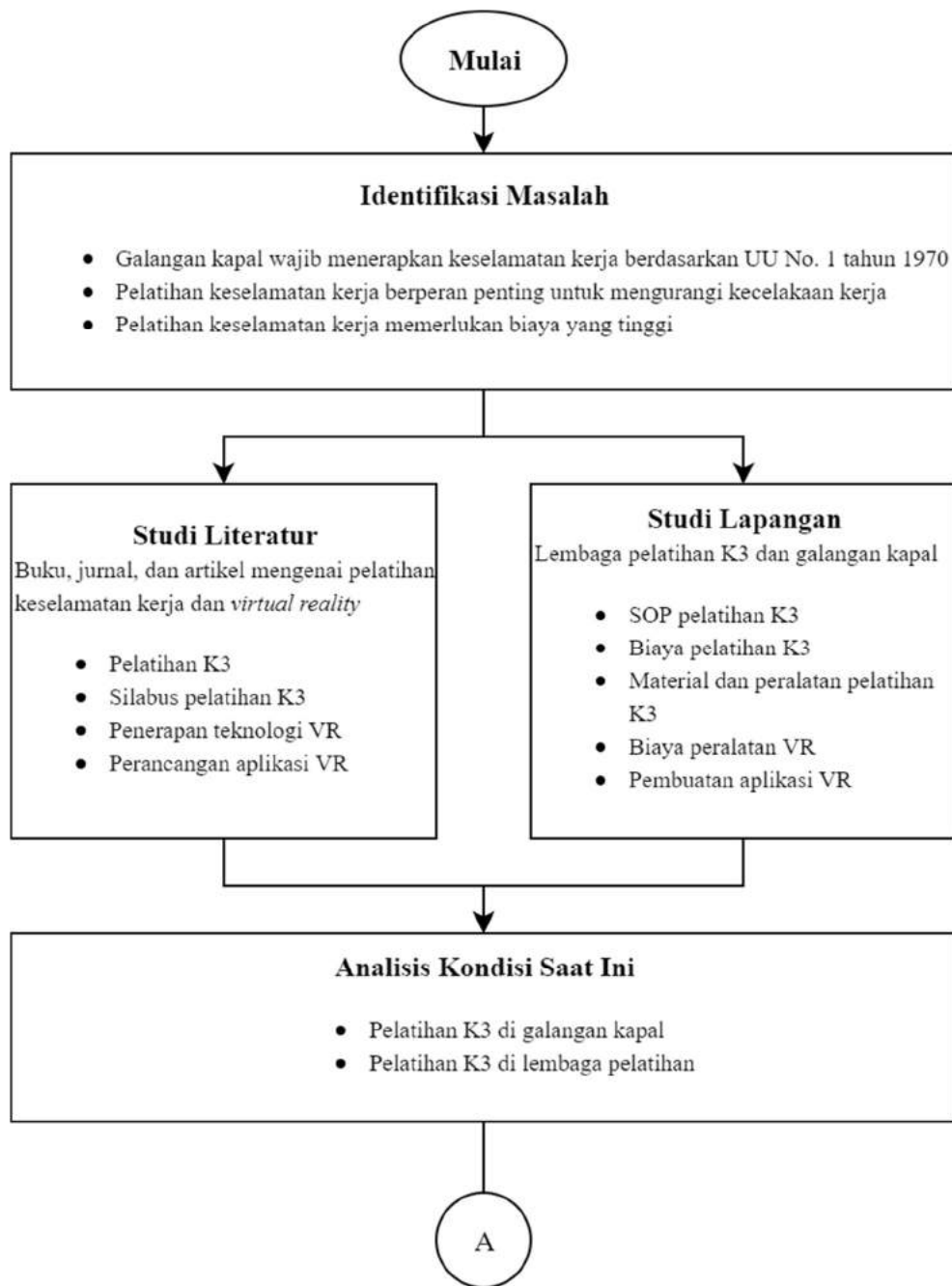
Rangkaian sertifikasi yang diselenggarakan oleh Dewan Keselamatan Inggris ini menggunakan perangkat keras *Oculus Go* sebagai perangkat ajar sertifikasi. Sertifikasi keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan VR yang diselenggarakan oleh Dewan Keselamatan Inggris ini dilakukan di ruang kelas.

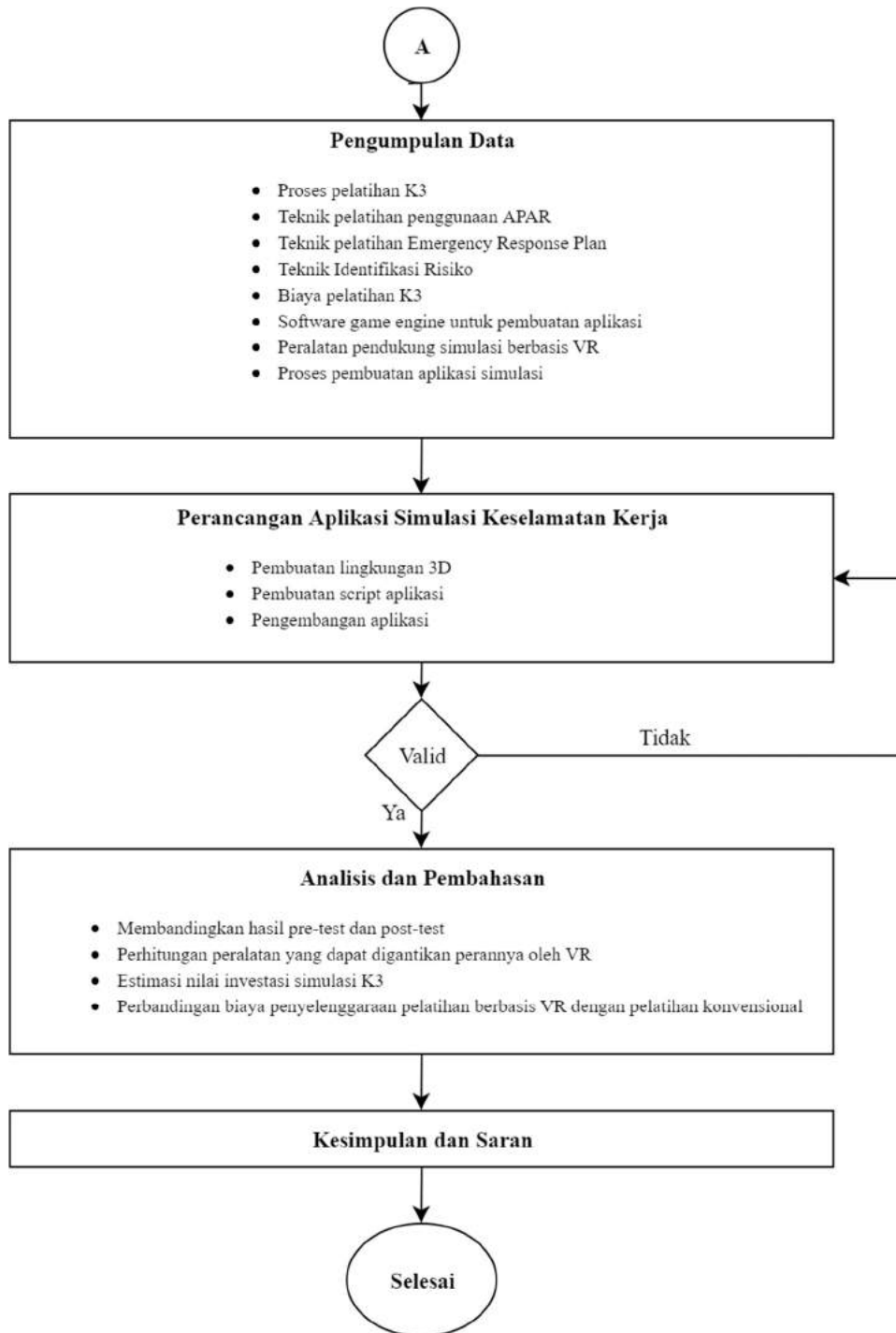
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.





Gambar 3.1 Bagan alir pengerjaan Tugas Akhir

3.1. Tahap Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap ini merupakan tahap awal penelitian berupa observasi untuk mengidentifikasi dan menentukan rumusan dan batasan masalah dari penelitian ini. Observasi dilakukan dengan mempelajari proses pelatihan keselamatan kerja. Kemudian dilakukan identifikasi terhadap permasalahan yang terjadi selama pelatihan keselamatan kerja. Sehingga dapat ditetapkan

rumusan masalah yang dijadikan bahan penelitian. Pada tahap awal ini dilakukan identifikasi permasalahan berupa:

1. Bagaimana proses pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja oleh departemen *Health Safety Environment* pada galangan kapal?
2. Bagaimana cara merancang simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi *virtual reality*?
3. Bagaimana perbedaan antara pelatihan keselamatan kerja metode konvensional dibandingkan dengan penggunaan aplikasi simulasi keselamatan kerja berbasis teknologi *virtual reality*?

3.2. Studi Literatur dan Survey Lapangan

Studi literatur merupakan tahap penelusuran literatur ataupun teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan dan metode-metode yang akan dibahas dalam penelitian ini. Literatur dapat bersumber dari buku, jurnal, maupun penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan referensi yang berhubungan dengan simulasi keselamatan kerja dengan realitas maya berbasis pemrograman komputer. Studi literatur yang dilakukan yaitu meliputi:

1. Keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Teknologi realitas maya.
4. Perangkat keras teknologi realitas maya.
5. *Game engine* pemrograman realitas maya.
6. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan teknologi realitas maya.

Survey lapangan dengan melihat dan mempelajari secara langsung pembekalan keselamatan dan kesehatan kerja yang terdapat dalam perusahaan serta pengumpulan data yang terkait tugas akhir, meliputi:

1. Standar operasional pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Kegiatan pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal
3. Anggaran biaya pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal.

3.3. Analisis Kondisi Saat Ini

Pada tahap ini dilakukan analisis proses pelatihan keselamatan kerja yang dilakukan saat ini. Analisis kondisi saat ini dari proses pelatihan keselamatan kerja dilakukan di galangan kapal dan lembaga pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja. Perlu dilakukan analisis kondisi pelatihan di lembaga pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja untuk mengetahui sistem

pelatihan keselamatan kerja yang sesuai dengan peraturan pemerintah dan pihak yang profesional. Hal ini dilakukan karena meskipun penelitian ini berdasarkan pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal namun masih terdapat kemungkinan pelatihan yang dilakukan di galangan kapal tidak sesuai dengan peraturan pemerintah dan standar seperti *Work Safety and Health Council*.

3.4. Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data tugas akhir ini adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder). Sebagian data-data yang akan digunakan diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya. Data yang dibutuhkan untuk tugas akhir ini diantaranya sebagai berikut:

1. Kurikulum pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Surat edaran keselamatan dan kesehatan kerja internal galangan.
3. Anggaran kebutuhan pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja di galangan.
4. Perangkat dan *software* pendukung aplikasi berbasis teknologi realitas maya.
5. Pembuatan program simulasi keselamatan kerja di galangan kapal.
6. Anggaran keseluruhan program simulasi keselamatan kerja di galangan kapal.

3.5. Pembuatan Aplikasi

Pembuatan aplikasi dimulai setelah didapatkan konsep simulasi berdasarkan hasil pengolahan data. Kemudian simulasi keselamatan kerja menggunakan realitas maya dirancang berbasis pemrograman komputer. Berikut merupakan tahapan pembuatan aplikasi.

1. Pembuatan lingkungan tiga dimensi
Pembuatan lingkungan tiga dimensi menggunakan bantuan *software 3D*, lingkungan yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan simulasi.
2. Pembuatan *script* aplikasi
Pembuatan *script* aplikasi diperlukan untuk kebutuhan interaksi terhadap objek tiga dimensi.
3. Pengembangan aplikasi menggunakan *software game engine*
Setelah lingkungan dan objek tiga dimensi beserta *script* selesai dibuat maka dilakukan penggabungan menggunakan *software game engine*.

3.6. Validasi Aplikasi

Validasi aplikasi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang dikembangkan dapat digunakan user dengan baik. Validasi aplikasi dilakukan dengan mengobservasi gerakan

yang dilakukan *user* dengan reaksi yang ditampilkan pada *Head-Mounted Display* (HMD) yang digunakan oleh *user*. Validasi aplikasi dilakukan terhadap input pergerakan *controller* dan pergerakan kepala *user* terhadap tampilan di HMD.

3.7. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap analisis teknis dilakukan *pre-test* dan *post-test* terhadap peserta pelatihan keselamatan kerja. *Pre-test* dilakukan sebelum simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dilakukan. Setelah peserta melakukan simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR, dilakukan *post-test* untuk mengetahui pengaruh penggunaan VR terhadap peningkatan pengetahuan peserta. Kemudian dalam tahap ini juga dilakukan perhitungan material dan peralatan yang dapat dikurangi dalam pelatihan keselamatan menggunakan perangkat VR. Analisis ekonomis juga dilakukan terhadap perancangan aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis VR. Analisis ekonomis yang dilakukan berupa estimasi biaya investasi dalam pengembangan aplikasi dan perbandingan biaya pelatihan keselamatan kerja konvensional dengan pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat VR.

3.8. Kesimpulan

Langkah terakhir dari tugas akhir ini yaitu membuat kesimpulan dari analisa teknis dan ekonomis simulasi realitas maya berbasis pemrograman komputer.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

PELATIHAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA SAAT INI

4.1. Kondisi Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Menurut Undang-Undang nomor 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, instansi yang memiliki dari seratus pekerja atau yang memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi wajib menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang salah satunya yaitu pemberian pelatihan keselamatan kerja. Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan untuk memberikan pemahaman bagi peserta pelatihan tentang pentingnya menerapkan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja. Pada penelitian ini dilakukan observasi pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal dan lembaga pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja.

4.1.1. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Oleh Lembaga Pelatihan

Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja yang menerbitkan sertifikasi dilakukan oleh lembaga yang terafiliasi oleh Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia untuk melakukan pelatihan sesuai dengan standar yang diterapkan. Lembaga sertifikasi pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja memberikan beberapa pelatihan seperti berikut.

1. Pelatihan dan sertifikasi Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja Umum
2. Pelatihan dan sertifikasi Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja Migas
3. Pelatihan dan sertifikasi Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi
4. Pelatihan dan sertifikasi Sistem Manajemen Keamanan Pangan
5. Pelatihan dan sertifikasi Sistem Manajemen Mutu, Lingkungan, dan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja yang dilakukan oleh lembaga pelatihan terdiri dari kegiatan tatap muka dalam kelas, *plant visit*, pembuatan laporan, ujian dan pelatihan *basic fire fighting, basic first aid, lock out tag out, contractor safety management system, permit to work, hazard identification risk assessment and control*, dan *accident investigation*.

Pelatihan tatap muka dilakukan untuk memberikan pengenalan mengenai peraturan-peraturan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja yang berlaku di Indonesia sesuai dengan

peraturan dari standar Kementerian Ketenagakerjaan, Standar Nasional Indonesia, dan *International Standard Organization*. Dalam setiap pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan kunjungan ke instansi untuk melakukan observasi secara langsung dan pembuatan laporan setelah melakukan kunjungan ke lembaga instansi tersebut. Pada hari terakhir pelatihan dilakukan ujian kepada peserta untuk mengetahui kompetensi peserta setelah melakukan rangkaian pelatihan dan diberikan sertifikat ahli keselamatan dan kesehatan kerja dari Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.



Gambar 4.1 Suasana kelas pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja

Dalam rangkaian pelatihan tersebut juga diberikan pelatihan mengenai *basic fire fighting*, *basic first aid*, *lock out tag out*, *contractor safety management system*, *permit to work*, *hazard identification risk assessment and control*, dan *accident investigation* yang sertifikatnya diterbitkan oleh lembaga pelatihan.

4.1.2. Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Oleh Galangan Kapal

Menurut Peraturan Menteri Nomor 26 tahun 2014 tentang Penilaian Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja perusahaan yang memperkerjakan paling sedikit seratus buruh dan memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi perusahaan tersebut wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Salah satu sistem tersebut adalah dengan memberikan pelatihan berupa *in-house training* seperti.

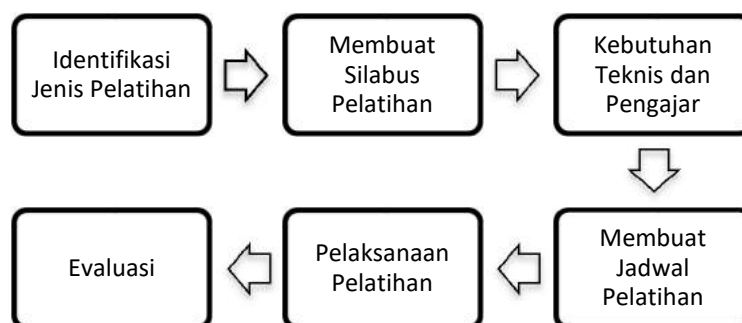
1. Masalah umum keselamatan dan kesehatan kerja, kebijakan, aturan, dan regulasi.
2. Observasi bahaya dan penilaian risiko.
3. Prosedur kerja yang aman termasuk selama keadaan darurat.
4. Izin untuk bekerja, isolasi, *gas free*, memasuki ruang terbatas, tanggap darurat.

5. Metode dan prosedur khusus perusahaan seperti penggunaan mesin bengkel yang aman.
6. Topik umum seperti pelindung diri, perancah, terpeleset, jatuh dari ketinggian.
7. *Briefing* sebelum melaksanakan tugas untuk menyoroti bahaya dan metode untuk menghadapinya.
8. Demonstrasi tugas-tugas tertentu.
9. Pengembangan keterampilan pengawasan.
10. Latihan dan pelatihan seperti *fire drill*, *earthquake drill*, dan *tsunami drill*.

Inhouse training diberikan berkala setiap sebulan sekali dan setiap proyek baru yang memiliki risiko keamaan tertentu juga wajib dilakukan *in-house training*. Selain *inhouse training* juga dilakukan *toolbox meeting* yang dilakukan setiap pagi sebelum melakukan pekerjaan. Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja di galangan kapal dikoordinasikan dan dilakukan oleh departemen *Health Safety and Environment*. Departemen *Health Safety and Environment* akan melakukan penjadwalan pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja dan penganggaran pelatihan setiap awal tahun untuk periode satu tahun kedepan sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Departemen *Health Safety and Environment* juga melakukan pelatihan *external* untuk terqualifikasi menjadi Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja Umum bersertifikan agar memiliki otoritas resmi untuk melakukan audit keselamatan dan kesehatan kerja pada setiap pekerjaan yang dilakukan di galangan kapal.

4.2. Proses Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Dalam pelatihan keselamatan dan keselamatan kerja terdapat beberapa proses seperti dibawah ini.



Gambar 4.2 Alur proses pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja

1. Identifikasi Jenis Pelatihan

Identifikasi jenis pelatihan dilakukan untuk mengetahui materi secara teori dan praktik yang dijabarkan sesuai dengan kebutuhan sehingga tercapai hasil yang diharapkan dari pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja.

2. Membuat Silabus


Silabus adalah rencana pembelajaran yang mencakup standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator, alokasi waktu, dan sumber bahan ajar. Silabus dalam pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja dilakukan dengan dua metode yaitu teori dan praktik.

3. Kebutuhan Teknis dan Pengajar

Kebutuhan teknis adalah peralatan yang dibutuhkan ketika melakukan pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja seperti akomodasi pengajaran di ruang kelas, peralatan seperti Alat Pelindung Diri, Alat Pemadam Api Ringan, dan lain sebagainya. Pengajar adalah orang yang berkompeten di bidang keselamatan dan kesehatan kerja sehingga materi yang diberikan tersampaikan dengan baik dan benar.

4. Membuat Jadwal Pelatihan

Pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja yang dilakukan oleh lembaga pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja umum terdiri dari teori, praktik, dan evaluasi.

		JADWAL MONTHLY SAFETY MEETING 2019																												Nomor : / 14000 / 1 / 2019	
																														Tanggal : 3 Januari 2019	
																														Revisi :	
No	TOPIK PEMBAHASAN	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni									
		Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	FIRE PREVENTION & PROTECTION	■																													
2	APD				■																										
3	PERMIT TO WORK								■																						
4	TOOL & EQUIPMENT																■														
5	CRANE & LIFTING																				■										
6	POWER & ELECTRICAL																												■		
No	TOPIK PEMBAHASAN	Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember									
		Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu									
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
7	HOUSE KEEPING / SR	■																													
8	FIRE PREVENTION & PROTECTION				■																										
9	APD								■																						
10	PERMIT TO WORK												■																		
11	TOOL & EQUIPMENT																■														
12	POWER & ELECTRICAL																												■		

Gambar 4.3 Jadwal pelatihan inhouse training PT. PAL Indonesia (Sumber: PT. PAL, 2019)

Gambar 4.3 merupakan jadwal *Monthly Safety Meeting* yang diselenggarakan selama tahun 2019. Beberapa pelatihan keselamatan kerja *in-house* yang diselenggarakan yaitu *Fire Prevention & Protection*, Alat Pelindung Diri, Izin Kerja, *Tool & Equipment*, *Crane & Lifting*, *Power & Electrical*.

5. Pelaksanaan Pelatihan

Pelaksanaan pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal dilakukan secara diskusi kelompok sesuai dengan risiko kecelakaan kerja terkait dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Pelaksanaan

6. Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan pada pelatihan di galangan kapal seperti *fire drill* dilakukan dengan mengevaluasi seluruh rangkaian kegiatan *fire drill*. Beberapa indikator penilaian tersebut diantaranya yaitu respon staf evakuasi, respon pekerja, dan sistem proteksi kebakaran. Sementara untuk pelatihan penggunaan APAR dan observasi risiko tidak dilakukan evaluasi secara individu.

4.3. Praktik Pelatihan Keselamatan Kerja

4.3.1. Pelatihan Penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Pelatihan penggunaan APAR bertujuan untuk memberi pemahaman tentang fungsi APAR dan juga cara penggunaannya dengan tepat dan benar untuk menanggulangi kebakaran dalam skala kecil. Beberapa aspek dalam pelatihan penggunaan APAR yaitu pengenalan peralatan pelatihan penggunaan APAR dan fungsinya, identifikasi APAR yang digunakan sesuai fungsinya, penggunaan APAR, dan pemadaman api.

A. Pengenalan Peralatan Pelatihan Penggunaan APAR dan fungsinya.

Dalam pelaksanaan pelatihan penggunaan APAR diperlukan beberapa peralatan seperti:

o Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri yang wajib digunakan dalam pelatihan penggunaan APAR harus sesuai dengan SOP yang diantaranya yaitu sarung tangan untuk melindungi jari-jari dan pergelangan tangan dari jilatan api jika peserta terlalu dekat dengan sumber api, kemudian baju kerja lengan panjang dan celana panjang yang memiliki ketahanan terhadap panas dan tidak mudah terbakar seperti wearpack atau cattlepack. Alat pelindung diri lain yang digunakan yaitu sepatu keselamatan yang berguna untuk melindungi kaki selama melakukan pelatihan penggunaan APAR yang berada di luar ruangan. Kaca mata pelindung juga digunakan untuk melindungi mata dari panasnya api ketika peserta mendekati ke sumber api, selain itu juga digunakan masker untuk melindungi sistem pernafasan dari asap dan juga digunakan helm pelindung.

- APAR

Penggunaan APAR dalam pelatihan rata-rata berkapasitas 6 kilogram dengan kondisi telah terisi zat pemadam kebakaran atau baru. APAR dengan kapasitas 6 kilogram digunakan dalam pelatihan karena dinilai cukup untuk memadamkan api dengan skala kecil.

- Fire Pit

Dalam pelatihan penggunaan APAR diperlukan api sebagai media pelatihan. Api tersebut berasal dari fire pit yang merupakan drum yang berisi material seperti kayu yang dibakar dengan minyak tanah. Drum digunakan dalam pelatihan penggunaan APAR karena dapat mempermudah tahap persiapan dan pembersihan serta dapat digunakan untuk pelatihan pemadaman kebakaran menggunakan kain basah.

B. Penggunaan APAR

Terdapat prosedur dalam penggunaan APAR yang biasa disebut dengan PASS. PASS merupakan akronim dari Pull yang berarti tarik, Aim yang berarti arahkan, Squeeze yang berarti tekan, dan Swipe yang berarti sapukan dari sisi ke sisi. Penjelasan dari prosedur penggunaan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Tarik pin pengunci tuas APAR.
2. Arahkan mulut *nozzle* pada dasar api.
3. Tekan tuas APAR untuk menyemprot zat pemadam api.
4. Padamkan api dengan cara menyemprotkan zat pemadam api dari sisi ke sisi kemudian diikuti gerakan maju ke arah sumber api.

C. Evaluasi

Evaluasi dilakukan selama pelatihan penggunaan APAR untuk menilai kompetensi peserta selama melakukan pelatihan penggunaan APAR. Contoh penilaian dalam pelatihan penggunaan APAR adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Form evaluasi penggunaan APAR

No	Kemampuan	Nilai	Nilai Maks	Keterangan
1	Pengertian APAR		20	
2	Kelas api		20	
3	Teknik pemadaman		20	
4	Jenis APAR		20	
5	Cara menggunakan APAR		20	
	Jumlah		100	

4.3.2. Fire Drill

Fire drill dilakukan sebagai bentuk latihan terhadap kebakaran dan latihan evakuasi yang dilakukan secara reguler dan dapat menjadi suatu cara untuk memastikan pemahaman dan

reaksi yang sama dari semua penghuni ketika terjadi suatu kondisi darurat kebakaran. Tujuan dari *fire drill* yaitu untuk membiasakan pekerja terhadap prosedur darurat saat terjadi kebakaran dan mengetahui semua komponen evakuasi seperti tangga darurat, pintu darurat, titik berkumpul dan lain sebagainya yang terkait dengan jalur evakuasi darurat.

Objektif dari *fire drill* adalah evakuasi yang teratur. Secara umum, objektif *fire drill* adalah sebagai berikut.

1. Pekerja dapat mengenali alarm evakuasi.
2. Saat mendengar alarm evakuasi, pekerja akan mengambil tindakan yang tepat, termasuk menghentikan dan mematikan peralatan produksi atau peralatan yang kritikal.
3. Pekerja kemudian dengan segera melakukan proses evakuasi menggunakan jalur evakuasi yang telah ditetapkan dalam rencana aksi darurat.
4. Pekerja akan melakukan tindakan penghindaran jika jalur evakuasi yang telah ditentukan dalam kondisi tidak aman.

