

## Pengembangan Game Kesiapsiagaan Kebakaran di Kampus Menggunakan Metode MDLC untuk Meningkatkan Kesadaran Mahasiswa

Julius Bata<sup>\*1</sup>, Daniel Denis Sutanto<sup>2</sup>, Theresia Ghozali<sup>3</sup>, Linda Wijayanti<sup>4</sup>, Melisa Mulyadi<sup>5</sup>,  
Maria Angela Kartawidjaja<sup>6</sup>

<sup>1,2,3</sup>Sistem Informasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia

<sup>1,4,5</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia

<sup>6</sup>Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[julius.victor@atmajaya.ac.id](mailto:julius.victor@atmajaya.ac.id), <sup>2</sup>[daniel.202004560012@student.atmajaya.ac.id](mailto:daniel.202004560012@student.atmajaya.ac.id),  
<sup>3</sup>[theresia.ghozali@atmajaya.ac.id](mailto:theresia.ghozali@atmajaya.ac.id), <sup>4</sup>[linda.wijayanti@atmajaya.ac.id](mailto:linda.wijayanti@atmajaya.ac.id), <sup>5</sup>[melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id](mailto:melisa.mulyadi@atmajaya.ac.id),  
<sup>6</sup>[maria.kw@atmajaya.ac.id](mailto:maria.kw@atmajaya.ac.id)

### Abstrak

Rendahnya kesiapsiagaan mahasiswa terhadap situasi darurat kebakaran di lingkungan kampus merupakan masalah yang signifikan, terutama karena kurangnya pelatihan formal dan pemahaman terkait protokol keselamatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *game* simulasi kebakaran berbasis teknologi yang dirancang untuk mempersiapkan mahasiswa dalam menghadapi situasi darurat kebakaran. Pengembangan dilakukan dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), *game* ini berfokus pada jalur evakuasi, lokasi alat pemadam api ringan (APAR), dan skenario kebakaran yang realistis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur *game* berfungsi optimal, dan 30 mahasiswa yang menjadi responden memberikan tanggapan positif terhadap aspek pembelajaran, interaksi, visualisasi, dan relevansi peristiwa dalam *game* dengan dunia nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa *game* simulasi yang dikembangkan tidak hanya memberikan pengalaman imersif tetapi juga mampu meningkatkan pemahaman dan kesiapsiagaan mahasiswa terhadap situasi darurat kebakaran. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan metode pembelajaran interaktif untuk manajemen resiko bencana di kebakaran di lingkungan pendidikan tinggi.

**Kata kunci:** evakuasi kebakaran, *game* simulasi, MDLC, kesiapsiagaan bencana

## *Development of a Campus Fire Preparedness Game Using The MDLC Method to Increase Student Awareness*

### Abstract

*The low preparedness of university students for fire emergencies in campus environments is a critical issue, mainly due to insufficient formal training and limited understanding of safety protocols. This study aims to develop a fire simulation game to enhance students' readiness to handle fire emergencies. Using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method, the game focuses on evacuation routes, fire extinguisher locations, and realistic fire scenarios. Functional testing demonstrated optimal performance of game features, while user testing with 30 students revealed positive responses to learning, interaction, visualization, and the relevance of in-game events to real-world situations. These findings indicate that the developed simulation game provides an immersive experience and significantly improves students' understanding and preparedness for fire emergencies. This research makes a significant contribution to the development of interactive learning methods for disaster risk management in fire emergencies within higher education environments.*

**Keywords:** disaster preparedness, fire evacuation, MDLC, simulation game

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu bencana yang paling sering terjadi adalah bencana kebakaran [1]. Kebakaran merupakan bencana yang sulit untuk ditangani [2], sekaligus ancaman besar yang dapat membahayakan nyawa manusia, merusak gedung, serta mengancam lingkungan [3]. Selain itu, kebakaran juga memiliki dampak ekonomi dan sosial yang besar [4]. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan keselamatan dalam situasi gawat darurat kebakaran menjadi hal yang sangat penting. Pada masa kini, bencana kebakaran di gedung menjadi perhatian utama dalam

keselamatan bencana di perkotaan modern [5]. Salah satu aspek penting dalam menghadapi bencana kebakaran adalah proses evakuasi yang efektif.

