



Universitas Nusantara PGRI Kediri

UPT. PERPUSTAKAAN, PUBLIKASI DAN INOVASI

Alamat: Kampus 1, Jl. KH. Ahmad Dahlan No.76 Kota Kediri 64112
Telp. (0354) 771576, (0354) 771503, (0354) 771495, Fax. (0354) 771576
Website: <http://ppi.unpkediri.ac.id/> Email: perpustakaan@unpkediri.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS SIMILARITY

Ketua UPT Perpustakaan, Publikasi dan Inovasi Universitas Nusantara PGRI Kediri menerangkan bahwa mahasiswa dengan identitas berikut:

Nama Mahasiswa : Rachmad Aminullah
NPM : 2213020250
Program Studi : S1-Teknik Informatika

Judul Karya Ilmiah:

"Perancangan Game Simulasi Prosedur Evakuasi Kebakaran Gedung Berbasis Roblox"

Dinyatakan sudah memenuhi syarat batas maksimal 30% *similarity* sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada setiap subbab naskah Laporan **Tugas Akhir/Skripsi/Tesis** yang disusun.
Demikian Surat Keterangan ini kami berikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.



Kediri, 29 Juni 2026
Ka UPT PPI,



Dr. Abdul Aziz Hunaifi, M.A

Turnitin LLCC

22130020250_Rachmad Aminullah

 TI-13

Document Details

Submission ID

trn:oid::2945:396179681

Submission Date

Jun 29, 2026, 2:02 PM GMT+7

Download Date

Jun 29, 2026, 2:10 PM GMT+7

File Name

22130020250_Rachmad Aminullah.docx

File Size

11.8 MB

59 Pages

9,938 Words

67,745 Characters

9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 6%  Internet sources
- 4%  Publications
- 8%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 6% Internet sources
- 4% Publications
- 8% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.metro Univ.ac.id	<1%
2	Internet	123dok.com	<1%
3	Internet	eprints.uny.ac.id	<1%
4	Internet	informatika.unpkediri.ac.id	<1%
5	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%
6	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2026-06-14	<1%
7	Publication	Didi Sumantri, Vidi Meylan, Isa Subani, Lili Nurjanah, Sri Indah Desti, Irwansyah S...	<1%
8	Student papers	Universitas Islam Riau on 2026-06-19	<1%
9	Internet	docplayer.info	<1%
10	Internet	journal.lpkd.or.id	<1%
11	Internet	aimos.ugm.ac.id	<1%

12	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2026-06-05	<1%
13	Student papers	Universitas Negeri Malang on 2019-11-22	<1%
14	Internet	digilib.unila.ac.id	<1%
15	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
16	Student papers	Boston University on 2026-05-13	<1%
17	Student papers	STKIP Sumatera Barat on 2026-06-03	<1%
18	Internet	digilib.iainlangsa.ac.id	<1%
19	Internet	lib.unnes.ac.id	<1%
20	Internet	repository.bunghatta.ac.id	<1%
21	Internet	calamus.id	<1%
22	Student papers	Universitas Trunojoyo on 2026-05-25	<1%
23	Internet	eprints.upj.ac.id	<1%
24	Student papers	Gyeongsang National University on 2020-06-22	<1%
25	Student papers	Universitas Negeri Jakarta on 2025-05-01	<1%

26	Internet	ejurnal.ung.ac.id	<1%
27	Internet	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
28	Student papers	Universitas PGRI Sumenep on 2026-06-09	<1%
29	Internet	suppoyo.com	<1%
30	Internet	www.expertsmind.com	<1%
31	Internet	www.researchgate.net	<1%
32	Publication	Dian Novian, Bait Syaiful Rijal, Mohamad Gufran Tuloli, Arif Dwinanto, Mohamad ...	<1%
33	Student papers	Universitas Brawijaya on 2017-07-15	<1%
34	Internet	de.scribd.com	<1%
35	Publication	Siti Sahara, Miftaah Bagus Hartawan, Zaldi Sultani Zain. "Pengembangan Layana...	<1%
36	Publication	Sri Handayani, Fera Ayu Martiyani, Alfonsa Maria Sofia Hapsari, Yudhistiro Pandu ...	<1%
37	Student papers	Universitas Islam Malang on 2026-02-11	<1%
38	Internet	core.ac.uk	<1%
39	Internet	journal.publication-center.com	<1%

40	Internet	katalog.ukdw.ac.id	<1%
41	Internet	repository.unjaya.ac.id	<1%
42	Student papers	Institut Teknologi Sumatera on 2026-06-26	<1%
43	Student papers	UIN Raden Intan Lampung on 2026-06-17	<1%
44	Student papers	Universitas Islam Negeri Raden Fatah on 2026-05-29	<1%
45	Student papers	Universitas Negeri Jakarta on 2024-08-11	<1%
46	Internet	digilib.unimed.ac.id	<1%
47	Internet	ejournal.ust.ac.id	<1%
48	Internet	eprints.untirta.ac.id	<1%
49	Internet	kotakpintar.com	<1%
50	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
51	Publication	Dinda Rizky Diwanti, Syahril Syahril, Alirmansyah Alirmansyah. "Pengembanga...	<1%
52	Publication	Novita Dhurianti, Nindy Devita Sari. "Pengembangan Media Pembelajaran Sistem...	<1%
53	Publication	Shafa Aninda Widyadhana, Deri Hendriawan, Roby Naufal Arzaqi. "Perancangan ...	<1%

54	Student papers	Universitas Brawijaya on 2021-06-17	<1%
55	Student papers	Universitas Budi Luhur on 2025-07-10	<1%
56	Student papers	Universitas Budi Luhur on 2026-01-31	<1%
57	Student papers	Universitas Negeri Jakarta on 2026-01-09	<1%
58	Student papers	Universitas Pendidikan Indonesia on 2021-07-28	<1%
59	Internet	ejournal2.undip.ac.id	<1%
60	Internet	eprints.undip.ac.id	<1%
61	Internet	etheses.iainponorogo.ac.id	<1%
62	Student papers	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2026-06-03	<1%
63	Student papers	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara on 2025-11-02	<1%
64	Student papers	UIN Batusangkar on 2026-03-15	<1%
65	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2026-03-13	<1%
66	Internet	repository.radenintan.ac.id	<1%

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penelitian oleh (Julius Bata & Laura Imanuelle Defira, 2023) menunjukkan bahwa Perancangan gim simulasi jalur evakuasi kebakaran dapat digunakan sebagai media sosialisasi prosedur evakuasi secara *visual* dan interaktif. Penggunaan pendekatan *ADDIE* memungkinkan proses Perancangan dilakukan secara sistematis dan menghasilkan media simulasi yang layak digunakan sebagai sarana edukasi kebencanaan.

Edukasi mitigasi kebakaran pada umumnya masih disampaikan melalui metode konvensional seperti sosialisasi, poster, atau simulasi langsung. Pendekatan tersebut memiliki keterbatasan, antara lain sulit dilaksanakan secara rutin, memerlukan sumber daya yang relatif besar, serta berpotensi menimbulkan risiko keselamatan apabila simulasi dilakukan mendekati kondisi darurat yang sebenarnya. Penelitian oleh (Wong & So, 2024) menunjukkan bahwa pelatihan evakuasi kebakaran berbasis simulasi digital dan teknologi imersif dapat menjadi alternatif yang lebih aman dan terkontrol, karena memungkinkan pengguna mempelajari prosedur evakuasi secara realistis tanpa paparan risiko fisik. Kondisi ini menunjukkan perlunya media edukasi alternatif yang mampu memberikan pengalaman belajar prosedural secara aman dan berulang.

Perkembangan teknologi digital memungkinkan pemanfaatan media simulasi dan *game-based learning* sebagai sarana edukasi kebencanaan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *game* edukasi dan simulasi digital dapat membantu meningkatkan pemahaman pengguna terhadap prosedur mitigasi bencana melalui interaksi dan pengalaman langsung (Ning et al., 2022). Dalam konteks kebakaran, simulasi berbasis *game* dinilai relevan karena mampu melatih pengambilan keputusan dalam kondisi darurat secara aman (de Carvalho et al., 2022).

Di Indonesia, Perancangan *game* edukasi kebakaran juga telah dilakukan dan menunjukkan potensi sebagai media sosialisasi dan peningkatan kesadaran kebencanaan, baik di lingkungan sekolah maupun kampus (Bata et al., 2025; Sitasi: Prasetyo et al., 2024). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menggunakan *platform* khusus atau terbatas pada konteks tertentu.

Platform Roblox merupakan lingkungan Perancangan *game* berbasis tiga dimensi yang mudah diakses dan memiliki tingkat keterlibatan pengguna yang tinggi. *Platform* ini berpotensi dimanfaatkan sebagai media simulasi edukasi kebakaran karena mendukung interaksi *real-time* dan *visualisasi* lingkungan yang menyerupai kondisi nyata. Meskipun demikian, pemanfaatan Roblox secara khusus untuk simulasi evakuasi kebakaran gedung masih sangat terbatas dalam penelitian sebelumnya.

Berdasarkan uraian tersebut, Perancangan *Game* Simulasi Prosedur Evakuasi Kebakaran Gedung Berbasis Roblox dipandang sebagai upaya untuk menyediakan media edukasi mitigasi kebakaran yang interaktif. Perancangan ini diharapkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang aman dan mudah diakses, tanpa menggantikan metode edukasi kebakaran yang telah ada.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, pokok-pokok permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini meliputi:

1. Rendahnya pemahaman sebagian masyarakat dan peserta didik terhadap prosedur evakuasi kebakaran gedung bertingkat yang benar dan sistematis.
2. Keterbatasan media edukasi mitigasi kebakaran yang mampu memberikan pengalaman simulatif secara aman, adaptif, dan berulang.
3. Belum ditemukannya penelitian yang secara spesifik mengembangkan *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung dengan sistem rintangan berantai dan tingkat kesulitan (*difficulty*) berbasis *platform Roblox*.

5

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang game simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung berbasis *Roblox* yang memuat skenario rintangan *multi-level*?
2. Bagaimana proses pembuatan *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung menggunakan model *ADDIE*?
3. Bagaimana kelayakan fungsional dan teknis perangkat lunak *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung yang dikembangkan sebagai media edukasi?

20

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Perancangan media berupa *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung bertingkat (Lantai 5 hingga Lantai 1).
2. Platform perancangan yang digunakan adalah perangkat lunak *Roblox Studio* dengan bahasa pemrograman *Lua*.
3. Skenario yang disimulasikan meliputi mekanisme pencarian jalur darurat, penanganan rintangan dinamis (puing, hawa panas, asap, *backdraft*), dan penyelamatan karakter non-pemain (*NPC*), tanpa mencakup teknik pemadaman api (penggunaan APAR).
4. Prosedur evakuasi yang disimulasikan didasarkan pada kajian literatur umum dan bukan merupakan standar validasi dari instansi tertentu.
5. Game menyediakan dua tingkat kesulitan ("Mudah" dengan penunjuk arah dan "Sulit" tanpa penunjuk arah) yang dimainkan secara *Single-player* (pemain tunggal).
6. Uji coba dan validasi difokuskan pada penilaian teknis perangkat lunak yang meliputi pengujian fungsional (metode *Black-Box*) dan pengujian non-fungsional (validasi ahli media).

50

3

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung bertingkat berbasis *Roblox* yang memuat skenario rintangan *multi-level*.
2. Mengembangkan *prototipe game* simulasi evakuasi kebakaran secara sistematis menggunakan model *ADDIE*.
3. Menilai kelayakan teknis dan fungsional prototipe game melalui uji perangkat lunak dan validasi media.

18

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi pengguna, penelitian ini diharapkan dapat menyediakan media pembelajaran interaktif yang adaptif untuk memahami prosedur evakuasi kebakaran secara aman.
2. Bagi institusi pendidikan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif media edukasi mitigasi kebakaran.
3. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi perancangan media simulasi kebencanaan berbasis *game* dengan sistem mekanik yang dinamis.

41

40

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Teori dan Penelitian Terdahulu

1. Landasan Teori

a. *Game* Edukasi

Game edukasi merupakan bentuk permainan digital yang dirancang secara khusus untuk tujuan pembelajaran dengan memadukan unsur hiburan dan materi edukatif. *Game* edukasi memungkinkan penyampaian materi dilakukan secara interaktif, sehingga pengguna tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga terlibat langsung dalam proses pembelajaran.

(de Carvalho et al., 2022) menyatakan bahwa *game* edukasi dalam konteks kebencanaan mampu membantu pengguna memahami prosedur keselamatan melalui simulasi yang aman. Selain itu, (Marahatta et al., 2024) menegaskan bahwa *game* edukasi berbasis simulasi memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan prosedural mitigasi bencana karena menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual.

b. Media Pembelajaran Interaktif

Media pembelajaran interaktif merupakan media yang memungkinkan terjadinya komunikasi dua arah antara pengguna dan sistem melalui elemen *visual*, *audio*, dan interaksi langsung. Media ini memungkinkan pengguna memberikan respons terhadap sistem, sehingga proses belajar menjadi lebih aktif.

(Ning et al., 2022) menyebutkan bahwa media interaktif berbasis digital memberikan peningkatan keterlibatan pengguna dibandingkan media konvensional, khususnya dalam pembelajaran kebencanaan. Media pembelajaran interaktif dinilai relevan untuk menyampaikan

materi mitigasi kebakaran karena mampu menampilkan skenario yang menyerupai kondisi nyata tanpa menimbulkan risiko langsung.

c. Mitigasi Kebakaran dan Prosedur Evakuasi Gedung

Mitigasi kebakaran merupakan serangkaian upaya yang dilakukan untuk mengurangi risiko dan dampak kebakaran melalui peningkatan kesiapsiagaan, pemahaman prosedur keselamatan, serta kemampuan evakuasi yang tepat. Prosedur evakuasi gedung mencakup pengenalan jalur evakuasi, pengambilan keputusan secara cepat, serta penerapan perilaku aman dalam kondisi darurat. (Wong & So, 2024) menunjukkan bahwa pembelajaran prosedur evakuasi melalui simulasi digital memungkinkan pengguna memahami urutan tindakan evakuasi secara sistematis dan realistis tanpa harus dihadapkan pada risiko kebakaran secara nyata.

d. Platform Roblox

Roblox merupakan platform Perancangan game berbasis lingkungan virtual tiga dimensi yang mendukung simulasi interaktif secara *real-time*. Platform ini memungkinkan pengembang menciptakan lingkungan virtual yang dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan pembelajaran serta diakses oleh pengguna melalui berbagai perangkat.