Evaluasi dilakukan oleh tim pemantau *fire drill* yang tersebar di beberapa area. Koordinator latihan kebakaran akan mengumpulkan semua informasi dari masing masing pemantau latihan kebakaran, termasuk juga laporan dari tim yang terlibat dalam proses evakuasi dan juga laporan dari partisipasi penghuni yang mengikuti latihan kebakaran ketika latihan kebakaran telah selesai dilaksanakan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui temuan dari pelatihan *fire drill* yang kemudian dapat dilakukan penindaklanjutan lebih lanjut. Contoh formulir evaluasi *fire drill* dapat dilihat seperti gambar di bawah ini.

Tabel 4.2 Form evaluasi *fire drill*

Respon Pekerja	Ya	Tidak
Langsung bereaksi setelah mendengar alarm?		
Tidak menggunakan lift untuk evakuasi?		
Proses evakuasi dilakukan dengan teratur?		
Merespon arahan evakuasi dari staf evakuasi?		
Pintu ditutup ketika penghuni telah melakukan evakuasi?		
Pekerja mengarah ke titik kumpul yang telah ditentukan?		

Fire drill harus dilaksanakan pada waktu yang sudah diduga maupun pada waktu yang tidak diduga dengan kondisi yang bervariasi untuk mensimulasikan kondisi tidak normal yang dapat terjadi saat kondisi darurat sebenarnya. Tidak hanya dilakukan diwaktu yang berbeda saja, tetapi juga dilakukan dengan menggunakan jalur evakuasi yang berbeda-beda yang berdasarkan dari asumsi skenario seperti terjadinya penutupan jalur evakuasi oleh asap maupun api. *Fire drill* yang diumumkan memberikan kesempatan bagi pekerja untuk melakukan

persiapan sebelum dilakukan latihan kebakaran. *Fire drill* yang diumumkan akan menjadi pembelajaran pelatihan evakuasi secara terstruktur dimana setiap pekerja akan melakukan tindakan yang sesuai prosedur pada saat alarm mulai berbunyi maupun pada saat perintah evakuasi dilakukan.

4.3.3. Observasi Risiko

Observasi risiko dilakukan untuk meminimalisir kecelakaan kerja. Observasi risiko dilakukan dalam beberapa waktu diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Sebelum pekerjaan

Observasi risiko dilakukan sebelum melakukan pekerjaan seperti kondisi lingkungan area kerja dan peralatan yang akan digunakan dalam pekerjaan. Observasi risiko ini dilakukan untuk menunjang kelancaran selama pekerjaan dilakukan.

2. Sebelum pekerjaan selesai dilakukan

Observasi risiko dilakukan sebelum pekerjaan selesai dilakukan bertujuan untuk mengecek kondisi peralatan setelah dipakai dan untuk penggunaan pada proses selanjutnya. Kondisi lingkungan sekitar area pekerjaan juga perlu dilakukan pengecekan untuk memastikan keamanan shift pekerjaan selanjutnya.

3. Selama pekerjaan dilakukan

Observasi risiko selama pekerjaan dilakukan dengan selalu waspada terhadap perubahan dan ketidaknormalan kondisi pekerjaan serta perubahan yang tiba-tiba.

4. Selama inspeksi

Observasi risiko yang dilakukan selama inspeksi dilakukan secara formal oleh supervisor dan divisi HSE.

5. Setelah terjadi insiden

Observasi risiko setelah terjadi insiden dilakukan baik pada kasus terluka, kejadian minor, dan hampir terjadi kecelakaan.

Observasi risiko dilakukan selama periode waktu di atas dengan beberapa cara sebagai berikut.

1. Melihat semua aspek pekerjaan dan aspek tidak rutin seperti pemeliharaan, perbaikan, atau pembersihan.
2. Melihat lingkungan kerja fisik, peralatan, bahan, produk, dan lain sebagainya yang digunakan selama pekerjaan.
3. Melihat kembali catatan cedera dan insiden.

4. Berdiskusi dengan pekerja yang ahli di bidangnya tentang bahaya yang mungkin terjadi selama pekerjaan tersebut
5. Perhatikan juga semua shift, pekerja yang bekerja diluar daerah kerja seperti supir, bekerja dari rumah, dan yang bekerja bersama klien.
6. Tinjau bagaimana sebuah sistem bekerja.
7. Melihat faktor yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya seperti kemungkinan dampak pada prosedur pengendalian bahaya yang mungkin tidak tersedia.
8. Perhatikan apakah mesin atau peralatan telah dilakukan perubahan secara sengaja ataupun tidak sengaja.
9. Tinjau kembali siklus kerja.
10. Periksa risiko untuk pengunjung atau umum.
11. Pertimbangkan kelompok orang yang mungkin memiliki tingkat risiko berbeda seperti pekerja muda atau yang tidak berpengalaman, penyandang cacat, atau ibu hamil.

Cara lain untuk mengobservasi risiko saat melakukan pekerjaan dapat dilakukan dengan menemukan situasi yang berpotensi menjadi bahaya. Risiko tersebut dapat diklasifikasikan seperti pada Tabel 4.3 di bawah.

Tabel 4.3 Observasi risiko dalam pekerjaan

Material yang memiliki kemungkinan kontak fisik	Peralatan elektronik
	Bahan kimia
	Temperatur yang ekstrim
	Radiasi
	Penurunan tingkat oksigen
	Air
Material yang memiliki kemungkinan menyambar	Benda bergerak (<i>forklift, crane, kendaraan operasi</i>)
	Benda terbang (debris dari mesin gerindra)
	Benda jatuh (peralatan dari ketinggian)
Objek yang dapat menjepit, menusuk, dan menghantam	Benda bergerak (<i>forklift, crane, kendaraan operasi</i>)
	Benda yang menonjol
	Benda bersisi tajam
	Benda yang menjepit
	Benda yang lengket
Risiko terjatuh	Benda bergerak (konveyor, rantai, tali, belt)
	Tangga
	Atap
	Pohon
	Tangki air

Risiko terpeleset	Penghalang di lantai dan tangga
	Kondisi permukaan (basah, berminyak, berpasir)
	Sepatu yang memiliki kondisi buruk
Situasi yang mungkin terjadi	Orang yang tidak semestinya berada
	Situasi yang membahayakan
	Bekerja sendiri
	Ruang terbatas
	Material yang rusak
	Peralatan baru
	Prosedur baru
	Ledakan
	Tumpahan bahan kimia
Situasi lainnya	Terangkat
	Tertarik
	Terdorong
	Terbawa

Pelatihan observasi risiko di ruang terbatas dilakukan dalam *group discussion* pada rapat Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3). Observasi risiko di galangan kapal dilakukan oleh P2K3 sebagai pihak yang bertanggung jawab untuk menjamin keamanan pekerja.

4.4. Biaya Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Biaya pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja terdiri dari biaya kebutuhan pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja dan biaya tenaga pengajar.

4.4.1. Biaya Kebutuhan Pelatihan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Biaya kebutuhan pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja terdiri dari biaya alat pelindung diri dan biaya material pokok yang dibutuhkan selama pelatihan.

A. Biaya Alat Pelindung Diri

Biaya alat pelindung diri terdiri dari peralatan yang digunakan selama pelatihan pemadaman kebakaran yang dilakukan di area terbuka yang dapat melindungi peserta pelatihan dari risiko pelatihan pemadaman kebakaran. Rincian alat pelindung diri yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Rincian biaya alat pelidung diri

No	Nama	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Total (Rp)
1	Helm pelindung kepala	1	buah	159.000,00	159.000,00

No	Nama	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Total (Rp)
2	<i>Safety shoes</i>	1	pasang	415.000,00	415.000,00
3	Kacamata pengaman	1	buah	65.000,00	65.000,00
4	<i>Wearpack</i>	1	buah	125.000,00	125.000,00
5	Masker	1	buah	31.500,00	31.500,00
6	Sarung tangan	1	buah	10.000,00	10.000,00
	Total				805.500,00

Berdasarkan Tabel 4.5 peralatan pelindung diri yang wajib digunakan selama praktik pelatihan keselamatan kerja di lapangan adalah helm pelindung kepala, *safety shoes*, kacamata pengaman, *wearpack*, masker, sarung tangan. Total biaya alat pelindung diri yang digunakan dalam praktik pelatihan keselamatan kerja adalah Rp 805.500.

B. Biaya Material Pokok

Biaya material pokok adalah biaya dari peralatan yang digunakan dalam pelatihan pemadaman kebakaran. Rincian dari biaya material pokok pelatihan pemadaman kebakaran dapat dilihat pada table 4.6.

Tabel 4.5 Rincian biaya material pokok pelatihan

No	Nama	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Total (Rp)
	APAR				
1	APAR <i>Dry Powder</i> 6 kg	5	buah	575.000,00	2.875.000,00
	<i>Combustible Properties</i>				
1	Pemantik Api	1	buah	20.000,00	20.000,00
2	Kayu	0.2	m ³	3.000.000,00	600.000,00
3	Drum	1	buah	115.000,00	115.000,00
4	Bensin	2	liter	7.650,00	15.300,00
	Total				3.625.300,00

Tabel 4.6 merupakan rincian biaya material pokok berdasarkan observasi di PT. Mutiara Mutu Katiga. Dalam praktik penggunaan APAR yang terdiri dari 30 peserta digunakan 5 buah APAR jenis *dry powder* dengan kapasitas 6 kilogram dan material yang digunakan dalam fire pit. Total biaya material pokok yang digunakan dalam pelatihan penggunaan APAR yaitu Rp 3.625.300. Jika biaya tersebut dibagi jumlah peserta maka didapatkan angka Rp 120.843,33 untuk biaya material pokok setiap peserta.

4.4.2. Biaya Tenaga Kerja

Berdasarkan observasi di PT. Mutiara Mutu Katiga besaran biaya tenaga pengajar pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja adalah Rp 1.500.000 hingga Rp 2.000.000, sehingga

diambil rata-rata Rp 1.750.000 per sesi pelatihan yaitu selama dari 4 jam. Detail dari biaya tenaga pengajar pelatihan keselamatan kerja dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6 Biaya tenaga kerja pelatihan keselamatan kerja

No	Biaya Tenaga Kerja	Jam	Index (Rp)	Total (Rp)
1	Apresiasi pengajar teori			
	Penggunaan APAR	2	14.583,33	29.166,67
	ERP	4	14.583,33	58.333,33
	Observasi risiko	2	14.583,33	29.166,67
2	Apresiasi pengajar praktek			
	Penggunaan APAR	2	14.583,33	29.166,67
	Total			145.833,33

Kuota pelatihan di setiap sesi yaitu 30 peserta. Sehingga di dapatkan harga Rp 14.583,33 per jam per peserta untuk mengikuti pelatihan keselamatan kerja.

4.4.3. Total Biaya Pelatihan

Biaya pelatihan keselamatan kerja per peserta pelatihan secara keseluruhan terdiri dari biaya alat pelindung diri, biaya material pokok, dan biaya tenaga kerja yang rinciannya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Biaya pelatihan keselamatan kerja per peserta

No	Jenis Biaya Pelatihan	Total (Rp)
1	Alat Pelindung Diri	805.500,00
2	Material Pokok	120.843,33
3	Biaya Tenaga Kerja	145.833,33
	Total	1.072.176,67

Berdasarkan Tabel 4.8 total biaya pelatihan keselamatan kerja adalah Rp 1.072.176,67 untuk satu orang peserta pelatihan keselamatan kerja.

BAB 5

PERANCANGAN SIMULASI KESELAMATAN KERJA

5.1. Analisa Konten Pelatihan Simulasi Keselamatan Kerja

Simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan teknologi realitas maya dirancang untuk dapat memberikan simulasi pelatihan keselamatan kerja berdasarkan pekerjaan di galangan kapal. Observasi telah dilakukan pada lembaga pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja serta galangan kapal. Karena keterbatasan biaya dan waktu penulis, maka *prototype* yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya menyimulasikan pelatihan penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko di ruang terbatas. Ketiga pelatihan yang disimulasikan tersebut juga berdasarkan kategori yang disusun berdasarkan jurnal dari *Virtual Reality for Training and Lifelong Learning* yang telah disinggung pada bab dua penelitian ini. Kategori tersebut adalah tutorial yang disimulasikan dalam pelatihan penggunaan APAR, respon dalam keadaan darurat yang disimulasikan dalam simulasi *fire drill*, dan observasi risiko yang mengambil kasus pekerjaan di ruang terbatas. Pada pelatihan berbasis VR ini juga dilengkapi dengan materi tentang keselamatan kerja umum seperti pengenalan Alat Pelindung Diri, *Basic Fire Fighting*, *Emergency Respon Plan*, dan *Risk Observation* dalam bentuk video.

5.1.1. Kategori Pelatihan Simulasi Keselamatan Kerja

Materi pelatihan keselamatan kerja menggunakan realitas maya dibagi kedalam tiga kategori yang dijabarkan sebagai berikut.

1. Tutorial

Dalam simulasi tutorial akan dirancang untuk menyimulasikan pelatihan penggunaan alat pemadam api ringan.

2. Respon terhadap keadaan darurat

Respon dalam keadaan bahaya dirancang untuk memberi pengalaman peserta dalam keadaan bahaya kebakaran serta memberikan ruang interaksi untuk respon peserta dalam bahaya kebakara.

3. Observasi risiko.

Sementara pelatihan observasi risiko memberikan pengetahuan dalam mengobservasi risiko bahaya di ruang terbatas.

5.1.2. Variabel Penilaian Simulasi Keselamatan Kerja

Variable penilaian dalam simulasi keselamatan kerja berbeda di setiap kategori. Penilaian yang akan diterapkan setelah simulasi keselamatan kerja menggunakan realitas maya dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Tutorial

Penilaian yang dilakukan dalam kategori tutorial menggunakan alat pemadam api ringan yaitu prosedur penggunaan apar yang sesuai dengan jenis api yang diberikan. Tindakan yang dilakukan akan dihitung dalam satuan waktu untuk mengetahui seberapa sigap peserta dalam memadamkan kebakaran sesuai dengan jenis api dan jenis alat pemadam kebakaran yang diberikan.

2. Respon dalam keadaan bahaya

Penilaian yang dilakukan dalam kategori respon dalam keadaan bahaya adalah pengetahuan tentang tindakan-tindakan yang perlu dilakukan jika terjadi keadaan darurat secara tiba-tiba. Kategori ini mengambil contoh keadaan darurat kebakaran sebagai pelatihan simulasi. Peserta akan dinilai dari ketepatan tindakannya terhadap waktu.

3. Observasi risiko bahaya

Penilaian yang dilakukan dalam kategori observasi risiko bahaya yaitu pengetahuan peserta pelatihan dalam mengobservasi bahaya dan analisa risiko. Kategori ini mengambil contoh dalam pekerjaan di ruang terbatas.

5.2. Teknologi yang Digunakan

Pengembangan aplikasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan realitas maya didukung oleh beberapa komponen seperti peangkat keras perangkat keras *virtual reality (VR)*, komputer, dan aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja itu sendiri.

5.2.1. Perangkat Keras Realitas Maya

Perangkat keras realitas maya terdiri dari *Head-Mounted Device (HMD)* dan *controller* bawaan yang keduanya merupakan perangkat utama yang digunakan dalam simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis realitas maya. Beberapa contoh perangkat kera VR yang beredar di pasaran yaitu Sony *PlayStation VR*, Samsung *Gear VR*, HTC *Vive*, Google *Daydream*, dan produk dari *Oculus* seperti *Oculus Rift*, *Oculus Quest*, serta *Oculus Go*.



Gambar 5.1 *Oculus Go*
(Sumber: Oculus, 2019)

Hampir semua perangkat keras realitas maya menawarkan interaksi dua arah dengan bantuan *controller* sehingga memungkinkan pengguna untuk memiliki kendali penuh terhadap hal-hal yang terjadi di dalam dunia *virtual*. Pada penelitian ini perangkat keras VR yang digunakan adalah produk *Oculus* berupa *Oculus Go*, spesifikasi dari perangkat keras ini dapat dilihat dari Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Oculus Go

<i>Processor</i>	Qualcomm Snapdragon 821 SoC
RAM	3GB
<i>Audio</i>	<i>Internal speakers, 3.5mm headphone jack</i>
<i>Display</i>	<i>5.5-inches LCD Display (2560x1440)</i>
<i>Sensors</i>	<i>3DoF Gyroscope, Accelerometer, Magnetometer</i>
<i>Controller</i>	<i>3DoF Controller</i>
<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth 4.1</i>
<i>Wireless</i>	WiFi WiFi 802.11 ac/n

5.2.2. Komputer

Dalam penelitian ini dibutuhkan komputer untuk menampilkan pandangan visual dari peserta pelatihan yang dilihat dalam HMD yang digunakan. Data dari HMD tersebut dikirimkan melalui kabel *Micro USB*. Komputer yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Laptop ASUS A442U
(Sumber: ASUS, 2019)

Spesifikasi dari komputer yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Tabel 5.2 di bawah ini.

Tabel 5.2 Spesifikasi ASUS A442U

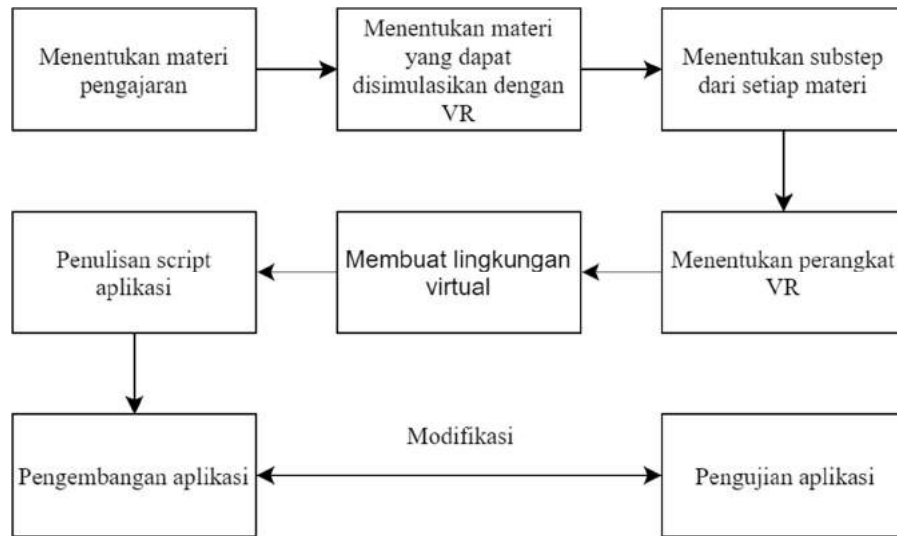
CPU	<i>Intel® Core™ i5 8250U Processor (6M Cache, up to 3.40 GHz)</i>
Sistem Operasi	<i>Windows 10 Home</i>
Memory	<i>8GB DDR4 2133MHz SDRAM</i>
Penyimpanan	<i>1TB SATA HDD 5400RPM</i>
Display	<i>14" HD (1366×768) / FHD (1920×1080)</i>
Grafis	<i>Discrete graphics Nvidia GT 930MX 2GB / Nvidia GT 940MX 2GB</i>
Input/Output	<i>1x audio, 1x USB 3.0 Type-C, 1x VGA, 1x HDMI, 1x SD card reader, 1x USB 2.0, 1x RJ45 LAN, 1x USB 3.0</i>
Konektivitas	<i>Integrated 802.11b/g/n/ac, Bluetooth 4.0</i>

5.2.3. Aplikasi Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan realitas maya yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan program yang akan memberikan peserta pelatihan pengalaman pelatihan keselamatan kerja dan keadaan bahaya yang tidak memungkinkan untuk dilakukan menjadi mungkin untuk dilakukan tanpa peralatan keselamatan kerja sungguhan dan tanpa berada di tempat yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman pemadaman api menggunakan APAR dan memberikan pengalaman secara langsung tentang keadaan bahaya yang dalam pelatihan sesungguhnya hanya didapatkan di ruang kelas. Dalam tahap perancangannya aplikasi ini dibuat dengan beberapa *software* yaitu *Autodesk Inventor*, *Unity Game Engine*, dan *Microsoft Visual Studio*.

5.3. Pembuatan Prototipe Simulasi Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Alur pembuatan prototipe simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan realitas maya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.3 *Flowchart* pembuatan aplikasi

Pada alur diatas menjelaskan secara keseluruhan proses pembuatan teknis aplikasi simulasi keselamatan kerja dari mulai tahap pembuatan lingkungan *virtual* hingga tahap akhir yaitu pengujian aplikasi simulasi keselamatan kerja. Tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

5.3.1. Menentukan Materi Pengajaran

Dalam penelitian ini materi pengajaran yang akan diajarkan dengan teknologi realitas maya adalah keselamatan kerja pada galangan kapal. Materi yang akan diajarkan dalam aplikasi ini yaitu tutorial dalam penggunaan APAR, respon dalam bahaya kebakaran, dan observasi risiko bahaya di ruang terbatas.

5.3.2. Menentukan Materi yang Dapat Disimulasikan Dengan VR

Materi yang akan disimulasikan menggunakan VR disusun berdasarkan pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal dan pekerjaan di galangan kapal yang memiliki risiko kecelakaan kerja tinggi. Dari materi tersebut dibuat matriks untuk menentukan proses pelatihan yang dapat disimulasikan dengan VR. Proses penentuan tersebut berdasarkan tindakan selama pelatihan yang dapat disimulasikan dengan VR dengan media controller dan HMD sebagai perangkat interaksi dengan dunia *virtual*. Matriks materi yang dapat disimulasikan dengan VR dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Materi pelatihan yang disimulasikan dengan VR

No	Kategori	Simulasi	Indikator	Scene	Penilaian
1	Tutorial	Penggunaan APAR	Tipe Alat Pemadam Kebakaran Ringan	Menunjukkan secara acak	<ul style="list-style-type: none"> • Koreksi • Waktu

No	Kategori	Simulasi	Indikator	Scene	Penilaian
			Anatomi Alat Pemadam Kebakaran Ringan Penggunaan Alat Pemadam Kebakaran Ringan	kondisi kebakaran sesuai dengan jenis api	
2	Respon Dalam Keadaan Bahaya	<i>Fire Drill</i>	Respon terhadap keadaan bahaya kebakaran Penggunaan Alat Pemadam Kebakaran Ringan Penanganan pertama pada nyawa dan properti Evakuasi	Simulasi kebakaran langsung tanpa peringatan saat melakukan pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> • Koreksi • Waktu
3	Observasi Resiko Bahaya	Ruang Terbatas	Observasi langsung pada lingkungan Observasi resiko langsung terhadap lingkungan	Pekerjaan ruang terbatas yang tidak aman	<ul style="list-style-type: none"> • Koreksi • Waktu

Pelatihan keselamatan kerja yang disimulasikan menurut Tabel 5.3 yaitu penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko pada ruang terbatas.

5.3.3. Menentukan *Substep* dari Setiap Materi

Pembuatan *substep* dari setiap materi pelatihan berguna untuk membuat kerangka pemrograman aplikasi yang akan dikembangkan. *Substep* dari setiap materi pelatihan mencakup kondisi lingkungan virtual di dalam pelatihan, peralatan yang akan digunakan dalam pelatihan, interaksi mekanis peralatan dalam pelatihan, dan perintah yang dapat dilakukan dalam pelatihan. *Substep* dari materi pelatihan penggunaan APAR dapat dilihat seperti Tabel 5.4.

Tabel 5.4 *Substep* materi dari pelatihan penggunaan APAR

Scene	Location	Script	Equipment	Action
Penggunaan APAR	Ruang Terbuka	1. Terdapat sumber api	1. APAR	1. Peserta memilih jenis APAR
		2. Terdapat lima kelas api	2. <i>Restart</i>	
		3. Terdapat lima jenis APAR	3. Timer	2. Peserta melakukan tindakan pemadaman api
		4. Peserta diharuskan memadamkan api	4. Sumber api	
		5. Jika peserta memadamkan api dengan APAR yang tidak tepat api tidak akan padam		

<i>Scene</i>	<i>Location</i>	<i>Script</i>	<i>Equipment</i>	<i>Action</i>
		6. Waktu pemadaman api akan dicatat		

Berdasarkan Tabel 5.4 pada pelatihan penggunaan APAR peserta pelatihan akan divisualisasikan kondisi seperti pelatihan pemadaman api menggunakan APAR pada umumnya. Perbedaan dari pelatihan ini adalah peserta diharuskan untuk memilih satu dari lima jenis APAR yang ditunjukkan sesuai dengan tipe api yang harus dipadamkan. Pemilihan APAR yang salah akan mengakibatkan api tidak padam sehingga menambah waktu pelatihan.

Substep dari materi pelatihan observasi risiko bahaya di ruang terbatas dapat dilihat pada table 5.5.

Tabel 5.5 Substep materi dari pelatihan observasi risiko bahaya di ruang terbatas

<i>Scene</i>	<i>Location</i>	<i>Script</i>	<i>Equipment</i>	<i>Action</i>
Pekerjaan di ruang terbatas	<i>Double bottom</i>	1. Arus pendek pada generator	Generator	1. Mengobservasi risiko yang menyebabkan kecelakaan kerja pada ruang terbatas
		2. Pekerja ingin melakukan pengerjaan di ruang terbatas	Kabel	
			Tangga Monyet	
		3. Ruangan berkabut	<i>Blower</i>	
		4. Banyak drum di dekat tangga akses	Lampu	
			Selang udara	
5. Terdapat lampu yang masih mati	Penanda dilakukan pekerjaan			
6. Sistem ventilasi tidak bekerja secara optimal				

Berdasarkan Tabel 5.5 pada pelatihan observasi risiko bahaya di ruang terbatas peserta pelatihan akan divisualisasikan kondisi pengerjaan *double bottom* pada kapal yang memiliki risiko kecelakaan kerja. Peserta akan mengobservasi risiko bahaya yang dapat ditimbulkan dari situasi tempat kerja di ruang terbatas.