Sebagai salah satu langkah utama ketika menghadapi kebakaran, evakuasi adalah sebuah prosedur untuk memindahkan penghuni ke lokasi yang aman dalam waktu yang secepatnya ketika terjadi suatu situasi gawat darurat [6]. Evakuasi menjadi aspek yang sangat krusial dalam menghadapi kebakaran, terutama di bangunan atau lokasi yang memiliki potensi untuk menampung kerumunan dalam jumlah besar [7]. Pada banyak kasus kebakaran, penyebab utama jatuh korban karena perilaku evakuasi yang tidak aman [8], [9]. Sebaliknya, jika evakuasi secara cepat dilakukan setelah terjadinya kebakaran dapat secara signifikan mengurangi jumlah korban, bahkan ketika api belum sepenuhnya berhasil dipadamkan [10]. Oleh karena itu, evakuasi yang direncanakan dengan baik dan dilakukan secara efisien memegang peranan penting dalam menyelamatkan nyawa manusia.

Namun, meskipun evakuasi memegang peranan penting dalam menyelamatkan nyawa ketika terjadi kebakaran, pada pelaksanaannya evakuasi sering kali dihadapkan pada berbagai tantangan. Saat ini, banyak bangunan modern memiliki struktur yang kompleks, sehingga menyebabkan kesulitan dalam evakuasi ketika terjadi kebakaran [1]. Selain itu, kurangnya pelatihan evakuasi dan pemahaman penghuni tentang jalur evakuasi yang aman juga menjadi faktor yang memperburuk situasi darurat [10]. Tingkat kepanikan yang tinggi selama proses evakuasi sering kali menyebabkan keputusan yang tidak rasional dan menghambat kelancaran evakuasi [8]. Selain itu penyebaran asap yang cepat dapat mengurangi visibilitas, sehingga menambah risiko kecelakaan selama proses evakuasi [7]. Beberapa tantangan ini menjadi semakin kompleks ketika evakuasi dilakukan di gedung kampus.

Gedung kampus merupakan fasilitas utama yang digunakan oleh mahasiswa untuk tinggal dan belajar, serta oleh dosen dan staf untuk bekerja [11]. Seiring dengan waktu, tingkat kompleksitas bangunan kampus terus berkembang, dengan berbagai ruang seperti ruang kelas, laboratorium, studio, dan ruang kantor yang sering kali memiliki tingkat kepadatan penghuni yang tinggi [12], [13]. Sebagai ruang publik yang padat aktivitas, gedung pengajaran memerlukan manajemen darurat dan sistem evakuasi yang efisien untuk memastikan keselamatan seluruh penghuni, terutama dalam situasi kebakaran [14]. Masalah evakuasi darurat di fasilitas pendidikan, seperti gedung kampus, menjadi lebih kompleks karena tingginya kepadatan penghuni [15]. Selain itu, keterbatasan kemampuan mahasiswa, terutama di tahun-tahun awal studi, dalam menganalisis dan merespons risiko semakin memperumit dinamika evakuasi darurat di gedung kampus. Sebagai populasi terbesar di kampus, mahasiswa memainkan peran kunci dalam keberhasilan proses evakuasi, meskipun sering kali dihadapkan pada tantangan berupa pengetahuan yang terbatas dan kurangnya kesiapsiagaan.

Mahasiswa, sebagai populasi terbesar di lingkungan kampus, memiliki peran strategis dalam keberhasilan proses evakuasi selama situasi darurat kebakaran. Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan dan kesiapsiagaan mahasiswa terhadap situasi darurat kebakaran masih rendah. Penelitian [16] dan [17] mengungkap bahwa mahasiswa tidak memiliki pemahaman mendalam tentang protokol keselamatan kebakaran seperti lokasi alat pemadam dan jalur evakuasi. Hal serupa juga ditemukan pada mahasiswa internasional [18] dan mahasiswa pascasarjana yang bekerja di laboratorium kimia, yang memiliki kesadaran keselamatan kebakaran yang masih rendah [19].

Rendahnya tingkat kesiapsiagaan mahasiswa terhadap situasi darurat kebakaran sebagian besar disebabkan oleh kurangnya pelatihan formal terkait situasi darurat kebakaran selama masa studi [16], [17]. Dalam banyak kasus, program pelatihan yang tersedia sering kali kurang memadai dan tidak memberikan pengalaman praktik yang relevan [18], [19]. Selain itu, minimnya akses terhadap pelatihan yang berkualitas dapat menyebabkan kurangnya kesadaran mahasiswa akan resiko kebakaran, sehingga meningkatkan kerentanan dalam situasi darurat. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan program pelatihan evakuasi kebakaran yang lebih komprehensif dan berbasis praktik untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapsiagaan mahasiswa terhadap situasi darurat kebakaran di lingkungan kampus.