Menurut (Ning et al., 2022), platform berbasis game dengan komunitas pengguna yang besar memiliki potensi tinggi untuk dimanfaatkan sebagai media edukasi karena tingkat keterlibatan pengguna yang relatif tinggi. Oleh karena itu, Roblox dipandang relevan sebagai media simulasi edukasi mitigasi kebakaran, khususnya dalam penyajian lingkungan gedung dan jalur evakuasi secara *visual* dan interaktif.

e. Model Perancangan ADDIE

Model ADDIE merupakan model Perancangan media pembelajaran yang terdiri atas lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini digunakan

62

untuk memastikan bahwa proses Perancangan media dilakukan secara sistematis dan berorientasi pada kebutuhan pengguna.

(Bata et al., 2025) menyatakan bahwa model Perancangan yang terstruktur memungkinkan produk edukasi dikembangkan secara bertahap dan dievaluasi pada setiap fase. Penggunaan model *ADDIE* dalam penelitian Perancangan media simulasi memungkinkan penyesuaian desain dan konten pembelajaran berdasarkan hasil evaluasi pada setiap tahap.

Landasan teori di atas menjadi dasar dalam Perancangan *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung berbasis *Roblox*. Untuk memperkuat posisi penelitian ini dan melihat keterkaitan dengan penelitian sebelumnya, maka pada bagian berikut dipaparkan kajian pustaka dari berbagai penelitian terdahulu yang relevan.

33

2. Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini memuat pembahasan terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan Perancangan media simulasi dan *game* edukasi dalam konteks mitigasi kebakaran. Uraian disajikan secara naratif untuk menunjukkan perkembangan pendekatan penelitian, platform yang digunakan, metode Perancangan, serta posisi penelitian yang diusulkan.

Penelitian oleh (Julius Bata & Laura Imanuelle Defira, 2023) mengembangkan gim simulasi jalur evakuasi kebakaran di lingkungan kampus menggunakan model *ADDIE*. Gim yang dikembangkan memuat skenario evakuasi, informasi jalur darurat, serta prosedur penggunaan alat pemadam api ringan (*APAR*). Hasil pengujian fungsional dan validasi ahli menunjukkan bahwa gim simulasi dinilai layak sebagai media sosialisasi jalur evakuasi kebakaran di lingkungan kampus, meskipun masih terbatas pada satu jenis lingkungan bangunan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (de Carvalho et al., 2022) yang mengembangkan *serious game* untuk pelatihan prosedur evakuasi kebakaran di lingkungan sekolah. Penelitian ini menekankan peran *game*

sebagai media pelatihan keselamatan yang mampu meningkatkan pemahaman prosedural peserta didik. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman terhadap tahapan evakuasi kebakaran, namun cakupan simulasi masih terbatas pada skenario sekolah dan belum mengakomodasi simulasi gedung bertingkat yang lebih kompleks.

Penggunaan teknologi imersif dalam pelatihan evakuasi kebakaran dikaji lebih lanjut oleh (Wong & So, 2024) yang mengembangkan program simulasi evakuasi kebakaran rumah sakit berbasis *virtual reality* (VR) untuk mahasiswa keperawatan di Hong Kong. Simulasi yang dikembangkan menyajikan lingkungan tiga dimensi yang realistis dan memungkinkan peserta melakukan pengambilan keputusan selama proses evakuasi. Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi terhadap aspek desain, konten, dan pengalaman belajar. Meskipun demikian, penelitian ini menggunakan perangkat VR khusus (*VR Cave*) yang memiliki keterbatasan aksesibilitas dan belum berbasis *platform game* yang umum digunakan oleh masyarakat luas.

Kajian dalam bentuk tinjauan literatur dilakukan oleh (Ning et al., 2022) yang membahas pemanfaatan *serious game* dalam mitigasi bencana. Penelitian ini mengklasifikasikan berbagai *game* kebencanaan berdasarkan tujuan pembelajaran, *platform*, dan metode evaluasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa *serious game* memiliki potensi besar sebagai media edukasi mitigasi bencana karena mampu mengintegrasikan aspek simulasi, pembelajaran aktif, dan keterlibatan pengguna. Namun, penelitian ini bersifat konseptual dan tidak menghasilkan produk simulasi yang dapat langsung diimplementasikan.

Penelitian oleh (Marahatta et al., 2024) melakukan tinjauan sistematis terhadap Perancangan *game* edukasi untuk mitigasi bencana alam seperti banjir, gempa bumi, dan tanah longsor. Hasil kajian menunjukkan bahwa *game* berbasis simulasi lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman prosedural dibandingkan media konvensional. Akan tetapi,

fokus penelitian masih terbatas pada bencana alam umum dan belum secara spesifik membahas simulasi evakuasi kebakaran gedung.

Dalam konteks nasional, (Sitasi: Prasetyo et al., 2024) mengembangkan *game* edukasi kebakaran sebagai media sosialisasi mitigasi bencana di tingkat sekolah dasar. Penelitian ini menunjukkan bahwa media berbasis *game* mampu meningkatkan minat belajar dan pemahaman siswa terhadap materi kebencanaan. Namun, *game* yang dikembangkan masih berorientasi pada penyampaian materi dan belum menyajikan simulasi prosedural evakuasi secara interaktif.

Penelitian lain oleh (Bata et al., 2025) mengembangkan *game* kesiapsiagaan kebakaran di lingkungan kampus menggunakan metode MDLC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *game* edukasi dapat meningkatkan kesadaran mahasiswa terhadap risiko kebakaran dan prosedur keselamatan. Meskipun demikian, penelitian ini menggunakan *platform* Perancangan khusus dan belum memanfaatkan *platform game* populer dengan komunitas pengguna yang luas.

Perancangan media mitigasi bencana berbasis *game* juga dilakukan oleh (Yusmaniar & Munawwarah, 2024) yang mengembangkan media digital interaktif untuk edukasi mitigasi banjir. Penelitian ini menunjukkan bahwa media digital interaktif mampu meningkatkan pemahaman pengguna, namun tidak menggunakan pendekatan simulasi tiga dimensi dan belum berbasis *game* dengan mekanisme interaksi *real-time*.

Penelitian oleh (Putu et al., 2024) mengkaji penerapan gamifikasi sebagai media pembelajaran mitigasi bencana tsunami. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *game* mampu meningkatkan kesiapsiagaan peserta didik melalui penyajian materi kebencanaan yang interaktif dan kontekstual. Meskipun fokus bencana yang dikaji berbeda dengan kebakaran gedung, temuan ini menguatkan bahwa mekanisme permainan dan simulasi digital dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran mitigasi bencana yang efektif dalam membangun pemahaman prosedural dan respons pengguna terhadap situasi darurat. Pendekatan

gamifikasi yang digunakan dalam penelitian tersebut menjadi landasan pendukung bahwa media berbasis *game* memiliki potensi untuk diterapkan pada konteks mitigasi kebakaran gedung.

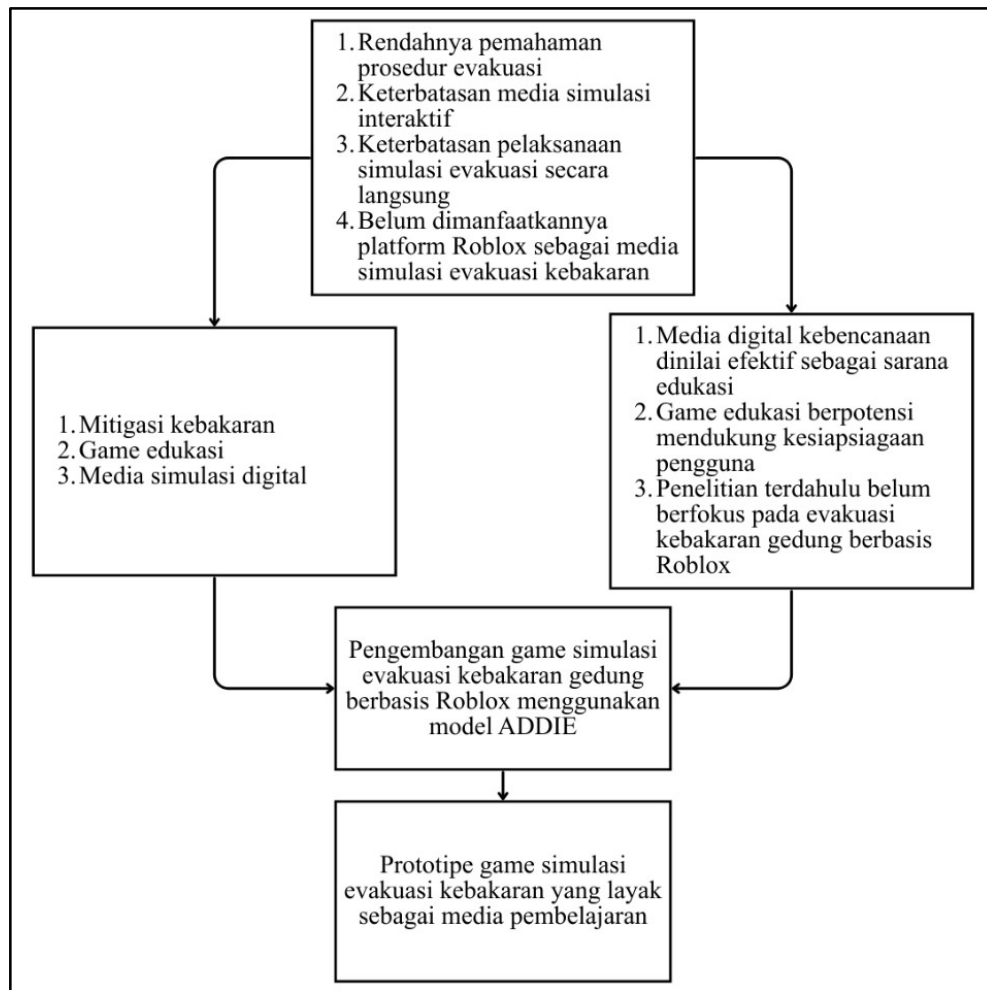
Penelitian oleh (Nisya et al., 2023) mengembangkan *game* edukasi kebencanaan menggunakan metode *MDLC* dengan cakupan beberapa jenis bencana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media *game* edukasi layak digunakan sebagai media pembelajaran. Akan tetapi, cakupan bencana yang terlalu luas menyebabkan simulasi prosedural tidak dibahas secara mendalam untuk satu jenis bencana tertentu.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa simulasi dan *game* edukasi memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran mitigasi kebakaran. Namun, sebagian besar penelitian masih menggunakan *platform* khusus, berbasis *web*, atau berfokus pada konteks dan lingkungan tertentu. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengembangkan *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung berbasis *platform game* populer seperti *Roblox* dengan pendekatan Perancangan *ADDIE*.

Oleh karena itu, penelitian ini diposisikan sebagai upaya Perancangan *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung berbasis *Roblox* yang mengintegrasikan simulasi tiga dimensi, interaksi *real-time*, serta pendekatan Perancangan *ADDIE*, dengan harapan dapat meningkatkan aksesibilitas, keterlibatan pengguna, dan kualitas media pembelajaran mitigasi kebakaran.

B. Kerangka Berpikir

Berdasarkan landasan teori dan kajian pustaka, alur pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1. Kerangka berpikir penelitian ini menggambarkan proses sistematis yang diawali dari permasalahan keterbatasan media edukasi mitigasi kebakaran yang interaktif dan aman.



Gambar 2.1. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur pemikiran yang sistematis dalam Perancangan *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung berbasis *Roblox*. Proses berpikir diawali dari identifikasi permasalahan utama, yaitu rendahnya pemahaman prosedur evakuasi kebakaran gedung, keterbatasan media simulasi evakuasi yang bersifat interaktif, keterbatasan pelaksanaan simulasi evakuasi secara langsung, serta belum dimanfaatkannya *platform Roblox* sebagai media simulasi evakuasi kebakaran.

Permasalahan tersebut dianalisis berdasarkan landasan teori yang relevan, meliputi teori mitigasi kebakaran, *game* edukasi, dan media simulasi digital. Landasan teori tersebut digunakan untuk menjelaskan pentingnya

51

penyediaan media pembelajaran yang mampu menyajikan prosedur evakuasi secara visual dan interaktif tanpa menimbulkan risiko langsung bagi pengguna.

Selain itu, kajian terhadap penelitian terdahulu menunjukkan bahwa media digital kebencanaan dinilai efektif sebagai sarana edukasi dan game edukasi berpotensi mendukung kesiapsiagaan pengguna dalam menghadapi situasi darurat. Namun demikian, penelitian-penelitian sebelumnya belum secara khusus berfokus pada Perancangan simulasi evakuasi kebakaran gedung berbasis platform Roblox. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

66

Berdasarkan analisis permasalahan, landasan teori, dan hasil kajian penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini diarahkan pada Perancangan game simulasi evakuasi kebakaran gedung berbasis Roblox dengan menggunakan model ADDIE. Perancangan dilakukan secara bertahap untuk menghasilkan prototipe game simulasi yang layak digunakan sebagai media pembelajaran mitigasi kebakaran. Dengan demikian, produk yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi alternatif media edukasi yang mendukung pemahaman prosedur evakuasi kebakaran gedung.

15

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Development Research*) atau *Research and Development* (R&D). Desain penelitian ini fokus pada perancangan, pengembangan, dan evaluasi produk sistem atau aplikasi perangkat lunak. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah mengembangkan sistem perangkat lunak berupa game simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung berbasis *Roblox*, serta memastikan produk tersebut dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi pembelajaran yang ditetapkan.