Pada pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran peserta akan divisualisasikan berada pada workshop galangan kapal tengah melakukan pekerjaan pengelasan. Keadaan bahaya akan dilakukan tiba-tiba tanpa tanda peringatan untuk mensimulasikan kondisi kebakaran pada umumnya. Dalam pelatihan ini peserta juga diharuskan melakukan pemadaman api sebagai langkah penanggulangan bahaya kebakaran. Terakhir peserta diharuskan melakukan tindakan evakuasi ke titik berkumpul. Pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran ini

memvisualisasikan api pada lingkungan virtual untuk menambah realitas saat terjadi kebakaran di lingkungan kerja.

Substep dari materi pelatihan *fire drill* dapat dilihat pada gambar Tabel 5.6 di bawah ini.

Tabel 5.6 Substep materi pelatihan *fire drill*

<i>Scene</i>	<i>Location</i>	<i>Script</i>	<i>Equipment</i>	<i>Action</i>
Fire Drill	Bengkel Fabrikasi	1. Seorang Pekerja sedang melakukan pekerjaan las	Bengkel	1. Pekerja mematikan mesin las
			APAR	2.
		2. Terjadi kebakaran akibat konsleting listrik di generator	Mesin Las	Mengidentifikasi besaran api
		3. Berusaha melakukan pemadaman	<i>Evacuation Sign</i>	3. Mengambil APAR tipe C
		4. Api terlanjur membesar	<i>Generator</i>	4. Mengarahkan ke arah panel listrik
		5. Evakuasi		6. Pekerja menyalakan alarm kebakaran
				7. Langsung menuju ke titik evakuasi sesuai petunjuk

Berdasarkan Tabel 5.6 disimulasikan pelatihan keselamatan kerja fire drill ketika pekerja sedang melakukan kegiatan pengelasan.

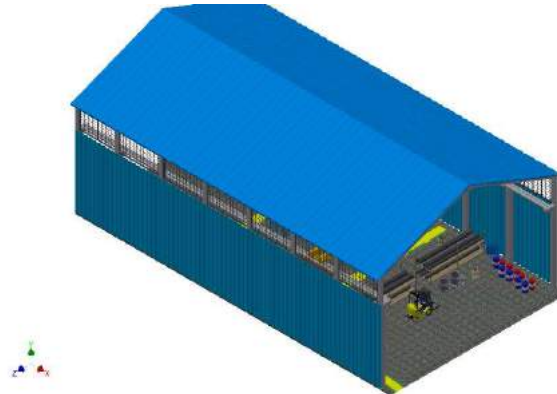
5.3.4. Menentukan Perangkat VR

Perangkat VR yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Oculus Go* dengan *platform android* untuk menjalankan aplikasi yang dikembangkan. Pemilihan perangkat *Oculus Go* dalam penelitian ini mempertimbangkan materi yang akan diajarkan dalam pelatihan simulasi keselamatan kerja di galangan kapal.

Pelatihan simulasi keselamatan kerja di galangan kapal bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada pekerja galangan kapal tentang risiko bahaya yang terdapat pada area kerja dan mengetahui tindakan yang dapat dilakukan pada keadaan darurat. Oleh karena itu penggunaan perangkat *Oculus Go* dirasa cukup untuk pelatihan ini walaupun tidak menutup kemungkinan penggunaan perangkat *virtual reality* lainnya yang memiliki spesifikasi lebih dapat menyampaikan informasi lebih baik dari *Oculus Go*.

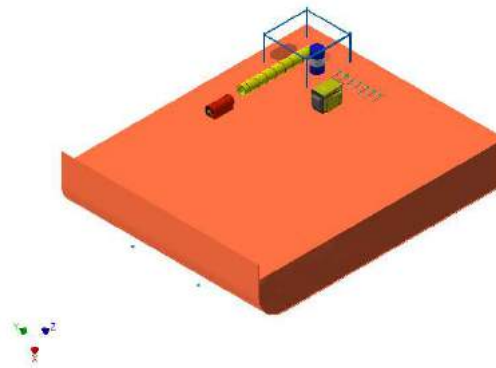
5.3.5. Membuat Lingkungan Virtual

Tahap awal dari pembuatan prototipe simulasi keselamatan kerja menggunakan VR yaitu pembuatan *environment* atau lingkungan virtual yang memvisualisasi keadaan lingkungan sebenarnya di setiap kategori simulasi pelatihan. Dalam penelitian ini lingkungan yang diambil yaitu ruang terbuka untuk simulasi penanggulangan kebakaran, lingkungan *workshop* untuk simulasi respon dalam keadaan bahaya, dan blok *double bottom* kapal untuk simulasi observasi risiko. Pembuatan lingkungan virtual menggunakan software tiga dimensi *Autodesk Inventor*.



Gambar 5.4 Lingkungan dalam simulasi respon terhadap bahaya kebakaran

Gambar 5.4 merupakan contoh lingkungan yang divisualisasikan dalam pelatihan fire drill. Lingkungan yang divisualisasikan merupakan *workshop piping* di galangan kapal.



Gambar 5.5 Lingkungan dalam simulasi observasi risiko

Gambar 5.5 merupakan contoh lingkungan pekerjaan di ruang terbatas berupa *double bottom* kapal yang sedang dibangun.

5.3.6. Penulisan Script

Penulisan script aplikasi dibuat untuk setiap objek benda di dalam lingkungan virtual agar dapat berinteraksi sesuai bentuk interaksi yang diinginkan. Penulisan script aplikasi dibuat

menggunakan software *Microsoft Visual Studio*. Contoh dari script yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 5.6.

```

1 import * as debug from "debug"
2 import * as node_fetch from "node-fetch"
3
4 const if = debug("danger:networking")
5 declare const global: any
6
7 // Add logging to every fetch request if a global var for "verbose" is set to true
8
9 // @param {string} / Fetch.Request() url the request
10 // @param {Fetch.RequestInit} [init] the usual options
11 // @returns {Promise<Fetch.Response>} network-y promise
12
13 export function makeRequest(url: string | node_fetch.Request, init?: node_fetch.RequestInit): Promise<Fetch.Response> {
14   if (global.verbose || global.verbose === true) {
15     console.log("url: " + url)
16   }
17
18   if (init?.method) {
19     console.log("method: " + init.method)
20   }
21
22   const headers = process.env["DANGER_VERBOSE_SHOW_HEADERS"]
23   const token = process.env["DANGER_SHOW_API_TOKEN"]
24
25   if (init?.headers) {
26     for (const prop in init.headers) {
27       if (init.headers.hasOwnProperty(prop)) {
28         // Don't show the token for normal verbose usage
29         if (init.headers[prop].includes(token) || !showToken) {
30           console.log("[" + prop + "]: " + "skipped: " + token)
31           continue
32         }
33         console.log("[" + prop + "]: " + (token ? init.headers[prop] : ""))
34       }
35     }
36
37   }
38
39   if (init?.method === "POST") {

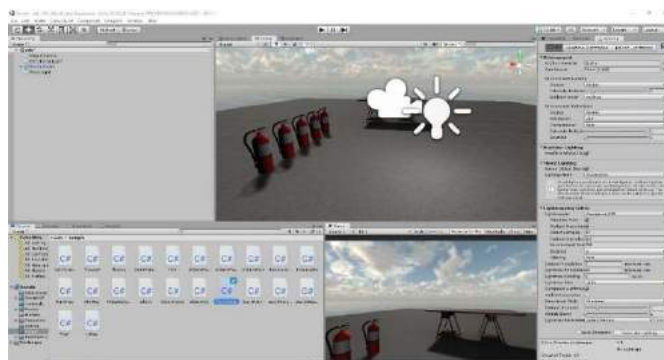
```

Gambar 5.6 Script yang digunakan dalam aplikasi pelatihan keselamatan kerja

Script dibuat untuk setiap objek benda mekanis di dalam dunia virtual untuk dapat berinteraksi dengan user melalui *controller* atau HMD.

5.3.7. Pengembangan Aplikasi

Pada tahap ini semua objek yang telah dibuat disatukan dengan script yang berisikan perintah interaksi menggunakan sebuah software *game engine* bernama *Unity*. Tahap inilah yang menjadi proses penting dalam pengembangan sebuah *software simulator*, apabila pada saat eksekusi nya objek tidak dapat dimanipulasi sesuai dengan yang diperintahkan maka besar kemungkinan ada kesalahan pada *script/kode* yang telah dibuat.



Gambar 5.7 Pengembangan aplikasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan *software Unity*

Gambar 5.7 merupakan *user interface* dari *software game engine Unity*. Tampak pada gambar sedang dikembangkan aplikasi pelatihan keselamatan kerja penggunaan APAR.

5.3.8. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui apakah ada pemasalahan dalam penggunaan aplikasi. Pada tahap ini dilakukan *trial* dan *error* untuk menyempurnakan aplikasi. Penemuan permasalahan dalam tahap ini maka akan dilakukan perbaikan pada *software Unity*.

5.4. Penggunaan Aplikasi Simulasi Keselamatan Kerja

Penggunaan perangkat *Oculus Go* untuk pelatihan keselamatan kerja memiliki beberapa langkah yang harus dilakukan. Secara garis besar penggunaan perangkat *Oculus Go* dapat digunakan *stand-alone* atau tanpa bantuan perangkat lain untuk menjalankan aplikasi dan dapat menggunakan komputer agar penglihatan visual selama simulasi peserta pelatihan dapat dilihat dalam komputer jika pelatih pelatihan keselamatan kerja ingin melihat performa peserta pelatihan. Sebelumnya dapat dilihat fungsi dari tombol-tombol yang ada pada perangkat *Oculus Go* pada Gambar 5.8 di bawah.



Gambar 5.8 Tombol pada HMD *Oculus Go*

Pada Gambar 5.8 di atas dapat dilihat tombol perintah yang terdapat pada HMD *Oculus Go*. Beberapa tombol tersebut adalah tombol power untuk menyalakan dan mematikan perangkat, tombol pengeras suara untuk menaikkan volume suara, dan tombol pengecil suara untuk mengecilkan volume suara. Terdapat juga *port input* dan *output* berupa *port input* USB untuk keperluan pengisian daya dan koneksi dengan perangkat lain melalui kabel USB serta 3.5mm *audio jack* untuk *output* suara.



Gambar 5.9 *Controller Oculus Go*

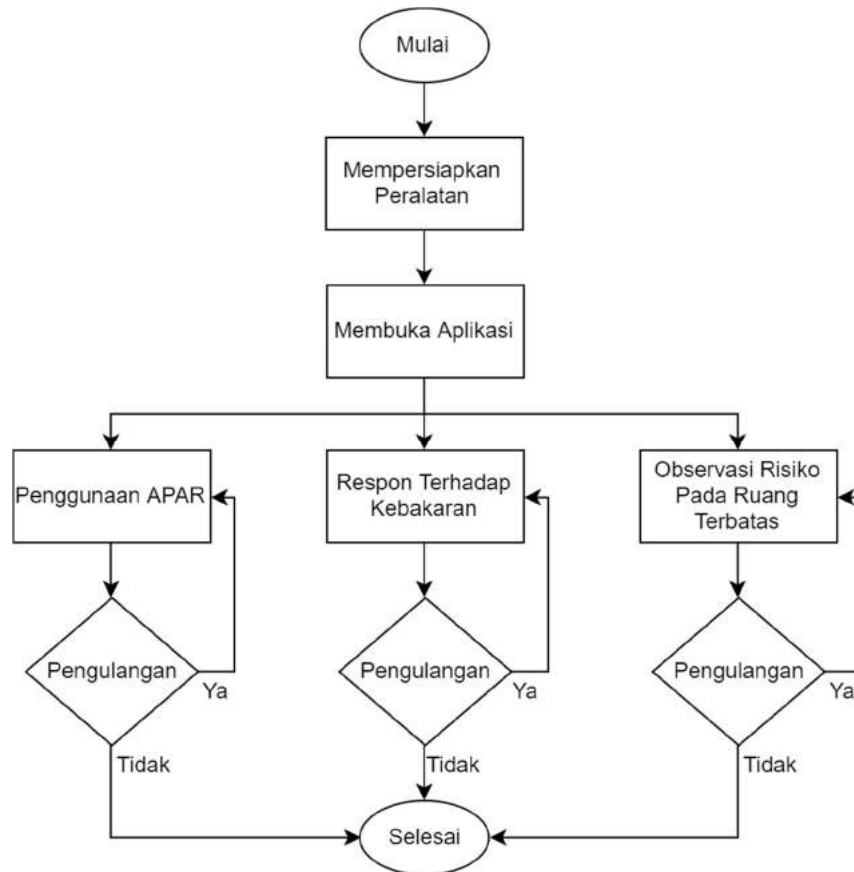
Pada Gambar 5.9 di atas merupakan *controller Oculus Go*. Terdapat beberapa tombol perintah diantaranya yaitu tombol kembali untuk fitur kembali, tombol *home* untuk kembali ke menu utama, dan tombol *trigger* untuk memilih, serta terdapat *trackpad* untuk navigasi. Untuk dapat bergerak pada lingkungan virtual di dalam simulasi pelatihan, peserta hanya perlu menyentuh *trackpad* bagian depan untuk bergerak maju, sedangkan untuk berbelok ke kanan atau ke kiri peserta dapat menoleh sesuai arah yang diinginkan. Sementara jika peserta menginginkan gerakan mundur maka peserta dapat menyentuh *trackpad* bagian belakang untuk. Perlu diperhatikan bahwa tengokan berpengaruh pada arah pergerakan peserta di dalam lingkungan virtual. Mobilitas peserta dalam lingkungan virtual hanya dapat disimulasikan dengan *controller*, sehingga pergerakan seperti maju mundur kiri dan kanan peserta di dunia nyata tidak memberikan efek apapun pada simulasi. Dengan *controller* peserta dapat bergerak maju mundur kiri dan kanan dengan menyentuh *trackpad* seperti Gambar 5.10 di bawah.



Gambar 5.10 Arah *trackpad* pada *controller Oculus Go*

Pada kedua perangkat *Oculus Go* terdapat beberapa sensor mekanis-elektris mikro berupa *accelerometer*, giroskop, dan *magnetometer*. *Accelerometer* baik pada HMD dan *controller* mengukur akselerasi fisik relatif terhadap pergerakan sepanjang satu dimensi. *Accelerator* yang digunakan dalam kedua perangkat ini berjenis triaksial yang memungkinkan untuk mendeteksi percepatan di sumbu x,y, dan z. Giroskop dalam kedua perangkat berguna untuk mengukur kecepatan sudut sepanjang satu sumbu rotasi. Dalam kedua perangkat ini giroskop memungkinkan HMD dan *controller* untuk bergerak dalam tiga derajat kebebasan. *Magnetometer* berfungsi seperti kompas, magnetometer mengukur arah dan kekuatan medan magnet pada satu dimensi. *Magnetometer* memiliki komponen horizontal untuk membaca orientasi lateral perangkat.

Langkah-langkah penggunaan perangkat *Oculus Go* untuk menjalankan aplikasi pelatihan keselamatan kerja dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Flowchart penggunaan aplikasi

Pada Gambar 5.11 di atas dijelaskan dalam *flowchart* bagaimana cara menggunakan simulasi keselamatan kerja hanya menggunakan perangkat *Oculus Go*. Penjelasan lebih detail dijelaskan sebagai berikut.

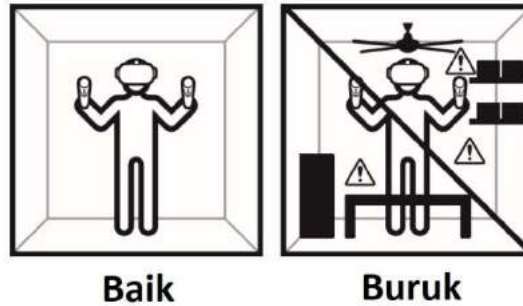
1. Mempersiapkan Peralatan

Pertama dalam menggunakan simulasi keselamatan kerja yang harus dilakukan adalah menyiapkan peralatan yang dibutuhkan yaitu *Oculus Go* yang terdiri dari *Head-Mounted Display (HMD)* dan *controller*. Kenakan HMD *Oculus Go* sesuai dengan Gambar 5.12 di bawah ini.



Gambar 5.12 Penggunaan HMD *Oculus Go*

Dalam penggunaan perangkat *Oculus Go*, *user* disarankan untuk berdiri agar dapat bergerak dengan bebas. Pastikan untuk menggunakan perangkat realitas maya di lingkungan yang jauh dari benda yang dapat berbenturan dengan *user* ketika bergerak. Lingkungan yang baik dan buruk untuk melakukan simulasi keselamatan kerja dapat dilihat seperti ilustrasi pada Gambar 5.13 di bawah ini.



Gambar 5.13 Ilustrasi lingkungan yang baik dan buruk dalam penggunaan *Oculus Go*

User harus selalu waspada terhadap lingkungan sekitar ketika menggunakan perangkat realitas maya untuk menghindari adanya cedera seperti menghantam, menyenggol, dan tersandung.

Setelah menggunakan HMD *Oculus Go* dilakukan aktifkan perangkat dengan menekan tombol *power* hingga muncul jendela kalibrasi *controller* seperti pada Gambar 5.14 di bawah.



Gambar 5.14 Tampilan untuk kalibrasi *controller*

Kalibrasi *controller* dilakukan dengan menekan tombol pada *controller* yang berbentuk “O” lurus ke jendela tersebut. Setelah melakukan kalibrasi maka jendela menu utama akan muncul.

2. Membuka Aplikasi

Setelah perangkat *Oculus Go* telah aktif, seluruh interaksi yang ditampilkan pada HMD *Oculus Go* menggunakan *controller* sepenuhnya. Buka aplikasi pelatihan keselamatan kerja dengan memilihnya di menu seperti Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Membuka aplikasi simulasi

Setelah membuka aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja tunggu beberapa saat hingga aplikasi berjalan dengan sempurna.

3. Menjalankan Aplikasi

Setelah membuka aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja tampilan akan menunjukkan menu utama aplikasi seperti Gambar 5.16 berikut.

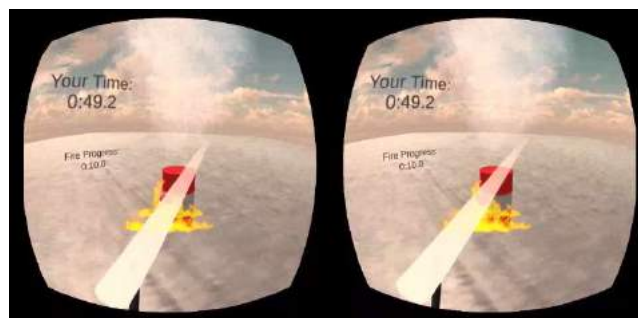


Gambar 5.16 Tampilan menu utama aplikasi

Hal selanjutnya yang dilakukan yaitu memilih kategori pelatihan yang ingin disimulasikan. Pilihan kategori tersebut yaitu penggunaan APAR, evakuasi, dan observasi risiko.

- Penggunaan APAR

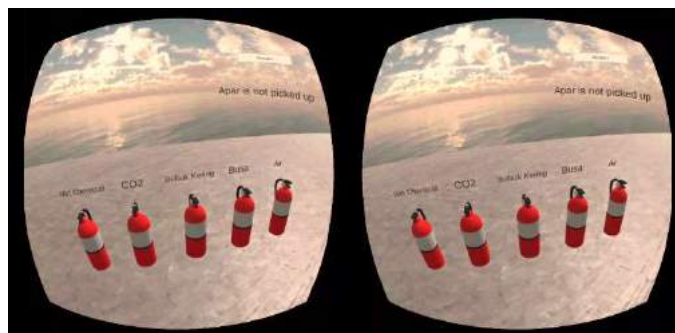
Setelah memilih menu simulasi pelatihan penggunaan APAR maka tampilan akan berubah menjadi seperti Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Tampilan pelatihan penggunaan APAR

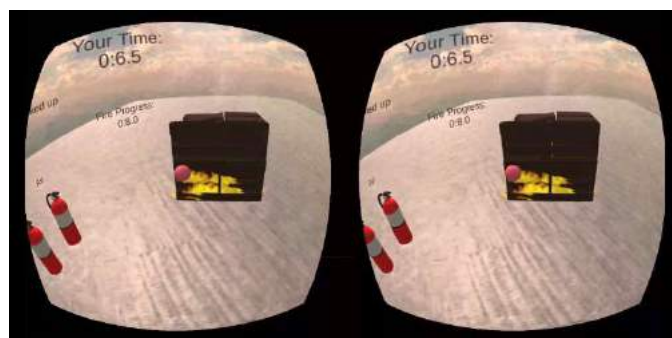
Peserta akan langsung dihadapkan pada kondisi simulasi penggunaan APAR seperti pada umumnya, namun setiap peserta memulai atau menggunakan fitur restart maka kelas api yang harus dipadamkan akan berganti secara acak, sehingga peserta harus menebak jenis APAR yang sesuai dengan kelas apinya. Dalam pelatihan penggunaan APAR simulasi disajikan pada pelatihan penggunaan APAR pada umumnya yaitu di tempat terbuka, namun dalam simulasi menggunakan aplikasi yang dikembangkan terdapat lima buah pilihan APAR dan lima kelas api yang dapat disimulasikan. Meskipun demikian pelatihan penggunaan APAR dengan teknologi realitas maya memiliki beberapa kekurangan. Kekurangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Peserta pelatihan harus mengidentifikasi kelas api dari material yang terbakar, setelah itu peserta harus memilih APAR yang sesuai dengan kelas apinya. Terdapat lima jenis APAR di dalam simulasi penggunaan APAR, kelima jenis APAR tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.18 di bawah.



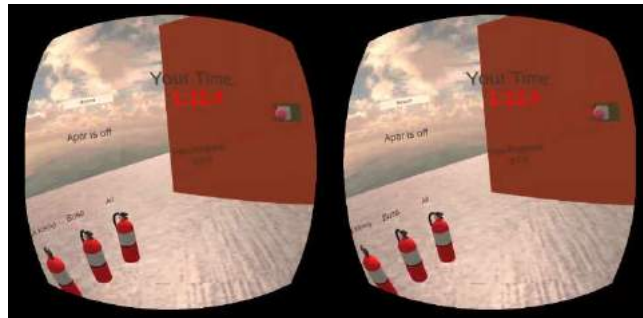
Gambar 5.18 Lima jenis APAR

Kelima jenis APAR diantaranya adalah *wet chemical*, CO₂, bubuk kering, busa, dan air. Kemudian peserta harus memadamkan api dengan selalu mengarahkan *controller* pada bulatan merah yang bergerak yang dapat dilihat pada Gambar 5.19.



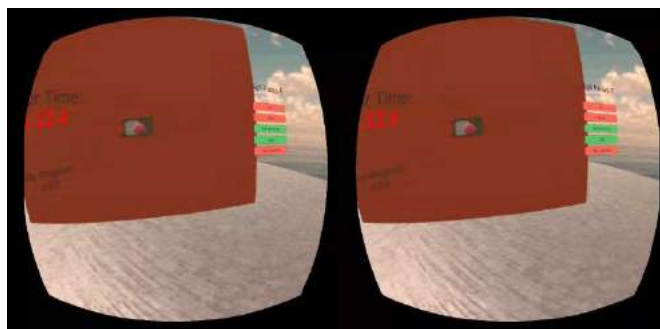
Gambar 5.19 Bulatan merah pada simulasi penggunaan APAR

Peserta harus menekan tombol trigger selama mengarahkan selang APAR pada bulatan merah tersebut untuk menyemprotkan isi APAR. Selama melakukan pelatihan penggunaan APAR waktu pelatihan peserta dicatat secara otomatis oleh aplikasi sehingga dapat diketahui berapa lama peserta membutuhkan waktu untuk memadamkan api yang dapat dilihat pada Gambar 5.20 di bawah ini.



Gambar 5.20 Catatan waktu pada pelatihan penggunaan APAR

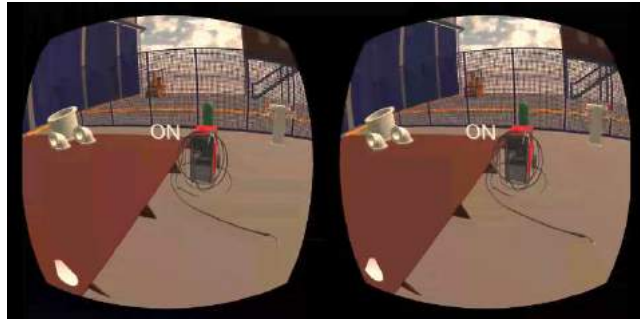
Jika peserta salah memilih APAR maka api tidak akan padam dan waktu akan terus berjalan sehingga waktu yang dibutuhkan dalam pemadaman akan semakin banyak. Setelah api selesai dipadamkan maka waktu akan berhenti dan terdapat jendela yang menjelaskan tentang kelas api yang telah dipadamkan dan jenis APAR yang sesuai untuk memadamkan api tersebut serta jenis APAR yang tidak boleh dipakai karena tidak semua kelas api dapat dipadamkan dengan APAR yang sama. Tampilan penjelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.21 di bawah ini.



Gambar 5.21 Penjelasan mengenai jenis APAR yang sesuai dengan kelas api

- Evakuasi (*Fire drill*)

Setelah memilih menu simulasi pelatihan *fire drill* maka tampilan akan berubah menjadi seperti berikut.



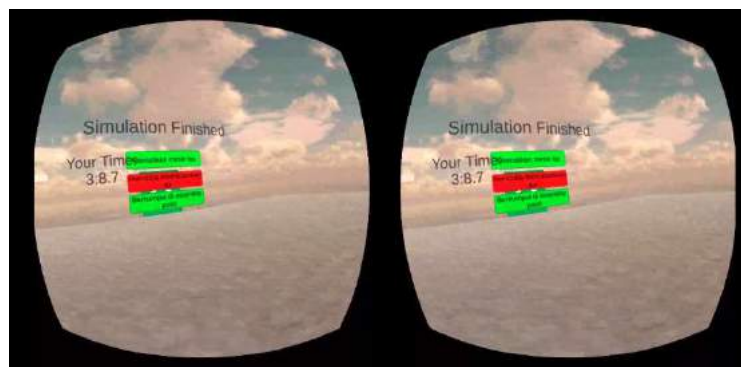
Gambar 5.22 Simulasi pelatihan *fire drill*

Dalam pelatihan *fire drill* peserta disimulasikan dalam keadaan darurat kebakaran. Namun selama simulasi terdapat beberapa perbedaan dalam pelatihan dengan pelatihan *fire drill* yang sesungguhnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.8. Pelatihan *fire drill* yang disimulasikan dalam *workshop* virtual mensimulasikan kondisi kebakaran secara tiba-tiba saat peserta pelatihan sedang menggunakan peralatan produksi seperti peralatan las. Peserta harus merespon alarm kebakaran baik dengan memadamkan api, mematikan peralatan produksi, atau menuju titik berkumpul. Di dalam lingkungan virtual disajikan dua buah jenis APAR yang dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran dan peserta pelatihan dapat memilih salah satu memadamkan api yang dapat dilihat seperti Gambar 5.23 berikut ini.