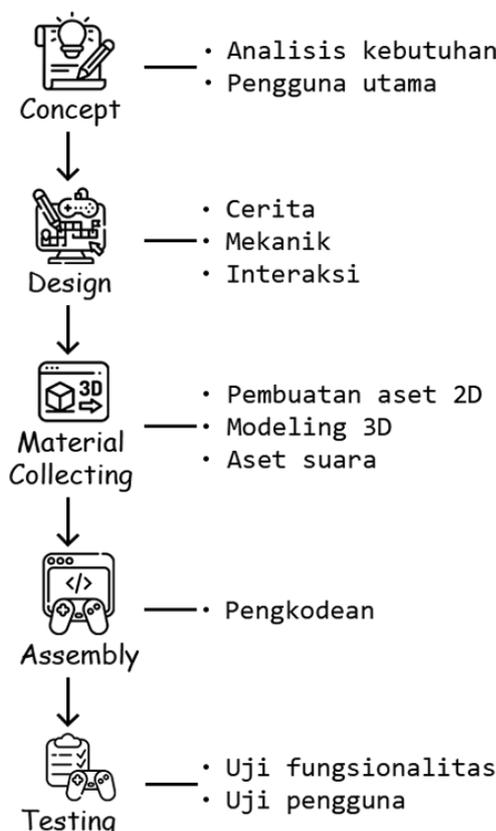
Untuk mengatasi keterbatasan pelatihan formal yang masih dominan bersifat teoritis, berbagai metode latihan evakuasi kebakaran telah dikembangkan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapsiagaan penghuni bangunan terhadap situasi darurat. Metode latihan ini mencakup pendekatan tradisional, seperti simulasi fisik dan pelatihan berbasis teori, serta metode modern yang memanfaatkan teknologi digital seperti Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), dan serious games [20]. Metode modern, yang menawarkan pengalaman imersif dan fleksibilitas tinggi, terbukti lebih efektif dalam meningkatkan keterlibatan peserta dan retensi pengetahuan dibandingkan metode tradisional. Serious game berbasis web untuk latihan evakuasi pada penelitian [1] berhasil meningkatkan kemampuan pengguna dalam hal evakuasi darurat. Penelitian [21] mendukung hasil penelitian [1], dengan hasil yang menunjukkan bahwa serious games berbasis VR mampu meningkatkan retensi pengetahuan dan pemahaman praktis terkait protokol keselamatan kebakaran, termasuk proses evakuasi. Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh [22] menyoroti bahwa serious game secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap prosedur evakuasi kebakaran, mendorong perilaku aman, membangun budaya keselamatan kebakaran yang positif, serta menyediakan alat pelatihan yang menarik dan praktis yang selaras dengan panduan dunia nyata.

Penelitian [23] menambahkan bahwa penggunaan serious game secara signifikan meningkatkan persepsi mahasiswa vokasi terhadap manfaat langkah-langkah keselamatan kebakaran, termasuk penggunaan alat pemadam api ringan (APAR), sekaligus memperkuat pengetahuan dan mendorong perubahan perilaku positif terkait pencegahan dan pengendalian kebakaran. Oleh karena itu, serious games telah terbukti menjadi solusi inovatif dan efektif untuk meningkatkan kesiapsiagaan penghuni, khususnya mahasiswa, dalam menghadapi situasi darurat kebakaran.

Artikel ini bertujuan untuk mengembangkan game simulasi yang berfokus pada proses evakuasi dalam situasi kebakaran di gedung kampus. Game simulasi evakuasi kampus telah dikembangkan dalam penelitian penelitian [24]. Namun demikian, penelitian [24] memiliki keterbatasan pada alur cerita dan pemodelan situasi kebakaran. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan pada perbaikan alur cerita dan pemodelan situasi kebakaran yang lebih realistis untuk mencerminkan kompleksitas bangunan kampus. Selain itu, berbeda dengan penelitian [24] yang menggunakan metode ADDIE, penelitian ini menggunakan metode MDLC yang lebih cocok untuk pengembangan lingkungan game yang lebih kompleks. Pengembangan *game* ini didasarkan pada temuan sebelumnya yang menunjukkan efektivitas *serious games* dalam meningkatkan pengetahuan dan kesiapsiagaan penghuni bangunan terhadap kebakaran, sekaligus mengatasi tantangan unik yang dihadapi mahasiswa sebagai populasi utama kampus.

**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development – R&D*). Metode yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*. Metode MDLC telah digunakan dalam beberapa penelitian sebelumnya untuk mengembangkan *game* berbasis mobile untuk memperkenalkan IoT [25], *game* untuk mengatasi stres bagi mahasiswa pascasarjana [26], *game* untuk musisi pemula [27], dan *game* pembelajaran bangun datar [28]. Metode MDLC dipilih karena MDLC berfokus pada pengembangan lingkungan simulasi yang kompleks. Terdapat tahap pengumpulan material yang bertujuan untuk membuat aset yang dibutuhkan dalam memodelkan situasi kebakaran yang lebih realistis. Metode MDLC terdiri dari enam tahap [27]: konsep (*concept*), perancangan (*design*), pengumpulan material (*material collecting*), perakitan (*assembly*), pengujian (*testing*), dan distribusi (*distribution*). Fokus Penelitian ini adalah untuk pengembangan *game* dan menguji *game* tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini hanya sampai pada tahap pengujian (*testing*).