2. Variabel Penelitian

a. Variabel Independen

- 1) Desain Lingkungan Simulasi: Desain *visual* lingkungan gedung, jalur evakuasi, rambu keselamatan, dan elemen bahaya.
- 2) Desain Antarmuka Pengguna (*User interface/UI*): Tata letak menu, ikon, tombol navigasi, serta elemen *visual*.
- 3) Desain Pengalaman Pengguna (*User experience/UX*): Alur interaksi pengguna, kemudahan penggunaan, respons sistem.
- 4) Mekanisme Permainan (*Gameplay*): Skenario simulasi, sistem tantangan, pengambilan keputusan.
- 5) Elemen Multimedia: Penggunaan audio alarm, efek suara, dan animasi.

b. Variabel Dependen:

- 1) Kelayakan Fungsional Media: Diukur melalui pengujian fungsional (*Black-Box Testing*).
- 2) Kelayakan Non-Fungsional Media: Mencakup aspek *usability*, kestabilan sistem, kemudahan navigasi, dan stabilitas memori yang divalidasi oleh Ahli Media.

63

54

c. Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi hasil simulasi pengujian fungsional sistem menggunakan skenario *Black-Box Testing* untuk memverifikasi fungsionalitas algoritma, dan melalui penyebaran instrumen kuesioner berskala kepada pakar di bidang perangkat lunak dan desain media (Ahli Media).

B. Instrumen Penelitian

Instrumen Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Perangkat Keras (*Hardware*): Laptop Perancangan dan Perangkat Pengguna untuk simulasi.
2. Perangkat Lunak (*Software*): *Roblox Studio* dan Sistem Operasi penunjang.
3. Instrumen Pengumpulan Data (Dataset):
 - a. Dataset Validasi Ahli Media: Kuesioner berstruktur yang digunakan untuk memperoleh penilaian dari ahli media (pakar rekayasa perangkat lunak dan desain grafis) terkait aspek arsitektur, *UI/UX*, dan keandalan skrip.
 - b. Angket Uji Coba Pengguna: Digunakan untuk memperoleh masukan terkait kemudahan penggunaan sistem.

C. Tempat dan Jadwal Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada lingkungan pengujian terbatas menggunakan perangkat simulasi mandiri. Fokus penelitian dititikberatkan pada verifikasi kinerja *software* yang dijalankan secara *multi-platform* (*PC* dan *Mobile*), tanpa memerlukan lokasi instansi fisik tertentu, melainkan melalui tahap evaluasi arsitektur perangkat lunak berbasis laboratorium mandiri peneliti.

2. Jadwal Penelitian

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4				Bulan 5				Bulan 6			
		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	Studi Literatur																								
2	Analisis																								
3	Perancangan																								
4	Perancangan																								
5	Penyempurnaan																								
6	Implementasi																								
7	Evaluasi																								
8	Penyusunan Laporan																								

D. Objek dan Subjek Penelitian

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem merupakan tahapan krusial untuk memastikan arsitektur perangkat lunak yang dibangun dapat mengakomodasi seluruh skenario simulasi. Analisis ini dibagi menjadi tiga aspek, yaitu kebutuhan fungsional, kebutuhan non-fungsional, dan kebutuhan pengguna.

a. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mendefinisikan fungsi-fungsi utama dan algoritma logika yang wajib dieksekusi oleh sistem (skrip server maupun klien) agar tujuan simulasi tercapai.

- 1) Sistem harus mampu merender lingkungan *virtual* tiga dimensi (3D) yang merepresentasikan gedung bertingkat dari Lantai 5 hingga Lantai 1 beserta objek-objek interaktif di dalamnya.
- 2) Sistem harus menyediakan mekanisme pemicu interaksi berbasis kedekatan jarak (*ProximityPrompt*) yang memungkinkan avatar pemain memanipulasi objek, seperti menyalakan saklar,

membersihkan puing, memindai kartu akses, dan membongkar rintangan menggunakan *Tool* khusus (kapak).

- 3) Sistem harus mengintegrasikan modul kontrol prosedural di setiap lantai yang mampu mendeteksi tabrakan fisik (*event .Touched*) pada pintu darurat untuk memicu pembaruan instruksi teks berantai (*Sequential Quests*) secara otomatis.
- 4) Sistem harus memiliki algoritma kalkulasi bahaya dinamis, seperti pengurangan parameter *Health Point (HP)* secara berkala (melalui *looping task.wait*) ketika pemain berada di zona asap beracun atau hawa panas tanpa melakukan aksi perlindungan (misalnya, atribut *IsCrouching* bernilai *false*).
- 5) Sistem wajib memiliki arsitektur percabangan logika untuk menangani mode kesulitan ("Mudah" dan "Sulit"), di mana sistem akan melakukan *cloning* objek *BillboardGui* sebagai panah penunjuk arah spasial yang menembus dinding hanya jika pemain memilih mode "Mudah".

b. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional berfokus pada atribut kualitas perangkat lunak (*Software Quality Assurance*), stabilitas operasional, dan pengalaman pengguna (*User Experience*).

- 1) Stabilitas dan Manajemen Memori (*Reliability*): Sistem harus memiliki tingkat toleransi kegagalan (*fault tolerance*) yang tinggi. Hal ini mencakup kemampuan skrip melakukan pembersihan memori (*garbage collection*) secara rekursif saat karakter mati dan respawn, guna mencegah terjadinya penumpukan render panah arah (*memory leak / infinite yield*).
- 2) Responsivitas Antarmuka (*Usability*): Sistem antarmuka (*UI*) harus dibangun menggunakan konfigurasi *Anchor Point* dan parameter *Scale* (mengabaikan *Offset* piksel statis). Tujuannya agar rasio elemen *UI*, menu lobi, dan ukuran *font* teks instruksi dapat

beradaptasi secara dinamis tanpa merusak proporsi *visual*, baik saat dimainkan di resolusi monitor *PC* maupun layar perangkat *Mobile*.

- 3) Kinerja Algoritma (Performa): Sistem pengikut (*NPC Follower queue*) harus mampu menyusun rantai antrean karakter non-pemain di belakang avatar pengguna secara mulus, mengkalkulasi *pathfinding* dasar tanpa menimbulkan masalah tumpang tindih *poligon* atau *collision glitch* yang membebani kinerja server.

c. Kebutuhan Pengguna

Pengguna aplikasi (baik pemain maupun evaluator pengujian) membutuhkan lingkungan *virtual* yang memberikan umpan balik (*feedback*) secara *real-time*. Pemain membutuhkan notifikasi instan dari setiap aksi yang dilakukan, baik berupa perubahan *visual* (pintu berubah hijau saat aman, atau hitam saat meledak karena backdraft) maupun umpan balik audio (suara alarm kebakaran dan efek ledakan) untuk mempertahankan tingkat imersi. Selain itu, pemain membutuhkan kejelasan navigasi pada antarmuka *QuestGui* yang selalu berada di tengah atas layar tanpa terhalang oleh *notch* kamera ponsel pintar.

2. Objek Penelitian

Objek utama dalam penelitian ini adalah sistem perangkat lunak secara keseluruhan, yakni *Game Simulasi Prosedur Evakuasi Kebakaran Gedung Berbasis Roblox*. Ruang lingkup objek penelitian ini mencakup arsitektur kode di belakang layar (*backend logic*) yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman *Lua*, antarmuka grafis pengguna (*frontend UI*), aset lingkungan *virtual 3D*, serta integrasi komunikasi data antara *Client (LocalScript)* dan Server (*ServerScriptService*) menggunakan *RemoteEvent*. Fokus pengujian pada objek ini diarahkan murni pada kualitas performa sistem, keandalan fungsional mekanik simulasi (uji *Black-Box*), dan efisiensi manajemen data sesi pengguna (*Session-based attributes*).

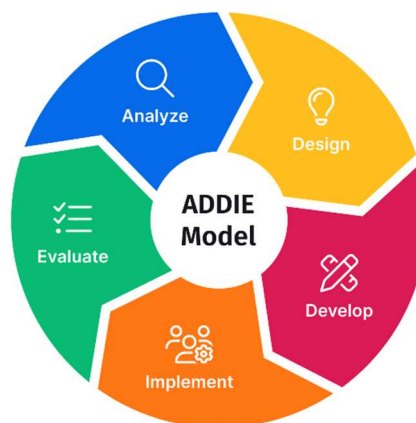
3. Subjek Penelitian

Mengingat arah penelitian ini difokuskan pada pengujian kelayakan rekayasa perangkat lunak, maka subjek penelitian yang dilibatkan terdiri atas dua pihak utama:

- a. Ahli Media (Pakar Perangkat Lunak): Bertindak sebagai validator utama yang menilai kelayakan arsitektur sistem dari kacamata teknis. Penilaian pakar difokuskan pada pengujian stabilitas penanganan kegagalan (*fault tolerance*), kinerja algoritma *NPC*, responsivitas *User Interface* pada mode lintas-platform (*cross-platform*), dan kualitas interaktivitas elemen *multimedia* berdasarkan instrumen validasi standar.
- b. Pengguna Uji Coba Terbatas: Bertindak sebagai tester sistem yang menjalankan aplikasi dari awal (*spawn*) hingga mencapai titik kumpul (*Assembly Point*). Subjek ini diperlukan untuk mengeksekusi langsung matriks pengujian *Black-Box* guna memastikan seluruh fitur, sensor batas lantai, kalkulasi kerusakan (*damage*), dan modul pembersihan rintangan berfungsi secara aktual tanpa adanya hambatan teknis dari sisi pengguna akhir (*End-User*).

E. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam Perancangan *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung berbasis Roblox dilakukan dengan menggunakan model *ADDIE*, yang meliputi tahap Analisis, Perancangan, Perancangan, Implementasi, dan Evaluasi. Penerapan model *ADDIE* disesuaikan dengan jadwal penelitian yang telah disusun untuk memastikan proses Perancangan



Gambar 3.1. Metode ADDIE

media dilakukan secara sistematis, terstruktur, dan selaras dengan tujuan edukasi mitigasi kebakaran.

1. Tahap Analisis (Bulan 1-2)

Tahap analisis dilakukan pada awal penelitian bersamaan dengan kegiatan studi literatur. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan Perancangan *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung secara menyeluruh.

Analisis dilakukan terhadap beberapa aspek, meliputi kebutuhan pengguna, tujuan pembelajaran, serta konteks simulasi yang akan dikembangkan. Analisis kebutuhan pengguna dilakukan melalui observasi dan telaah literatur terkait prosedur evakuasi kebakaran gedung serta karakteristik media edukasi kebencanaan berbasis simulasi. Selain itu, dianalisis pula keterbatasan media edukasi yang telah ada serta potensi pemanfaatan *platform Roblox* sebagai media simulasi.

Analisis tujuan pembelajaran difokuskan pada pengenalan tahapan evakuasi kebakaran gedung, seperti respons awal terhadap alarm kebakaran, pemilihan jalur evakuasi, serta perilaku aman selama proses evakuasi. Analisis konteks simulasi dilakukan untuk menentukan jenis lingkungan gedung yang akan disimulasikan, skenario kebakaran yang digunakan, serta batasan simulasi agar tetap aman dan sesuai dengan ruang lingkup penelitian. Hasil tahap analisis digunakan sebagai dasar dalam penentuan konsep *game* simulasi, ruang lingkup materi, dan fitur utama yang akan dikembangkan pada tahap berikutnya.

2. Tahap Perancangan (Bulan 2-3)

Tahap perancangan dilakukan setelah tahap analisis selesai dan berlangsung pada bulan kedua hingga ketiga penelitian. Tahap ini bertujuan untuk menyusun rancangan awal *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung berdasarkan hasil analisis kebutuhan.

Perancangan difokuskan pada penyusunan alur simulasi evakuasi yang menggambarkan urutan tindakan pengguna sejak kondisi awal kebakaran hingga proses keluar dari gedung. Selain itu, dirancang skenario

simulasi yang mencerminkan kondisi darurat kebakaran secara bertahap, sehingga pengguna dapat mengikuti alur evakuasi secara sistematis.

Perancangan antarmuka pengguna dilakukan dengan memperhatikan prinsip kemudahan penggunaan (*usability*), kejelasan navigasi, dan konsistensi tampilan. Desain *visual* mencakup tata letak menu utama, tampilan lingkungan gedung, penanda jalur evakuasi, serta indikator bahaya yang ditampilkan selama simulasi berlangsung. Hasil tahap perancangan berupa dokumen desain yang mencakup alur simulasi, storyboard, struktur menu, dan spesifikasi fitur *game* simulasi yang akan dijadikan acuan pada tahap Perancangan.

3. Tahap Perancangan (Bulan 3-4)

Tahap Perancangan dilaksanakan pada bulan ketiga hingga keempat penelitian dan merupakan tahap realisasi rancangan menjadi produk *game* simulasi yang dapat dijalankan. Perancangan dilakukan menggunakan Roblox Studio sebagai *platform* utama.

Pada tahap ini dilakukan pembuatan lingkungan gedung tiga dimensi yang merepresentasikan kondisi evakuasi kebakaran, penempatan jalur evakuasi dan rambu keselamatan, serta Perancangan mekanisme interaksi pengguna. Mekanisme interaksi dirancang agar pengguna dapat bergerak, memilih jalur evakuasi, dan merespons kondisi simulasi sesuai dengan skenario yang telah dirancang.

Integrasi elemen multimedia dilakukan untuk memperkuat suasana simulasi, seperti penggunaan *audio* alarm kebakaran, efek suara lingkungan, dan animasi pendukung. Seluruh fitur yang dikembangkan disesuaikan dengan dokumen desain pada tahap perancangan. Tahap Perancangan dilakukan secara bertahap dan berulang untuk memastikan setiap fitur berfungsi dengan baik dan sesuai dengan alur simulasi yang dirancang.

4. Tahap Implementasi (Bulan 5)

Tahap implementasi dilakukan pada bulan kelima penelitian melalui uji coba terbatas terhadap *game* simulasi yang telah dikembangkan.

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kelayakan fungsi dan kemudahan penggunaan media simulasi.

Pada tahap ini, *game* simulasi dijalankan oleh pengguna uji coba terbatas untuk mengamati keterpahaman alur simulasi, kejelasan instruksi, serta kestabilan sistem selama digunakan. Uji coba difokuskan pada pengamatan terhadap interaksi pengguna dengan sistem, termasuk kemudahan navigasi dan respons sistem terhadap tindakan pengguna.