Gambar 5.23 Dua jenis APAR dalam pelatihan *fire drill*

Jendela rangkuman pelatihan dapat dilihat sesuai peserta menuju titik berkumpul dan mengklik papan tanda titik berkumpul dengan tombol *trigger* yang berada di *controller*. Selama pelatihan waktu peserta selama simulasi dicatat secara otomatis oleh aplikasi sehingga saat di akhir pelatihan peserta dapat mengetahui berapa lama peserta melakukan simulasi. Tampilan jendela tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.24 di bawah ini.

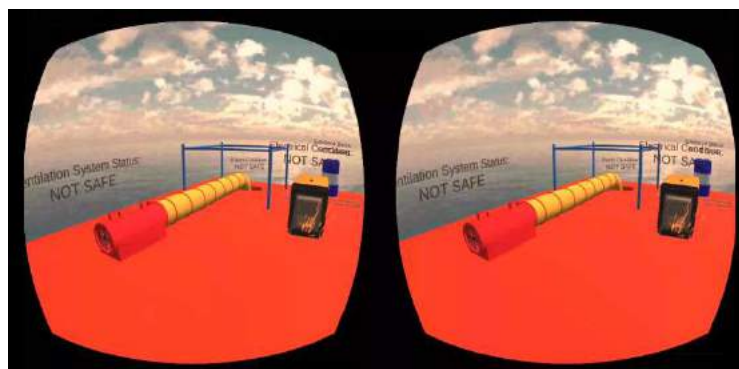


Gambar 5.24 Tampilan rangkuman simulasi *fire drill*

Pada Gambar di atas menunjukkan kotak penilaian berwarna hijau dan merah, jika peserta belum melakukan tindakan yang harusnya dilaksanakan pada saat keadaan darurat kebakaran maka kotak penilaian akan berwarna merah sementara kotak penilaian berwarna hijau menandakan bahwa peserta telah melaksanakan tindakan yang benar.

- Observasi Risiko

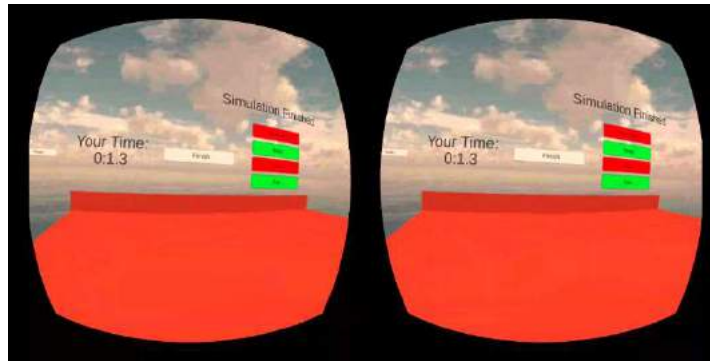
Setelah memilih menu simulasi pelatihan observasi risiko peserta akan dihadapkan pada situasi pekerjaan di ruang terbatas. Tampilan awal dari simulasi ini dapat dilihat pada Gambar 5.25 di bawah ini.



Gambar 5.25 Tampilan pelatihan observasi risiko

Dalam pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas peserta pelatihan harus dapat mengidentifikasi mana sajakah yang merupakan kondisi yang tidak aman dalam pekerjaan di ruang terbatas. Peserta dapat bergerak di dalam lingkungan virtual untuk mencari kondisi yang dirasa tidak aman. Setelah peserta merasa bahwa jawabannya sudah benar maka peserta dapat memilih pilihan finish untuk melihat jawaban yang benar. Waktu peserta juga sudah di catat sejak memulai simulasi ini sehingga peserta tahu berapa lama peserta dapat mengobservasi risiko di ruang

terbatas. Tampilan jika peserta telah menyelesaikan simulasi dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut.



Gambar 5.26 Tampilan rangkuman pelatihan observasi risiko

Pada Gambar di atas menunjukkan kotak penilaian yang berwarna merah dan hijau, jika peserta mengidentifikasi risiko kecelakaan dengan benar maka kotak penilaian akan berwarna hijau sementara jika peserta salah mengidentifikasi risiko kecelakaan dengan salah maka jawaban akan berwarna merah.

Penggunaan aplikasi simulasi pelatihan juga dapat ditampilkan pada perangkat lain seperti komputer sehingga simulasi peserta dapat dinilai oleh instruktur atau pengajar. Perlu dilakukan beberapa tahap penyetelan sehingga tampilan pada HMD dapat ditransmitkan ke komputer. Beberapa langkah tersebut diantaranya.

1. Menyambungkan HMD *Oculus Go* ke komputer

Tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu menyambungkan perangkat HMD *Oculus Go* ke komputer menggunakan kabel *micro* USB melalui *port output* USB pada perangkat HMD *Oculus Go*, pastikan bahwa perangkat *Oculus Go* dalam kondisi menyala. Kemudian buka *Command Promt* pada komputer, untuk mendeteksi perangkat *Oculus Go* ketik “adbdevices” pada jendela *Command Promt*. Tampilan *Command Promt* dapat dilihat pada Gambar 5.27 di bawah.



Gambar 5.27 Jendela *Command Promt*

2. Menampilkan dalam *software* media VLC

Setelah perangkat *Oculus Go* terdeteksi masukan *script* “*adb exec-out "while true; do screenrecord --bit-rate=2m --output-format=h264 --time-limit 180 -; done" | "C:\Program Files\VideoLAN\VLC\vlc.exe" --demux h264 --h264-fps=60 --clock-jitter=0 –*” ke dalam *Command Promt* untuk membuka *software* media VLC. Setelah *software* media VLC terbuka maka secara otomatis akan menampilkan apa yang dilihat peserta yang tertampilkan pada HMD *Oculus Go*.

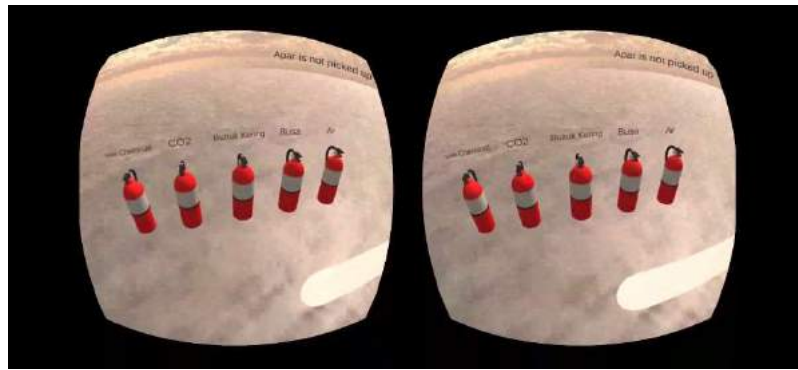
5.5. *User Interface* Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Tampilan simulasi atau *user interface* pada simulasi keselamatan kerja berbasis realitas maya terdiri dari *home menu* dan kategori pelatihan seperti penggunaan APAR, evakuasi, dan observasi risiko.



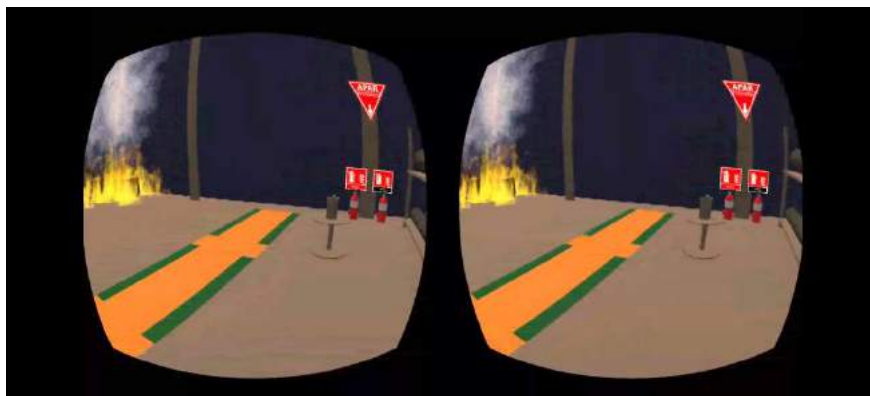
Gambar 5.28 *User interface home menu*

User interface home menu memungkinkan peserta pelatihan untuk memilih kategori pelatihan yang diinginkan. Kategori tersebut adalah pelatihan penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko.



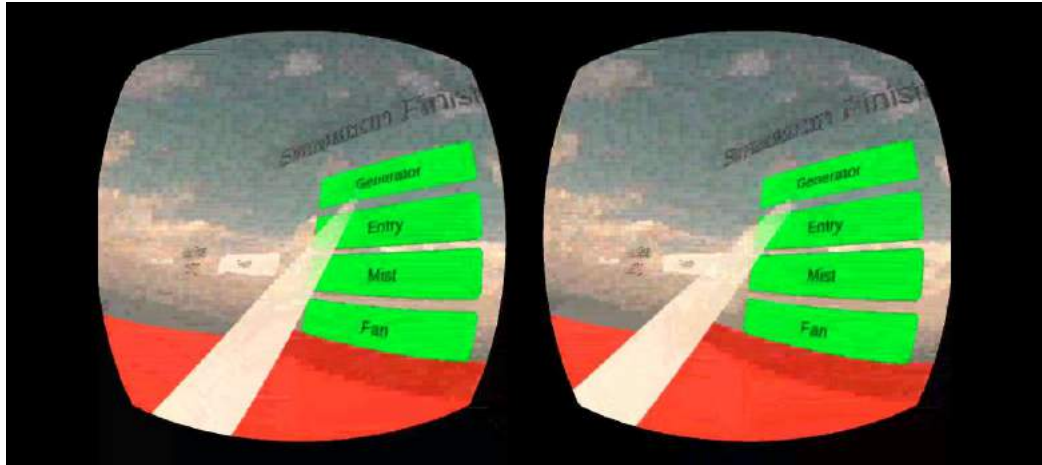
Gambar 5.29 *User interface* pelatihan penggunaan APAR

Pada pelatihan keselamatan kerja kategori tutorial, peserta pelatihan akan diperlihatkan lingkungan *virtual* yang sesuai dengan kondisi asli pelatihan penggunaan APAR dengan beberapa tambahan keterangan informasi seperti waktu yang dihabiskan selama menjalani simulasi, informasi mengenai APAR yang tepat sesuai jenis api, dan restart untuk memulai simulasi baru.



Gambar 5.30 *User interface* pelatihan *fire drill*

Pelatihan respon terhadap kondisi bahaya akan diperlihatkan kondisi *workshop* ketika terjadi ledakan pada *generator*. Diperlihatkan informasi mengenai tindakan apa saja yang harus dilakukan pada akhir sesi, waktu yang dihabiskan selama menjalani simulasi, dan *restart* untuk memulai simulasi baru.



Gambar 5.31 *User interface* pelatihan observasi risiko

Pada pelatihan kategori observasi risiko peserta diperlihatkan menu tentang status dari sistem ventilasi, kelistrikan, akses menuju ruang terbatas, dan kondisi di dalam ruang terbatas. Dalam *user interface* juga diperlihatkan hasil dari observasi yang telah dilakukan pada akhir sesi, waktu yang dihabiskan selama menjalani simulasi, dan *restart* untuk memulai simulasi baru.

5.6. Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Setelah dilakukan perancangan aplikasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan realitas maya didapatkan hasil bahwa tidak semua fitur dan proses pelatihan keselamatan kerja dapat disimulasikan ke dalam aplikasi pelatihan. Walaupun tidak semua fitur dan proses pelatihan keselamatan kerja tidak dapat semuanya disimulasikan, namun pelatihan menggunakan aplikasi ini dapat memberikan fitur yang tidak dapat didapatkan di pelatihan keselamatan kerja yang dilakukan secara konvensional. Dibawah ini merupakan penjelasan lebih lanjut tentang masing-masing fitur dari pelatihan keselamatan kerja secara konvensional dan pelatihan keselamatan kerja berbasis VR.

Tabel 5.7 Fitur pelatihan penggunaan APAR yang disimulasikan

No	Fitur Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
1	Visualisasi lingkungan pelatihan pemadaman kebakaran	bisa	bisa	
2	Visualisasi penggunaan APAR	bisa	bisa	
3	Pemberian materi	bisa	bisa	

No	Fitur Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
4	Pemilihan APAR dalam satu pelatihan	tidak bisa	bisa	hanya menyediakan satu jenis APAR per pelatihan
5	Visualisasi berbagai jenis api	tidak bisa	bisa	hanya satu jenis api per pelatihan
6	Peserta merasakan panas api	bisa	tidak bisa	keterbatasan <i>Oculus Go</i>
7	Faktor external yang mempengaruhi api	bisa	tidak bisa	keterbatasan pada <i>script</i> aplikasi
8	Berat APAR	bisa	tidak bisa	keterbatasan <i>controller</i>
9	Penilaian pelatihan pemadaman kebakaran	bisa	bisa	

Pada Tabel 5.7 dapat dilihat fitur pelatihan keselamatan kerja penanggulangan kebakaran yang dapat dan tidak dapat disimulasikan. Dalam pelatihan keselamatan kerja baik secara konvensional atau berbasis VR memiliki kesamaan fitur seperti visualisasi lingkungan pelatihan penggunaan APAR, visualisasi penggunaan APAR, pemberian materi, dan penilaian pelatihan penggunaan APAR. Perbedaan terdapat pada pengalaman peserta dalam merasakan panas dari api dikarenakan fitur dari perangkat realitas maya tidak dapat merubah suhu di lingkungan *user*. Fitur lain yang tidak dapat disimulasikan yaitu terletak pada faktor external yang mempengaruhi sifat api seperti angin atau reaksi kimia lainnya dikarenakan keterbatasan script pada aplikasi. Pada pelatihan penggunaan APAR secara konvensional menggunakan APAR secara langsung, namun pada pelatihan penggunaan APAR menggunakan VR berat dari APAR yang tidak dapat disimulasikan karena keterbatasan keterbatasan *controller*, sehingga user hanya akan merasakan berat dari *controller*. Namun pelatihan keselamatan kerja berbasis VR dapat memberikan pelatihan terhadap berbagai macam APAR dan berbagai jenis api dikarenakan pada pelatihan penggunaan APAR biasanya hanya menggunakan satu jenis api.

Tabel 5.8 Pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas

No	Fitur Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
1	Visualisasi lingkungan observasi risiko pada ruang terbatas	tidak bisa	bisa	

No	Fitur Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
2	observasi risiko pada situasi yang diberikan	tidak bisa	bisa	
3	Pemberian materi	bisa	bisa	
4	Penilaian observasi risiko secara langsung	tidak bisa	bisa	

Pada Tabel 5.8 dapat dilihat fitur dari pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas yang dapat disimulasikan. Pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas memiliki kelebihan untuk dapat memvisualisasi lingkungan pada ruang terbatas, *user* dapat mengobservasi risiko bahaya pada situasi yang diberikan, dan aplikasi dapat menilai secara langsung terhadap *user* selama melakukan pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas. Penggunaan VR dalam pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas memiliki keunggulan dalam memberikan gambaran secara tiga dimensi terhadap *user* dikarenakan lingkungan yang ditampilkan dalam pelatihan dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 5.9 Pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran

No	Fitur Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
1	Visualisasi lingkungan keadaan bahaya kebakaran	tidak bisa	bisa	
2	Visualisasi penggunaan APAR	bisa	bisa	
3	Pemberian materi	bisa	bisa	
4	Jenis api yang dihasilkan	tidak bisa	bisa	hanya menyediakan satu jenis APAR per pelatihan
5	Penilaian pelatihan respon dalam keadaan bahaya	bisa	bisa	
7	Peserta merasakan panas api	bisa	tidak bisa	keterbatasan <i>Oculus Go</i>
8	Faktor external yang mempengaruhi api	bisa	tidak bisa	keterbatasan pada <i>script</i> aplikasi
9	Berat APAR	bisa	tidak bisa	keterbatasan <i>controller</i>
10	Berjalan jongkok	bisa	tidak bisa	keterbatasan <i>Oculus Go</i>

No	Fitur Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
11	Menahan nafas	bisa	tidak bisa	keterbatasan <i>Oculus Go</i>

Pada Tabel 5.9 dapat dilihat fitur dari pelatihan respon pada keadaan bahaya kebakaran yang dapat disimulasikan. Pada pelatihan respon pada keadaan bahaya secara konvensional dilakukan dengan *fire drill*. Pada pelatihan berbasis VR terdapat fitur pelatihan yang tidak dapat disimulasikan seperti user yang merasakan panas, faktor eksternal yang mempengaruhi api, berat dari APAR yang digunakan, berjalan jongkok, dan menahan nafas. *User* tidak dapat merasakan panas dari api dikarenakan fitur dari perangkat realitas maya tidak dapat merubah suhu di lingkungan *user*. Fitur lain yang tidak dapat disimulasikan yaitu terletak pada faktor eksternal yang mempengaruhi sifat api seperti angin atau reaksi kimia lainnya dikarenakan keterbatasan *script* pada aplikasi. Berat dari APAR juga tidak dapat disimulasikan karena keterbatasan *controller*, sehingga *user* hanya dapat merasakan berat dari *controller*. Pada pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran *user* tidak dapat melakukan evakuasi dengan berjongkok karena keterbatasan alat HMD yang digunakan, HMD *Oculus Go* tidak mendukung untuk mendeteksi gerakan naik dan turun dikarenakan hanya memiliki tiga derajat kebebasan. Pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran berbasis VR tidak dapat menilai apakah peserta menahan nafas atau tidak selama pelatihan dilakukan dikarenakan keterbatasan perangkat VR. Namun pada pelatihan respon terhadap bahaya dengan *fire drill*, simulasi *fire drill* juga tidak dilakukan dengan asap sungguhan. Sementara penggunaan VR dalam pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran dapat divisualisasikan api dari kebakaran tersebut dan jenis api yang disimulasikan dapat berbeda-beda sesuai dengan program yang diinginkan.

Proses pelatihan keselamatan kerja terdiri dari standar operasional prosedur (SOP) yang perlu dijalankan secara berurutan. Pada penelitian pelatihan keselamatan kerja berbasis VR ini menggunakan tiga SOP yaitu penggunaan APAR, *fire drill*, dan pekerjaan di ruang terbatas. Dalam pengembangan aplikasi ini diketahui terdapat beberapa proses yang tidak dapat sepenuhnya dilakukan dikarenakan keterbatasan *controller*, namun semua SOP tersebut dapat dilakukan sepenuhnya namun perlu memperhatikan beberapa hal.

Tabel 5.10 Proses pelatihan penggunaan APAR

No	Proses Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
1	Visualisasi jenis-jenis APAR	bisa	bisa	
2	Visualisasi pengambilan APAR	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
3	Menarik pin pada APAR	bisa	tidak	keterbatasan <i>controller</i>
4	Mengecek tekanan APAR	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
5	Mengarahkan selang	bisa	bisa	
6	Menekan <i>nozzle</i>	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
7	Melakukan gerakan <i>sweeping</i>	bisa	bisa	

Pada Tabel 5.10 dapat dilihat proses pelatihan penggunaan APAR yang dapat disimulasikan. Hal yang perlu diperhatikan dalam simulasi penggunaan APAR yaitu pada interaksi dengan benda pada lingkungan *virtual* dan kondisi asli. Pengalaman meraih, menarik, dan menekan akan berbeda antara pelatihan penggunaan APAR secara konvensional dan dengan menggunakan VR. Walaupun berbeda namun pelatihan tetap dapat dilakukan sesuai dengan prosedur dengan beberapa adaptasi dengan *controller*. Beberapa proses tersebut yaitu proses pengambilan APAR, mengecek tekanan pada APAR, menarik pin, dan menekan *nozzle* agar zat pemadam dalam APAR dapat keluar. Sementara proses lain dapat disimulasikan dengan VR seperti visualisasi jenis-jenis APAR, menarik pin, mengarahkan selang, dan gerakan sisi-kesisi untuk memadamkan api.

Tabel 5.11 Proses pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran

No	Proses Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
	Visualisasi lingkungan keadaan bahaya			

No	Proses Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
1	Visualisasi lingkungan kerja	bisa	bisa	
2	Bunyi alarm	bisa	bisa	
3	Visualisasi Kebakaran	tidak bisa	bisa	VR dapat memvisualisasi keadaan bahaya
Visualisasi Tindakan				
1	Penonaktifan alat kerja	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
2	Visualisasi pengambilan APAR	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
3	Menarik pin pada APAR	bisa	tidak	keterbatasan <i>controller</i>
4	Mengecek tekanan APAR	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
5	Mengarahkan selang	bisa	bisa	
6	Menekan <i>nozzle</i>	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)
7	Melakukan gerakan <i>sweeping</i>	bisa	bisa	
Visualisasi evakuasi				
1	Berjalan menuju titik berkumpul	bisa	bisa	dengan perbedaan pengalaman (keterbatasan <i>controller</i>)

Pada Tabel 5.11 dapat dilihat proses pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran yang dapat disimulasikan. Pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran berbasis VR dapat mensimulasikan semua proses dalam pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran, namun perlu diketahui bahwa terdapat beberapa perbedaan terkait pengalaman pada peserta. Perbedaan tersebut diantaranya pengalaman berjalan, menunduk, meraih, dan menekan. Pada pelatihan respon terhadap bahaya kebakaran konvensional yang dilakukan dengan *fire drill* peserta pelatihan akan melakukan evakuasi dengan berjalan cepat menuju titik berkumpul, namun pada

simulasi berbasis VR tidak dapat melakukan hal tersebut dikarenakan keterbatasan pada perangkat VR. Perangkat VR *Oculus Go* tidak dapat mendeteksi pergerakan menunduk pada *user* dikarenakan *Oculus Go* tidak dilengkapi dengan *6 degree of freedom* sehingga tidak dapat mendeteksi gerakan translasional seperti menunduk dan berjalan, sehingga dilakukan penyesuaian dengan berjalan menggunakan *trackpad* pada *controller*. Pengalaman meraih, menarik, dan menekan juga akan berbeda antara pelatihan penggunaan APAR secara konvensional dan dengan menggunakan VR. Walaupun berbeda namun pelatihan tetap dapat dilakukan sesuai dengan prosedur dengan beberapa adaptasi dengan *controller*. Beberapa proses tersebut yaitu proses pengambilan APAR, mengecek tekanan pada APAR, dan menekan *nozzle* agar zat pemadam dalam APAR dapat keluar. Sementara proses lain dapat disimulasikan dengan VR seperti visualisasi jenis-jenis APAR, menarik pin, mengarahkan selang, dan gerakan sisi-kesisi untuk memadamkan api.

Tabel 5.12 Proses pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas

No	Proses Pelatihan	Pelatihan Konvensional	Pelatihan Menggunakan VR	Keterangan
1	Visualisasi lingkungan kerja	bisa	bisa	
2	observasi risiko	bisa	bisa	

Pada Tabel 5.12 dapat dilihat proses pelatihan observasi risiko pada ruang terbatas. Pada pelatihan Ahli K3 Umum observasi risiko dilakukan dalam ruang kelas berupa kelas *Hazard Identification and Risk Assesment* dan *plant visit*. Pelatihan berbasis VR sanggup untuk mensimulasikan lingkungan kerja dan *user* dapat mengobservasi risiko yang terdapat pada lingkungan yang diberikan dalam pelatihan.

5.7. Penggunaan Aplikasi Keselamatan Kerja pada Perangkat VR yang Berbeda

Dalam perkembangannya teknologi *virtual reality* memberikan ruang untuk perusahaan teknologi dan permainan untuk mengembangkan perangkat VR mereka sendiri. Beberapa perangkat VR tersebut adalah *HTC Vive* dari *HTC*, *Sony PlayStation VR* dari *Sony*, dan *Google Daydream VR* dari *Google*. Aplikasi pelatihan keselamatan kerja yang dibuat dalam tugas akhir ini dikembangkan pada perangkat VR *Oculus Go*. Subbab ini akan membahas penggunaan aplikasi ini dalam perangkat VR lainnya.

Pada bab dua sebelumnya dijelaskan tentang *platform* dan *peripheral* dari teknologi realitas maya. Perangkat keras *virtual reality* memiliki beberapa perbedaan contohnya pada sistem kontrol. Aplikasi simulasi keselamatan kerja dapat dijalankan pada semua perangkat VR

dengan beberapa perubahan pada *script* aplikasi. *Script* yang ditulis akan menyesuaikan objek 3D dengan *controller* yang digunakan. Sebagai contoh *script* aplikasi simulasi keselamatan kerja yang ditulis untuk perangkat keras VR *Oculus Go* akan berbeda dengan *script* aplikasi yang ditulis untuk perangkat keras *HTC Vive* karena jumlah *controller* dan *platform* yang berbeda. Sehingga aplikasi simulasi keselamatan kerja yang dikembangkan untuk perangkat VR *Oculus Go* akan berbeda dengan aplikasi simulasi keselamatan kerja yang dikembangkan untuk perangkat VR *HTC Vive*.

Selain *peripheral* bawaan dari masing-masing produk perangkat keras *virtual reality*, *peripheral* tambahan untuk membuat pengalaman pelatihan keselamatan kerja berbasis realitas maya menjadi semakin nyata dapat digunakan aksesoris sebagai berikut.

1. *Full Body Haptic Suits*

Full body haptic suits adalah setelan ketat yang dapat digunakan dalam penggunaan VR yang memiliki sistem umpan balik *haptic-tactile* yang berfungsi merangsang saraf tubuh dengan listrik untuk menciptakan sensasi sentuhan pada kulit (Brown, 2017). *Full body haptic suits* dapat dilihat pada Gambar 5.32.