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada tahap konsep dilakukan analisis kebutuhan informasi yang akan disampaikan dan identifikasi pengguna utama. Setelah itu, hasil analisis digunakan dalam tahap perancangan yang fokus pada merancang konsep *game* yang meliputi cerita, mekanik, dan interaksi serta antarmuka. Berdasarkan konsep *game* yang sudah dibuat, tahap selanjutnya adalah membuat material yang akan digunakan. Material yang dikumpulkan berupa teks, gambar 2D, suara, serta objek 3D. Objek 3D dibuat dengan menggunakan aplikasi Blender versi 4.1. Setelah seluruh material dikumpulkan, maka tahap selanjutnya adalah menggabungkan seluruh material untuk membuat *game* secara utuh pada tahap perakitan. Pada penelitian ini, tahap perakitan menggunakan aplikasi Unity versi 2022.3.34f1. Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah tahap pengujian (*testing*). Pengujian dilakukan dalam dua tahap: 1) pengujian fungsional dan 2) pengujian penguana. Pengujian fungsional dilakukan dengan menguji fitur utama *game* sedangkan pengujian pengguna dilakukan dengan menggunakan kuesioner. Parameter dalam pengujian fungsional yaitu karakter pemain, sistem simulasi api, interaktif, dan audio visual. Pengujian pengguna bertujuan untuk mengukur tanggapan pengguna terhadap aspek *game* untuk pembelajaran, interaksi antara pengguna dengan dunia dalam *game*, visualisasi dan sound effect dalam *game*, peristiwa dalam *game* dengan dunia nyata, dan *game* secara keseluruhan. Seluruh tahapan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode MDLC untuk mengembangkan *game* simulasi. Berikut ini hasil penerapan setiap tahapan dalam MDLC.

#### 3.1. Tahap Konsep

Pada tahap konsep ditentukan informasi yang disampaikan dalam *game* berfokus pada lokasi pintu darurat, lokasi APAR, dan jalur evakuasi menuju setiap pintu darurat. Penentuan informasi berdasarkan hasil penelitian [24].

#### 3.2. Tahap Perancangan

Hasil dari tahap perancangan adalah cerita serta rancangan mekanik *game*. Cerita pada *game* berfokus pada tokoh utama dalam *game* yang adalah seorang mahasiswa. Hal ini dibuat dengan pertimbangan bahwa pengguna utama *game* adalah mahasiswa. Cerita pada *game* berawal dari seorang mahasiswa yang ketiduran di ruang kelas ketika mengikuti perkuliahan. Ketika mahasiswa terbangun dari tidurnya, terjadi kebakaran di lokasi kampus. Selanjutnya pengguna akan menyelesaikan sejumlah misi yang berkaitan dengan informasi evakuasi. Sebagai contoh, mahasiswa diminta untuk mencari temannya yang terjebak di suatu ruangan kelas. Ketika mencari temannya, mahasiswa akan dihadapkan pada situasi jalur evakuasi terhalang api. Oleh karena itu, mahasiswa perlu mencari APAR terdekat untuk dapat memadamkan api tersebut.

#### 3.3. Tahap Pengumpulan Material

Tahap pengumpulan material dilakukan dengan membuat sejumlah material yang akan digunakan dalam *game*. Material dalam bentuk gambar 2D dan model 3D. Contoh gambar 2D adalah logo *game* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Logo *Game*

Sedangkan model 3D yang dibuat antara lain berupa model gedung kampus seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model 3D Gedung Kampus

### 3.3. Perakitan

Pada tahap perakitan, seluruh material digabungkan untuk membentuk satu kesatuan *game*. Penulisan kode program yang mengimplementasikan logika *game* juga dilakukan pada tahap perakitan. Seluruh proses tahap perakitan dilakukan dengan menggunakan *Unity game engine*. Hasil akhir dari tahap perakitan adalah *game* simulasi jalur evakuasi. Tampilan situasi kebakaran dalam *game* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Situasi Kebakaran

Seperti yang ditampilkan pada Gambar 4, terlihat situasi kebakaran yang menghalangi jalan. Terlihat juga pengguna sedang menggunakan APAR untuk memadamkan api. Kondisi ketika api berhasil dipadamkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Situasi Api Padam

### 3.5. Tahap Pengujian

Setelah *game* selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah pengujian. Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah uji fungsionalitas *game*. Fitur utama *game* yang digunakan dalam uji fungsionalitas yaitu:

1. Karakter pemain  
Fitur karakter pemain terdiri dari navigasi, interaksi, dan indikator kesehatan.
2. Sistem simulasi api  
Fitur sistem simulasi api terdiri dari penyebaran api dan efek visual.
3. Interaktif  
Fitur interaktif terdiri dari membuka/menutup pintu dan menggunakan APAR.
4. Audio dan visual  
Fitur audio dan visual terdiri dari efek suara dan efek cahaya untuk situasi darurat.