Data yang diperoleh pada tahap implementasi berupa masukan dan temuan awal terkait fungsi sistem dan pengalaman penggunaan. Masukan tersebut digunakan sebagai bahan evaluasi awal untuk perbaikan dan penyempurnaan produk sebelum dilakukan evaluasi akhir.

5. Tahap Evaluasi (Bulan 5)

Tahap evaluasi dilakukan bersamaan dengan tahap implementasi pada bulan kelima penelitian. Tahap ini bertujuan untuk menilai kelayakan *game* simulasi evakuasi kebakaran gedung sebagai media edukasi mitigasi kebakaran.

Evaluasi formatif dilakukan selama proses Perancangan untuk mengidentifikasi kendala teknis dan kesesuaian desain dengan tujuan pembelajaran. Evaluasi sumatif dilakukan pada produk akhir melalui validasi ahli media dan ahli materi serta analisis hasil uji coba pengguna terbatas.

Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan *game* simulasi agar sesuai dengan tujuan penelitian, kebutuhan pengguna, serta ruang lingkup Perancangan yang telah ditetapkan. Tahap ini menandai berakhirnya proses Perancangan sebelum penyusunan laporan penelitian.

F. Teknik Analisis Data

Penelitian dan pengembangan (*R&D*) ini difokuskan pada perancangan produk perangkat lunak berskala simulasi interaktif menggunakan model *ADDIE*. Oleh karena itu, data yang dikumpulkan selama tahap evaluasi (*Evaluation*) harus dianalisis untuk mengukur tingkat kelayakan,

stabilitas sistem, dan fungsionalitas media secara presisi. Sesuai dengan pedoman rekayasa perangkat lunak, teknik analisis data pada penelitian ini dibagi menjadi tahapan perancangan desain sistem, simulasi proses penyelesaian masalah, serta pengujian evaluatif.

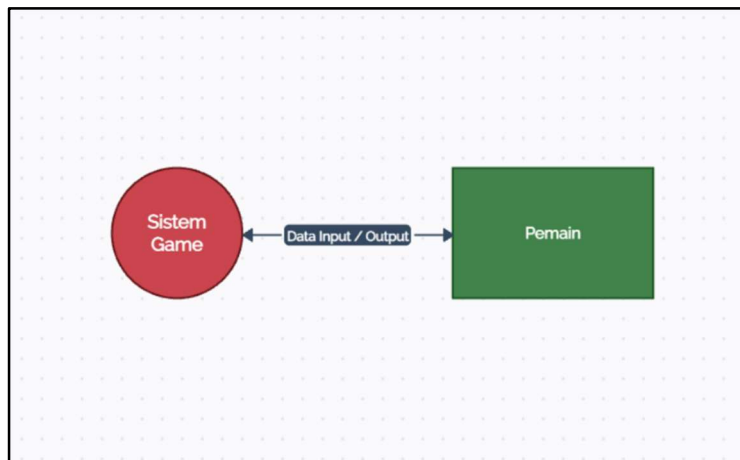
1. Desain Sistem

Desain Sistem adalah proses merancang arsitektur, modul, antarmuka, dan aliran data untuk sebuah sistem perangkat lunak guna menjawab pertanyaan penelitian.

a. Arsitektur Sistem (*System Architecture*)

Game simulasi ini menggunakan arsitektur *Client-Server* berbasis *Event-Driven Programming*. Karena sistem ini menekankan pada serangkaian fungsi dan prosedur yang dieksekusi langkah demi langkah pada setiap lantai gedung, maka metodologi pengembangan sistem yang digunakan adalah paradigma Analisis dan Desain Sistem Terstruktur (*SSAD*). Pendekatan ini memecah logika permainan yang kompleks menjadi urutan instruksi prosedural. Untuk memodelkan arsitektur tersebut, digunakan dua jenis diagram utama, yaitu *Data Flow Diagram (DFD)* dan *Flowchart* Sistem.

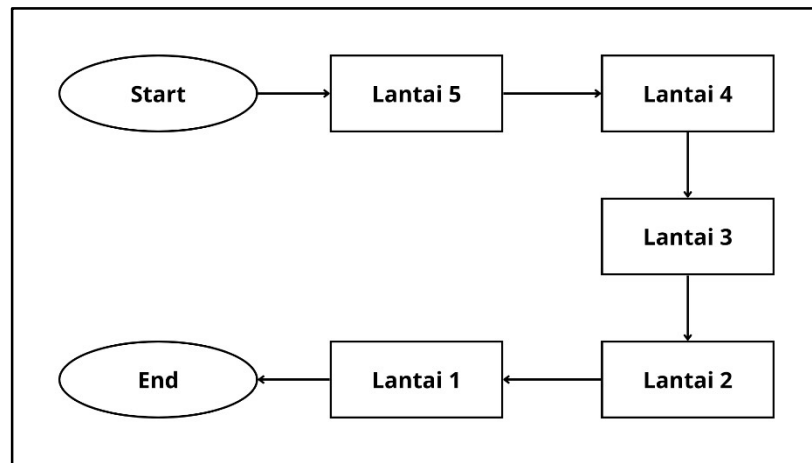
1) *Data Flow Diagram (DFD) Level 0* / Diagram Konteks: Diagram konteks digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai batas sistem dan interaksi antara entitas luar (*External Entity*) dengan sistem permainan secara keseluruhan.



Gambar 3.2. Data Flow Diagram (DFD) Level 0

Berdasarkan Gambar 3.2 di atas, terdapat satu entitas eksternal utama yaitu "Pemain". Pemain memberikan aliran data input berupa aksi interaksi (seperti klik pada *ProximityPrompt*, sentuhan batas sensor *event.Touched*, dan pergerakan koordinat ruang). Selanjutnya, "Sistem Game Simulasi Evakuasi" memproses input tersebut menggunakan bahasa Lua pada peladen (*server*) dan mengembalikan data output kepada pemain. Output yang dirender meliputi pembaruan antarmuka *QuestGui*, rendering efek *visual 3D*, pemutaran audio, serta kalkulasi atribut karakter (pengurangan *Health Point*).

2) *Flowchart* Sistem (Alur Permainan): *Flowchart* sistem memvisualisasikan urutan instruksi prosedural yang dieksekusi oleh program dari awal hingga akhir.



Gambar 3.3. Data Flow Diagram (DFD) Level 0

b. Desain Database

Penelitian simulasi ini tidak menggunakan Sistem Manajemen Basis Data (DBMS) eksternal seperti *MySQL* atau *Oracle*. Data interaksi pemain bersifat *session-based* (hanya berlaku selama sesi permainan berlangsung) yang disimpan sementara di dalam memori menggunakan fitur *Attribute* pada *engine Roblox*. Beberapa atribut krusial yang dicatat sistem antara lain *TingkatKesulitan* (tipe data *String*), *IsCrouching* (tipe data *Boolean*), dan *PunyaAlatBongkar* (tipe data *Boolean*). Atribut-atribut sementara ini secara otomatis dihapus dari memori (*garbage collection*) ketika pemain keluar dari permainan atau saat simulasi di-reset ulang.

c. Desain Antarmuka Pengguna (UI/UX Design)

Rancangan antarmuka berfokus pada kemudahan navigasi (*usability*) dan responsivitas tata letak elemen pada berbagai ukuran layar gawai pengguna. Rancangan antarmuka mencakup:

- 1) Rancangan Antarmuka *DifficultyGui* (Menu Lobi Utama)

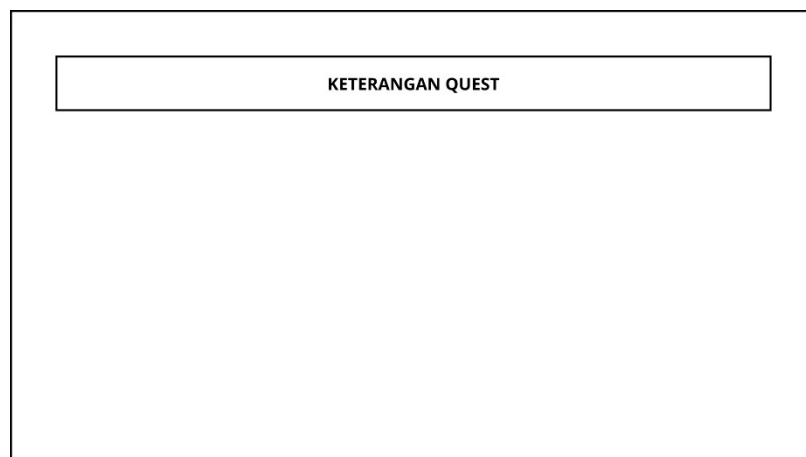


The image shows a rectangular dialog box with a thin black border. At the top, there is a horizontal title bar containing the text "PILIH TINGKAT KESULITAN". Below the title bar, there are two rectangular buttons stacked vertically. The top button is labeled "MUDAH" and the bottom button is labeled "SULIT". Both buttons have a thin black border and are centered within the dialog box.

Gambar 3.4. Rancangan Antarmuka DifficultyGui

Desain form *DifficultyGui* dirancang berupa kotak dialog (*Frame*) yang diletakkan persis di tengah layar. Form ini berfungsi sebagai menu interaktif untuk meminta pengguna memilih opsi mode "Mudah" atau "Sulit". Desain ini menggunakan konfigurasi *Anchor Point* (0.5, 0.5) guna menjamin kesesuaian tata letak di berbagai resolusi gawai pengguna.

2) Rancangan Antarmuka QuestGui (Panel Instruksi Berantai)

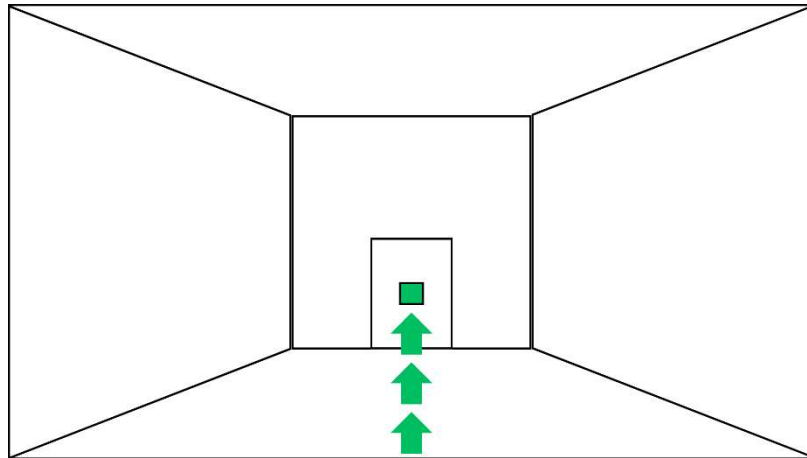


The image shows a rectangular dialog box with a thin black border. At the top, there is a horizontal title bar containing the text "KETERANGAN QUEST". The rest of the dialog box is empty, representing the area for the quest instructions.

Gambar 3.5. Rancangan Antarmuka QuestGui

Elemen *QuestGui* diposisikan pada area tengah atas layar pengguna. Penempatan ini bertujuan agar teks instruksi evaluasi berantai (*Sequential Quests*) tidak menutupi area pandang utama karakter pemain. Form ini mengaktifkan fungsi penyesuaian teks otomatis (*TextScaled*), sehingga ukuran font proporsional mengikuti resolusi layar.

3) Rancangan Antarmuka PenunjukArahUI (Waypoint Spasial)



Gambar 3.6. Rancangan Antarmuka PenunjukArahUI

Desain *BillboardGui* memuat aset *visual* ikon panah penunjuk arah yang menempel secara *3D* pada objek target. Antarmuka ini dirancang dengan properti *AlwaysOnTop* agar dapat memandu arah spasial secara *real-time* menembus dinding bangunan.

2. Simulasi Proses Penyelesaian Masalah

Sebagai aplikasi berbasis game interaktif, tahapan simulasi proses pengolahan data dijabarkan sebagai berikut:

- a. **Data Input:** Input yang diproses oleh sistem meliputi sentuhan pengguna pada tombol antarmuka, *click/tap* pada *ProximityPrompt* objek lingkungan (saklar, pintu, kartu), dan deteksi koordinat saat bagian tubuh karakter (*hit.Parent*) melintasi part sensor tak terlihat.
- b. **Proses Pengolahan Data:** Bahasa pemrograman *Lua* mengevaluasi kondisi input menggunakan percabangan logika (*If-Else*). Contoh simulasi: saat pemain menyentuh *RintanganPintu* Lantai 1, skrip memvalidasi atribut *PunyaAlatBongkar*. Jika *true*, sistem mengeksekusi *looping* penghancuran objek rintangan. Jika *false*, skrip menolak perintah dan memerintahkan antarmuka untuk menampilkan "Butuh Alat!".
- c. **Data Output dan Evaluasi:** Keluaran berupa manipulasi *visibilitas* (pintu menjadi transparan), efek fisika (ledakan), maupun pengurangan poin

darah secara berkelanjutan (*continuous damage*). Evaluasi luaran ini diukur menggunakan metrik fungsional *Black-Box*.

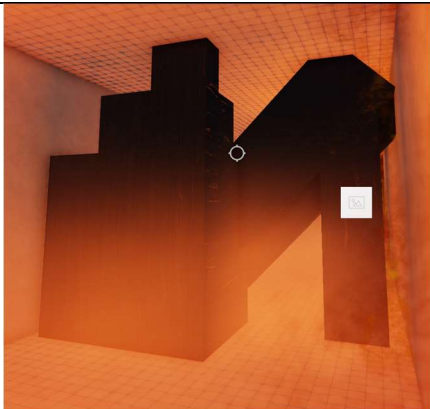
1) *Storyboard* (Alur Permainan)

Sesuai dengan pedoman untuk topik penelitian *Game* dan Multimedia, simulasi alur cerita permainan wajib direpresentasikan melalui *Storyboard*. *Storyboard* ini memetakan urutan panel, gambaran adegan visual, deskripsi tindakan karakter, serta efek multimedia.