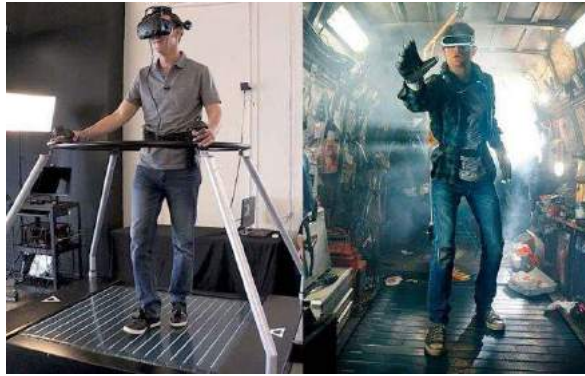


Gambar 5.32 *Full Body Haptic Suits*
(Sumber: Brown, 2017)

Full body haptic suits dapat digunakan untuk simulasi keselamatan kerja observasi risiko sehingga peserta pelatihan keselamatan kerja dapat merasakan jatuh dari ketinggian, tertimpa benda, tersambar, tersengat listrik, dan kondisi lainnya.

2. *Omni-directional VR Treadmill*

Omni-directional VR Treadmill adalah *peripheral VR* berupa *treadmill* mekanis yang memungkinkan pergerakan jalan ke segala arah. *Peripheral VR* ini memiliki pegangan berbentuk lingkaran sehingga pengguna tidak terjatuh (Brown, 2019). *Omni-directional VR treadmill* dapat dilihat pada Gambar 5.33.



Gambar 5.33 *Omni-directional VR Treadmill*
(Sumber: Leatham, 2018)

Omni-directional VR Treadmill dapat digunakan untuk semua kategori pelatihan keselamatan kerja karena dalam simulasi yang dilakukan dengan *Oculus Go* memiliki kekurangan pada observasi gerak peserta yang digantikan oleh fungsi *controller*, dengan adanya aksesoris VR ini peserta dapat berjalan untuk evakuasi, mendekat dan menjauhi sumber api, dan bebas bereksplorasi dalam pelatihan observasi risiko.

3. *PS VR Aim*

PS VR Aim merupakan *peripheral VR* tambahan yang dikembangkan untuk produk *PlayStation VR* saja. *PS VR Aim* sebenarnya merupakan *controller* berbentuk senjata yang biasa digunakan pada permainan peperangan seperti *Call of Duty*, *Counter Strike*, dan *Battlefield*. *PS VR Aim* dapat dilihat seperti pada Gambar 5.34.



Gambar 5.34 *PS VR Aim*
(Sumber: Sayers, 2019)

PS VR Aim membutuhkan *external light sensor* berupa *PS Eye* untuk mendeteksi cahaya yang dihasilkan *PS VR Aim*, cahaya yang ditangkap *PS Eye* akan diproses untuk olah gerak *peripheral* ini. *Peripheral PS VR Aim* dapat digunakan pada simulasi keselamatan kerja kategori tutorial penggunaan APAR dan respon terhadap keadaan bahaya kebakaran

walaupun masih terdapat perbedaan antara penggunaan APAR secara langsung dengan *PS VR Aim*.

BAB 6

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1. Analisis Teknis

Analisis teknis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi perbandingan pengalaman *user* dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR terhadap pelatihan keselamatan kerja secara konvensional. Analisis teknis lainnya yaitu melakukan perbandingan hasil *pre-test* dan *pro-test* yang dilakukan secara tertulis pada peserta pelatihan sebelum dan sesudah penggunaan simulasi keselamatan kerja menggunakan VR untuk mengetahui pengaruh pelatihan keselamatan kerja berbasis VR terhadap pengetahuan teori keselamatan kerja peserta.

6.1.1. Perbandingan Teknis Pelatihan Keselamatan Kerja

Tabel 6.1 Variabel pembanding kedua pelatihan keselamatan kerja

Variabel	Pelatihan Konvensional	Pelatihan dengan VR
Ruang	Melibatkan lingkungan asli yang sesuai dengan kebutuhan pelatihan	Pelatihan dapat dilakukan di tempat yang tidak terlalu luas
Keselamatan	Melibatkan lingkungan asli yang memiliki risiko kecelakaan yang tinggi	Pelatihan dilakukan di lingkungan yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi
Dampak Lingkungan	Melibatkan api yang menimbulkan asap dan zat pemadam api yang menyebabkan pencemaran lingkungan	Pelatihan tidak menimbulkan polusi dan pencemaran
Waktu	Melibatkan waktu untuk persiapan	Pelatihan tidak memerlukan waktu yang lama untuk persiapan dan dapat dilakukan berulang kali
<i>Equipment</i>	Melibatkan peralatan yang bahan	Pelatihan melibatkan perangkat <i>virtual reality</i>
Simulasi	Pelatihan konvensional memiliki media yang terbatas untuk memvisualisasi materi K3	Pelatihan memiliki tingkat keterlibatan yang tinggi
Penilaian	Dilakukan secara manual	Dilakukan secara otomatis

Perbandingan kedua proses pelatihan keselamatan kerja dilihat berdasarkan tujuh variable yaitu ruang, keamanan, dampak lingkungan, waktu, *equipment*, simulasi, penilaian yang dapat dilihat di Tabel 6.1

Pada variabel pertama yaitu ruang pelatihan secara konvensional membutuhkan ruang yang luas untuk melakukan pelatihan penggunaan APAR. Pelatihan penggunaan APAR membutuhkan ruang terbuka yang luas yang jauh dari bangunan agar tidak membahayakan ketika saat melakukan pelatihan jika terdapat angin. Pelatihan lainnya yang membutuhkan ruang yang luas dapat divisualisasikan dengan VR. Pelatihan *fire drill* dalam pelatihan ini memvisualisasikan *workshop piping* di galangan kapal. Pelatihan menggunakan VR tidak memerlukan *workshop* untuk melakukan pelatihan, melainkan lingkungan *workshop* divisualisasikan dalam pelatihan ini. Pada pelatihan observasi risiko yang divisualisasikan dalam pelatihan merupakan lingkungan pekerjaan di *building berth* yaitu pada pekerjaan *double bottom*. Peserta pelatihan tetap dapat mengobservasikan risiko bahaya yang terdapat di pekerjaan *double bottom*, hal yang sama-sama dapat dilakukan dengan observasi secara langsung pada lapangan.

Variabel kedua yang dibandingkan yaitu keselamatan. Meskipun pelatihan keselamatan kerja konvensional memiliki tingkat keselamatan yang tinggi karena didampingi oleh ahli K3, namun dari segi lingkungan pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR memiliki tingkat keselamatan yang lebih tinggi. Seperti dalam pelatihan keselamatan kerja *fire drill* disimulasikan keadaan kebakaran di dalam *workshop piping* sebuah galangan kapal. Sementara dalam *fire drill* yang dilakukan oleh galangan kapal tidak dapat mensimulasikan api di dalam ruang kerja. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dapat memvisualisasikan berbagai kondisi yang berbahaya untuk dilakukan secara langsung. Peserta pelatihan dapat mengalami terbakar, jatuh dari ketinggian, dan terkena ledakan dalam pelatihan menggunakan VR

Dampak lingkungan yang ditinjau dari kedua pelatihan yaitu dari pelatihan penggunaan APAR. Pada pelatihan penggunaan apar ditimbulkan polusi udara berupa asap dari kebakaran dan limbah abu dari *fire pit* serta material sisa dari larutan zat alat pemadam api ringan. Zat pemadam kebakaran dapat mencemari lingkungan karena mengandung bahan kimia. Alat pemadam api ringan HALON mengandung senyawa yang dapat merusak lapisan ozon dan alat pemadam kebakaran jenis alat busa mengandung zat karsinogenik *polyfluoroalkyl* yang dapat mencemari air tanah. Pelatihan penggunaan APAR tidak menimbulkan material sisa dan larutan zat dari alat pemadam ringan karena pelatihan dilakukan secara visual.

Pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR lebih menghemat dari segi waktu. Pelatihan keselamatan kerja secara konvensional membutuhkan waktu untuk mempersiapkan peralatan dan lingkungan untuk dapat memulai praktik pelatihan keselamatan kerja. Begitu juga setelah selesai pelatihan perlu dilakukan pembersihan lokasi pelatihan. Pelatihan keselamatan

kerja menggunakan VR lebih cepat karena memotong waktu persiapan dan pembersihan setelah pelatihan. Peserta pelatihan dapat langsung melakukan sesi pelatihan selanjutnya tanpa harus mempersiapkan peralatan dan lingkungan. Begitu juga jika peserta pelatihan ingin melakukan pelatihan untuk kedua kalinya dapat melakukannya kembali dengan pilihan *restart*.

Peralatan dibutuhkan dalam kedua jenis pelatihan keselamatan kerja. Peralatan yang dibutuhkan dalam pelatihan keselamatan kerja konvensional berkaitan dengan materi keselamatan kerja secara langsung. Sebagai contoh peralatan yang dibutuhkan dalam pelatihan penggunaan APAR membutuhkan peralatan seperti APAR, alat pelindung diri, dan *fire pit*. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan APAR dalam pelatihan keselamatan kerja berbasis VR ini dapat memvisualisasikan kebutuhan peralatan sesuai dengan materi pelatihan yang disimulasikan. Namun dalam pelaksanaannya pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR membutuhkan peralatan teknologi VR seperti HMD, *controller*, dan seperangkat komputer.

Simulasi dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR memiliki keterlibatan interaksi yang tinggi. Pengalaman seperti meninggal, tersengat listrik, dan terbakar dapat divisualisasikan dalam pelatihan menggunakan VR jika peserta pelatihan kesehatan kerja salah mengambil tindakan yang menyebabkan kecelakaan yang fatal. Peserta praktik dalam pelatihan keselamatan kerja penggunaan APAR konvensional memiliki pengalaman secara nyata saat pemadaman api, peserta juga dapat merasakan panas, dan merasakan berat dari APAR yang tidak dapat disimulasikan dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan APAR dikarenakan keterbatasan perangkat VR. Pelatihan *fire drill* secara konvensional tidak melibatkan keadaan darurat yang sebenarnya, sementara dalam penggunaan *virtual reality* dapat digambarkan berbagai keadaan bahaya yang dapat menunjang realitas pelatihan. Pelatihan keselamatan kerja observasi risiko peserta pelatihan keselamatan kerja konvensional hanya diberi pembekalan dalam ruang kelas tanpa melakukan observasi langsung. Sementara dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR peserta memiliki pengalaman secara visual dan imersif dalam pelatihan.

Penilaian dalam pelatihan keselamatan kerja konvensional dilakukan secara manual sementara dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR peserta pelatihan dapat melihat langsung penilaian dalam bentuk waktu yang ditempuh selama pelatihan dan koreksi kesalahan.

6.1.2. Hasil *Post-Test* dan *Pre-Test* Setelah Simulasi

Post-test dan *pre-test* yang dilakukan secara tertulis bertujuan untuk menilai kemampuan peserta simulasi keselamatan kerja secara teori. Pengujian aplikasi pelatihan dalam penelitian ini diterapkan kepada lima responden dari karyawan PT.PAL pada Divisi Kapal Niaga.

Responden akan melakukan *pre-test* dalam bentuk soal pilihan ganda sebanyak 30 soal sebelum melakukan pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat VR selama lima belas menit. *Pre-test* dilakukan untuk mengetahui kompetensi responden terhadap teori keselamatan kerja. Kemudian dilakukan penyampaian materi tentang keselamatan kerja umum berisi tentang APD, *Basic Fire Fighting*, *Emergency Respon Plan*, dan *Risk Identification* kemudian peserta baru diperbolehkan melakukan simulasi. Setelah simulasi keselamatan kerja menggunakan VR dilakukan, responden akan mengerjakan soal *post-test* dalam bentuk soal pilihan ganda sebanyak 30 soal untuk mengetahui kompetensi responden tentang teori keselamatan kerja setelah melakukan pelatihan. Soal dari *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 6.2 Hasil *pre-test* dan *post-test* peserta pelatihan

Nama	BFF		ERP		Observasi Risiko		Total		Presentase Kenaikan
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	
Novita Kurnia P.	5	8	9	10	7	9	21	27	22.22%
Bimo	6	7	10	10	5	7	21	24	12.50%
Ujang	7	8	9	10	7	8	23	26	11.54%
Suherman	6	8	10	10	7	7	23	25	8.00%
Wahyu Dony	6	7	10	10	5	8	21	25	16.00%
Total Rata-Rata	6	7.6	9.6	10	6.2	7.8	21.8	25.4	14.05%

Tabel 6.2 merupakan hasil dari *pre-test* dan *post-test* yang telah dilakukan oleh kelima responden, didapatkan hasil rata-rata jawaban benar dari *pre-test* yang dikerjakan adalah 21,8 dari 30 soal. Pada *post-test* yang telah dilakukan oleh kelima responden didapatkan hasil rata-rata jawaban benar dari *post-test* adalah 25,4 dari 30 soal. Sehingga didapatkan kenaikan rata-rata sebanyak 14,05%. Dapat dikatakan bahwa pelatihan keselamatan kerja berbasis VR dapat meningkatkan pengetahuan teori keselamatan kerja peserta sebanyak 14,05%.

6.2. Analisis Ekonomis

Analisa ekonomis dilakukan untuk melihat perbandingan biaya antara pelatihan keselamatan kerja konvensional dan pelatihan keselamatan kerja berbasis VR. Pada bab empat telah dibahas biaya yang diperlukan dalam pelatihan keselamatan kerja konvensional, kemudian pada bab ini akan dilakukan analisis ekonomis dengan tujuan untuk mendapatkan seberapa banyak biaya yang dapat dikurangi pada pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR. Pelatihan keselamatan yang dibandingkan adalah pelatihan keselamatan kerja yang diadakan oleh lembaga pelatihan PT. Mutiara Mutu Katiga. Tahapan yang akan

dihitung adalah biaya investasi seperangkat alat simulator pelatihan keselamatan berbasis VR, biaya operasional pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR, dan perbandingan biaya pelatihan keselamatan kerja konvensional terhadap pelatihan keselamatan kerja berbasis VR.

6.2.1. Biaya Investasi Peralatan Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Biaya investasi peralatan pelatihan keselamatan kerja berbasis VR adalah biaya total untuk pengadaan seperangkat simulator yang menggunakan teknologi VR. Pengadaan dibagi menjadi dua bagian yaitu untuk pembuatan aplikasi dan perangkat pendukung teknologi VR. Estimasi waktu pembuatan lingkungan tiga dimensi dari aplikasi pelatihan keselamatan kerja adalah 64 jam kerja, dan waktu pembuatan aplikasi adalah 140 jam. Berdasarkan survey (Indeed, 2019) rata-rata gaji *3D Artist* adalah Rp 4.600.000 untuk satu bulan. Berdasarkan survey (Glassdoor, 2017) rata-rata gaji *Application Developer* adalah Rp 7.796.000 untuk satu bulan. Apabila dalam satu hari memiliki 6 jam kerja efektif dan dalam satu minggu terdapat 5 hari kerja maka dalam satu bulan terdapat 120 jam kerja. Selanjutnya biaya dapat dihitung sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Biaya investasi pengembangan aplikasi

No	Pekerjaan	Waktu (jam)	Harga	Total (Rp)
1	<i>3D Artist</i>	64	Rp 4.600.000,00 / 120 jam	2.453.333,33
2	<i>Application Developer</i>	140	Rp 7.796.000,00 / 120 jam	9.095.333,33
Total				11.548.666,67

Pada Tabel 6.3 rata-rata gaji setiap bulan yang didapatkan dikonversikan menjadi upah untuk setiap jam kerja. Maka didapatkan untuk 3D Artist dengan jam kerja 64 jam senilai Rp 2.453.333,33 dan Application Developer dengan jam kerja 140 jam senilai Rp. 9.095.333,33 sehingga total pembuatan aplikasi sebesar Rp. 11.548.666,67.

Tabel 6.4 Biaya investasi peralatan aplikasi pelatihan keselamatan kerja

No	Peralatan	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
1	Oculus Go	1	4.200.000,00	4.200.000,00
2	Kabel Micro USB	1	90.000,00	90.000,00
3	Baterai AA	1	5.000,00	5.000,00
4	PC/Laptop	1	8.200.000,00	8.200.000,00
Total				12.495.000,00

Setelah dilakukan perhitungan pada Tabel 6.4, didapatkan biaya pembuatan aplikasi sebesar Rp 11.548.666,67 dan biaya investasi seperangkat peralatan pelatihan keselamatan sebesar Rp 12.496.000. Sehingga didapatkan biaya total investasi peralatan simulasi keselamatan kerja berbasis VR seperti berikut.

Tabel 6.5 Total biaya investasi pembuatan aplikasi keselamatan kerja

Biaya Pembuatan Aplikasi	Harga (Rp)
Perancangan Aplikasi	11.548.667,00
Peralatan	12.495.000,00
Total	24.043.667,00

Berdasarkan Tabel 6.5 total biaya investasi pembuatan aplikasi keselamatan kerja terdiri dari biaya perancangan aplikasi dan peralatan dengan total biaya sebesar Rp 24.043.667,00.

6.2.2. Biaya Operasional Pelatihan Simulasi Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Perbandingan biaya pelatihan diawali dengan menghitung kebutuhan untuk pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR. Perhitungan biaya akan diklasifikasikan sesuai dengan fungsinya yaitu biaya pengajar dan biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja yaitu listrik untuk operasional perangkat VR.

a. Biaya kebutuhan pelatihan

Biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja yang dibutuhkan selama pelatihan yaitu listrik untuk operasi perangkat VR. Perhitungan jumlah besar biaya listrik yang diperlukan selama proses pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dapat dilihat sebagai berikut.

- Jumlah jam pemakaian simulator keselamatan kerja dalam sekali pertemuan adalah 2,5 jam yang terdiri dari praktik penggunaan APAR selama 1 jam, *fire drill* selama 1 jam, dan observasi risiko selama 30 menit.
- Tarif dasar listrik sebesar Rp 1.467,28/kWh
- Estimasi *wattage* dari *Oculus Go* adalah 0,001 kWh dan *wattage* dari seperangkat komputer adalah 0,065 kWh

Dari keterangan di atas didapatkan konsumsi listrik yang dibutuhkan selama pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR adalah sebagai berikut.

$0,075 \text{ kWh} \times 2,5 \text{ jam} \times \text{Rp } 1.467,28 = \text{Rp } 275,115$ per responden dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR.

b. Biaya tenaga kerja

Biaya tenaga kerja yang akan dihitung meliputi biaya tenaga pengajar teori dan pengajar praktek yang dapat dilihat pada Tabel 6.6 di bawah ini. Durasi dari setiap pelatihan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 6.6 Biaya tenaga pengajar pelatihan keselamatan kerja

No	Biaya Tenaga Kerja	Jam	Index (Rp)	Total (Rp)
1	Apresiasi pengajar teori			
	Penggunaan APAR	2	14.583,33	29.166,67
	ERP	1.75	14.583,33	25.520,83
	Observasi risiko	3.25	14.583,33	47.395,83
2	Apresiasi pengajar praktek			
	Penggunaan APAR	1	14.583,33	14.583,33
	ERP	1	14.583,33	14.583,33
	Observasi risiko	0.5	14.583,33	7.291,67
	Total			138.541,67

Pada Tabel 6.6 di atas dijelaskan perhitungan biaya tenaga kerja berdasarkan biaya pelatihan keselamatan kerja di lembaga pelatihan K3. Biaya untuk satu sesi pertemuan yang dilakukan selama 4 jam adalah Rp 1.750.000 sehingga didapatkan biaya per jam pelatihan keselamatan kerja adalah Rp 437.500 untuk 30 peserta. Sehingga total biaya tenaga kerja dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR adalah Rp 138.541,67 per peserta.

Perhitungan keseluruhan dari operasional simulator keselamatan kerja menggunakan VR yang terdiri dari biaya kebutuhan pelatihan dan biaya kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 6.7 Biaya operasional pelatihan keselamatan kerja

Biaya Operasional	Harga (Rp)
Biaya Listrik	275,11
Biaya Tenaga Kerja	145.833,33
Total	146.108,44

Dari Tabel 6.7 di atas dapat dilihat bahwa total biaya operasional simulator keselamatan kerja adalah Rp 146.108,44.

6.2.3. Perbandingan Biaya Pelatihan Konvensional dan Pelatihan Berbasis Realitas Maya

Perbandingan biaya pelatihan perlu dilakukan untuk mengetahui pengurangan biaya yang dapat dilakukan jika melakukan pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat VR. Perbandingan dilakukan dengan kondisi jumlah peserta pelatihan sebanyak 30 orang dan membutuhkan 6 perangkat kebutuhan pelatihan dan dilaksanakan dengan satu kali pertemuan teori dan satu kali pertemuan praktik.

Terdapat perbedaan antara praktik pelatihan keselamatan kerja eksisting dengan pelatihan keselamatan kerja berbasis realitas maya. Perbedaan tersebut seperti penggunaan 5 buah APAR untuk 30 peserta dalam praktik keselamatan kerja saat ini dibandingkan dengan pelatihan

keselamatan kerja berbasis realitas maya yang kesemua peserta dapat bersimulasi menggunakan APAR secara virtual. Oleh karena itu dilakukan perhitungan biaya kebutuhan praktik keselamatan kerja yang sesuai dengan jumlah peserta yaitu 30 peserta.

Tabel 6.8 Biaya kebutuhan pelatihan penggunaan APAR untuk 30 peserta

No	Nama	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Total (Rp)
	APAR				
1	APAR <i>Water 2,5 gallon</i>	1	buah	1.578.000,00	1.578.000,00
2	APAR <i>Foam 6 liter</i>	1	buah	476.000,00	476.000,00
3	APAR <i>Dry Powder 6 kg</i>	1	buah	575.000,00	575.000,00
4	APAR <i>CO2 7 kg</i>	1	buah	795.000,00	795.000,00
5	APAR <i>Wet Chemical 6 liter</i>	1	buah	2.578.000,00	2.578.000,00
	<i>Combustible Properties</i>				
1	Pemantik Api	1	buah	20.000,00	20.000,00
2	Kardus	5	kilogram	2.050,00	10.250,00
3	Bensin	1	liter	7.650,00	7.650,00
4	Peralatan Elektronik	1	buah	79.990,00	79.990,00
5	Lithium 6 sel	1	buah	2.254.000,00	2.254.000,00
6	Gas LPG	1	buah	135.000,00	135.000,00
	Total				8.508.890,00

Pada Tabel 6.8 menunjukkan kebutuhan pelatihan penggunaan APAR yang sesuai dengan kondisi pelatihan berbasis realitas maya. Perhitungan di atas diperlukan karena pada pelatihan penggunaan APAR saat ini hanya menggunakan satu atau dua jenis APAR dan menggunakan material *fire pit* untuk api kelas A.

Pertama dilakukan perhitungan total keseluruhan biaya pelatihan keselamatan kerja konvensional dan menggunakan VR. Setelah dilakukan perhitungan total terhadap kedua jenis pelatihan dilakukan perbandingan terhadap keduanya.

Tabel 6.9 Biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja konvensional

Biaya Kebutuhan Pelatihan Keselamatan Kerja Konvensional					
Kebutuhan	Vol	Kebutuhan	Satuan	Index (Rp)	Total (Rp)
Alat pelindung diri	30 orang	30	set	805.500,00	24.165.000,00
Alat pemadam kebakaran ringan	30 orang	30	set	6.002.000,00	180.060.000,00
Material <i>Fire Pit</i>	30 orang	30	set	2.506.890,00	75.206.700,00
Tenaga Pengajar	30 orang	11.75	jam	437.500,00	5.140.625,00
Total					284.572.325,00

Pada Tabel 6.9 merupakan perhitungan biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja konvensional untuk 30 peserta dengan kondisi setiap peserta mendapatkan akses untuk

melakukan simulasi. Sehingga apar yang dibutuhkan sesuai dengan jumlah peserta pelatihan. Total biaya yang diperlukan yaitu Rp 284.572.325,00.

Tabel 6.10 Biaya kebutuhan pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR

Biaya Kebutuhan Pelatihan Keselamatan Kerja Menggunakan VR					
Kebutuhan	Vol	Kebutuhan	Satuan	Index (Rp)	Total (Rp)
Perancangan aplikasi	6 alat	1	set	11.548.666,67	11.548.666,67
Peralatan simulasi	30 orang	6	set	12.495.000,00	74.970.000,00
Listrik	30 orang	2.5	jam	3.301,38	8.253,45
Tenaga Pengajar	30 orang	9.5	jam	437.500,00	4.156.250,00
Total					90.683.170,12

Pada Tabel 6.10 merupakan perhitungan kebutuhan biaya pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dengan total biaya pelatihan Rp 90.683.170,12. Satu aplikasi ditujukan untuk enam peralatan virtual reality dikarenakan satu perangkat dapat digunakan secara bergantian. Biaya listrik terdiri dari Rp 110 per jamnya dan dikalikan dengan kesuluran jumlah peserta pelatihan dan durasi setiap peserta melakukan simulasi menggunakan perangkat VR.