Pengujian dilakukan secara manual yaitu secara langsung menjalankan *game* dari awal hingga selesai. Selama proses pengujian, dilakukan pengamatan dan pencatatan untuk setiap fitur. Sebagai contoh, untuk fitur navigasi pada karakter pemain, fitur ini dinyatakan lulus jika pemain dapat bergerak bebas di seluruh area. Hasil lengkap pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas

No	Fitur	Status
<b>Karakter pemain</b>		
1	Navigasi (pemain bergerak bebas)	Lulus
2	Interaksi (pemain dapat berinteraksi dengan objek lain)	Lulus
3	Indikator kesehatan (indikator berubah sesuai kondisi pemain)	Lulus
<b>Sistem simulasi api</b>		
1	Penyebaran api	Lulus
2	Efek visual (animasi nyala api berfungsi)	Lulus
<b>Interaktif</b>		
1	Membuka/menutup pintu	Lulus
2	Menggunakan APAR (APAR dapat diambil dan digunakan)	Lulus
<b>Audio dan visual</b>		
1	Efek suara ( terdengar suara langkah kaki, suara alarm)	Lulus
2	Efek cahaya situasi darurat (ada efek cahaya seperti nyala lampu berwarna merah)	Lulus

Seperti terlihat pada Tabel 1, seluruh fitur utama *game* sudah berjalan sesuai fungsinya. Selanjutnya tahap pengujian dengan melibatkan pengguna. Sebanyak 30 orang mahasiswa terlibat dalam uji pengguna. Prosedur dari evaluasi adalah pengguna (mahasiswa) diminta untuk mencoba *game* simulasi. Setelah selesai mencoba, mahasiswa diminta untuk menjawab survey yang memiliki jawaban berupa angka 1 sampai dengan 5 skala Likert, dengan angka 1 menyatakan sangat tidak setuju dan angka 5 menyatakan sangat setuju.

Pertanyaan survey terbagi menjadi lima bagian, pada setiap bagian memiliki beberapa pernyataan. Bagian pertama survey berhubungan dengan aspek : Game untuk pembelajaran. Pernyataan dan hasil respon dari mahasiswa ditampilkan pada Tabel 2. Seperti terlihat pada Tabel 2, sebanyak 17 responden (56,7 %) memberikan nilai 5 (Sangat Setuju) terhadap pernyataan no 1, sebanyak 20 responden (66,7 %) sangat setuju dengan pernyataan no 2, sebanyak 17 responden (56,7 %) sangat setuju dengan pernyataan no 3, dan sebanyak 14 (46,7 %) responden sangat setuju dengan pernyataan no 4. Hasil ini menunjukkan rata – rata responden sangat setuju dengan pernyataan *game* untuk pembelajaran yaitu 56,7 %.

Tabel 2. Pernyataan dan Respon Aspek: Game untuk pembelajaran

No	Pernyataan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	<i>Game</i> merupakan strategi pembelajaran yang efektif untuk mempelajari situasi kebaran dan jalur evakuasi	0	1	3	9	17
2	<i>Game</i> simulasi kebakaran ini membuat pembelajaran situasi darurat kebakaran dan jalur evakuasi menjadi lebih menarik	0	0	2	8	20
3	Saya pikir mudah untuk belajar cara menggunakan <i>game</i> ini	0	0	3	10	17
4	Dengan bermain <i>game</i> ini saya bisa belajar bagaimana harus bertindak jika terjadi bencana kebakaran dalam kehidupan nyata	0	0	7	9	14

Selanjutnya adalah aspek: Interaksi antara pengguna dengan dunia dalam *game*. Pernyataan dan hasil respon dari mahasiswa ditampilkan pada Tabel 3. Sebagian besar responden merasa hadir di dalam dunia *game* (43,3% sangat setuju, 40% setuju), merasa menjadi bagian dari aksi dalam *game* (60% sangat setuju, 26,7% setuju), menikmati cerita atau fantasi *game* (56,7% sangat setuju, 33,3% setuju), memahami cerita dalam *game* dengan jelas (70% sangat setuju, 26,7% setuju), dan menguasai *game* dengan mudah (63,3% sangat setuju, 26,7% setuju). Hasil ini menunjukkan bahwa interaksi antara pengguna dengan dunia dalam *game* sudah sangat baik.

