

**PERANCANGAN SIMULASI JALUR EVAKUASI BENCANA GEMPA
BUMI DALAM GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN *VIRTUAL
REALITY***

SKRIPSI



Oleh:

BAGUS WAHYU MASDHANA

20032010069

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

**PERANCANGAN SIMULASI JALUR EVAKUASI BENCANA GEMPA
BUMI DALAM GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN VIRTUAL
REALITY**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Industri



Diajukan Oleh:
BAGUS WAHYU MASDHANA
NPM. 20032010069

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2024**

SKRIPSI

PERANCANGAN SIMULASI JALUR EVAKUASI BENCANA GEMPA BUMI DALAM GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN VIRTUAL REALITY


Disusun Oleh:

BAGUS WAHYU MASDHANA
20032010069

Telah Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi dan Diterima Oleh
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur-Surabaya
Pada Tanggal : 01 November 2024


Tim Penguji :


1.


Rizqi Novita Sari, S.ST., MT.
NIP. 21219921121289

Pembimbing

1.



Tranggono, ST., MT.
NIP. 17119861222053

2.

Ir. Joumil Aidil, SZS., MT
NIP. 196203181993031001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya


Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Bagus Wahyu Masdhana
NPM : 20032010069
Program Studi : ~~Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /~~
~~Teknik Lingkungan / Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak-ada-revisi *) PRA-RENCANA-(DESAIN) / SKRIPSI~~
~~/ TUGAS-AKHIR~~ Ujian Lisan Periode II November, TA 2024/2025.

Dengan judul : **PERANCANGAN SIMULASI JALUR EVAKUASI
BENCANA GEMPA BUMI DALAM GEDUNG
BERTINGKAT MENGGUNAKAN *VIRTUAL REALITY***

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Tranggono, ST., MT.
2. Rizqi Novita Sari, S.ST., MT.
3. Ir. Joumil Aidil SZS., MT.


(~~Niswani~~)
(~~Jat~~)

Surabaya, 01 November 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Tranggono, ST., MT.

NIP. 17119861222053

Catatan: *) coret yang tidak perlu



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagus Wahyu Masdhana
NPM : 20032010069
Program Studi : Teknik Industri
Alamat : Juanda Harapan Permai F-16, Gedangan, Sidoarjo
No. HP : 085791472237
Alamat e-mail : bagusw990@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan skripsi saya dengan judul:

PERANCANGAN SIMULASI JALUR EVAKUASI BENCANA GEMPA BUMI DALAM GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN *VIRTUAL REALITY*

Adalah benar penelitian saya sendiri atau bukan plagiat hasil penelitian orang lain, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan saya ajukan sebagai persyaratan kelulusan program sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 01 November 2024

Mengetahui,
Koorprogdi Teknik Industri

Ir. Rusindiyanto, MT
NIP. 19650225 199203 1 001

Yang Membuat Pernyataan

Bagus Wahyu Masdhana
NPM. 20032010069

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “perancangan simulasi jalur evakuasi bencana gempa bumi dalam Gedung bertingkat menggunakan *virtual reality*”. Tugas akhir ini dibuat untuk menyelesaikan program studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi Gambaran yang komprehensif dan bermnfaat, baik bagi pihak pihak yang terlibat maupun bagi penulis sebagai bagian dari perkembangan karir dan pengembangan diri penulis. terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak luput dari bantuan, motivasi, kritik dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu pad kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Tranggono, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penyusunan tugas akhir ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen Penguji Skripsi yang telah membantu dalam membenahan laporan skripsi serta kepada seluruh dosen yang pernah mengajar, membimbing serta memberikan ilmu yang berharga selama masa studi saya.
6. Kepada Mas Rafi yang telah membantu, dan mendukung dalam melakukan penelitian tugas akhir ini.
7. Kedua Orang Tua dan adik penulis yang senantiasa mendoakan serta memberikan dukungan moral dan materil selama proses pengerjaan berlangsung.
8. Untuk sahabat-sahabat seperjuangan saya Adam, Aca, Krisna, Haris, Fuad, Yudha, Rijel, Sasty dan Wiranty yang telah membantu, menemani, menghibur dan memberikan dukungan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
9. Untuk teman-teman seperjuangan saya Albert, Rikza, Bilal, Hatta, Wangsit Akbar dan Habibi yang telah membantu, menemani, menghibur dan memberikan dukungan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
10. Kepada seseorang yang telah menjadi bagian terbesar dalam pengembangan diri penulis selama ini. Terima Kasih atas segala hal baik yang telah diberikan secara langsung maupun tidak kepada penulis sampai penulis bisa melewati tiap fasenya sampai di titik ini.
11. Kepada seseorang yang pernah bersama penulis dan tidak bisa penulis sebut namanya. Terima kasih untuk patah hati yang diberikan saat proses penyusunan skripsi ini. Ternyata perginya anda dari kehidupan penulis