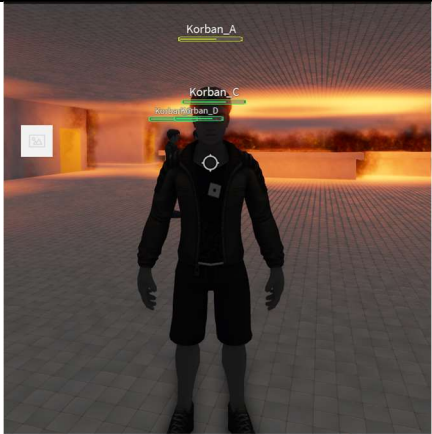
Tabel 3.2. Storyboard Simulasi Evakuasi Kebakaran

No.	Panel / Urutan	Visual	Deskripsi Teks & Audio
1.	Panel 1: Lobi Utama		Deskripsi: Pemain melakukan spawn di titik awal Lobi Utama. Aksi: Pemain berinteraksi dengan <i>StartPad</i> dan memilih mode "Mudah" atau "Sulit". Audio: Tidak ada efek suara khusus, hanya

			ambient lingkungan.
2.	Panel 2: Lantai 5	 	Deskripsi: Titik kebakaran awal muncul. Pemain terkurung di Lantai 5. Aksi: Pemain mencari dan menekan Saklar Darurat. Pintu kaca terbuka (menjadi warna hijau). Audio: Suara sirine alarm darurat kebakaran mulai berbunyi.

3.	Panel 3: Lantai 4		Deskripsi: Lorong darurat terhalang puing dan pintu membutuhkan akses. Aksi: Pemain menyingkirkan puing aktif dan mengambil item <i>Keycard</i> untuk memindai mesin <i>CardReader</i>. Audio: Suara puing bergeser dan bunyi beep pada mesin pembaca kartu.
----	----------------------	--	---

4.	Panel 4: Lantai 3	 w	Deskripsi: Area tertutup gas beracun tebal dan terdapat pintu jebakan <i>backdraft</i>. Aksi: Pemain menekan tombol merunduk (<i>Crouch</i>) melewati asap, lalu memilih pintu jalur evakuasi yang benar secara analitis. Audio: Suara batuk jika terkena asap, dan suara ledakan keras jika membuka pintu salah.
----	----------------------	---	---

5.	Panel 5: Lantai 2 dan 1		Deskripsi: Area evakuasi terakhir yang dipenuhi hawa radiasi panas tinggi. Aksi: Pemain berlari menyelamatkan <i>KorbanNPC</i> (yang kemudian berbaris mengejar), mencari Kapak, dan membongkar pintu keluar. Audio: Suara puing atap berjatuhan dan bunyi hantaman kayu.
----	-------------------------------	--	---

6.	Panel 6: Titik Kumpul		Deskripsi: Rombongan mencapai <i>Assembly Point</i> di area luar gedung. Aksi: Antarmuka layar kemenangan muncul dan sistem me-reset ulang posisi pemain ke Lobi. Audio: Suara notifikasi keberhasilan penyelesaian tugas.
----	-----------------------------	--	---

3. Analisis Pengujian Fungsional (*Black-Box Testing*)

Teknik analisis ini digunakan untuk mengevaluasi spesifikasi kebutuhan fungsional sistem tanpa melihat atau membedah struktur internal dari kode sumber (*source code*) skrip *Lua* yang ada di belakangnya. Fokus utama dari analisis ini adalah mencocokkan antara input (aksi yang diberikan oleh pemain) dengan output (respons sistem) yang dirender di layar. Proses analisis data *Black-Box Testing* dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

- a. Penyusunan Matriks Uji: Peneliti menyusun daftar skenario pengujian berdasarkan alur *gameplay* dan mekanik yang telah dirancang, mulai dari fungsionalitas antarmuka (*UI click*), manipulasi objek fisik (*Proximity Prompt*), hingga pengujian sensor tabrakan spasial (*event .Touched*) pada zona bahaya dan pintu transisi antar-lantai.
- b. Observasi Kesesuaian (*Input-Output*): Sistem diuji coba secara langsung oleh pengguna terbatas. Setiap skenario dinilai apakah sistem merender output yang sesuai dengan "Hasil yang Diharapkan" (misalnya: kapak hilang setelah diklik dan status quest berubah) atau justru mengalami kegagalan fungsional (*error/bug*).
- c. Penarikan Kesimpulan Validitas: Data hasil pengujian ditabulasikan dengan memberikan status "*Valid*" (jika sistem merespons persis seperti algoritma yang dirancang) atau "*Tidak Valid*" (jika terjadi *anomali* atau sistem gagal merespons).
- d. Kriteria Kelayakan: Perangkat lunak dinyatakan layak secara fungsional apabila seluruh skenario pengujian (dari skenario Lobi Utama hingga Titik Kumpul Akhir) mencapai status "*Valid*" tanpa ada satu pun kegagalan eksekusi (*Zero Error Rate*).

4. Analisis Deskriptif Kuantitatif (Validasi Ahli Media dengan Skala Likert)

Teknik analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk mengolah data non-fungsional perangkat lunak yang diperoleh dari kuesioner validasi Ahli Media (Pakar Rekayasa Perangkat Lunak dan Desain Grafis). Data kualitatif berupa opini kepakaran terkait optimasi stabilitas sistem (*fault tolerance*), kinerja algoritma *NPC*, resolusi *User Interface*, dan kualitas aset *3D* dikonversi menjadi data kuantitatif terukur menggunakan instrumen Skala Likert. Skala penilaian yang digunakan memiliki 5 (lima) rentang skor interval untuk setiap indikator pertanyaan, seperti pada table berikut:

59

13

13

Tabel 3.3. Skala Penilaian

No.	Skor	Keterangan
1.	5	Sangat Baik / Sangat Layak
2.	4	Baik / Layak
3.	3	Cukup Baik / Cukup Layak
4.	2	Kurang Baik / Kurang Layak
5.	1	Sangat Kurang / Sangat Tidak Layak

Setelah seluruh skor dari setiap indikator (10 indikator pertanyaan) dikumpulkan, data tersebut dianalisis menggunakan rumus persentase kelayakan sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = (\sum X / \sum \text{Max}) \times 100\%$$

Keterangan:

- d. $\sum X$ = Jumlah total skor aktual yang diberikan oleh Ahli Media (berdasarkan angket).
- e. $\sum \text{Max}$ = Jumlah skor maksimal ideal. Dihitung dari: (Jumlah indikator pertanyaan) $\times$ (Skor tertinggi). Dalam penelitian ini, 10 indikator $\times$ 5 = 50.

Angka persentase yang dihasilkan dari perhitungan rumus di atas kemudian ditransformasikan kembali menjadi kalimat kualitatif untuk mengambil keputusan akhir (konklusi) mengenai kelayakan teknis aplikasi. Pengelompokan kategori persentase kelayakan didasarkan pada interval kriteria pada tabel berikut:

Tabel 3.4. Persentase Kelayakan

No.	Persentase	Keterangan
1.	81% – 100%	Sangat Layak (Sistem sangat stabil, desain <i>UI</i> responsif, algoritma efisien, dan siap diimplementasikan sebagai media tanpa revisi berarti).
2.	61% – 80%	Layak (Sistem stabil dan layak digunakan dengan sedikit revisi pada aspek visual atau optimasi minor).
3.	41% – 60%	Cukup Layak (Sistem dapat berjalan, namun memerlukan perbaikan besar pada stabilitas memori atau perbaikan bug fungsional).
4.	21% – 40%	Kurang Layak (Sistem memiliki banyak kecacatan fatal, <i>memory leak</i> , atau sering mengalami <i>crash</i>).
5.	< 20%	Sangat Tidak Layak (Sistem gagal beroperasi dan arsitektur kode harus dibangun ulang secara total).

Syarat kelayakan minimal bagi prototipe game simulasi prosedur evakuasi kebakaran ini adalah apabila akumulasi penilaian dari Ahli Media mencapai persentase $\geq 61\%$ (kategori Layak atau Sangat Layak). Jika kriteria tersebut terpenuhi dan diiringi dengan keberhasilan 100% pada *Black-Box Testing*, maka media tersebut disimpulkan sangat tangguh secara arsitektur perangkat lunak dan siap direkomendasikan sebagai sarana edukasi interaktif.

27

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini merupakan realisasi penuh dari tahapan perancangan *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung berbasis *Roblox* yang dikembangkan secara sistematis menggunakan pendekatan model *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)*.

1. Implementasi Desain Sistem

Tahap implementasi desain sistem menyajikan bentuk konkrit dari seluruh rancangan *storyboard*, struktur menu, arsitektur data, dan logika pemrograman yang telah diuraikan pada Bab III ke dalam platform pengembangan lingkungan virtual tiga dimensi, yaitu *Roblox Studio*.

a. Implementasi Lembar Kerja

Implementasi lembar kerja dalam konteks rekayasa perangkat lunak dan pengembangan *game* berbasis objek diartikan sebagai perwujudan dari modul-modul fungsional atau komponen skrip penunjang utama yang saling berintegrasi membentuk fungsionalitas keseluruhan aplikasi simulasi evakuasi. Peneliti merinci implementasi dari masing-masing modul tersebut sebagai berikut:

- 1) Modul Lobi Utama dan Sistem Pemilihan Kesulitan (*Difficulty Selection System*): Modul ini ditempatkan pada folder *TeleportSystem* di dalam *Workspace*. Titik awal pemain ditentukan oleh objek *SpawnLocation*. Ketika karakter pengguna mendekati objek *StartPad* dan berinteraksi melalui tombol pemicu *ProximityPrompt*, skrip server utama (*LobbyDifficultyManager*) akan mengeksekusi perintah untuk memanggil *RemoteEvent* bernama *ShowDifficulty*. Perintah ini bertugas memunculkan antarmuka pengguna grafis (*User Interface / UI*) pada *DifficultyGui* di sisi klien. Kotak dialog (*Frame*) diatur secara proporsional tepat di tengah layar dengan memanfaatkan koordinat

14

skala dinamis dan konfigurasi *Anchor Point* (0.5, 0.5) guna menjamin kesesuaian letak *visual* di berbagai resolusi gawai pengguna. Properti Modal pada tombol menu diaktifkan untuk melepaskan penguncian pergerakan kamera sekaligus memunculkan kursor mouse putih di layar agar pengguna dapat melakukan pemilihan menu dengan mudah. Ketika pengguna mengklik opsi "Mudah" atau "Sulit", skrip klien akan melapor kembali ke *server* via *RemoteEvent StartTeleport*, lalu *server* mencatat status pilihan tersebut ke dalam variabel memori pemain melalui fungsi *SetAttribute("TingkatKesulitan", tingkatKesulitan)*. Setelah pencatatan selesai, server langsung memindahkan posisi fisik *HumanoidRootPart* karakter pengguna menuju *TargetPad* yang terletak di Lantai 5 sebagai titik dimulainya simulasi kebakaran.



Gambar 4.1. Antarmuka Menu Lobi dan Pemilihan Kesulitan

Pada Gambar 4.1 memperlihatkan antarmuka *DifficultyGui* yang muncul di tengah layar. Desain ini menggunakan *Anchor Point* (0.5, 0.5) untuk memastikan konsistensi tata letak pada berbagai resolusi perangkat.

- 2) Modul Antarmuka *Quest* Dinamis dan Responsif: Modul antarmuka ini dibangun di dalam komponen *QuestGui* pada folder *StarterGui*. Penataan letak objek *QuestFrame* dikonfigurasi menggunakan nilai skala (*Scale*) murni dan mengabaikan piksel

(*Offset*), yaitu dengan lebar 0.6 dan tinggi 0.1 dari total rasio dimensi layar gawai, serta diposisikan di tengah atas layar menggunakan koordinat posisi (0.5, 0, 0.05, 0). Komponen utama penampil teks instruksi, yaitu *QuestText*, dikonfigurasi dengan mengaktifkan properti *TextScaled* = true. Hal ini krusial agar visualisasi huruf instruksi otomatis membesar atau mengecil secara proporsional mengikuti ukuran layar perangkat, baik saat dimainkan melalui layar komputer maupun layar telepon genggam (*smartphone*). Fungsi dari modul antarmuka ini adalah menangkap string data instruksi keselamatan berantai (*sequential quest*) yang dikirimkan dari server melalui *RemoteEvent UpdateQuest*.



Gambar 4.1. Tampilan Panel QuestGui pada Layar Pengguna

Pada Gambar 4.2, terlihat panel *QuestFrame* yang memberikan panduan langkah demi langkah kepada pemain. Penggunaan *TextScaled* menjamin teks tetap terbaca dengan jelas tanpa terdistorsi oleh ukuran layar mobile maupun desktop.

- 3) Modul Penunjuk Arah *Visual (Waypoint System)*: Modul ini memanfaatkan komponen objek *BillboardGui* bernama *PenunjukArahUI* yang disimpan di dalam folder *ReplicatedStorage*. Objek ini dirancang dengan mengaktifkan properti *AlwaysOnTop* = true dan mengintegrasikan sebuah *ImageLabel* transparan yang memuat aset *visual* ikon panah penunjuk rute evakuasi. Fungsi utama sistem ini adalah

memberikan panduan arah spasial secara *real-time* yang mampu menembus dinding bangunan (*overlay rendering distance*). Mekanisme ini bekerja secara bersyarat; apabila data atribut pemain mencatat pilihan tingkat kesulitan "Mudah", sistem skrip akan melakukan klon (*cloning*) terhadap *PenunjukArahUI* dan memasukkannya ke dalam komponen fisik objek target yang harus dituju oleh pemain di setiap lantai. Sebaliknya, jika pengguna memilih tingkat kesulitan "Sulit", sistem penunjuk rute *visual* ini dinonaktifkan secara absolut, sehingga pengguna hanya bergantung pada penalaran teks instruksi di layar dan rambu evakuasi fisik di dalam gedung untuk mengeksplorasi jalan keluar secara mandiri.