Tabel 3. Pernyataan dan Respon Aspek: Interaksi antara pengguna dengan dunia dalam *game*

No	Pernyataan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Saat bermain <i>game</i> simulasi ini, saya merasa seperti hadir di dalam dunia <i>game</i>	1	0	4	12	13

2	Saat bermain <i>game</i> simulasi ini, saya merasa seolah-olah menjadi bagian dari aksi dalam <i>game</i>	0	1	3	8	18
3	Saya menikmati cerita atau fantasi yang disajikan dalam <i>game</i> ini	0	0	3	10	17
4	Saya bisa dengan jelas memahami cerita dalam <i>game</i> ini	0	0	1	8	21
5	Mudah bagi saya untuk menjadi mahir dalam menggunakan <i>game</i> ini	0	1	2	8	19

Selanjutnya hasil jawaban responden terhadap pernyataan: Visualisasi dan Sound Effect dalam *game* dapat dilihat pada Tabel 4. Sebagian besar responden memberikan penilaian positif terhadap aspek visualisasi dan *sound effect* dalam *game* ini. Pada pernyataan mengenai objek virtual terasa nyata, 80% responden menyatakan setuju atau sangat setuju. Sebagian besar responden juga menikmati efek suara dalam *game* (76,7% sangat setuju atau setuju), dan 90% responden merasa *audio game* sesuai dengan suasana atau gaya *game*. Selain itu, 93,3% responden menyatakan bahwa *audio* meningkatkan pengalaman bermain mereka, dan mayoritas menyatakan grafis *game* menarik serta sesuai dengan suasana *game* (80% sangat setuju atau setuju). Interaksi dengan objek virtual juga dinilai positif, dengan 73,3% menyatakan setuju atau sangat setuju. Terakhir, efek suara dianggap sangat efektif dalam menciptakan suasana kebakaran, dengan 96,7% responden memberikan penilaian tinggi. Keseluruhan tanggapan menunjukkan bahwa visualisasi dan *sound effect* dalam *game* ini memberikan pengalaman yang imersif.

Tabel 4. Pernyataan dan Respon Aspek: Visualisasi dan Sound effect dalam game

No	Pernyataan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Ada saat - saat ketika objek virtual terasa nyata seperti objek sebenarnya	0	2	4	12	12
2	Saya menikmati efek suara dalam <i>game</i> ini	0	2	5	9	14
3	Saya pikir <i>audio game</i> ini sesuai dengan suasana atau gaya <i>game</i> tersebut.	0	1	2	12	15
4	Saya merasa <i>audio game</i> ini meningkatkan pengalaman bermain saya	0	1	1	12	16
5	Saya menikmati grafis <i>game</i> ini	0	1	2	12	15
6	Saya pikir <i>game</i> ini secara visual menarik	1	0	4	9	16
7	Saya pikir grafis ini sesuai dengan suasana atau gaya <i>game</i> tersebut	0	0	4	13	13
8	Saat berinteraksi dengan objek virtual, interaksi tersebut terasa nyata	0	2	6	8	14
9	Efek suara dalam <i>game</i> ini membantu menciptakan suasana jika terjadi kebakaran	0	1	0	11	18

Aspek berikut yang dinilai yaitu: Interaksi antara pengguna dengan dunia dalam *game*. Pernyataan dan hasil respon dari mahasiswa digambarkan pada Tabel 5. Seperti terlihat pada Tabel 5, sebagian besar responden memberikan penilaian positif terhadap kesesuaian peristiwa dalam *game* dengan dunia nyata. Pada pernyataan bahwa peristiwa dalam *game* memiliki kemiripan dengan dunia nyata, 83,3% responden menyatakan setuju atau sangat setuju. Selain itu, mayoritas responden (83,3%) juga melihat kemiripan peristiwa kebakaran dalam *game* dengan peristiwa serupa di kehidupan nyata. Terakhir, sebanyak 80% responden menyatakan setuju atau sangat setuju bahwa bermain *game* ini membantu mereka merasa lebih siap menghadapi situasi kebakaran di dunia nyata. Keseluruhan tanggapan menunjukkan bahwa *game* ini berhasil menciptakan pengalaman yang realistis dan relevan, sehingga memberikan manfaat edukatif dan meningkatkan kesiapan responden dalam menghadapi situasi serupa di dunia nyata.