Tabel 6.11 Pengurangan biaya pelatihan

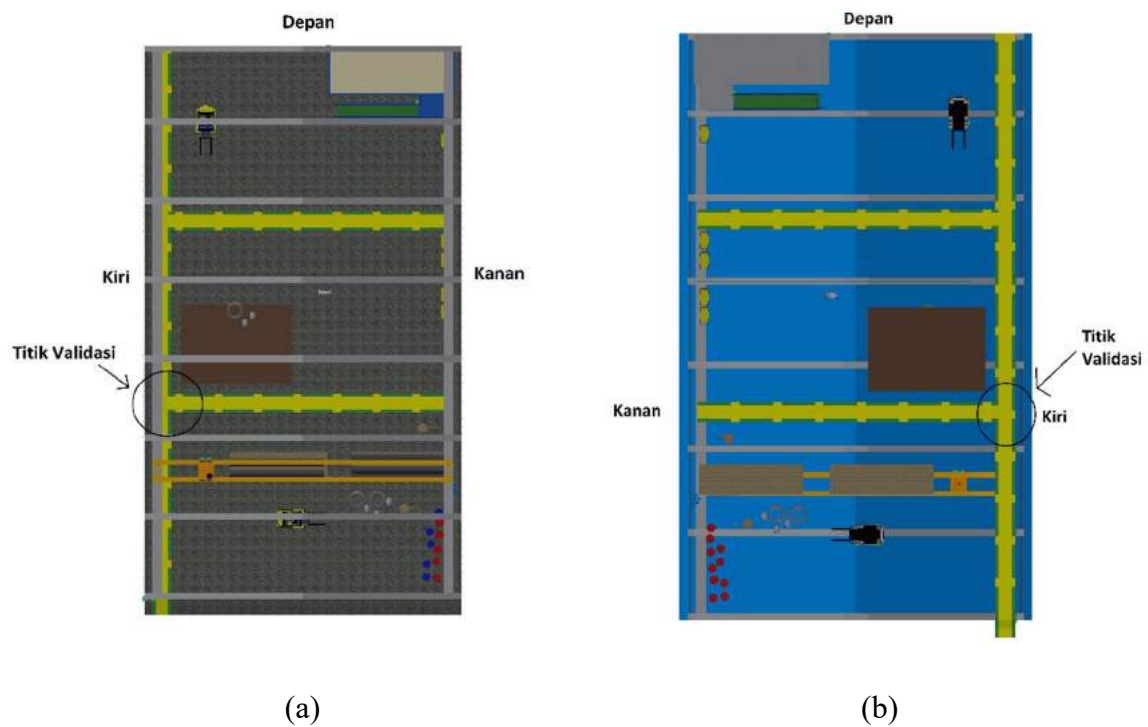
Bahan	Pelatihan Konvensional (Rp)	Pelatihan Berbasis VR (Rp)	Penurunan Biaya (Rp)
Alat pelindung diri	24.165.000,00		24.165.000,00
Alat pemadam kebakaran ringan	180.060.000,00		180.060.000,00
Material <i>Fire Pit</i>	75.206.700,00		75.206.700,00
Perancangan aplikasi		11.548.666,67	- 11.548.666,67
Peralatan simulasi		74.970.000,00	- 74.970.000,00
Listrik		8.253,45	- 8.253,45
Tenaga Pengajar	5.140.625,00	4.156.250,00	984.375,00
Total			193.889.154,88

Tabel 6.11 menunjukkan bahwa terdapat pengurangan setelah digunakannya perangkat VR untuk pelatihan keselamatan kerja sebesar Rp 193.889.154,88. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dapat mengurangi biaya sebesar 68,13% dari pelatihan konvensional.

6.3. Uji Validasi

Uji Validasi aplikasi dalam penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja yang dikembangkan dapat digunakan dengan baik. Sehingga dilakukan validasi berupa arah pandang dan gerakan *controller* agar sesuai


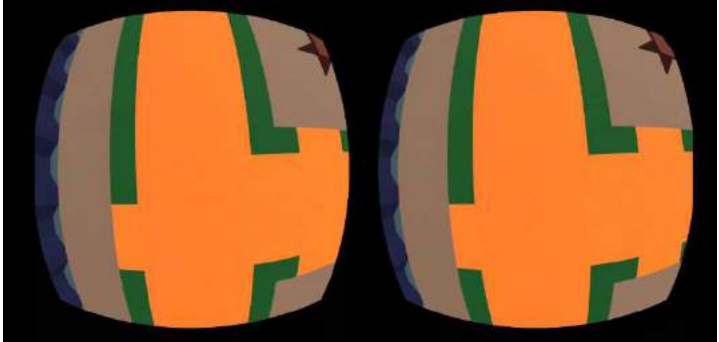

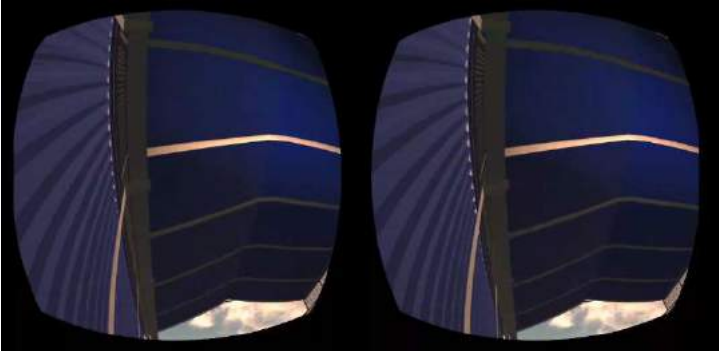

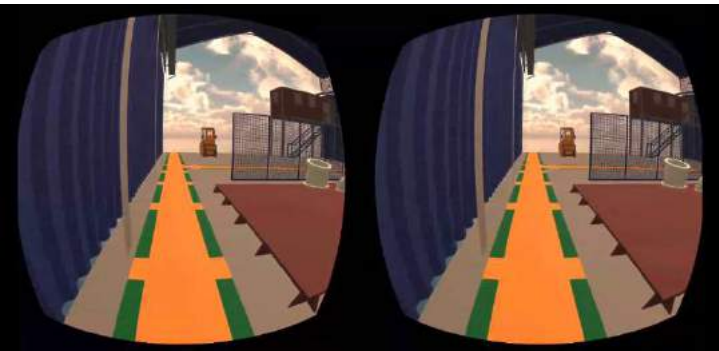

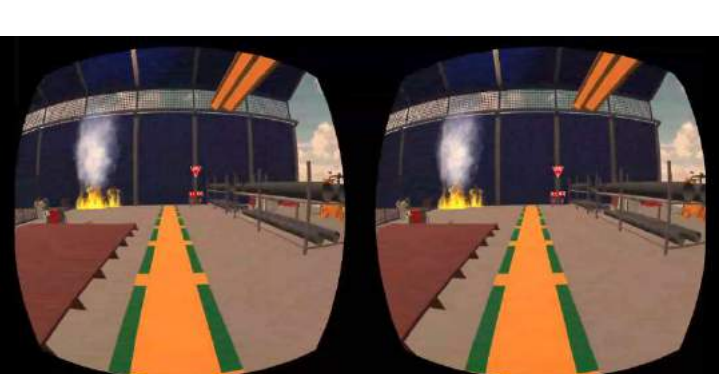
dengan gerakan arah pandang dan *controller* di lingkungan virtual. Pada tahap validasi aplikasi ini dilakukan dengan membandingkan tampilan pada HMD dan *controller* dengan gerakan yang dilakukan oleh *user*, sementara untuk pergerakan dalam lingkungan virtual tidak dapat dilakukan validasi karena pergerakan di dalam lingkungan virtual dilakukan dengan sentuhan pada *trackpad* oleh *user*, ditambah dalam simulasi pelatihan ini *user* tidak melakukan perpindahan dalam dunia nyata. Dalam validasi yang dilakukan menggunakan tampilan simulasi pelatihan *fire drill* karena terdapat jalur evakuasi yang memiliki sudut 90° dan untuk mencocokkannya dengan pergerakan *user* digunakan koordinat 360° sehingga validasi ini dapat dilakukan secara akurat. Gambar 6.1 di bawah merupakan tampilan atas dan bawah dari lingkungan virtual pelatihan *fire drill*.


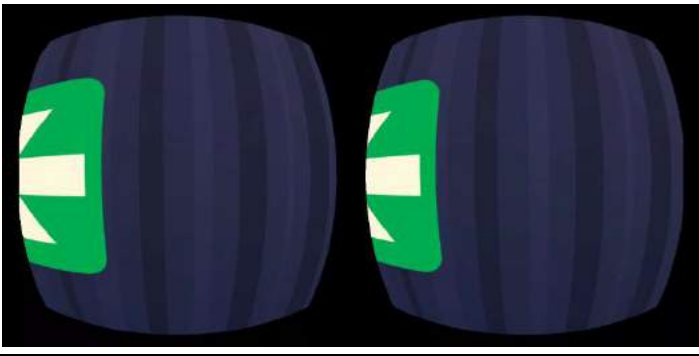


Gambar 6.1 Denah dalam pelatihan fire drill untuk validasi aplikasi dari (a) tampak dari atas dan (b) tampak dari bawah.

Validasi yang pertama dilakukan dengan cara memastikan respon tampilan aplikasi terhadap pergerakan HMD sesuai. *User* akan menggerakkan HMD dengan memandang ke arah bawah, atas, depan, kiri, dan kanan. Selama melakukan gerakan tersebut pastikan bahwa tampilan pada aplikasi sesuai dengan gerakan kepala *user*. Hasil dari validasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 6.12 di bawah ini.


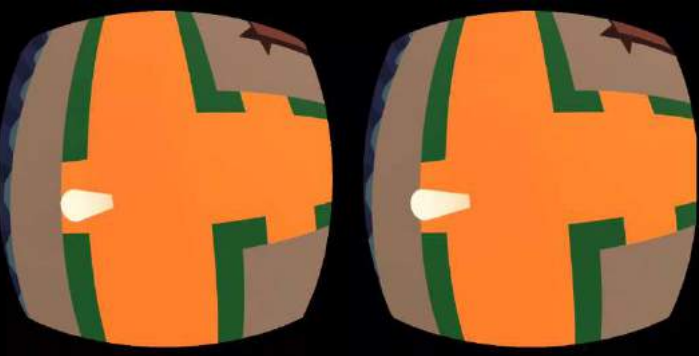

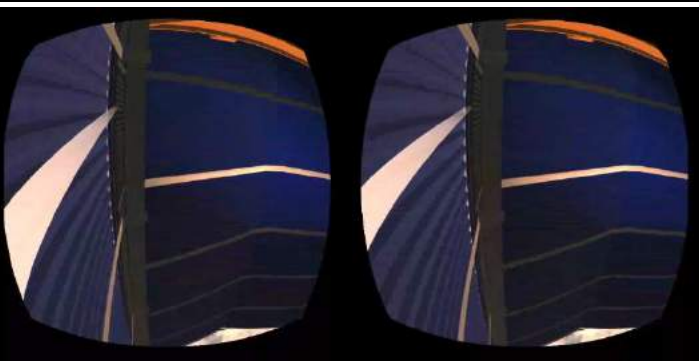
Tabel 6.12 Hasil uji validasi aplikasi pada penggunaan HMD *Oculus Go*


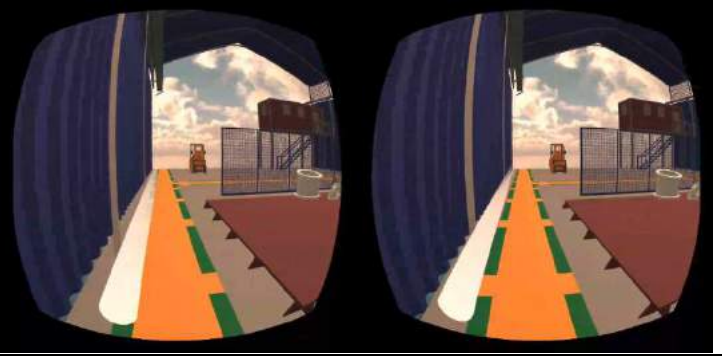

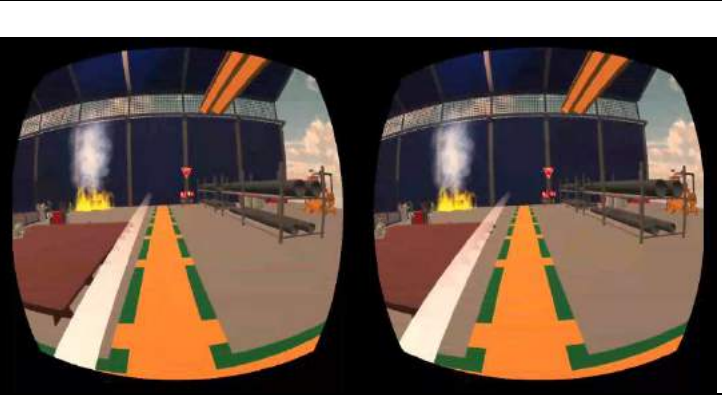


	
<p>Pandangan Bawah</p>	<p>Tampilan Bawah</p>
	
<p>Pandangan Atas</p>	<p>Tampilan Atas</p>
	
<p>Pandangan Depan</p>	<p>Tampilan Depan</p>
	
<p>Pandangan Kanan</p>	<p>Tampilan Kanan</p>

	
Pandangan Kiri	Tampilan Kiri

Sementara validasi kedua dilakukan untuk memastikan respon *controller* pada lingkungan virtual sesuai dengan pergerakan *controller* oleh *user*. *User* akan mengarahkan *controller* ke arah bawah, atas, depan, kiri, dan kanan. Selama melakukan gerakan tersebut pastikan bahwa tampilan pada aplikasi sesuai dengan arah gerakan *controller user*. Hasil dari validasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 6.13 di bawah ini.

Tabel 6.13 Hasil uji validasi aplikasi pada gerak *controller*

	
Arah <i>Controller</i> Bawah	Tampilan Arah <i>Controller</i> Bawah
	
Arah <i>Controller</i> Atas	Tampilan Arah <i>Controller</i> Atas

	
<p>Arah <i>Controller</i> Depan</p>	<p>Tampilan Arah <i>Controller</i> Depan</p>
	
<p>Arah <i>Controller</i> Kanan</p>	<p>Tampilan Arah <i>Controller</i> Kanan</p>
	
<p>Arah <i>Controller</i> Kiri</p>	<p>Tampilan Arah <i>Controller</i> Kiri</p>

Berdasarkan uji validasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 di atas bahwa tampilan aplikasi sesuai dengan pergerakan HMD dan *controller Oculus Go* yang dilakukan oleh *user*, sehingga dapat dinyatakan bahwa aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja yang dikembangkan telah memenuhi uji validasi.

6.4. Uji Verifikasi

Dalam memverifikasi aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja dalam penelitian ini menggunakan metode kuesioner. Kuesioner bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap kelayakan dari aplikasi yang telah dikembangkan. Pihak-pihak yang dijadikan responden adalah pekerja di galangan kapal karena aplikasi ini dikembangkan untuk diimplementasikan

di galangan kapal. Kuesioner terdiri dari beberapa pertanyaan mengenai aplikasi yang dikembangkan. Responden terlebih dahulu melakukan simulasi pelatihan menggunakan aplikasi yang dikembangkan dan kemudian dilakukan pengisian kuesioner. Pertanyaan dalam kuesioner menggunakan skala *Likert* sebagai bentuk penilaian dari skala satu hingga skala empat. Keterangan skala tersebut adalah sebagai berikut.

1. : Sangat Tidak Setuju
2. : Tidak Setuju
3. : Setuju
4. : Sangat Setuju

Untuk memudahkan memberikan penilaian terhadap rata-rata nilai yang diberikan oleh responden terhadap kuesioner, maka perlu dibuat presentase nilai. Presentase nilai tersebut didapat dari perhitungan interval dengan rumus sebagai berikut.

$$I = \frac{100}{\text{Jumlah Nilai}}$$

Maka,

$$I = \frac{100}{4}$$

$$I = 25$$

Sehingga didapatkan interval dengan nilai 25 dari terendah 0% hingga 100% yang dapat dilihat pada Tabel 6.14 di bawah ini.

Tabel 6.14 Interval skala *Likert*

Jawaban	Keterangan
0% - 24,99%	Sangat Tidak Setuju
25% - 49,99%	Tidak Setuju
50% - 74,99%	Setuju
75% - 100%	Sangat Setuju

Dalam kuesioner ini responden diberikan sembilan mengenai aplikasi yang dikembangkan, pertanyaan adalah sebagai berikut.

Q1: Menurut anda seberapa pentingkah aplikasi ini digunakan untuk membantu pelatihan K3 di galangan kapal?

- Q2: Menurut anda apakah aplikasi ini memberikan pengalaman yang nyata terhadap bahaya yang mungkin terjadi di tempat kerja?
- Q3: Menurut anda apakah pelatihan menggunakan VR lebih aman dibanding pelatihan K3 yang dilakukan secara konvensional?
- Q4: Menurut anda apakah pelatihan menggunakan VR ramah terhadap lingkungan?
- Q5: Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR praktis digunakan?
- Q6: Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR ini cukup interaktif?
- Q7: Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR dapat meningkatkan pengetahuan anda tentang keselamatan kerja di galangan kapal?
- Q8: Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR lebih menarik dari pada pelatihan keselamatan kerja konvensional?
- Q9: Menurut anda apakah aplikasi ini dapat digunakan untuk seluruh karyawan di galangan kapal?

Dari hasil pengisian kuesioner oleh responden yang telah melakukan simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat virtual reality yang dilakukan di Divisi Kapal Niaga PT. PAL Indonesia didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 6.15 Rekapitulasi hasil kuesioner

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Uranio Bimo	3	4	3	4	3	3	3	3	4
Erlyn Ujang S.	4	4	3	3	2	3	3	3	3
Wahyu Dony S.	3	3	3	4	3	4	3	3	3
Novita Kurnia P.	3	4	4	4	3	3	4	3	3
Suherman	3	3	3	4	3	3	4	4	4

Untuk menghitung total skor dalam satu pertanyaan di dalam kuesioner digunakan rumus sebagai berikut.

$$Total\ Skor = T \times Pn$$

Dimana,

T= Total responden yang memilih

Pn = Pilihan angka skor Likert

Hasil dari perhitungan dari kelima responden dapat dilihat pada Tabel 6.16 di bawah ini.

Tabel 6.16 Hasil perhitungan total skor

Pertanyaan	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Setuju	Sangat Setuju	Total Skor
Q1	0	0	4	1	
Total Skor Q1	0	0	12	4	16
Q2	0	0	2	3	
Total Skor Q2	0	0	6	12	18
Q3	0	0	4	1	
Total Skor Q3	0	0	12	4	16
Q4	0	0	1	4	
Total Skor Q4	0	0	3	16	19
Q5	0	1	4	0	
Total Skor Q5	0	2	12	0	14
Q6	0	0	4	1	
Total Skor Q6	0	0	12	4	16
Q7	0	0	3	2	
Total Skor Q7	0	0	9	8	17
Q8	0	0	4	1	
Total Skor Q8	0	0	12	4	16
Q9	0	0	3	2	
Total Skor Q9	0	0	9	8	17

Setelah itu perlu dilakukan interpretasi skor perhitungan dengan mencari skor tertinggi (Y) dan skor terendah (X) dengan rumus sebagai berikut.

$$Y = \text{skor tertinggi likert} \times \text{jumlah responden}$$

Dimana,

$$\text{Skor tertinggi Likert} = 4$$

$$\text{Jumlah responden} = 5$$

Sehingga,

$$Y = 4 \times 5$$

$$Y = 20$$

$$X = \text{skor terendah likert} \times \text{jumlah responden}$$

Dimana,

$$\text{Skor terendah Likert} = 1$$

Jumlah responden = 5

Sehingga,

$$X = 1 \times 5$$

$$X = 5$$

Setelah dilakukan perhitungan total skor pada semua pertanyaan kemudian dilakukan analisis untuk melihat presentase akhir dari setiap pertanyaan di dalam kuesioner. Analisis dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Presentase} = \frac{\text{Total Skor}}{Y} \times 100$$

Hasil dari perhitungan presentase dari kelima responden tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.17 di bawah ini.

Tabel 6.17 Hasil perhitungan presentase rata-rata

Pertanyaan	Total Skor	Y	Presentase
Q1	16	20	80%
Q2	18	20	90%
Q3	16	20	80%
Q4	19	20	95%
Q5	14	20	70%
Q6	16	20	80%
Q7	17	20	85%
Q8	16	20	80%
Q9	17	20	85%
Total			83%

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diolah, didapatkan presentase rata-rata tertinggi pada pertanyaan ke empat, yaitu yang menyatakan bahwa simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat virtual reality lebih ramah lingkungan dari pada pelatihan keselamatan kerja yang dilakukan secara konvensional dengan presentase rata-rata sebesar 90% yang berarti 90% dari responden sangat setuju bahwa aplikasi yang dikembangkan dinilai lebih ramah lingkungan. Sedangkan pertanyaan kelima, yaitu simulasi pelatihan keselamatan kerja praktis digunakan mendapat presentase terendah sebesar 70% namun masih dalam interval ketiga yang berarti 70% dari responden setuju bahwa aplikasi yang dikembangkan praktis digunakan. Dari total presentase rata-rata didapatkan nilai sebesar 83% yang masuk pada interval keempat yang

berarti bahwa rata-rata responden sangat setuju dengan dikembangkannya aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja dalam penelitian ini.

6.5. Kelebihan dan Kekurangan Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

Pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR memiliki beberapa kelebihan dan juga kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan teknologi.

6.5.1. Kelebihan Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

1. Pemanfaatan teknologi realitas maya di bidang pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal.
2. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat *virtual reality* dapat mengurangi penggunaan material habis pakai seperti APAR dan material dalam *fire pit*.
3. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat *virtual reality* dapat mengurangi biaya pelatihan karena tidak diperlukannya peralatan penunjang pelatihan seperti APAR, alat pelindung diri, dan material yang digunakan dalam *fire pit*.
4. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat *virtual reality* tidak menyebabkan polusi udara dan pencemaran yang disebabkan oleh asap dan zat pemadam kebakaran.
5. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan perangkat *virtual reality* dinilai lebih aman digunakan karena tidak melibatkan api dan risiko bahaya lainnya dalam pelatihan.

6.5.2. Kekurangan Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya

1. Pelatihan keselamatan kerja perangkat VR dalam penelitian ini hanya menyimulasikan pelatihan penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko di lingkungan kerja ruang terbatas.
2. Keterbatasan perangkat keras realitas maya yang digunakan dalam penelitian ini menyebabkan beberapa aspek seperti berjalan, menekan, dan menunduk hanya dapat disimulasikan menggunakan *controller*.
3. Perbedaan berat antara *controller* dan APAR yaitu 145 gram dan 6 kilogram.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada proses pembekalan materi keselamatan dan kesehatan kerja pada galangan kapal saat ini dilakukan secara *in-house* dan pelatihan secara *external* atau pelatihan yang membutuhkan pihak luar. Pelatihan keselamatan kerja *in-house* diantaranya adalah pengenalan masalah umum keselamatan kerja, observasi bahaya dan penilaian risiko, pengembangan keterampilan pengawasan, prosedur kerja, izin kerja, isolasi, *gas free*, memasuki ruang terbatas, tanggap darurat, penggunaan peralatan yang aman, perancah, bekerja di ketinggian, demonstrasi seperti pemadaman kebakaran serta penggunaan alat pelindung diri dan latihan serta pelatihan seperti *fire drill*, *earthquake drill*, dan *tsunami drill*. Dalam pelaksanaannya pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal memiliki tingkat bahaya yang tinggi seperti pelibatan api dan penggunaan perancah di ketinggian.
2. Dalam merancang aplikasi simulasi keselamatan kerja berbasis *virtual reality* pada galangan kapal membutuhkan dua perangkat pendukung yaitu *Head-Mounted Display* dan *controller*. Perancangan aplikasi simulasi keselamatan kerja berbasis teknologi realitas maya dilakukan melalui beberapa proses yaitu menentukan materi pengajaran, menentukan materi yang dapat disimulasikan dengan perangkat VR, menentukan substep dari setiap materi, menentukan perangkat VR yang akan digunakan, membuat lingkungan virtual, penulisan *script* aplikasi, pengembangan aplikasi, dan pengujian aplikasi. Pada penelitian ini hanya menyimulasikan pelatihan penggunaan APAR, *fire drill*, dan observasi risiko pada ruang terbatas dari sepuluh topik pelatihan keselamatan kerja di galangan kapal.
3. Perbandingan pelatihan keselamatan kerja konvensional dengan pelatihan keselamatan kerja berbasis teknologi realitas maya dilihat dari tujuh variabel dalam proses pelatihan yaitu ruang, keselamatan, lingkungan, waktu, peralatan, simulasi, dan penilaian. Simulasi pelatihan keselamatan kerja berbasis VR dapat meningkatkan pengetahuan teori peserta pelatihan keselamatan kerja sebanyak 14,05% berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*

yang diadakan secara tertulis. Biaya yang dibutuhkan untuk merancang aplikasi simulasi keselamatan kerja berbasis teknologi realitas maya dibagi menjadi biaya pembuatan aplikasi sebesar dan biaya peralatan sebesar Rp 24.043.667. Biaya yang tereduksi dalam pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR terhadap pelatihan keselamatan kerja konvensional adalah Rp 193.889.154,88. Pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR dapat mengurangi biaya pelatihan keselamatan kerja sebesar 68,13% dari pelatihan keselamatan kerja konvensional.