- 4) Modul Kontrol Prosedural Lantai 5 (Titik Kebakaran Awal): Diimplementasikan melalui skrip *server Floor5_Logic*. Skenario pada lantai ini dirancang untuk memberikan edukasi mengenai tindakan respons awal darurat kebakaran gedung. Penguji diarahkan untuk melakukan penjelarian *visual* guna menemukan objek bernama *SaklarDarurat* di dalam folder *TaskObjects*. Ketika pengguna berhasil mendekati saklar dan memicu tombol *ProximityPrompt*, skrip *server* akan memproses pembukaan Pintu Darurat utama Lantai 5 yang menghalangi tangga darurat. Sistem memberikan efek *visual* berupa peningkatan tingkat transparansi *part* menjadi 0.8 (merepresentasikan pintu terbuka atau kaca yang dapat ditembus), mematikan tabrakan fisik *part* (*CanCollide = false*), serta mengubah warna bata pintu menjadi warna Lime green sebagai indikator zona aman. Tepat setelah pintu terbuka, skrip memicu pembaruan status *quest* langkah selanjutnya untuk menyuruh pengguna segera melangkah menuruni anak tangga darurat menuju Lantai 4.
- 5) Modul Kontrol Prosedural Lantai 4 (Rintangan Puing dan Keamanan): Diimplementasikan melalui skrip *server*

Floor4_Logic. Modul ini mengintegrasikan sistem pembersihan puing dinamis (*Dynamic Debris Removal*) dan sistem otentikasi kartu akses. Skrip melakukan pemindaian terhadap seluruh komponen di bawah folder *TaskObjects* untuk mengaktifkan fungsi interaksi tombol pada objek model *PuingAktif* dan *PuingPalsu*. Puing aktif dapat disingkirkan oleh pengguna untuk membuka lorong yang runtuh, sedangkan puing palsu dikonfigurasi untuk memicu pesan penolakan interaksi dengan mengubah teks tombol menjadi "Terlalu Berat!" sebagai representasi rintangan yang membutuhkan jalur alternatif. Setelah lorong dibersihkan, pengguna diinstruksikan mengambil objek *KeycardItem*. Ketika interaksi berhasil, wujud fisik kartu disembunyikan (*Transparency = 1*) dan skrip *server* secara otomatis menginstansiasi sebuah objek *Tool virtual* bernama "Kartu Akses Darurat" ke dalam folder tas pemain (*Backpack*) agar wujud kartu tersebut benar-benar muncul pada slot kotak inventori di sisi bawah layar pengguna. Kartu akses tersebut wajib dibawa pemain menuju mesin pembaca kartu (*CardReader* atau *CR*) di dekat pintu keluar lantai. Skrip pada mesin pembaca kartu akan memvalidasi atribut pemain, memusnahkan objek *Tool* dari *inventori* sebagai tanda kartu telah terpakai, mengubah warna mesin menjadi hijau, dan membuka blokir tabrakan fisik pada part pembatas (*BlockerLantai4*) yang berada di bawah folder *BahayaApi*.

- 6) Modul Kontrol Prosedural Lantai 3 (Bahaya *Backdraft* dan Asap Beracun): Diimplementasikan melalui skrip *server Floor3_Logic*. Modul ini melatih kesiapsiagaan pengguna terhadap bahaya tak terlihat berupa gas karbon monoksida dan fenomena backdraft. Sistem asap beracun dikembangkan pada area part bernama *ToxicZone* di bawah folder *BahayaAsap*. Melalui sinkronisasi data yang dikirim oleh *CrouchEvent*, skrip *server* mendeteksi status pergerakan pengguna berdasarkan atribut *IsCrouching*. Jika

pengguna melintasi zona asap dengan posisi tubuh berdiri tegak, *humanoid* karakter akan menerima pengurangan kesehatan (*continuous damage*) sebesar 15 poin setiap 1 detik. Pengguna diwajibkan menekan tombol merunduk (tombol C pada *PC* atau *CrouchButton* pada *UI Mobile*) untuk mengubah status atribut menjadi *true* agar terbebas dari pengurangan darah. Pengguna juga dituntut melakukan analisis taktil pada folder *PintuBackdraft*; memilih *PintuAman* akan membuka jalan dan memperbarui instruksi, sedangkan memilih *PintuBahaya* akan memicu ledakan fungsional instan (*Explosion object*) yang memotong *HP* karakter sebanyak 30 poin dan merubah warna pintu menjadi gosong (*Really black*). Setelah area steril, pengguna diinstruksikan menolong *KorbanNPC*. Modul pengikut *NPC* (*NPC Follower*) diaktifkan menggunakan skrip antrean dinamis universal, di mana sistem membuat objek *ObjectValue* bernama *RantaiEvakuasiEkor* pada karakter pemain untuk menyusun formasi barisan antrean korban di belakang avatar pemain secara otomatis tanpa mengalami kegagalan tabrakan fisik (*collision glitch*), lalu membimbing rombongan tersebut melewati *PintuDaruratL3*.



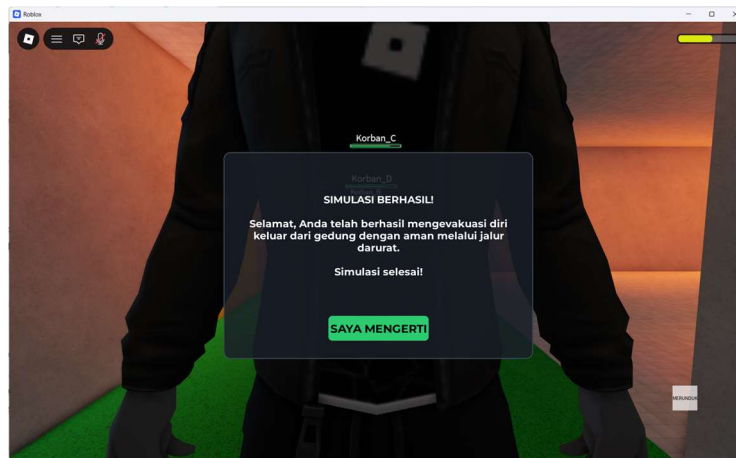
Gambar 4.3. Karakter Merunduk di Area ToxicZone

Gambar 4.3 mendokumentasikan mekanisme validasi atribut *IsCrouching*. Jika pemain tidak melakukan aksi merunduk di area

ini, sistem akan menjalankan skrip pengurangan *HP* secara otomatis.

- 7) Modul Kontrol Prosedural Lantai 2 (Hawa Panas Ekstrem dan Runtuhan Api): Diimplementasikan melalui skrip *server Floor2_Logic*. Modul ini mensimulasikan kondisi lingkungan dengan radiasi panas tinggi yang dapat melemahkan fisik pengungsi. Melalui pemanfaatan fungsi perulangan waktu task (*while task.wait(2) do*) dan metode deteksi spasial *workspace:GetPartsInPart()*, skrip secara konstan memindai seluruh komponen karakter yang berada di dalam part *HeatZone* pada folder *BahayaPanas*. Sistem akan memberikan pengurangan darah berkala (*continuous damage*) sebesar 2 poin setiap 2 detik kepada semua pengguna yang terjebak di area tersebut. Lantai ini juga dipasang jebakan keruntuhan material bangunan atas (*FallingDebris*) yang dikendalikan oleh sensor *part Trigger*. Jika part sensor tersentuh, fungsi fisika jangkar (*Anchor*) pada part Puing akan otomatis dimatikan (*false*) sehingga puing jatuh secara gravitasi bebas dan melukai pengguna yang berada di bawahnya sebesar 10 poin kerusakan. Pengguna diwajibkan berlari cepat melintasi lorong menuju part batas aman bernama *AreaAman* untuk memicu kelanjutan instruksi rute menuju *PintuDaruratL2*.
- 8) Modul Kontrol Prosedural Lantai 1 (Evakuasi Akhir dan Titik Kumpul): Diimplementasikan melalui skrip *server Floor1_Logic*. Modul penutup ini menguji kemampuan integrasi dari seluruh mekanik keselamatan yang telah dilalui penguji pada lantai-lantai sebelumnya. Penguji diinstruksikan mengumpulkan sisa korban bencana kebakaran di folder *ParaKorban*. Alur penunjuk arah kemudian membimbing rombongan menuju pintu keluar utama yang terhalang oleh tumpukan puing model bangunan (*RintanganPintu*). Skrip *server* dikonfigurasi dengan logika interaksi gagal kontekstual; apabila pengguna mencoba

berinteraksi langsung dengan prompt rintangan tanpa membawa alat pembongkar, skrip akan menolak eksekusi, merubah teks tombol menjadi "Butuh Alat!", dan secara otomatis merubah petunjuk teks quest serta memindahkan posisi panah penunjuk rute (mode Mudah) agar mengarah ke lokasi penyimpanan objek *AlatBantu* (Kapak). Begitu pengguna mengambil kapak, sistem mencatat atribut *PunyaAlatBongkar* = *true* dan menghapus fisik kapak di dunia *game*. Pengguna kemudian kembali ke pintu keluar utama dan memicu kembali prompt rintangan. Skrip *server* akan memvalidasi atribut tersebut, mengeksekusi fungsi perulangan untuk menghancurkan seluruh objek model bernama *RintanganPintu* secara serentak dari folder *TaskObjects* sehingga jalan keluar bersih total. Langkah terakhir adalah mengarahkan seluruh rombongan keluar dari area bangunan menuju area terbuka yang ditandai oleh objek *AssemblyPoint* (Titik Kumpul Akhir). Ketika bagian kaki karakter menyentuh area tersebut, sistem akan mengirim parameter string teks ringkasan keberhasilan simulasi evakuasi menuju klien via *RemoteEvent ShowAnnouncement* untuk menampilkan layar *popup* kemenangan, mengosongkan seluruh atribut, dan memindahkan kembali posisi *CFrame* karakter menuju *SpawnLocation* lobi utama setelah jeda waktu tunggu stabilisasi selama 7 detik.



Gambar 4.3. Karakter Merunduk di Area ToxicZone

Pada Gambar 4.4 menunjukkan akhir dari simulasi evakuasi, di mana pemain dan seluruh rombongan *NPC* berhasil mencapai titik kumpul yang aman. Sistem secara otomatis menampilkan *UI* pengumuman kemenangan dan mereset status atribut pemain.

b. Keterkaitan Antar Lembar Kerja

Keterkaitan antar lembar kerja atau hubungan antar-modul dianalisis berdasarkan mekanisme aliran data dan kontrol sinkronisasi yang terjadi di dalam arsitektur sistem. Hubungan fungsional ini diatur secara *linier-sekuensial* menggunakan kombinasi objek *RemoteEvent* dan deteksi sensor fisika (*Event.Touched*) yang tertanam di setiap batas pintu darurat lantai gedung.

Alur interaksi dimulai dari Lobi Utama, di mana pemilihan tingkat kesulitan mengirimkan parameter string data ke skrip utama server untuk menentukan apakah objek *BillboardGui* penunjuk arah akan di-*clone* ke dalam objek target selama simulasi berlangsung. Transisi antar lantai dikendalikan secara otomatis oleh posisi geografis karakter di dalam dunia *virtual game*. Ketika pengguna berhasil menyelesaikan misi utama di suatu lantai dan melangkah melewati part batas pintu darurat (misalnya *PintuDarurat* di Lantai 5, *PintuDaruratUtama* di Lantai 4, *PintuDaruratL3* di Lantai 3, dan *PintuDaruratL2* di Lantai 2), *event.Touched* pada komponen pintu

tersebut mendeteksi bagian tubuh karakter (*hit.Parent*). Sistem kemudian mengaktifkan fungsi transisi dengan menerapkan cooldown berbasis waktu (*debounce* lokal per nama pemain) untuk mencegah pemanggilan ganda. *Server* kemudian mengirimkan sinyal kepada klien melalui *event UpdateQuest*, membawa parameter berupa string teks instruksi baru dan referensi objek target berikutnya di rantai bawahnya. Keterkaitan ini mengunci pergerakan alur cerita agar pengguna tidak dapat melompati tahapan prosedur darurat sebelum menyelesaikan tantangan keselamatan di lantai yang sedang dihadapi.

2. Pengujian Fungsional (*Black-Box Testing*)

Pengujian fungsional dilakukan secara ketat menggunakan teknik *Black-Box Testing* untuk menguji validitas keluaran (*output*) dari setiap fungsi interaksi tanpa melihat kode internal skrip secara langsung. Proses pengujian ini mencakup skenario uji untuk merespons tombol *ProximityPrompt*, mendeteksi pengurangan parameter kesehatan pada zona bahaya, serta menguji stabilitas transisi quest berantai di setiap lantai. Rincian hasil pengujian fungsional disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Fungsional (*Black-Box Testing*)

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Pemain berinteraksi dengan <i>StartPad</i> di Lobi Utama.	Sistem memunculkan antarmuka (<i>UI</i>) pemilihan tingkat kesulitan dan membebaskan kursor <i>mouse</i> .	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
2.	Pemain memilih mode "Mudah".	Pemain diteleportasi ke Lantai 5. Panah penunjuk arah kuning muncul menempel	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>

		pada target <i>SaklarDarurat</i> .		
3.	Pemain memilih mode "Sulit".	Pemain diteleportasi ke Lantai 5. Panah penunjuk arah tidak muncul sama sekali. Teks <i>quest</i> tetap ada.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
4.	Pemain menekan <i>SaklarDarurat</i> di Lantai 5.	Pintu darurat berubah warna menjadi hijau, menjadi <i>transparan</i> , dapat ditembus fisik, dan instruksi <i>quest</i> diperbarui ke Lantai 4.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
5.	Pemain membongkar <i>PuingAktif</i> di Lantai 4.	Objek <i>puing</i> menghilang (<i>Transparency</i> = 1 dan <i>CanCollide</i> = <i>false</i>) sehingga lorong dapat dilewati.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
6.	Pemain mencoba membongkar <i>PuingPalsu</i> di Lantai 4.	Tombol menolak perintah, menampilkan teks "Terlalu Berat!", dan <i>puing</i> tetap menutupi jalan.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
7.	Pemain mengambil <i>KeycardItem</i> di Lantai 4.	Fisik kartu di meja menghilang, masuk ke <i>inventory</i> pemain sebagai <i>Tool</i> "Kartu Akses Darurat", panah <i>quest</i> berpindah ke <i>CardReader</i> .	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>