Tabel 5. Pernyataan dan Respon Aspek: Peristiwa dalam game dengan dunia nyata

No	Pernyataan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Peristiwa dalam <i>game</i> ini memiliki kemiripan dengan peristiwa di dunia nyata	0	3	2	11	14
2	Saya melihat kemiripan antara peristiwa(kebakaran) yang terjadi di dalam dunia <i>game</i> ini dan peristiwa yang terjadi di dalam kehidupan nyata	0	1	4	9	16
3	Dengan bermain <i>game</i> ini, saya merasa lebih siap menghadapi situasi kebakaran di dunia nyata	0	0	6	9	15

Pernyataan terakhir berhubungan dengan keseluruhan *game*. Pernyataan dan hasil respon dari mahasiswa digambarkan pada Tabel 6. Mayoritas responden memberikan penilaian sangat positif terhadap aspek keseluruhan *game* simulasi ini. Pada pernyataan bahwa penggunaan *game* simulasi ini memuaskan, sebanyak 93,3% responden menyatakan setuju atau sangat setuju, dengan hanya sedikit yang memberikan tanggapan netral atau kurang setuju (6,7%). Selain itu, semua responden (100%) menyatakan ketertarikan terhadap perkembangan peristiwa dalam *game*, di mana 66,7% sangat setuju dan 33,3% setuju. Berdasarkan hasil ini, *game* secara keseluruhan berhasil

memberikan pengalaman bermain yang memuaskan dan menarik perhatian responden terhadap alur cerita serta perkembangan peristiwa dalam *game*.

Tabel 6. Pernyataan dan Respon Aspek: *Game* secara keseluruhan

No	Pernyataan	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1	Secara keseluruhan, penggunaan <i>game</i> simulasi ini memuaskan	0	1	1	9	19
2	Saya sangat tertarik melihat bagaimana peristiwa dalam <i>game</i> ini akan berkembang	0	0	0	10	20

### 3.6. Diskusi

Hasil dalam penelitian ini sejalan dengan temuan dari beberapa penelitian sebelumnya. Fokus pada penelitian ini adalah mengembangkan skenario dan situasi kebakaran yang mirip dengan situasi nyata. Seperti yang ditampilkan dalam Tabel 5, mayoritas pengguna merasa peristiwa atau situasi kebakaran dalam *game* sudah mirip dengan keadaan sebenarnya. Mayoritas pengguna juga merasa lebih siap menghadapi situasi kebakaran di dunia nyata. Hasil ini mendukung hasil penelitian [1], dimana *game* dapat digunakan untuk melatih kesiapsiagaan pengguna dalam bencana kebakaran.

Lingkungan *game* dalam penelitian ini adalah kampus. Lingkungan kampus, seperti bangunan di institusi pendidikan pada umumnya, terdiri dari beberapa gedung yang saling terhubung dan memiliki resiko bencana kebakaran. Oleh karena itu, pelatihan kesiapsiagaan bencana kebakaran menjadi penting. Hasil penelitian ini menunjukkan *game* dapat digunakan dalam mempersiapkan peserta didik dalam hal ini mahasiswa untuk menghadapi bencana kebakaran di lingkungan institusi pendidikan. Meskipun berbeda lingkungan institusi pendidikan, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [22] yang menekankan pada penggunaan *game* dapat meningkatkan pengetahuan siswa sekolah dalam menghadapi situasi kebakaran.

Salah satu situasi yang dimodelkan pada *game* dalam penelitian ini adalah situasi menggunakan APAR untuk memadamkan api. Situasi ini bertujuan agar mahasiswa mengetahui lokasi dan cara menggunakan APAR ketika terjadi kebakaran di lingkungan kampus. Merujuk hasil pada Tabel 2: mayoritas responden menyatakan setuju dengan pernyataan bahwa *game* dapat digunakan untuk belajar bagaimana bertindak ketika terjadi kebakaran seperti menggunakan APAR. Hasil ini mendukung hasil penelitian [23] yaitu penggunaan *game* dapat meningkatkan persepsi dan pengetahuan mahasiswa terhadap manfaat APAR.