memberikan cukup motivasi untuk terus maju dan berproses menjadi pribadi yang mengerti apa itu pengalaman, pendewasaan, dan menerima arti kehilangan sebagai bentuk proses penempaan menghadapi dinamika kehidupan. Terima kasih telah menjadi bagian menyenangkan sekaligus menyakitkan dari pendewasaan ini.

12. Serta semua pihak terkait yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dari penulisan laporan tugas akhir ini sehingga besar harapan penulis untuk mendapatkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan pembelajaran bagi penulis. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat sekaligus dapat menambah wawasan serta berguna bagi semua pihak yang membutuhkan dan semoga Allah SWT memberikan rahmat kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Surabaya, 15 Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Asumsi	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II	8
TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Gempa Bumi	8
2.1.1 Bencana Gempa Bumi	9
2.1.2 Resiko Bencana Gempa	11
2.1.3 Penyelamatan Diri Dari Gempa	12
2.1 Gedung Bertingkat	14
2.2 Jalur Evakuasi	15
2.1.1 Kegunaan Jalur Evakuasi	15
2.1.2 Papan Tanda Jalur Evakuasi	16
Gambar 2.1 Tanda titik kumpul	17
Gambar 2.2 Tanda pintu darurat	17
Gambar 2.3 Tanda arah jalur evakuasi	17
Gambar 2.4 Tanda Tangga darurat	18

2.3	<i>Virtual Reality</i>	18
2.3.1	Teknologi <i>Virtual Reality</i>	18
2.3.2	Kegunaan <i>Virtual Reality</i>	19
2.3.3	Perangkat Keras <i>Virtual Reality</i>	20
2.3.3.3	<i>Oculus Quest 2</i>	20
2.4	<i>Software Unity</i>	21
2.4.1	Sejarah <i>Software Unity</i>	22
2.4.2	Kegunaan <i>Software Unity</i>	22
2.4.3	Keunggulan <i>Software Unity</i>	23
2.5	<i>Pre-Post Test</i>	23
2.5.1	Metode <i>Wilcoxon Signed Rank Test</i>	23
2.6	Kuisisioner SUS (<i>System Usability Scale</i>).....	25
2.7	Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III	30
METODE PENELITIAN	30
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.2	Variabel Penelitian.....	30
3.3	<i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah.....	31
	Gambar 3.1 langkah Langkah penyelesaian masalah.....	32
BAB IV	36
HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Pembuatan <i>Storyboard</i> Untuk <i>Gameplay</i> Simulasi.....	36
	Tabel 4.1 Tabel <i>Storyboard</i>	36
	Gambar 4.1 <i>Flowchart Storyboard</i>	37
4.2	Pembuatan <i>Asset</i>	38
	Gambar 4.2 <i>Asset</i> di Dalam Gedung bertingkat.....	38
	Gambar 4.3 <i>Asset</i> di Luar Gedung bertingkat.....	39
4.3	Membangun Logika Berpikir pada <i>Gameplay</i>	39
	Gambar 4.4 script C#.....	40
	Gambar 4.5 script C#.....	40
4.4	Pengembangan Simulasi.....	41