7.2. Saran

Setelah pengerjaan Tugas Akhir ini selesai, penulis dapat memberikan saran-saran terkait untuk pengembangan aplikasi simulasi pelatihan keselamatan kerja menggunakan VR kedepan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menerapkan teknologi *virtual reality*, untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan penerapan *mixed reality*.
2. Penelitian ini menggunakan perangkat *Oculus Go* yang hanya memiliki *3 Degree of Freedom* sebagai perangkat simulasi, pada penelitian selanjutnya dapat digunakan *Oculus Quest* dengan *6 Degree of Freedom*.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menyimulasikan topik pelatihan keselamatan kerja *in-house* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Act, T. O. H. S. (2019). *Worker ' s g uide to occupational health and safety*. (October).
- Alfauzi, H. A. (2019). *Perancangan Aplikasi Berbasis Teknologi Realitas Maya (Virtual Reality) untuk Simulasi Pengelasan*. Surabaya.
- ASUS. (2019). ASUS VivoBook 14 A442UR | Laptop | ASUS Indonesia. Retrieved December 23, 2019, from <https://www.asus.com/id/Laptops/ASUS-VivoBook-14-A442UR/>
- British Safety Council. (2019). Virtual and augmented reality training | British Safety Council. Retrieved December 22, 2019, from <https://www.britsafe.org/training-and-learning/immersive-learning/>
- Brown, L. (2017). Top 10 Popular Virtual Reality Peripherals. Retrieved December 22, 2019, from <https://filmora.wondershare.com/virtual-reality/top-10-popular-virtual-reality-peripherals.html>
- Brown, L. (2019). Top VR treadmills review. Retrieved December 22, 2019, from <https://filmora.wondershare.com/virtual-reality/top-vr-treadmills.html>
- Celebi, U. B. (2015). The Risk of Occupational Safety and Health in Shipbuilding Industry in Turkey 2 Basic Shipyard Processes. *Current*, (September), 178–185. Retrieved from <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2010/Constantza/MN/MN-32.pdf>
- Chapitre 31 - La protection individuelle. (n.d.). Retrieved November 24, 2019, from <http://www.ilocis.org/fr/documents/ilo031.htm>
- Edwin, B. F. (1995). *Manajemen Personalia* (VI Jilid 2). Jakarta: Erlangga.
- FARIYA, S., & SITI. (2014). ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS TRAINING PENGELASAN MENGGUNAKAN WELDING SIMULATOR BERBASIS PEMOGRAMAN KOMPUTER SEBAGAI PENGGANTI ELEKTRODA KONVENSIONAL. *Paper and Presentation of Naval Architecture and Ship Building Engineering, RSPe 623.843 2 Far a, 2014*.
- Fire Protection Association. (2017). *THE UK's NATIONAL FIRE SAFETY ORGANISATION Safety Signs Product Catalogue*. Retrieved from www.thefpa.co.uk
- Gold, J. I., Kim, S. H., Kant, A. J., Joseph, M. H., & Rizzo, A. (2006). Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during IV placement. *Cyberpsychology and Behavior*, 9(2), 207–212. <https://doi.org/10.1089/cpb.2006.9.207>
- Huang, H. M., Rauch, U., & Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers and Education*, 55(3), 1171–1182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>
- Indiamart.com. (2019). Welding Leather Safety Hand Gloves at Rs 30.00 /pair | Leather Welding Glove | ID: 20080004148. Retrieved December 22, 2019, from <https://www.indiamart.com/proddetail/welding-leather-safety-hand-gloves-20080004148.html>
- Le, Q. T., & Park, C. S. (2012). Construction safety education model based on second life. *Proceedings of IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2012*. <https://doi.org/10.1109/TALE.2012.6360336>
- Leatham, J. (2018). VR Omnidirectional Treadmills Making Gains Towards Full Immersion and Cardio. Retrieved December 22, 2019, from <https://www.vrfitnessinsider.com/vr-omnidirectional-treadmills-making-gains-towards-full-immersion-and-cardio/>
- Mandal, S. (2013). Brief Introduction of Virtual Reality & its Challenges. *International Journal*

- of Scientific & Engineering Research*, 4(4), 304–309.
- Mangkuprawira. (2002). *Manajemen Sumber Daya Manusia Strategik*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Mellet-D'huart, D. (2005). Virtual Reality for Training and Lifelong Learning. *THEMES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION Special Issue*, 185–224. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131316.pdf>
- Mi, S. H., Hou, Z. G., Yang, F., Xie, X. L., & Bian, G. Bin. (2014). 3D interactive virtual environments for minimally invasive vascular surgery. *2014 IEEE International Conference on Information and Automation, ICIA 2014*, 846–851. <https://doi.org/10.1109/ICInfA.2014.6932769>
- National Fire Protection Association. (2019). NFPA - Reporter's Guide: All about fire. Retrieved December 22, 2019, from <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/Press-Room/Reporters-Guide-to-Fire-and-NFPA/All-about-fire>
- Oculus. (2019). Oculus Go: Standalone VR Headset | Oculus. Retrieved December 23, 2019, from <https://www.oculus.com/go/>
- Pérez-ramírez, M., & Ontiveros-hernández, N. J. (2009). *Learning approaches : discussion*. (September 2014). <https://doi.org/10.13140/2.1.1617.0246>
- Pérez, B. Z., Marín, M. M., & Pérez, E. I. (2007). Developing a virtual environment for safety training. *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, CERMA 2007 - Proceedings*, 545–550. <https://doi.org/10.1109/CERMA.2007.4367743>
- Rachmawati, I. K. (2008). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Ridho, R. (2017). Ledakan di Galangan Kapal Tewaskan 5 Orang, Ini Kesaksian Warga. Retrieved November 21, 2019, from Sindonews website: <https://daerah.sindonews.com/read/1229429/174/ledakan-di-galangan-kapal-tewaskan-5-orang-ini-kesaksian-warga-1502436890>
- safetyworks.com. (2019). Professional Half-Mask Multi-Purpose Respirator. Retrieved December 22, 2019, from <https://safetyworks.com/products/respiratory-protection/half-mask-respirator/pro-multi-purpose-respirator/>
- Sayers, S. (2019). How to set up the PlayStation VR Aim Controller - PlayStation Universe. Retrieved December 22, 2019, from <https://www.psu.com/news/how-to-set-up-the-playstation-vr-aim-controller/>
- Sedarmayanti. (2009). *Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Bandung: CV. Mandar Maju.
- SETIAWAN, D., & DANANG. (2013). ANALISIS RISIKO KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA SISTEM KOMPLEKS SOSIO-TEKNIKAL DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK (STUDI KASUS: PT DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA). *Paper and Presentation of Industrial Engineering, RSI 620.86 Set a, 2014*.
- Suma'mur. (1995). Higin Perusahaan dan Kesehatan Kerja. In *Jakarta: CV. Haji Masagung*. Jakarta: CV. Haji Mas Agung.
- Suwandha, D. (2017). Diduga Langgar K3, Kapal Meledak Tanggungjawab PT ASL dan Disnaker Kepri – Warta Kepri. Retrieved December 22, 2019, from wartakepri.co.id website: <https://wartakepri.co.id/2017/09/12/diduga-langgar-k3-kapal-meledak-tanggungjawab-pt-asl-dan-disnaker-kepri/>
- The immersion allowed by the use of a virtual reality environment for... | Download Scientific Diagram. (2018). Retrieved November 24, 2019, from https://www.researchgate.net/figure/The-immersion-allowed-by-the-use-of-a-virtual-reality-environment-for-the-tele-operation_fig1_325657623

- Top 9 tech trends that will shape our built environment – AEC Forensics. (2019). Retrieved November 24, 2019, from <https://aecforensics.com/2018/10/30/top-9-tech-trends-that-will-shape-our-built-environment/>
- VRSENSE. (2019). Virtual Reality OSH Training Software – Innovative solutions that engage every employee in your organisation. Retrieved December 22, 2019, from <https://www.vrsense.com/en/#products>
- Workplace Safety and Health Council, & ASMI - Association of Singapore Marine Industries. (2009). *Workplace Safety & Health Manual for Marine Industries*. 360. Retrieved from https://www.wshc.sg/wps/themes/html/upload/cms/file/WSH_Manual_Marine_Industries.pdf

LAMPIRAN

- Lampiran A Silabus Pelatihan Keselamatan Kerja
- Lampiran B Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis Realitas Maya
- Lampiran C Hasil Pre-Test Peserta Pelatihan
- Lampiran D Hasil Post-Test Peserta Pelatihan
- Lampiran E Data Diri Peserta Pelatihan Keselamatan Kerja
- Lampiran F Hasil Kuesioner

LAMPIRAN A
SILABUS PELATIHAN KESELAMATAN KERJA

SILABUS PELATIHAN KESELAMATAN KERJA
TABEL A.1 SILABUS PELATIHAN PENANGGULANGAN KEBAKARAN

No	Tujuan	Sasaran	Materi Pokok	Standar Kebijakan	Materi Pelatihan		Periode Pelatihan	
					Pengetahuan	Praktik	Pengetahuan	Praktik
1	1. Peserta pelatihan mengetahui dan memahami konsep pencegahan kebakaran serta penerapannya, mengetahui fungsi peralatan pemadaman, menguasai teknik dan strategi penanggulangan kebakaran terutama penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR).	1. Peserta pelatihan mengetahui dan memahami konsep pencegahan dan penanggulangan kebakaran. 2. Peserta pelatihan mengetahui teknik dan strategi pemadaman kebakaran dengan media air, busa, gas, CO ₂ , dan <i>dry chemical</i> secara efektif. 3. Peserta pelatihan mampu	1. Dasar-dasar K3 dan Peraturan terkait dengan K3 Penanggulangan Kebakaran	1. Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. 2. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No. Kep.186/MEN/1999 tentang unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja	Materi menggunakan video edukasi tentang penanggulangan kebakaran.	Pelatihan langsung menggunakan media realitas maya.	1 JP	4 JP
			2. Teori Api dan Anatomi Kebakaran.				1 JP	
			3. Prinsip-Prinsip Pencegahan Kebakaran.				1 JP	
			4. Teknik Pemadaman Kebakaran.				1 JP	
			5. Pengetahuan prosedur menghadapi bahaya kebakaran.				1 JP	
			6. Pemadaman dengan Alat Pemadam Api				1 JP	

No	Tujuan	Sasaran	Materi Pokok	Standar Kebijakan	Materi Pelatihan		Periode Pelatihan	
					Pengetahuan	Praktik	Pengetahuan	Praktik
		memadamkan api secara sendiri.	Ringan (APAR).					

TABEL A.2 SILABUS PELATIHAN RESPON TERHADAP KEADAAN DARURAT

No	Tujuan	Sasaran	Materi Pokok	Standar Kebijakan	Materi Pelatihan		Jam Pelatihan	
					Pengetahuan	Praktik	Pengetahuan	Praktik
2	1. Peserta pelatihan mengetahui dan memahami tata cara dalam pelaksanaan penanggulangan Keadaan Darurat dan memastikan tindakan pengendalian sesuai Prosedur Penanggulangan Keadaan Darurat (PKD).	1. Peserta pelatihan memahami konsep Penanggulangan Keadaan Darurat (PKD) secara efektif sehingga pengendalian bisa dilakukan secara cepat dan tepat. 2. Peserta pelatihan dapat mencegah kesimpangsiuran dalam menghadapi keadaan darurat.	1. Dasar-dasar K3 dan Peraturan terkait dengan Penanggulangan Keadaan Darurat.	1. Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.	Materi menggunakan video edukasi tentang penanggulangan kebakaran.	Pelatihan langsung menggunakan media realitas maya.	1 JP	4 JP
			2. Memahami Prosedur Penanggulangan Keadaan Darurat.	2. Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No. Kep.186/MEN/1999 tentang unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja	Materi menggunakan video edukasi tentang penanggulangan keadaan bahaya		2 JP	
			3. Memahami teknik pemadaman kebakaran.				1 JP	
			4. Mampu				1 JP	

No	Tujuan	Sasaran	Materi Pokok	Standar Kebijakan	Materi Pelatihan		Jam Pelatihan	
					Pengetahuan	Praktik	Pengetahuan	Praktik
		3. Peserta pelatihan dapat mencegah jatuhnya korban jiwa, kerusakan harta benda dan lingkungannya.	bekerja sama dan berkomunikasi dalam keadaan darurat.	3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2009 4. Peraturan Menteri Kesehatan No. 48 tahun 2016 tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran				

TABEL A.3 SILABIS PELATIHAN OBSERVASI RISIKO

No	Tujuan	Sasaran	Materi Pokok	Standar Kebijakan	Materi Pelatihan		Jam Pelatihan	
					Pengetahuan	Praktik	Pengetahuan	Praktik
3	1. Peserta pelatihan mengetahui dan memahami langkah-langkah yang harus dilakukan pada pekerjaan di ruang terbatas guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja serta menekan kerugian karena ledakan, kebakaran, dan klaim kesehatan lainnya.	1. Peserta pelatihan memahami kebijakan keselamatan kerja untuk pekerjaan di ruang terbatas.	1. Dasar-dasar K3 dan Peraturan terkait dengan pekerjaan di ruang terbatas.	1. Undang-undang No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.	Materi menggunakan video edukasi tentang keselamatan kerja di ruang terbatas.	Pelatihan langsung menggunakan media realitas maya.	2 JP	2 JP
		2. Peserta pelatihan memahami dasar-dasar keselamatan dan kesehatan kerja di ruang terbatas.	2. Dasar-dasar keselamatan kerja di ruang terbatas.				2. Keputusan Direktur Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan No. KEP. 113/DJPPK/IX/2006	
		3. Peserta pelatihan memahami prosedur izin kerja yang aman.	3. Pengenalan karakteristik bahan kimia berbahaya di ruang terbatas.	2 JP				
		4. Karakteristik bahan kimia	4. Identifikasi dan penilaian	2 JP				

No	Tujuan	Sasaran	Materi Pokok	Standar Kebijakan	Materi Pelatihan		Jam Pelatihan	
					Pengetahuan	Praktik	Pengetahuan	Praktik
		berbahaya di ruang terbatas.	resiko bahaya di ruang terbatas.					
		5. Peserta pelatihan memahami mengenai alat pelindung diri untuk pekerjaan di ruang terbatas.	5. Prosedur izin kerja di ruang terbatas.				2 JP	
		6. Peserta pelatihan mengetahui cara mengidentifikasi bahaya dan resiko bekerja di ruang terbatas.	6. Alat Pelindung Diri (APD) untuk pekerjaan di ruang terbatas.				1 JP	

LAMPIRAN B
PELATIHAN KESELAMATAN KERJA BERBASIS REALITAS
MAYA

TABEL B.1 JADWAL PELATIHAN

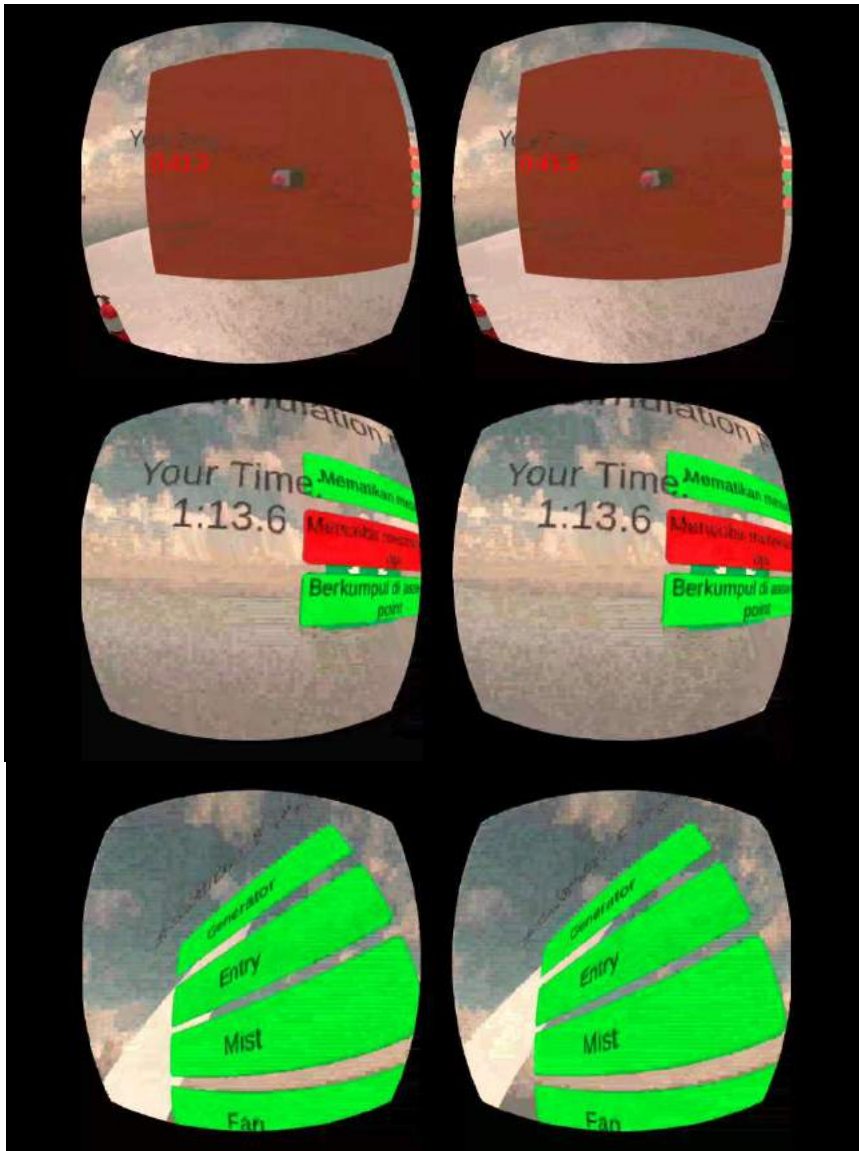
Hari/Tanggal	Waktu	Tempat	Agenda
Jumat/20 Desember 2019	09.00- 09.30	Divisi Kapal Niaga PT.PAL	Teori keselamatan kerja secara umum
	09.30- 09.45		Pre-test
	09.45- 10.00		Pelatihan keselamatan kerja berbasis VR peserta 1
	10.00- 10.15		Post-test peserta 1 Pelatihan keselamatan kerja berbasis VR peserta 2
	10.15- 10.30		Post-test peserta 2 Pelatihan keselamatan kerja berbasis VR peserta 3
	10.30- 10.45		Post-test peserta 3 Pelatihan keselamatan kerja berbasis VR peserta 4
	10.45- 11.00		Post-test peserta 4 Pelatihan keselamatan kerja berbasis VR peserta 5
	11.00- 11.15		Post-test peserta 5

DOKUMENTASI PELATIHAN

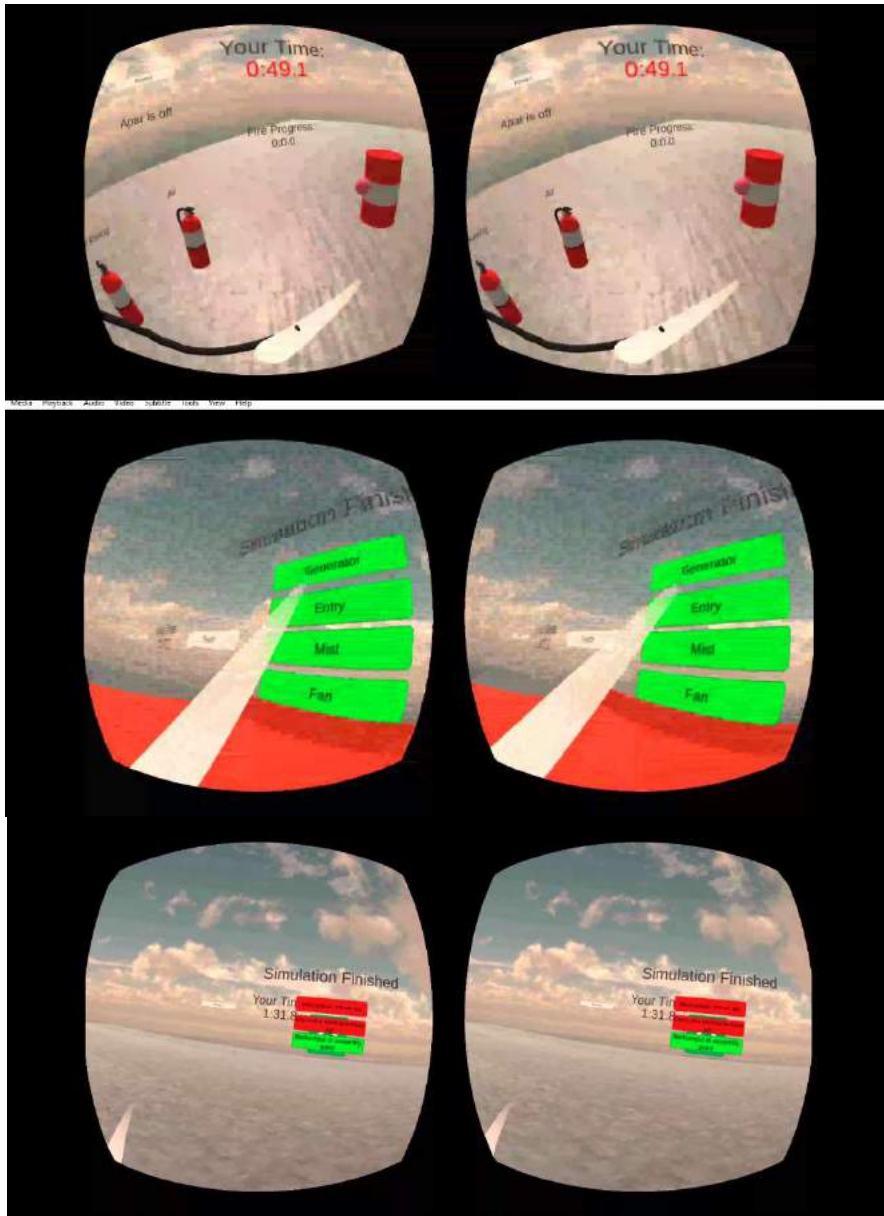




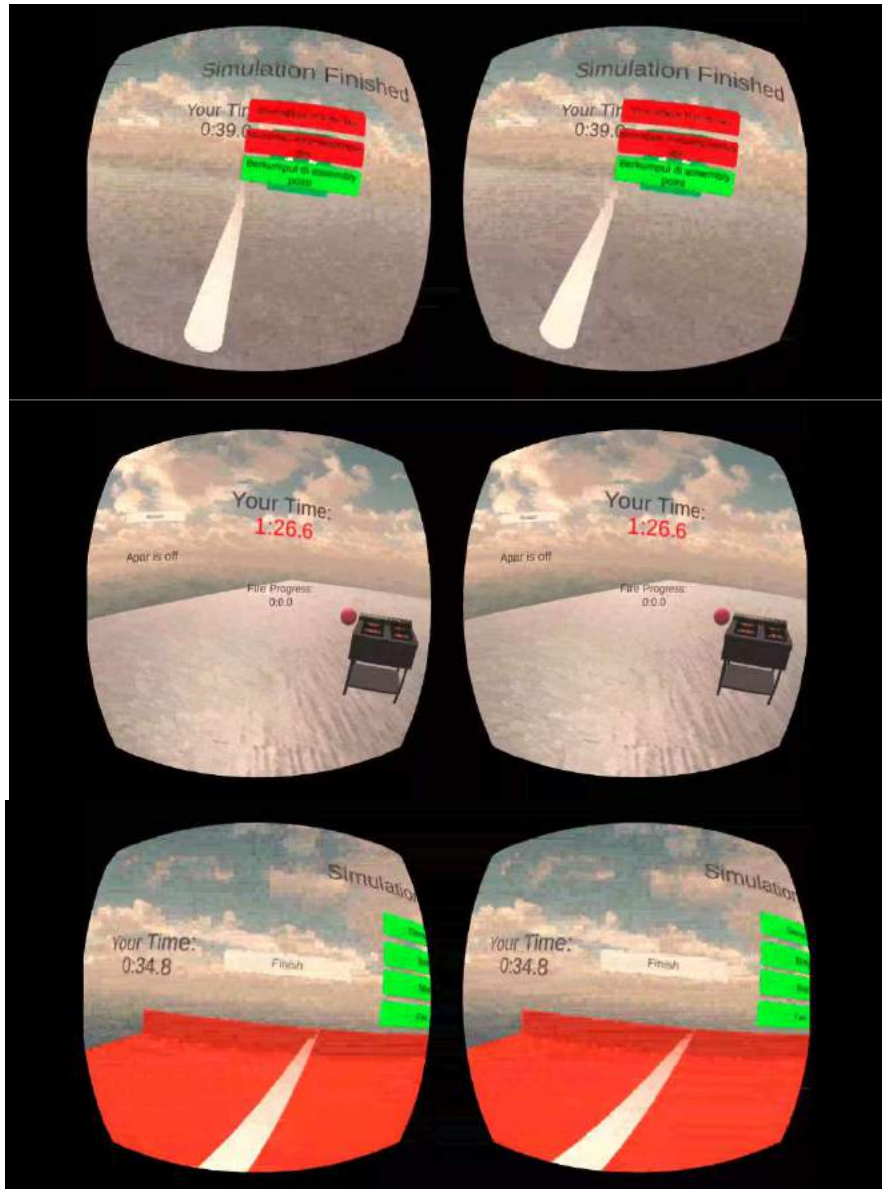
**SKOR PELATIHAN
PESERTA 1**



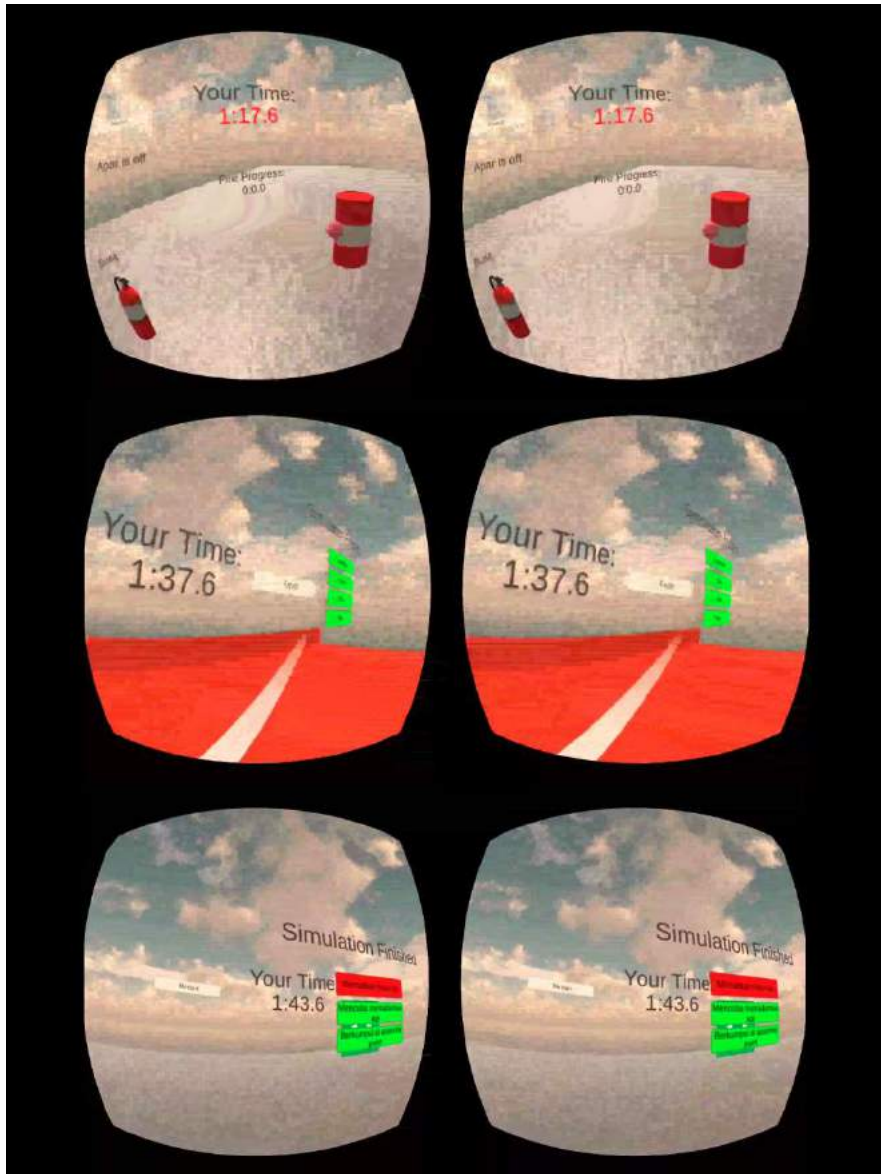
PESERTA 2



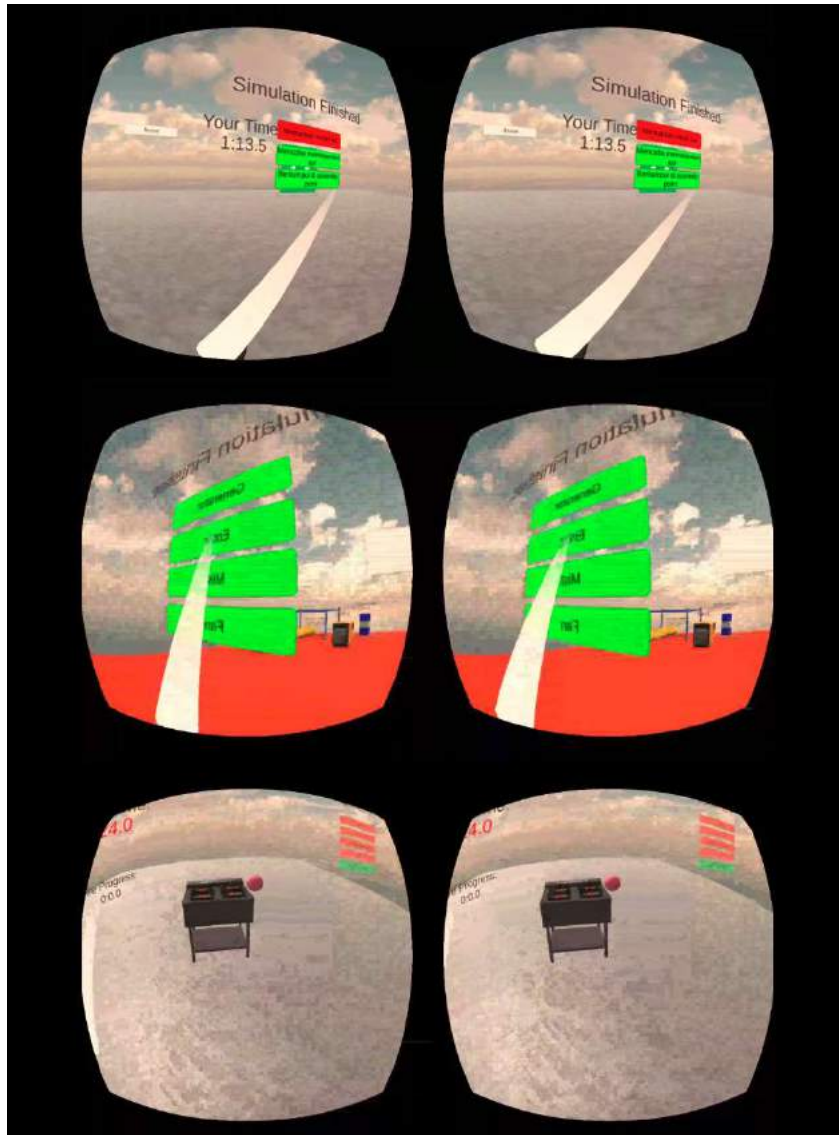
PESERTA 3



PESERTA 4



PESERTA 5



LAMPIRAN C
HASIL *PRE-TEST* PESERTA PELATIHAN

PESERTA 1

Soal Pre-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Novita Kurnia P.