8.	Pemain menekan <i>CardReader</i> tanpa membawa <i>Keycard</i> .	Mesin menolak akses, menampilkan pesan "Butuh <i>Keycard</i> !", dan pintu pembatas tetap tertutup.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
9.	Pemain menekan <i>CardReader</i> sambil membawa <i>Keycard</i> .	Mesin berubah hijau, <i>Tool</i> kartu di <i>inventory</i> terhapus, pembatas tangga menghilang, instruksi <i>quest</i> diperbarui ke Lantai 3.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
10.	Pemain memasuki <i>ToxicZone</i> di Lantai 3 dalam posisi berdiri tegak.	<i>Health Point (HP)</i> pemain berkurang 15 poin setiap 1 detik.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
11.	Pemain memasuki <i>ToxicZone</i> di Lantai 3 dengan menekan tombol Merunduk (<i>Crouch</i>).	Atribut <i>IsCrouching</i> bernilai <i>true</i> , <i>HP</i> pemain tidak berkurang sama sekali (aman).	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
12.	Pemain membuka <i>PintuBahaya</i> (Jebakan <i>Backdraft</i>) di Lantai 3.	Pintu meledak, warna pintu berubah hitam gosong, dan <i>HP</i> pemain berkurang 30 poin.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
13.	Pemain berinteraksi dengan <i>KorbanNPC</i> di Lantai 3 dan Lantai 1.	Fisik <i>NPC</i> terlepas dari jangkar (<i>unanchored</i>), <i>NPC</i> otomatis berbaris mengikuti pergerakan pemain di belakangnya tanpa bertabrakan.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>

14.	Pemain terjebak di <i>HeatZone</i> Lantai 2.	<i>HP</i> pemain berkurang 2 poin setiap 2 detik secara terus-menerus.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
15.	Pemain menyentuh sensor <i>Trigger</i> jebakan puing (Lantai 2).	Puing plafon jatuh akibat gravitasi, mengurangi 10 poin <i>HP</i> jika mengenai kepala pemain.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
16.	Pemain berinteraksi dengan <i>RintanganPintu</i> di Lantai 1 tanpa alat.	Tombol menampilkan "Butuh Alat!". Panah <i>quest</i> otomatis melompat menunjukkan lokasi <i>AlatBantu</i> (kapak).	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
17.	Pemain menekan <i>AlatBantu</i> di Lantai 1.	Kapak menghilang. Atribut pemain <i>PunyaAlatBongkar</i> bernilai <i>true</i> . Panah <i>quest</i> kembali ke <i>RintanganPintu</i> .	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
18.	Pemain berinteraksi dengan <i>RintanganPintu</i> dengan membawa alat.	Seluruh model puing rintangan pintu hancur secara serentak. Jalan keluar gedung bersih total.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
19.	Karakter pemain melangkah masuk ke area <i>AssemblyPoint</i> .	Antarmuka kemenangan (<i>UI Announcement</i>) muncul, panah <i>quest</i> dibersihkan, dan atribut di-reset.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>

20.	Pemain menunggu 7 detik setelah mencapai <i>AssemblyPoint</i> .	Karakter diteleportasi kembali secara otomatis ke <i>SpawnLocation</i> di Lobi Utama.	Sesuai Harapan	<i>Valid</i>
-----	---	---	----------------	--------------

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat ditarik kesimpulan bahwa seluruh skenario pengujian fungsional (*Black-Box Testing*) yang dilakukan pada mekanik permainan dari Lantai 5 hingga Lantai 1 telah berhasil dieksekusi dengan sempurna. Sistem terbukti mampu mengenali input serta atribut variabel pemain, merespons setiap kejadian tabrakan fisika (*collision*), dan memvalidasi logika alur game untuk menghasilkan keluaran (*output*) yang sepenuhnya *valid* dan sesuai dengan rancangan.

3. Pengujian Non-Fungsional dan Validasi Kelayakan Ahli Media

Tahap ini dirancang untuk mengukur dan memvalidasi karakteristik kualitas teknis atau *Software Quality Assurance* dari perangkat lunak aplikasi secara holistik. Pengujian non-fungsional ditinjau langsung oleh kepakaran Ahli Media (Jeffrey Waluyo, S.Kom.) pada tanggal 23 Juni 2026, yang mengevaluasi secara ketat mengenai kelayakan usability (kemudahan penggunaan), performa manajemen memori sistem, dan efisiensi baris-baris algoritma dalam mengeksekusi objek 3D.

Penilaian kuesioner validasi ini dibagi ke dalam 10 (sepuluh) indikator teknis utama yang harus dipenuhi oleh standar rekayasa perangkat lunak. Rincian skor yang diberikan oleh Ahli Media dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2. Hasil Penilaian Validasi Ahli Media

No.	Indikator Penilaian	Skor Penilaian
1.	Proporsi dan tata letak <i>User Interface (UI)</i> pemilihan tingkat kesulitan dan teks <i>Quest</i> di tengah layar (<i>Anchor Point</i>).	4
2.	Tingkat responsivitas antarmuka (skala <i>UI</i> dan teks otomatis menyesuaikan resolusi <i>PC</i> maupun perangkat <i>Mobile</i>).	4
3.	Kejelasan indikator <i>visual</i> berupa panah penunjuk arah (<i>Waypoint/BillboardGui</i>) pada mode kesulitan Mudah.	3
4.	Fungsionalitas tombol interaksi fisik (<i>Proximity Prompt</i>) pada saklar, puing, kartu akses, dan pintu.	4
5.	Keandalan sistem <i>inventori (Tool ransel)</i> saat pemain mengambil, menyimpan, dan menggunakan Kapak atau <i>Keycard</i> .	4
6.	Kinerja algoritma <i>NPC Follower</i> dalam membentuk barisan antrean mengikuti pergerakan pemain tanpa mengalami tabrakan fisik (<i>collision glitch</i>).	4
7.	Fungsi sensor transisi antar-lantai (<i>event.Touched</i>) yang secara otomatis memperbarui teks instruksi (<i>Sequential Quests</i>).	4
8.	Kualitas elemen <i>visual</i> lingkungan <i>3D</i> , partikel api, efek asap, dan perubahan warna indikator pintu (hijau/hitam).	4
9.	Penggunaan umpan balik audio (suara alarm, ledakan <i>backdraft</i>) dalam memperkuat suasana imersi (ketegangan) simulasi.	3

10.	Stabilitas penanganan kegagalan (<i>fault tolerance</i>) dan pembersihan memori (<i>anti-stuck UI</i>) ketika karakter pemain mati dan melakukan <i>respawn</i> .	4
-----	---	---

Data kuantitatif yang diperoleh dari lembar kuesioner pada Tabel 4.2 di atas kemudian diolah menggunakan metode Skala Likert untuk mencari persentase tingkat kelayakan. Distribusi perhitungan matematis kelayakan perangkat lunak ditetapkan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kelayakan} = (\text{Total Skor yang Diperoleh (X)} / \text{Skor Maksimal Ideal}) \times 100\%$$

Dimana:

- Total Skor yang Diperoleh (X): 38
- Skor Maksimal Ideal: Dihitung dari 10 butir pertanyaan dikali bobot maksimal setiap butir (5), sehingga menghasilkan nilai 50.

Perhitungan Final:

$$\text{Persentase} = (38 / 50) \times 100\% = 76\%$$

Melalui pemetaan skala konversi kriteria kelayakan, skor 76% yang didapatkan dari kepakaran Ahli Media ini menempatkan arsitektur perangkat lunak ke dalam kriteria pencapaian Layak. Lebih lanjut, ulasan kualitatif dari tahap pengujian non-fungsional ini dapat dirinci menjadi dua pencapaian teknis utama:

- Aspek Usability dan Navigasi Lintas-Perangkat: Indikator penilaian pertama hingga ketiga pada lembar validasi membuktikan bahwa penataan antarmuka menggunakan *Anchor Point* (0.5, 0) dan posisi skala dinamis sangat berhasil. Tata letak *QuestFrame* dipastikan selalu konsisten berada di bagian tengah atas layar, tidak tergeser oleh *notch* (poni) kamera HP, dan tidak mengalami peregang proporsi

- saat aspek rasio monitor *PC* diubah. Pengaktifan fitur *TextScaled* pada label teks juga sukses menjamin huruf instruksi membesar atau mengecil secara presisi.
- b. Aspek Stabilitas dan Efisiensi Memori (*Anti-Stuck*): Merujuk pada tingginya skor di indikator kesepuluh, sistem telah memiliki optimasi yang mutakhir dalam menangani kegagalan (*fault tolerance*). Pada fase awal perancangan, skrip memiliki kelemahan di mana kematian karakter menyebabkan entitas panah kuning tertinggal di dunia *virtual* dan memicu fenomena penumpukan *memory leak* (kebocoran memori). Namun, dengan dilakukannya penyuntikan algoritma pembersihan *rekursif* menggunakan fungsi ke *workspace:GetDecendants()* dalam *event UpdateQuest* serta penonaktifan properti *ResetOnSpawn*, seluruh panah *error* berhasil dihancurkan dari memori (*garbage collection*) setiap kali karakter pengguna mati dan melakukan respawn. Hal ini menjaga memori eksekusi server tetap stabil di segala kondisi.

B. Pembahasan

Berdasarkan pemaparan analisis data secara komprehensif, baik dari hasil pengujian fungsional (*Black-Box*) maupun evaluasi kualitas non-fungsional (Ahli Media), produk game simulasi prosedur evakuasi ini terbukti memenuhi seluruh tuntutan parameter rekayasa perangkat lunak. Triangulasi antara tingkat kegagalan 0% pada Tabel 4.1 dan persentase kelayakan yang tinggi pada Tabel 4.2 memberikan bukti empiris bahwa arsitektur skrip *Client-Server* berbasis *Lua* beroperasi dengan sangat tangguh dan stabil. Kinerja sensor antar-lantai, manipulasi fisika, dan algoritma penataan pengikut *NPC* dapat dieksekusi secara instan tanpa menimbulkan gangguan memori yang memberatkan peranti pengguna.

Guna menempatkan nilai kebaruan (*novelty*) serta memvalidasi kontribusi ilmiah dari pengembangan sistem ini, dilakukan komparasi dengan temuan-temuan pada riset terdahulu di ranah simulasi digital.

Jika dikomparasikan dengan penelitian oleh Julius Bata & Laura Imanuelle Defira (2023) yang merancang gim simulasi jalur evakuasi kebakaran kampus menggunakan model *ADDIE*, terdapat kesamaan fundamental dalam pemanfaatan model pengembangan instruksional untuk menyusun sosialisasi *visual* yang interaktif. Namun, penelitian tersebut memiliki keterbatasan di mana lingkungan bangunan yang disimulasikan masih bersifat tunggal dan linier tanpa adanya variasi dinamika tantangan di setiap tingkat. *Game* berbasis *Roblox* yang dikembangkan dalam penelitian ini berhasil mengatasi batasan tersebut dengan menghadirkan simulasi multi-lantai (Lantai 5 hingga Lantai 1) yang menyajikan karakteristik bahaya unik dan berbeda di setiap fasenya, mulai dari manipulasi komponen elektrik saklar, pembersihan puing, hingga pengenalan fenomena fisik gas beracun dan *backdraft*.

Selanjutnya, apabila ditinjau dari aspek aksesibilitas dan teknologi, penelitian oleh Wong & So (2024) membuktikan bahwa pelatihan evakuasi kebakaran menggunakan teknologi imersif digital sangat efektif dalam melatih kemampuan pengambilan keputusan secara realistis tanpa menghadapi pengguna pada paparan risiko fisik yang nyata. Akan tetapi, program simulasi yang mereka kembangkan berbasis pada sistem *Virtual Reality (VR) Cave* khusus. Penggunaan perangkat keras *VR Cave* tersebut memiliki kelemahan besar dalam hal biaya investasi yang sangat tinggi dan keterbatasan aksesibilitas, sehingga tidak dapat disebarluaskan secara massal ke masyarakat luas. Produk *game* yang dikembangkan oleh peneliti dalam penelitian ini memanfaatkan *platform global Roblox* yang bersifat gratis dan mendukung kemampuan lintas platform (*cross-platform*). Pemilihan platform ini memberikan keunggulan mutlak dalam hal kemudahan distribusi edukasi, di mana pengguna dapat mengakses simulasi penyelamatan ini kapan saja dan di mana saja hanya dengan menggunakan perangkat laptop standar maupun *smartphone* kelas menengah. Berikut adalah sintesis dari berbagai implementasi mekanisme kunci yang menjadikan aplikasi ini sangat unggul secara perangkat lunak:

1. Sistem Tingkat Kesulitan Adaptif (*Adaptive Difficulty Logic*): Penambahan variabel manipulasi pada *Difficulty Selection System* menuntut pemain menyesuaikan cara berpikir. Mode Mudah meminjam fungsi sistem pemandu tata letak spasial (*waypoint*) untuk memfasilitasi orientasi rute dasar. Sebaliknya, deaktivasi sistem bantuan pada mode Sulit memaksa mesin merender lingkungan yang murni bergantung pada kewaspadaan analitis pemain dalam menerjemahkan *UI* instruksi di layar, memberikan beban kognitif yang realistis.
2. Sistem Antrean Korban Universal (*Algorithmic Queue System*): Sistem ini mengandalkan variabel *ObjectValue* yang menempel secara dinamis pada identitas avatar pemain. Keberhasilan kode dalam mendikte sekumpulan *NPC* agar mengekor pengguna tanpa menyebabkan fenomena tabrakan poligon cacat (*collision glitch*) merupakan keberhasilan optimalisasi algoritma navigasi buatan yang cukup kompleks.
3. Sistem Interaksi Kontekstual Berbasis Atribut: Pembuatan penolakan interaksi bersyarat di depan pintu keluar Lantai 1 mendemonstrasikan kapabilitas validasi silang pada skrip *Lua*. Pemain yang belum merubah nilai atribut *PunyaAlatBongkar* menjadi true melalui interaksi pencarian kapak akan ditolak secara mutlak. Ini bukan sekadar rintangan permainan, melainkan adaptasi dari pola perilaku rekayasa keselamatan, mengajarkan pengguna akhir untuk secara psikologis menyadari pentingnya mencari alat bantu fisik ketika jalur standar tertutup.

