

**PENGEMBANGAN VIRTUAL REALITY TRAINING UNTUK EDUKASI  
PENGUNAAN APD DAN SIMULASI TANGGAP DARURAT DI  
PT.DOWA ECO SYSTEM INDONESIA (DESI) LAMONGAN**

Ditunjukkan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Transportasi



Disusun Oleh  
Raynaldi Saputra Masuang  
22.01.1052

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN  
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN  
TEGAL  
2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN VIRTUAL REALITY TRAINING UNTUK EDUKASI  
PENGUNAAN APD DAN SIMULASI TANGGAP DARURAT DI PT.DOWA  
ECO SYSTEM INDONESIA (DESI) LAMONGAN**  
*DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TRAINING FOR EDUCATION ON THE USE  
OF PPE AND EMERGENCY RESPONSE SIMULATION AT PT. DOWA ECO SYSTEM  
INDONESIA (DESI) LAMONGAN*

**Disusun oleh:  
RAYNALDI SAPUTRA MASUANG  
22011052**

Telah disetujui oleh :

**Pembimbing 1**



**Brasie Pradana Sela B. R. A., S.Pd., M.Pd**  
**NIP. 198712092019021001**

Tanggal :

**Pembimbing 2**



**Edi Purwanto, A.T.D., M.T**  
**NIP. 19680207190031012**

Tanggal :

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN VIRTUAL REALITY TRAINING UNTUK EDUKASI  
PENGUNAAN APD DAN SIMULASI TANGGAP DARURAT DI PT.DOWA  
ECO SYSTEM INDONESIA (DESI) LAMONGAN**

*DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TRAINING FOR EDUCATION ON THE USE  
OF PPE AND EMERGENCY RESPONSE SIMULATION AT PT. DOWA ECO SYSTEM  
INDONESIA (DESI) LAMONGAN*

**Disusun oleh:**

**RAYNALDI SAPUTRA MASUANG**

**22011052**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal

Ketua Sidang

**Sugianto, A.T.D., M.M.**

**NIP. 196606011991031004**

Penguji 1

**Dr. Yogi Oktopianto, S.T., M.T**

**NIP. 199110242019021002**

Penguji 2

**Brasie Pradana Sela B. R. A., S.Pd., M.Pd**

**NIP. 198712092019021001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

**Alfan Baharuddin, S.SiT.,M.T.**

**NIP. 198409232008121002**

Tanda Tangan

Tanda Tangan

Tanda Tangan

**HALAMAN PERNYATAAN  
SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raynaldi Saputra Masuang

Notar : 22011052

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **"PENGEMBANGAN VIRTUAL REALITY TRAINING UNTUK EDUKASI PENGGUNAAN APD DAN SIMULASI TANGGAP DARURAT DI PT.DOWA ECO SYSTEM INDONESIA (DESI) LAMONGAN"** ini hasil karya saya sendiri, tidak memuat bagian mana pun dari karya ilmiah lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik pada perguruan tinggi mana pun, serta tidak berisi tulisan, gagasan, atau pendapat orang maupun lembaga lain tanpa penyebutan sumber secara jelas. Seluruh referensi yang digunakan dalam penelitian ini telah dicantumkan secara lengkap dalam daftar pustaka dan dikutip dengan benar di dalam teks.

Dengan ini saya menegaskan bahwa skripsi ini bebas dari unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa laporan ini merupakan hasil plagiasi terhadap karya orang lain, atau terdapat bagian yang sengaja diajukan bukan sebagai karya asli penulis, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun sanksi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Lamongan, 23 Desember 2025

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a pink 1000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '1000', 'METERAI TEMPEL', and the number '77247AOX007700304'.

Raynaldi Saputra Masuang

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini baik dan tepat waktu. Shalawat serta salam semiga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya.

Penuh rasa syukur dan kerendahan hati, penulis menyampaikan penghargaan atas segala dukungan dan bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan tugas akhir. Pada kesempatan ini, penulis dengan tulus ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.Si.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
1. Bapak Alfian Baharudin, S.Si.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan.
2. Bapak Brasie Pradana, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Edi Purwanto, selaku Dosen Pembimbing II, atas segala bimbingan, nasihat serta ilmu selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Daniel Masuang dan Ibu Alfrida Serang Kasy
4. Kakak terkasih Raynaldo Saputra Masuang yang senantiasa memberi doa, cinta, dan semangat.
5. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah mensupport dengan sepenuh hati dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk kelengkapan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang transportasi jalan.