Nilai:

1. Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
 2. Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
 3. Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
 4. Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
 5. Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
 6. Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition
-

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:

- a. Air
- b. CO2
- c. Bubuk kering
- d. Powder ABC

8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena

- a. Api lama mengecil
- b. Api akan padam dengan sendirinya
- c. Api akan membesar
- d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air

9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar

- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
- b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
- c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
- d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin

10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?

- a. Dasar api
- b. Belakang api
- c. Pada api
- d. Atas api

Soal Pre-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Novita Kurnia P.

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengcil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditematkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Pre-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Novita Kurnia P.

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- a. Lampu pijar
 - b. Petromax
 - c. Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - d. Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- a. Oksigen
 - b. Udara
 - c. Angin
 - d. Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- a. Helm Keselamatan
 - b. *Wearpack*
 - c. Respirator
 - d. Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- a. Mengecek kondisi rekan kerja
 - b. Menghubungi petugas evakuasi
 - c. Masuk ke dalam ruang terbatas
 - d. Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

Soal Pre-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Wahyu Dony

Nilai:

1. Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida

2. Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas

3. Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik

4. Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering

5. Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂

6. Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:

- a. Air
- b. CO2
- c. Bubuk kering
- d. Powder ABC

8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena

- a. Api lama mengecil
- b. Api akan padam dengan sendirinya
- c. Api akan membesar
- d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air

9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar

- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
- b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
- c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
- d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin

10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?

- a. Dasar api
- b. Belakang api
- c. Pada api
- d. Atas api

Soal Pre-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Wahyu deny

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditempatkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Pre-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Wahyu dony

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- Lampu pijar
 - Petromax
 - Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- Oksigen
 - Udara
 - Angin
 - Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- Helm Keselamatan
 - Wearpack
 - Respirator
 - Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- Mengecek kondisi rekan kerja
 - Menghubungi petugas evakuasi
 - Masuk ke dalam ruang terbatas
 - Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

PESERTA 3

Soal Pre-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: BIMO

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - Oksigen, bahan bakar, panas
 - Udara, uap panas, bahan bakar
 - Karbon dioksida, panas, asap
 - Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - Busa
 - Bubuk kering
 - Air
 - Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - Kertas, kardus, kayu
 - Minyak sayur, lemak
 - Oli, bahan bakar cair, cat
 - Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - Busa
 - Wet chemical
 - Air
 - Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - Bubuk kering
 - Busa
 - Air
 - Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - Cooling
 - Smothering
 - Starving
 - Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- a. Air
 - b. CO2
 - c. Bubuk kering
 - d. Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- a. Api lama mengecil
 - b. Api akan padam dengan sendirinya
 - c. Api akan membesar
 - d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- a. Dasar api
 - b. Belakang api
 - c. Pada api
 - d. Atas api

Soal Pre-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: BIMO

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditematkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Pre-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: BMO

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan *blower*
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan *gas free*
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan *gas free*, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- a. Lampu pijar
 - b. Petromax
 - c. Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - d. Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- a. Oksigen
 - b. Udara
 - c. Angin
 - d. Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- a. Helm Keselamatan
 - b. *Wearpack*
 - c. Respirator
 - d. Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- a. Mengecek kondisi rekan kerja
 - b. Menghubungi petugas evakuasi
 - c. Masuk ke dalam ruang terbatas
 - d. Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

PESERTA 4

Soal Pre-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Suherman

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- Air
 - CO2
 - Bubuk kering
 - Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- Api lama mengecil
 - Api akan padam dengan sendirinya
 - Api akan membesar
 - Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- Dasar api
 - Belakang api
 - Pada api
 - Atas api

Soal Pre-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Suherman



1. APAR merupakan kependekan dari
- a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
- a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
- a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
- a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan



- a. Tanda darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditempatkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

1. APAR merupakan kependekan dari
- a. Alat Pengcili Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghianj Api Ringan
 - d. Alat Penghianj Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
- a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain kasar

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran
- a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berhenti di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
- a. Berhati waspada mungkin
 - b. Menutup ruang kosong dan berhenti
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menaungi mata
 - d. Berhati menaruh asap

2. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang keselamatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Pre-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Suherman

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama
2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%
3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE
4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas
5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas
6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas

- a. Lampu pijar
- b. Petromax
- c. Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
- d. Lampu halogen

8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah

- a. Oksigen
- b. Udara
- c. Angin
- d. Blower

9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah

- a. Helm Keselamatan
- b. Wearpack
- c. Respirator
- d. Sabuk kulit

10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas

- a. Mengecek kondisi rekan kerja
- b. Menghubungi petugas evakuasi
- c. Masuk ke dalam ruang terbatas
- d. Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

PESERTA 5

Soal Pre-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Ujang

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- a. Air
 - b. CO2
 - c. Bubuk kering
 - d. Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- a. Api lama mengecil
 - b. Api akan padam dengan sendirinya
 - c. Api akan membesar
 - d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- a. Dasar api
 - b. Belakang api
 - c. Pada api
 - d. Atas api

Soal Pre-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Ujang

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditematkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Pre-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Ujang

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakkan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan *blower*
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan *gas free*
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan *gas free*, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- Lampu pijar
 - Petromax
 - Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- Oksigen
 - Udara
 - Angin
 - Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- Helm Keselamatan
 - Wearpack
 - Respirator
 - Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- Mengecek kondisi rekan kerja
 - Menghubungi petugas evakuasi
 - Masuk ke dalam ruang terbatas
 - Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

LAMPIRAN D
HASIL *POST-TEST* PESERTA PELATIHAN

PESERTA 1

Soal Post-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Novita Kurnia P.

Nilai:

1. Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
 2. Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
 3. Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
 4. Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
 5. Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
 6. Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition
-

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- a. Air
 - b. CO2
 - c. Bubuk kering
 - d. Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- a. Api lama mengecil
 - b. Api akan padam dengan sendirinya
 - c. Api akan membesar
 - d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- a. Dasar api
 - b. Belakang api
 - c. Pada api
 - d. Atas api

Soal Post-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Novita Kurnia P.

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditematkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor.
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Post-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Novita Kurnia P.

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

 2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

 3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

 4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

 5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

 6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas
-

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- Lampu pijar
 - Petromax
 - Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- Oksigen
 - Udara
 - Angin
 - Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- Helm Keselamatan
 - Wearpack
 - Respirator
 - Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- Mengecek kondisi rekan kerja
 - Menghubungi petugas evakuasi
 - Masuk ke dalam ruang terbatas
 - Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas
-

PESERTA 2

Soal Post-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Wahyu dery

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- a. Air
 - b. CO2
 - c. Bubuk kering
 - d. Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- a. Api lama mengecil
 - b. Api akan padam dengan sendirinya
 - c. Api akan membesar
 - d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- a. Dasar api
 - b. Belakang api
 - c. Pada api
 - d. Atas api

Soal Post-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Wahyu Dony

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditempatkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Post-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Wahyu dany

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan *blower*
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan *gas free*
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan *gas free*, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- Lampu pijar
 - Petromax
 - Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- Oksigen
 - Udara
 - Angin
 - Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- Helm Keselamatan
 - Wearpack
 - Respirator
 - Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- Mengecek kondisi rekan kerja
 - Menghubungi petugas evakuasi
 - Masuk ke dalam ruang terbatas
 - Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

PESERTA 3

Soal Post-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: BIMBO

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- a. Air
 - b. CO2
 - c. Bubuk kering
 - d. Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- a. Api lama mengecil
 - b. Api akan padam dengan sendirinya
 - c. Api akan membesar
 - d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- a. Dasar api
 - b. Belakang api
 - c. Pada api
 - d. Atas api

Soal Post-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: BIMO

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditematkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Post-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: BIMLO

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

 2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

 3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

 4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

 5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

 6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas
-

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- Lampu pijar
 - Petromax
 - Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- Oksigen
 - Udara
 - Angin
 - Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- Helm Keselamatan
 - Wearpack
 - Respirator
 - Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- Megecek kondisi rekan kerja
 - Menghubungi petugas evakuasi
 - Masuk ke dalam ruang terbatas
 - Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

PESERTA 4

Soal Post-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Suherman

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:

- a. Air
- b. CO2
- c. Bubuk kering
- d. Powder ABC

8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena

- a. Api lama mengecil
- b. Api akan padam dengan sendirinya
- c. Api akan membesar
- d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air

9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar

- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
- b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
- c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
- d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin

10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?

- a. Dasar api
- b. Belakang api
- c. Pada api
- d. Atas api

Soal Post-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Suherman



1. APAR merupakan kependekan dari
- a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
- a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
- a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
- a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditempatkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

1. APAR merupakan kependekan dari
- a. Alat Pemadam Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghantar Api Ringan
 - d. Alat Penghantar Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
- a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan gas
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran
- a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemasi barang-barang
 - c. Berhenti di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melompat saat terjadi evakuasi
- a. Behati secepat mungkin
 - b. Mencah ruang kosong dan berhenti
 - c. Bertahan menunduk dan menahan nafas men
 - d. Behati menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang istirahat
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Post-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Suherman

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama
2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%
3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE
4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas
5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas
6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas

- a. Lampu pijar
- b. Petromax
- c. Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
- d. Lampu halogen

8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah

- a. Oksigen
- b. Udara
- c. Angin
- d. Blower

9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah

- a. Helm Keselamatan
- b. Wearpack
- c. Respirator
- d. Sabuk kulit

10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas

- a. Mengecek kondisi rekan kerja
- b. Menghubungi petugas evakuasi
- c. Masuk ke dalam ruang terbatas
- d. Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

PESERTA 5

Soal Post-Test Penanggulangan Kebakaran

Nama: Ujang

Nilai:

- Dibawah ini merupakan komponen segitiga api:
 - a. Oksigen, bahan bakar, panas
 - b. Udara, uap panas, bahan bakar
 - c. Karbon dioksida, panas, asap
 - d. Bahan bakar, uap panas, karbon dioksida
- Api yang berasal dari pembakaran kardus, kayu, dan kertas dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Bubuk kering
 - c. Air
 - d. Semua di atas
- Berikut yang merupakan contoh material yang dapat menimbulkan api kelas K adalah
 - a. Kertas, kardus, kayu
 - b. Minyak sayur, lemak
 - c. Oli, bahan bakar cair, cat
 - d. Peralatan elektronik
- Api yang berasal dari pembakaran peralatan elektronik dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Busa
 - b. Wet chemical
 - c. Air
 - d. Gas CO₂, bubuk kering
- Api yang berasal dari pembakaran bahan logam seperti lithium, seng, dan magnesium dapat dipadamkan dengan APAR jenis berikut:
 - a. Bubuk kering
 - b. Busa
 - c. Air
 - d. Gas CO₂
- Teknik pemadaman api yang dilakukan dengan menghilangkan sumber panas disebut
 - a. Cooling
 - b. Smothering
 - c. Starving
 - d. Inhibition

7. Pada api yang berasal dari pembakaran peralatan listrik tidak boleh dipadamkan dengan APAR dengan jenis dibawah ini:
- a. Air
 - b. CO2
 - c. Bubuk kering
 - d. Powder ABC
8. Pada api yang berasal dari minyak sayur dan lemak tidak boleh dipadamkan dengan air karena
- a. Api lama mengecil
 - b. Api akan padam dengan sendirinya
 - c. Api akan membesar
 - d. Api jenis ini bisa dipadamkan dengan air
9. Berikut merupakan urutan dalam pemakaian APAR yang benar
- a. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
 - b. Tarik pin-arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi
 - c. Tarik pin-sapu sisi ke sisi-tekan- arahkan
 - d. Arahkan-tekan-sapu sisi ke sisi-tarik pin
10. Dimanakah seharusnya nozzle diarahkan selama pemadaman api?
- a. Dasar api
 - b. Belakang api
 - c. Pada api
 - d. Atas api

Soal Post-Test Respon Terhadap Keadaan Darurat

Nama: Ujang

Nilai:

1. APAR merupakan kependekan dari
 - a. Alat Pengecil Api Ringan
 - b. Alat Pemadam Api Ringan
 - c. Alat Penghilang Api Ringan
 - d. Alat Penghilang Asap Ringan

2. Tindakan yang tepat jika terjadi kebakaran yang disebabkan oleh listrik
 - a. Mematikan sumber listrik
 - b. Memadamkannya dengan air
 - c. Memadamkannya dengan pasir
 - d. Memadamkannya dengan kain basah

3. Tindakan pertama yang dilakukan ketika mendengar alarm kebakaran adalah
 - a. Lari ke tempat aman
 - b. Mengemas barang-barang
 - c. Berlindung di bawah meja
 - d. Tetap tenang dan tidak panik

4. Apa yang anda lakukan ketika harus melewati asap ketika evakuasi
 - a. Berlari secepat mungkin
 - b. Mencari ruang kosong dan berlindung
 - c. Berjalan menunduk dan menahan nafas menuju titik berkumpul
 - d. Berlari menjauhi asap

5. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ruang kesehatan
- c. Lokasi lobby
- d. Lokasi melakukan pekerjaan

6. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Wartel
- b. Telepon kantor
- c. Telepon darurat
- d. Telepon satelit

7. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Lokasi ditematkannya APAR
- c. Penanda segitiga api
- d. Lokasi telepon darurat

8. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Tangga darurat untuk evakuasi
- b. Pintu keluar
- c. Pintu evakuasi
- d. Lokasi titik berkumpul

9. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Akses masuk kantor
- c. Pintu keluar darurat
- d. Kotak P3K

10. Apakah arti tanda dibawah ini



- a. Lokasi titik berkumpul
- b. Arah jalur evakuasi
- c. Akses masuk kantor
- d. Akses keluar kantor

Soal Post-Test Keselamatan Kerja di Ruang Terbatas

Nama: Ujang

Nilai:

1. Siapa sajakah personel yang terlibat dalam pekerjaan di ruang terbatas
 - a. Pengawas pekerjaan, Petugas utama, Petugas madya, Petugas penyelamat
 - b. Petugas penyelamat, Petugas utama, Personil HSE
 - c. Petugas utama, Petugas Madya, Personil HSE
 - d. Pengawas pekerjaan, Pimpinan Proyek, Petugas utama

2. Berapa level oksigen yang diizinkan untuk melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - a. 19.5%-23.5%
 - b. <19.5%
 - c. <23.5%
 - d. 100%

3. Siapakah yang menandatangani *work permit* atau izin kerja di ruang terbatas?
 - a. General Manajer
 - b. Kepala proyek (Project Manajer)
 - c. Supervisi
 - d. Manajer divisi terkait dan Manajer HSE

4. Dimanakah seharusnya *blower* diletakan
 - a. Di luar lokasi ruang terbatas
 - b. Di dalam lokasi ruang terbatas
 - c. Tidak memerlukan blower
 - d. Tepat di akses masuk ruang terbatas

5. Dimana saja seharusnya melakukan pengukuran konsentrasi pencemar udara
 - a. Di dasar ruang terbatas, di tengah ruang terbatas, dan titik tertinggi di ruang terbatas
 - b. Hanya di dasar ruang terbatas
 - c. Hanya di tengah ruang terbatas
 - d. Di dekat akses masuk ruang terbatas

6. Kapan saja seharusnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang terbatas
 - a. Saat melakukan pekerjaan di ruang terbatas
 - b. Sebelum memasuki ruang terbatas
 - c. Setelah melakukan gas free
 - d. Sebelum memasuki ruang terbatas, Setelah melakukan gas free, Selama melakukan pekerjaan di ruang terbatas

7. Dibawah ini manakah yang dapat digunakan sebagai peralatan penerangan di dalam ruang terbatas
- a. Lampu pijar
 - b. Petromax
 - c. Lampu listrik portable bertegangan kurang dari 12V
 - d. Lampu halogen
8. Dibawah ini yang tidak boleh digunakan untuk sistem ventilasi pada ruang terbatas adalah
- a. Oksigen
 - b. Udara
 - c. Angin
 - d. Blower
9. Berikut yang bukan merupakan alat pelindung diri di ruang terbatas adalah
- a. Helm Keselamatan
 - b. *Wearpack*
 - c. Respirator
 - d. Sabuk kulit
10. Apa yang harus dilakukan jika mendapati rekan kerja tidak sadarkan diri di dalam ruang terbatas
- a. Mengecek kondisi rekan kerja
 - b. Menghubungi petugas evakuasi
 - c. Masuk ke dalam ruang terbatas
 - d. Membantu rekan kerja keluar dari ruang terbatas

LAMPIRAN E

DATA DIRI PESERTA PELATIHAN KESELAMATAN KERJA

PESERTA 1

Data Diri

Peserta Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis *Virtual Reality*

Nama : Novita Kurnia - P.
Tempat/Tanggal Lahir: Surabaya, 9 November 1989
Umur : 30
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Manggis Timur II/15
Pekerjaan : Staf. Dik. Produksi - DKN
Nomor Telepon : 081234905483
Riwayat Pendidikan : D4 TK3

Dengan ini saya menyatakan bahwa data diri di atas adalah benar dan saya telah mengikuti kegiatan pelatihan keselamatan kerja berbasis *virtual reality*. Demikian tulisan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 Desember 2019



(NOVITA K. P)

PESERTA 2


Data Diri

Peserta Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis *Virtual Reality*

Nama : UPANU BIMO
Tempat/Tanggal Lahir: SURABAYA, 03-08, 1993
Umur : 26
Jenis Kelamin : L
Alamat : BALONGSARI 3A/13
Pekerjaan : PEKERJAWASA
Nomor Telepon : 082 140956446
Riwayat Pendidikan : S-2

Dengan ini saya menyatakan bahwa data diri di atas adalah benar dan saya telah mengikuti kegiatan pelatihan keselamatan kerja berbasis *virtual reality*. Demikian tulisan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya,


(UPANU BIMO)

PESERTA 3

Data Diri

Peserta Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis *Virtual Reality*

Nama : Suherman
Tempat/Tanggal Lahir: Di Subang, 01 Januari 1988
Umur : 31
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Karang rejo v
Pekerjaan : Pegawai
Nomor Telepon : 085 22577357
Riwayat Pendidikan : smpk 1

Dengan ini saya menyatakan bahwa data diri di atas adalah benar dan saya telah mengikuti kegiatan pelatihan keselamatan kerja berbasis *virtual reality*. Demikian tulisan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 19 Des 2019.....



(Suherman)

PESERTA 4

Data Diri

Peserta Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis *Virtual Reality*

Nama : Erlin Ujang S
Tempat/Tanggal Lahir: 25 April 1978
Umur : 41 th
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Pogot V / 52, Sby
Pekerjaan : Op. Cranc
Nomor Telepon : 081 33 616 9393
Riwayat Pendidikan : SMK

Dengan ini saya menyatakan bahwa data diri di atas adalah benar dan saya telah mengikuti kegiatan pelatihan keselamatan kerja berbasis *virtual reality*. Demikian tulisan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 Des. 2019



(Ujang)

PESERTA 5

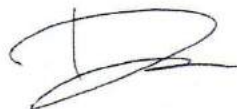
Data Diri

Peserta Pelatihan Keselamatan Kerja Berbasis *Virtual Reality*

Nama : Wahyu Dony. S
Tempat/Tanggal Lahir: Mojokerto, 29 Juli 1995
Umur : 23
Jenis Kelamin : Laki - laki
Alamat : Mojokerto
Pekerjaan : Produksi
Nomor Telepon : —
Riwayat Pendidikan : D4

Dengan ini saya menyatakan bahwa data diri di atas adalah benar dan saya telah mengikuti kegiatan pelatihan keselamatan kerja berbasis *virtual reality*. Demikian tulisan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 - 12 - 2019



(WAHYU DONY. S)

LAMPIRAN F

HASIL KUESIONER

TABEL F.1 HASIL KUESIONER

Timestamp	Nama	Umur	Jenis Kelamin	Pekerjaan	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q6	Q9	Saran dan rekomendasi untuk aplikasi
1/10/2020 11:18:16	Uranio bimo	26	Laki-Laki	Karyawan bumh	3	4	3	4	3	3	3	3	4	Terus lakukan inovasi terkait virtual reality terhadap k3
1/10/2020 11:35:34	Erlyn Ujang Sudrajat	41	Laki-Laki	Op. Crane	4	4	3	3	2	3	3	3	3	Dikembangkan lg
1/10/2020 14:58:04	Wahyu dony sputro	24	Laki-Laki	Hse	3	3	3	4	3	4	3	3	3	Agar dapat lebih divaritifkan lagi
1/10/2020 15:27:46	Novita Kurnia	30	Perempuan	Staff Produksi DKN	3	4	4	4	3	3	4	3	3	Terus dikembangkan lagi
1/12/2020 12:43:21	Suherman	31	Laki-Laki	Pegawai	3	3	3	4	3	3	4	4	4	Sangat menarik dikembangkan lagi

TABEL F.2 DAFTAR PERTANYAAN KUESIONER

Q1	Menurut anda seberapa pentingkah aplikasi ini digunakan untuk membantu pelatihan K3 di galangan kapal?
Q2	Menurut anda apakah aplikasi ini memberikan pengalaman yang nyata terhadap bahaya yang mungkin terjadi di tempat kerja?
Q3	Menurut anda apakah pelatihan menggunakan VR lebih aman dibanding pelatihan K3 yang dilakukan secara konvensional?
Q4	Menurut anda apakah pelatihan menggunakan VR ramah terhadap lingkungan?
Q5	Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR praktis digunakan?
Q6	Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR ini cukup interaktif?
Q7	Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR dapat meningkatkan pengetahuan anda tentang keselamatan kerja di galangan kapal?
Q8	Menurut anda apakah pelatihan K3 menggunakan VR lebih menarik dari pada pelatihan keselamatan kerja konvensional?
Q9	Menurut anda apakah aplikasi ini dapat digunakan untuk seluruh karyawan di galangan kapal?

BIODATA PENULIS



Wikandhana Siddha Rajasa lahir di Semarang 29 April 1996. Rajasa merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Rajasa menempuh pendidikan formal tingkat dasar di TK Pembina Semarang, kemudian mengenyam pendidikan sekolah dasar di SDN Petompon 05. Rajasa kemudian melanjutkan pendidikan ke tingkat menengah di SMPN 5 Semarang dan dilanjutkan ke SMAN 3 Semarang. Rajasa merupakan *returnee* dari program pertukaran pelajar KL-YES *Kennedy Lugar* tahun 2013/2014 ke Amerika Serikat. Pada tahun 2015 Rajasa resmi diterima menjadi

mahasiswa Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS melalui jalur SBMPTN.

Selama perkuliahan, Rajasa aktif di berbagai kegiatan seperti menjadi koordinator mekanik Tim Barunastra ITS 2017/2018 dan menjadi juara pertama pada perlombaan *International Roboat* oleh *AUVSI Foundation* pada tahun 2018 di Amerika Serikat. Dua bulan setelah mendapat gelar juara dunia pada ajang *Roboat*, Rajasa mendapatkan juara 1 dan 3 dalam perlombaan karya tulis ilmiah yang diadakan oleh IEOM dan SIEMENS di Perancis.

Rajasa tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Teknologi Material dan Mekanik.

Email: wikandhana.rajasa15@mhs.na.its.ac.id/wikandhana.rajasa19@gmail.com