Analisis komparatif mengenai perbedaan kapabilitas teknologi sebelum dan sesudah pengembangan sistem ini mengindikasikan transformasi format edukasi digital yang revolusioner. Sebelumnya, literasi mengenai keselamatan mitigasi bencana kebakaran gedung sangat statis, seringkali terkurung pada alat peraga dimensi dua (poster/buku) atau membutuhkan simulasi pengerahan massa fisik yang memakan biaya operasional besar serta berisiko terhadap ancaman cedera. Dengan tersedianya perangkat lunak *game* simulasi ini, mekanisme pembelajaran menjadi sebuah entitas yang sangat

responsif, elastis, dan mandiri. Lingkungan *virtual* tiga dimensi memungkinkan setiap pengguna untuk melakukan siklus uji coba kesalahan (*trial-and-error*) terhadap ancaman lingkungan panas dan radiasi sebanyak mungkin, kapan saja, serta sepenuhnya kebal dari paparan cedera biologis.

Sebagai konklusi dari keseluruhan bab analisis ini, target perancangan utama dalam merumuskan algoritma game simulasi prosedur evakuasi kebakaran, menyusun tahapan pengembangannya dengan model hierarki *ADDIE*, hingga membuktikan ketangguhan parameter kelayakan perangkat lunak secara fungsional telah dijawab dan terealisasi secara meyakinkan. Produk media interaktif ini kokoh dalam eksekusi operasional (*software validation*) dan siap untuk didistribusikan sebagai salah satu rujukan inovasi literasi kebencanaan berbasis komputasi modern.

3

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

8

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian rekayasa perangkat lunak yang telah dilaksanakan—mulai dari proses perancangan arsitektur, penulisan kode, hingga pengujian performa sistem secara sistematis maka dapat ditarik beberapa simpulan akhir yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Keberhasilan Perancangan Lingkungan Simulasi *Multi-Level*: Perancangan *game* simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung bertingkat berbasis *platform Roblox* telah berhasil direalisasikan secara utuh menggunakan lingkungan pengembangan *Roblox Studio*. Sistem yang dibangun sukses memodelkan representasi *virtual* tiga dimensi (3D) dari sebuah gedung yang terdiri atas lima tingkat (Lantai 5 hingga Lantai 1). *Game* ini tidak hanya menyajikan tata letak *visual* semata, melainkan mengintegrasikan kumpulan skrip logika (menggunakan bahasa pemrograman *Lua*) yang memvalidasi interaksi pemain dengan lingkungan sekitarnya. Mekanisme permainan berjenjang yang diterapkan mencakup sistem *Proximity Prompt* untuk manipulasi saklar darurat dan pembersihan puing, kalkulasi pengurangan parameter *Health Point (HP)* secara dinamis pada zona bahaya (hawa panas dan asap beracun), serta penerapan arsitektur *event.Touched* yang memicu jebakan fisik seperti fenomena *backdraft* secara interaktif. Sistem adaptasi dua tingkat kesulitan ("Mudah" dan "Sulit") juga berhasil dirancang untuk memandu orientasi spasial pengguna melalui rendering antarmuka *Waypoint* yang responsif.
2. Implementasi Sistematis Menggunakan Model ADDIE: Proses pembuatan dan pengembangan perangkat lunak simulasi ini telah dieksekusi dengan tingkat presisi yang tinggi dengan mengikuti daur hidup pengembangan instruksional model ADDIE secara berurutan. Pada tahap Analysis, kebutuhan fungsional arsitektur *Client-Server* dan batasan *engine* berhasil

dipetakan. Tahap Design menghasilkan rancangan logika *flowchart*, proporsi *User Interface (Anchor Point)*, serta susunan objek hirarki di *Workspace*. Tahap *Development* merupakan fase krusial di mana pengkodean *script* untuk sistem *quest* berantai dan manajemen atribut berbasis memori (*Session-based attributes*) berhasil digabungkan tanpa menghasilkan kebocoran data. Selanjutnya, tahapan *Implementation* dan *Evaluation* sukses menguji produk komputasi ini di berbagai skenario *cross-platform (PC dan Mobile)*, memastikan arsitektur kode yang dibangun tahan terhadap anomali perintah (*fault tolerance*).

3. Kelayakan Fungsional dan Teknis Perangkat Lunak: Berdasarkan serangkaian evaluasi akhir, perangkat lunak simulasi evakuasi kebakaran ini dinyatakan tangguh, stabil, dan Layak untuk digunakan sebagai media edukasi digital.
 - a. Dari segi fungsionalitas, hasil matriks *Black-Box Testing* menunjukkan *error rate* sebesar 0%. Seluruh fungsi input-output, mulai dari interaksi tombol, sinkronisasi inventori (*Tool* kapak dan kartu akses), hingga transisi antar-lantai mampu merender keluaran yang *valid* tanpa kegagalan sistem.
 - b. Dari segi kualitas perangkat lunak (*Software Quality Assurance*), validasi kepakaran dari Ahli Media memberikan skor persentase kelayakan sebesar 76% (Kategori Layak). Aplikasi terbukti memiliki efisiensi memori yang sangat baik (mampu menghancurkan memori residu otomatis ketika pemain melakukan *respawn*), memiliki algoritma *NPC Follower queue* yang bebas dari cacat tumpang-tindih poligon (*collision glitch*), serta menampilkan antarmuka *QuestGui* yang elastis menyesuaikan resolusi perangkat keras pengguna akhir.

B. Saran

Meskipun arsitektur perangkat lunak dari game simulasi prosedur evakuasi kebakaran gedung ini telah memenuhi standar kelayakan teknis yang ditargetkan, ruang untuk penyempurnaan kode masih tetap ada. Oleh karena itu,

peneliti merumuskan dua poin saran yang sangat praktis, terukur, dan masuk akal untuk segera dieksekusi oleh peneliti atau pengembang selanjutnya:

1. Integrasi Sistem Perekaman Waktu Evakuasi (*Leaderboard* / *DataStoreService*): Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan fitur pencatat waktu (*Timer*) yang mulai menghitung sejak pemain berada di Lantai 5 hingga berhasil menyentuh *Assembly Point* di Lantai 1. Mengingat esensi dari mitigasi kebakaran adalah kecepatan penyelamatan diri, data waktu tercepat ini kemudian dapat disimpan secara permanen ke dalam database bawaan server menggunakan modul *DataStoreService* milik *Roblox*. Penambahan fitur papan peringkat (*Leaderboard*) ini secara teknis sangat mudah diimplementasikan tanpa perlu mengubah mekanik utama permainan, namun dapat secara signifikan meningkatkan nilai kompetitif (*replayability*). Hal ini akan mendorong pemain untuk berulang kali mencoba simulasi guna memecahkan rekor waktu evakuasi tercepat mereka, yang secara tidak langsung akan memperkuat memori otot dan pemahaman prosedural keselamatan pengguna.



PERSETUJUAN BAU :



**BERITA ACARA
KEMAJUAN PEMBIMBINGAN
PENULISAN KARYA TULIS ILMIAH**

1. NAMA MAHASISWA : Rachmad Aminullah
NPM : 2213020250
Fak/Jur/Prodi : Teknik Informatika
Alamat Rumah : Ds. Mayan, RT 03 RW 01
Alamat email : rachmadaminullah@gmail.com
No. Telp./HP : 08817042633
2. DOSEN PEMBIMBING I : Muh. Aris Saputra, M.Kom
Alamat Rumah : Green Garden Residence No. H-18
Alamat email : aris.saputra@unpkediri.ac.id
No. Telp. / HP : 085731222742
3. DOSEN PEMBIMBING II : Risa Helilintar, M.Kom.
Alamat Rumah : Jl. KH. Agus Salim Mojoroto Kota Kediri
Alamat email : risahelilintar@unpkediri.ac.id
No. Telp. / HP : 085739213498
4. JUDUL KTI : Perancangan Game Simulasi Prosedur Evakuasi
Pebakaran Gedung Berbasis Roblox Pengan
Model APPIE

Catatan :

1. Periode Bimbingan (Sesuai SK Rektor) : _____
2. Jadwal Bimbingan : _____

	Hari	Pukul	Tempat / Ruang
Pembimbing I	Rabu	11.00-12.00 WIB	Kampus 2
	Kamis	11.00-12.00 WIB	Kampus 2
Pembimbing II	Senin Senin	10.00-11.00 WIB	Ruang Kaprodi T1
	Selasa Selasa	10.00-11.00 WIB	Ruang Kaprodi T1

3. Kemajuan Bimbingan

Pembimbing I

NO.	TANGGAL	MATERI	MASALAH	TT. DOSEN
1	13-04-2026	Program	Penyusunan Alur Game	
2	06-05-2026	Program	Demo Game Awal.	
3	26-05-2026	Program	Revisi Fitur Game	
4	29-05-2026	Laporan	Bab I - IV	
5	02-06-2026	Laporan	Bab V	
6	03-06-2026	Artikel	Revisi Penulisan	
7	04-06-2026	Artikel	Revisi Tata Penulisan	
8	05-06-2026	Artikel	Revisi Hasil Pembahasan	
9	08-06-2026	Laporan	Pembahasan Fungsional	
10	09-06-2026	Laporan	Pembahasan Alur Game	
11	10-06-2026	Laporan	Revisi Hasil & Pembahasan	
12	11-06-2026	Laporan	Menyelesaikan BAB IV	
13	12-06-2026	Laporan	Menyelesaikan BAB V	
14	15-06-2026	Laporan	Menyelesaikan Daftar Pustaka	
15	18-06-2026	Laporan	ACC Sidang Skripsi 18/6 2026	

Pembimbing II

NO.	TANGGAL	MATERI	MASALAH	TT. DOSEN
1	05-05-2026	Program	Penyesunan Alur Game	
2	19-05-2026	Program	Menambahkan Level Game	
3	26-05-2026	Program	Demo Prototype Game	
4	29-05-2026	Laporan	Menambahkan Kesulitan Game	
5	29-05-2026	Laporan	BAB I - IV	
6	01-06-2026	Laporan	BAB V	
7	02-06-2026	Laporan	Revisi BAB V	
8	03-06-2026	Laporan	Revisi Penulisan	
9	08-06-2026	Laporan	Pembahasan Fungsional	
10	09-06-2026	Laporan	Pembahasan Alur Game	
11	11-06-2026	Laporan	Menyelesaikan BAB IV	
12	12-06-2026	Artikel	Revisi Hasil Pembahasan	
13	15-06-2026	Laporan	Menyelesaikan Daftar Pustaka	
14	18-06-2026	Laporan		
			18/6 2026	

Mengetahui,

Kaprodi

Risa Helilintar, M.kom.
NIDN.

Kediri, 18-06-2026

Mahasiswa Ybs,

Rachmad Aminullah
NPM 2213090250



Universitas Nusantara PGRI Kediri

Status Terakreditasi Baik Sekali

SK BAN-PT No.671/SK/BAN-PT/Akred/PT/VII/2021 Tanggal 21 Juli 2021

Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM)

Kampus I Jl. K.H. Achmad Dahlan 76 Kediri 64112 Telp.(0354)771576,771503 Kediri

Website: <https://lp2m.unpkediri.ac.id> email: lemlit@unpkediri.ac.id

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Pada hari ini Rabu tanggal 15 Juli 2026 bertempat di Ruang UJIAN M10 Universitas Nusantara PGRI Kediri, telah dilaksanakan Ujian Skripsi Mahasiswa Universitas Nusantara PGRI Kediri :



Nama : Rachmad Aminullah
NPM : 2213020250
Prodi : S1-Teknik Informatika
Semester/Tahun Akademik : Genap, 25/26
Judul : Perancangan Game Simulasi Prosedur Evakuasi Kebakaran Gedung Berbasis Roblox Dengan Model ADDIE
Dengan Hasil : Revisi Naskah
Nilai : 82 (A-)

Ketua Penguji

✓ Valid

(Muh. Aris Saputra, M.Kom)

Penguji 1

✓ Valid

(DANANG WAHYU WIDODO, S.P,
M.Kom)

Penguji 2

✓ Valid

(RISA HELILINTAR, S.Kom, M.Kom)

NB:

- Input Nilai dilakukan oleh Ketua Penguji, Penguji 1, dan Penguji ke-n melalui siakad
- Nilai Final berasal dari gabungan seluruh dosen penguji
- Daftar Dosen yang telah mengisi nilai: Danang Wahyu Widodo, Risa Helilintar, Muh. Aris Saputra
- Pastikan semua penguji telah melakukan input nilai



Universitas Nusantara PGRI Kediri

Status Terakreditasi Baik Sekali

SK BAN-PT No.671/SK/BAN-PT/Akred/PT/VII/2021 Tanggal 21 Juli 2021

Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM)

Kampus I Jl. K.H. Achmad Dahlan 76 Kediri 64112 Telp. (0354) 771576, 771503 Kediri

Website: <https://lp2m.unpkediri.ac.id> email: lemlit@unpkediri.ac.id

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

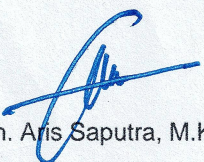


Nama : Rachmad Aminullah
NPM : 2213020250
Prodi : S1-Teknik Informatika
Semester/Tahun Akademik : Genap, 25/26
Hari/Tanggal Ujian : Rabu / 15 Juli 2026
Judul : Perancangan Game Simulasi Prosedur Evakuasi Kebakaran
Gedung Berbasis Roblox Dengan Model ADDIE
Dengan Hasil : Revisi Naskah
Nilai : 82 (A-)

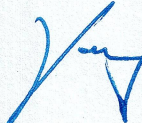
Catatan Revisi:

-format penulisan sesuai KTI, -, Penambahan algoritma beserta penjelasannya, sesuaikan dengan materi edukasi, buat beberapa penambahan tingkat kesulitan

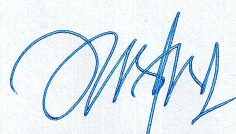
Ketua Penguji


(Muh. Aris Saputra, M.Kom)

Penguji 1


(DANANG WAHYU WIDODO, S.P,
M.Kom)

Penguji 2


(RISA HELILINTAR, S.Kom, M.Kom)

NB:

- Tanda Tangan revisi (Ketua Penguji, Penguji 1, dan Penguji ke-n) dilakukan secara manual
- Nilai berasal dari gabungan dari seluruh dosen penguji
- Daftar Dosen yang telah mengisi nilai: Danang Wahyu Widodo, Risa Helilintar, Muh. Aris Saputra