Tegal, 17 Mei 2026  
Yang menyatakan



Raynaldi Sapiutra Masuang

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiii</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	4
I.3 Batasan Masalah.....	4
I.4 Tujuan Penelitian .....	4
I.5 Manfaat Penelitian .....	5
I.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
II.1 Landasan Teori.....	7
II.1.1 Alat Pelindung Diri (APD) .....	7
II.1.2 Tanggap Darurat Dalam K3.....	17
II.2 Penelitian Relevan .....	45
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>50</b>
III.1 Lokasi Penelitian.....	50
III.2 Metode Penelitian .....	51
III.3 Diagram Alir.....	52
III.3.1 Penjelasan Diagram Alir .....	53
III.4 Tahapan Penelitian .....	55
III.5 Teknik Pengumpulan Data.....	59

III.5.1	Data Primer .....	59
III.5.2	Data Sekunder .....	61
III.6	Instrumen Penelitian.....	62
III.6.1	Instrumen Observasi .....	62
III.6.2	Instrumen Wawancara .....	62
III.6.3	Instrumen Validasi Ahli .....	63
III.6.4	Instrumen Pre-test dan Post-test.....	64
III.6.5	Instrumen Kuesioner .....	64
III.7	Teknik Analisis Data.....	65
III.7.1	Analisis Data Observasi.....	65
III.7.2	Analisis Data Wawancara .....	66
III.7.3	Analisis Data Validasi Ahli.....	66
<b>    BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>70</b>
IV.1	Hasil Tahap Analysis.....	70
IV.1.1	Hasil Observasi Lapangan .....	70
IV.1.2	Hasil Wawancara.....	72
IV.1.3	Analisis Dokumen dan SOP Perusahaan.....	75
IV.1.4	Analisis Kebutuhan Perangkat dan Pengguna.....	78
IV.2	Hasil Tahap Design .....	81
IV.2.1	Perancangan Alur Simulasi ( <i>Storyboard</i> ).....	81
IV.2.2	Perancangan Lingkungan Virtual ( <i>Environment Design</i> ).....	82
IV.2.3	Perancangan Mekanisme Interaksi ( <i>Interaction Design</i> ).....	86
IV.2.4	Perancangan Desain Tampilan dan Instruksi.....	87
IV.3	Hasil Tahap <i>Development</i> .....	90
IV.3.1	Pembuatan Lingkungan Virtual .....	90
IV.3.2	Penerapan Logika Simulasi dan Interaksi.....	91
IV.3.3	Integrasi Suara dan Efek Visual .....	92
IV.3.4	Uji Coba ( <i>Debugging</i> ).....	93
IV.4	Hasil Tahap Implementation .....	99
IV.4.1	Hasil Analisis Data Pengetahuan Peserta .....	100
IV.4.2	Hasil Analisis Data Respon Pengguna (Kuesioner Pengalaman)	105
IV.5	Hasil Tahap Evaluation (Evaluasi) .....	108

IV.5.1	Evaluasi Formatif .....	109
IV.5.2	Evaluasi Sumatif .....	109
IV.6	Kendala Penelitian.....	115
IV.6.1	Ketersediaan Perangkat VR di Lokasi Penelitian .....	116
IV.6.2	Optimasi Kinerja Aplikasi.....	116
IV.6.3	Adaptasi Pengguna terhadap <i>Controller</i> .....	116
IV.6.4	Keterbatasan Dokumentasi di Area Operasional .....	116
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>118</b>
V.1	Kesimpulan.....	118
V.2	Saran .....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>121</b>
<b>Lampiran</b>	<b>.....</b>	<b>127</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel III. 1</b> Kriteria Kelayakan Media .....	67
<b>Tabel III. 2</b> Nilai Gain Score .....	68
<b>Tabel III. 3</b> Skala Likert .....	68
<b>Tabel III. 4</b> Kriteria Interpretasi Nilai Rata-rata .....	69
<b>Tabel IV. 1</b> Storyboard .....	81
<b>Tabel IV. 2</b> Penilaian Ahli Materi .....	94
<b>Tabel IV. 3</b> Penilaian Ahli Media .....	95
<b>Tabel IV. 4</b> Rekapitulasi Nilai Para Ahli Materi dan Media .....	97
<b>Tabel IV. 5</b> Masukan Para Validator .....	98
<b>Tabel IV. 6</b> Hasil Perhitungan N-Gain Score Responden .....	100
<b>Tabel IV. 7</b> Hasil Kuesioner Respon Pengguna .....	106