Gambar 4.6 proses pembuatan Batasan simulasi.....	41
Gambar 4.7 proses memasukkan <i>script</i> kedalam objek.....	42
Gambar 4.8 proses pembuatan interface ending.....	42
4.5 Pengujian Simulasi.....	42
4.6 Hasil Simulasi.....	43
Gambar 4.9 tampilan simulasi saat gempa terjadi.....	43
Gambar 4.10 ilustrasi ketika langsung keluar gedung saat gempa terjadi.	43
Gambar 4.11 ilustrasi ketika bersembunyi dibawah meja.....	44
Gambar 4.12 tampilan simulasi saat gempa telah berhenti.....	44
Gambar 4.13 ilustrasi terjebak dalam lift.....	45
Gambar 4.14 ilustrasi keluar menggunakan tangga darurat.....	45
Gambar 4.15 tampilan simulasi saat sudah di luar Gedung.....	46
Gambar 4.16 ilustrasi tertimpa pohon.....	46
Gambar 4.17 ilustrasi tertimpa tiang Listrik.....	47
Gambar 4.18 ilustrasi berada di lapangan.....	47
4.7 Pengumpulan Data.....	48
Gambar 4.19 Responden mengisi kuisisioner sebelum mencoba simulasi	48
Gambar 4.20 Responden mencoba simulasi gempa.....	49
Gambar 4.21 responden mengisi kuisisioner.....	49
4.8 Pengolahan Data.....	50
4.8.1 <i>Pre Post Test</i>	50
Tabel 4.2 hasil rekap pre-post test.....	50
4.8.2 Kuisisioner SUS (<i>System Usability Scale</i>).....	51
Tabel 4.3 hasil rekap kuisisioner SUS.....	51
4.9 Hasil dan Pembahasan.....	52
BAB V.....	55
KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57

LAMPIRAN.....	60
I. Soal Pre Post Test	60
II. Hasil Pre Post Test	63
III. Hasil Post Test	64
IV. Tabel Kritis Wilcoxn Signed Rank Test	65
V. Kuisisioner SUS	66
VI. Hasil Kuisisioner SUS	67
VII. Perhitungan Pre Post Test	68
VIII. Perhitungan Kuisisioner SUS	69
IX. Pengumpulan Data	70

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel <i>Storyboard</i>	36
Tabel 4.2 hasil rekap pre-post test.....	50
Tabel 4.3 hasil rekap kuisisioner SUS	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanda titik kumpul	17
Gambar 2.2 Tanda pintu darurat	17
Gambar 2.3 Tanda arah jalur evakuasi.....	17
Gambar 2.4 Tanda Tangga darurat.....	18
Gambar 3.1 langkah Langkah penyelesaian masalah.	32
Gambar 4.1 Flowchart Storyboard.....	37
Gambar 4.2 Asset di Dalam Gedung bertingkat	38
Gambar 4.3 Asset di Luar Gedung bertingkat	39
Gambar 4.4 script C#	40
Gambar 4.5 script C#	40
Gambar 4.6 proses pembuatan Batasan simulasi	41
Gambar 4.7 proses memasukkan sript kedalam objek.....	42
Gambar 4.8 proses pembuatan interface ending.	42
Gambar 4.9 tampilan simulasi saat gempa terjadi.	43
Gambar 4.10 ilustrasi ketika langsung keluar gedung saat gempa terjadi.	43
Gambar 4.11 ilustrasi ketika bersembunyi dibawah meja.	44
Gambar 4.12 tampilan simulasi saat gempa telah berhenti.....	44
Gambar 4.13 ilustrasi terjebak dalam lift.....	45
Gambar 4.14 ilustrasi keluar menggunakan tangga darurat.	45
Gambar 4.15 tampilan simulasi saat sudah di luar Gedung	46
Gambar 4.16 ilustrasi tertimpa pohon.....	46