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II. 1</b> Alat Pelindung kepala .....	8
<b>Gambar II. 2</b> Pelindung Wajah .....	9
<b>Gambar II. 3</b> Pelindung Mata .....	9
<b>Gambar II. 4</b> Pelindung Telinga.....	10
<b>Gambar II. 5</b> Sarung Tangan Safety .....	10
<b>Gambar II. 6</b> Masker & Respirator .....	11
<b>Gambar II. 7</b> Wearpack .....	11
<b>Gambar II. 8</b> Sepatu Pengaman .....	12
<b>Gambar II. 9</b> Fall Protection.....	12
<b>Gambar II. 10</b> Safety Helmet.....	14
<b>Gambar II. 11</b> Safety Shoes .....	15
<b>Gambar II. 12</b> Safety Glasses .....	15
<b>Gambar II. 13</b> Gloves.....	16
<b>Gambar II. 14</b> Respirator .....	16
<b>Gambar II. 15</b> Safety Vest.....	17
<b>Gambar II. 16</b> Pelindung Pendengaran (Earplug).....	17
<b>Gambar II. 17</b> APAR Dry Chemical Powder.....	20
<b>Gambar II. 18</b> APAR CO <sub>2</sub> .....	21
<b>Gambar II. 19</b> APAR Foam .....	22
<b>Gambar II. 20</b> APAR Water.....	23
<b>Gambar II. 21</b> Simbol Kebakaran Kelas A.....	24
<b>Gambar II. 22</b> Simbol Kebakaran Kelas B.....	24
<b>Gambar II. 23</b> Simbol Kebakaran Kelas C.....	25
<b>Gambar II. 24</b> Simbol Kebakaran Kelas D .....	25
<b>Gambar II. 25</b> Mudah Terbakar (Flammable) .....	32
<b>Gambar II. 26</b> Beracun (Toxic) .....	32
<b>Gambar II. 27</b> Korosif (Corrosive) .....	33
<b>Gambar II. 28</b> Pengoksidasi (Oxidizing) .....	33
<b>Gambar II. 29</b> Berbahaya bagi lingkungan (Ecotoxic).....	34
<b>Gambar II. 30</b> Iritasi (Irritant) .....	35
<b>Gambar II. 31</b> Gas bertekanan (Pressure Gas) .....	36

<b>Gambar III. 1</b> PT Dowa Eco System Indonesia .....	50
<b>Gambar III. 2</b> Diagram Alir .....	52
<b>Gambar III. 3</b> Alur Model ADDIE .....	55
<b>Gambar IV. 1</b> Headset Virtual Reality .....	78
<b>Gambar IV. 2</b> Laptop .....	79
<b>Gambar IV. 3</b> Game Engine Unity 6 .....	79
<b>Gambar IV. 4</b> Sketchup Pro 2026 .....	83
<b>Gambar IV. 5</b> Lobby Virtual .....	83
<b>Gambar IV. 6</b> Area Pos Satpam (APD Scene) .....	84
<b>Gambar IV. 7</b> Rompi Pengaman (Safety Vest) .....	84
<b>Gambar IV. 8</b> Area Storage Limbah B3 .....	85
<b>Gambar IV. 9</b> Particle System .....	86
<b>Gambar IV. 10</b> Panel Menu Utama .....	88
<b>Gambar IV. 11</b> Panel SOP Digital .....	89
<b>Gambar IV. 12</b> Lingkungan Virtual .....	90
<b>Gambar IV. 13</b> 3D APD di Unity .....	91
<b>Gambar IV. 14</b> C# Script .....	91

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus III. 1</b> Rumus Persentase Kelayakan .....	66
<b>Rumus III. 2</b> N-Gain Score .....	67
<b>Rumus III. 3</b> Rata-rata dari hasil kuesioner .....	69
<b>Rumus IV. 1</b> Perhitungan Kelayakan Materi .....	94
<b>Rumus IV. 2</b> Perhitungan Kelayakan Media.....	96
<b>Rumus IV. 3</b> Presentase Kelayakan.....	97
<b>Rumus IV. 4</b> Normalized Gain Score.....	100
<b>Rumus IV. 5</b> Nilai rata-rata .....	106

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Survey Pendahuluan .....	127
<b>Lampiran 2</b> Observasi Penelitian.....	127
<b>Lampiran 3</b> Wawancara dengan Supervisor Transport .....	128
<b>Lampiran 4</b> Pengisian Kuesioner oleh Responden.....	128
<b>Lampiran 5</b> Perancangan Media VR.....	129
<b>Lampiran 6</b> Mengikuti Kegiatan Training SHEQ .....	129
<b>Lampiran 7</b> Analisis Dokumen Perusahaan dan SOP .....	130
<b>Lampiran 8</b> Dokumen SOP APD .....	130
<b>Lampiran 9</b> Dokumen SOP Penanganan Limbah B3 .....	131
<b>Lampiran 10</b> Uji Coba VR.....	132
<b>Lampiran 11</b> Lembar Validasi Ahli Materi.....	133
<b>Lampiran 12</b> Lembar Validasi Ahli Media .....	134
<b>Lampiran 13</b> Pedoman Wawancara.....	134
<b>Lampiran 14</b> Hasil Transkrip Wawancara.....	136