Gambar 4.17 ilustrasi tertimpa tiang Listrik	47
Gambar 4.18 ilustrasi berada di lapangan.	47
Gambar 4.19 Responden mengisi kuisisioner sebelum mencoba simulasi	48
Gambar 4.20 Responden mencoba simulasi gempa.....	49
Gambar 4.21 responden mengisi kuisisioner	49

DAFTAR LAMPIRAN

I.	Soal Pre Post Test	60
II.	Hasil Pre Post Test	63
III.	Hasil Post Test	64
IV.	Tabel Kritis Wilcoxn Signed Rank Test	65
V.	Kuisisioner SUS	66
VI.	Hasil Kuisisioner SUS	67
VII.	Perhitungan Pre Post Test	68
VIII.	Perhitungan Kuisisioner SUS	69
IX.	Pengumpulan Data	70

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang terletak di Lingkar Pasifik atau *Pacific Ring of Fire*, yang membuat Indonesia rentan terhadap gempa bumi karena berada di pertemuan beberapa lempeng tektonik yang saling bertabrakan. Selain itu, keberadaan gunung berapi aktif juga menjadi faktor tambahan. Pembangunan gedung bertingkat di Indonesia terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir seiring dengan pertumbuhan urbanisasi dan kebutuhan akan ruang yang lebih efisien di perkotaan, yang meningkatkan risiko kecelakaan pada bangunan bertingkat tinggi. Dengan masalah ini, diperlukan simulasi bencana yang dapat menjadi langkah tepat untuk memahami cara penanganan dan evakuasi dari bencana yang benar. Simulasi yang tepat untuk masalah ini adalah menggunakan pembelajaran berbasis Virtual Reality (VR) karena simulasi ini dapat meningkatkan efektivitas edukasi manajemen bencana dengan merasakan secara langsung skenario simulasi gempa bumi yang realistis dan interaktif. Hasil uji pre-post yang diolah menggunakan metode *Wilcoxon signed rank test* diperoleh hasil 7,5 di mana $7,5 \leq 52$ (nilai kritis), menyimpulkan bahwa simulasi ini memberikan perubahan signifikan dalam pengetahuan mitigasi bencana gempa pada bangunan bertingkat tinggi. Dan dari Kuesioner SUS (System Usability Scale), skor yang diperoleh adalah 87,75 yang termasuk dalam kategori 85-100 yang berarti bahwa sistem ini cukup baik dari segi penggunaan. Pengguna umumnya merasa nyaman menggunakan sistem ini.

Kata Kunci: Mitigasi Gempa Bumi, Gedung Bertingkat, Perancangan Simulasi dan Virtual Reality

ABSTRACT

Indonesia is a country located in the Pacific Ring of Fire, because of this Indonesia is vulnerable to earthquakes because it is located at the meeting point of several colliding tectonic plates. In addition, the presence of active volcanoes is also an additional factor. The construction of high-rise buildings in Indonesia has continued to increase in recent years along with the growth of urbanization and the need for more efficient space in urban areas, this has increased the risk of accidents in high-rise buildings. With these problems, a disaster simulation is needed which can be the right step to understand the correct ways to handle and evacuate from disasters. The right simulation for this problem is to use Virtual Reality (VR)-based learning because this simulation can increase the effectiveness of disaster management education by experiencing firsthand a realistic and interactive earthquake scenario simulation. The results of the pre-post test processed using the Wilcoxon signed rank test method obtained a result of 7.5 where $7.5 \leq 52$ (critical value) concluded that this simulation provides a significant change in knowledge of earthquake disaster mitigation in high-rise buildings. And from the SUS (System Usability Scale) Questionnaire, the score obtained was 87,75 which is included in the category 85-100 which means that this system is quite good in terms of usability. Users generally feel comfortable using the system.

Keyword: *Earthquake Evacuation, High-rise Buildings, Simulation Design and Virtual Reality*