## INTISARI

Kecelakaan kerja akibat *human error* dan rendahnya kesiapsiagaan darurat pekerja masih menjadi tantangan utama di sektor industri berisiko tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, serta menguji kelayakan dan efektivitas media pelatihan keselamatan berbasis *Virtual Reality* di area *storage* PT Dowa Eco System Indonesia (DESI) Lamongan. Media VR yang dikembangkan mengintegrasikan tiga skenario utama yang selaras dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) perusahaan, yaitu: penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang benar, penanganan tanggap darurat tumpahan limbah B3, dan simulasi pemadaman kebakaran menggunakan APAR.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan menerapkan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif dilakukan melalui kegiatan observasi, wawancara, uji validasi ahli, kuesioner respon pengguna, serta pelaksanaan *pre-test* dan *post-test*. Guna memenuhi kecukupan standar sampel eksperimental, pengujian melibatkan 30 orang responden gabungan yang terbagi atas 15 pekerja *driver* PT DESI dan 15 mahasiswa Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

Hasil validasi ahli materi dan ahli media menunjukkan bahwa media pelatihan VR ini memperoleh nilai rata-rata akumulatif sebesar 82%, sehingga masuk dalam kategori "Sangat Layak" untuk diimplementasikan. Pengujian efektivitas melalui analisis *N-Gain* secara gabungan menunjukkan peningkatan pemahaman prosedural yang sangat signifikan, dengan perolehan rata-rata skor *N-Gain* sebesar 0,93 (kategori Tinggi), di mana kelompok *driver* meraih indeks 0,99 dan kelompok mahasiswa meraih indeks 0,86. Selain itu, kuesioner respon pengalaman pengguna menghasilkan skor kepuasan rata-rata 85% (kategori Sangat Baik). Kesimpulan dari penelitian ini membuktikan bahwa teknologi VR dengan sistem navigasi berbasis *open world* efektif sebagai media pelatihan interaktif yang mampu membentuk *muscle memory* serta meningkatkan kesiapsiagaan darurat secara massal tanpa menghadirkan risiko fisik nyata.

**Kata Kunci:** *Virtual Reality*, Pelatihan K3, Tanggap Darurat, Limbah B3, Model ADDIE, *N-Gain Score*.



## **ABSTRACT**

*Work accidents caused by human error and low emergency preparedness among workers remain serious challenges in high-risk industrial sectors. This study aims to design, develop, and evaluate the feasibility and effectiveness of a Virtual Reality (VR)-based safety training medium at the storage area of PT Dowa Eco System Indonesia (DESI) Lamongan. The developed VR medium integrates three main scenarios aligned with the company's Standard Operating Procedures (SOPs): proper use of Personal Protective Equipment (PPE), emergency response to hazardous waste (B3) spills, and fire extinguishing simulations using portable fire extinguishers.*

*The research method employed is Research and Development (R&D) using the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Quantitative and qualitative data collection was conducted through observations, interviews, expert validation tests, user response questionnaires, and pre-test and post-test assessments. To satisfy the sample adequacy standards for experimental research, the testing process involved 30 combined respondents, consisting of 15 operational workers (drivers) from PT DESI and 15 students from the Polytechnic of Road Transportation Safety .*

*The validation results from material and media experts indicated that the VR training application achieved a cumulative average score of 82%, placing it in the "Highly Feasible" category for implementation. Effectiveness testing through combined Normalized Gain analysis demonstrated a highly significant improvement in procedural understanding, yielding an overall average N-Gain score of 0.93 (classified as "High"), with the drivers group achieving a score of 0.99 and the students group achieving 0.86. Furthermore, the user experience response questionnaire generated an average satisfaction score of 85% ("Excellent" category). The conclusion of this study proves that VR technology featuring an object-triggered open-world navigation system is highly effective as an interactive training medium to build muscle memory and enhance emergency preparedness on a mass scale without introducing actual physical risks.*

**Keywords:** *Virtual Reality, Occupational Health and Safety Training, Emergency Response, Hazardous Waste (B3), ADDIE Model, N-Gain Score.*