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan *game* simulasi kebakaran dengan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)* untuk meningkatkan kesiapsiagaan mahasiswa dalam menghadapi situasi darurat kebakaran di kampus. *Game* ini dirancang dengan fokus pada jalur evakuasi, lokasi alat pemadam api ringan (APAR), dan skenario kebakaran realistis yang didukung elemen visualisasi, interaksi, dan *sound effect* yang imersif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *game* ini berfungsi optimal secara teknis dan mampu memberikan pemahaman serta kesiapsiagaan mahasiswa. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan *game* secara khusus dalam media pembelajaran inovatif untuk pemahaman kondisi kegawatdaruratan di insitusi pendidikan tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Yang, Z. Xu, Y. Wu, W. Wei, and R. Song, "Virtual fire evacuation drills through a web-based serious game," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 23, Dec. 2021, doi: 10.3390/app112311284.
- [2] K. Kumar, N. S. Rajput, A. V. Shvetsov, A. Saif, R. Sahal, and S. H. Alsamhi, "ID2S4FH: A Novel Framework of Intelligent Decision Support System for Fire Hazards," *Fire*, vol. 6, no. 7, p. 248, Jun. 2023, doi: 10.3390/fire6070248.
- [3] D. Qin, P. Gao, F. Aslam, M. Sufian, and H. Alabduljabbar, "A comprehensive review on fire damage assessment of reinforced concrete structures," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 16, p. e00843, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.cscm.2021.e00843.
- [4] H. A. Rahardjo and M. Prihanton, "The most critical issues and challenges of fire safety for building sustainability in Jakarta," *Journal of Building Engineering*, vol. 29, p. 101133, May 2020, doi: 10.1016/j.jobbe.2019.101133.
- [5] Y. Zhang, X. Zhang, and X. Huang, "Design a safe firefighting time (SFT) for major fire disaster emergency response," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 88, p. 103606, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.ijdr.2023.103606.
- [6] K. Saini, S. Kalra, and S. K. Sood, "Disaster emergency response framework for smart buildings," *Future Generation Computer Systems*, vol. 131, pp. 106–120, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.future.2022.01.015.

- 
- [7] T. Mandal, K. Ramachandra Rao, and G. Tiwari, "Evacuation of metro stations: A review," *Tunnelling and Underground Space Technology*, vol. 140, p. 105304, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.tust.2023.105304.
- [8] J. Lin, R. Zhu, N. Li, and B. Becerik-Gerber, "How occupants respond to building emergencies: A systematic review of behavioral characteristics and behavioral theories," Feb. 01, 2020, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.ssci.2019.104540.
- [9] M. Shokouhi *et al.*, "Preventive measures for fire-related injuries and their risk factors in residential buildings: a systematic review," *J Inj Violence Res*, vol. 11, no. 1, 2019, doi: 10.5249/jivr.v11i1.1057.
- [10] S.-Y. Chen and W.-C. Chien, "Immersive Virtual Reality Serious Games With DL-Assisted Learning in High-Rise Fire Evacuation on Fire Safety Training and Research," *Front Psychol*, vol. 13, May 2022, doi: 10.3389/fpsyg.2022.786314.
- [11] Q. Zhang, F. Yu, S. Gao, C. Chang, and X. Zhang, "Experimental and Numerical Study on Rapid Evacuation Characteristics of Staircases in Campus Buildings," *Buildings*, vol. 12, no. 6, p. 848, Jun. 2022, doi: 10.3390/buildings12060848.
- [12] S. Gao, C. Chang, Q. Liu, M. Zhang, and F. Yu, "Study on the optimization for emergency evacuation scheme under fire in university building complex," *Heliyon*, vol. 9, no. 3, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14277.
- [13] M. Zhou *et al.*, "Fire Egress System Optimization of High-Rise Teaching Building Based on Simulation and Machine Learning," *Fire*, vol. 6, no. 5, May 2023, doi: 10.3390/fire6050190.
- [14] Y. Zang, Q. Mei, and S. Liu, "Evacuation simulation of a high-rise teaching building considering the influence of obstacles," *Simul Model Pract Theory*, vol. 112, p. 102354, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.simpat.2021.102354.
- [15] H. Bahmani, Y. Ao, D. Yang, and D. Wang, "Students' evacuation behavior during an emergency at schools: A systematic literature review," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 87, p. 103584, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.ijdr.2023.103584.
- [16] S. Gao, C. Chang, F. Ren, and F. Yu, "Safety Culture Measurement Among Chinese Undergraduates at a Private University: Development and Validation," *Front Public Health*, vol. 10, Mar. 2022, doi: 10.3389/fpubh.2022.825106.
- [17] C. Carvalhais, R. Dias, C. Costa, and M. V. Silva, "General Knowledge and Attitudes about Safety and Emergency Evacuation: The Case of a Higher Education Institution," *Safety*, vol. 10, no. 1, Mar. 2024, doi: 10.3390/safety10010003.
- [18] C. Zhang, W. H. Hong, and Y. H. Bae, "Fire Safety Knowledge of Firefighting Equipment among Local and Foreign University Students," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 19, Oct. 2022, doi: 10.3390/ijerph191912239.
- [19] B. M. Armstrong, "Assessing graduate student perceptions of safety in the Department of Chemistry at UC Davis," *J Chem Health Saf*, vol. 26, no. 6, pp. 65–70, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.jchas.2019.05.007.
- [20] L. W. Menzemer, E. Ronchi, M. M. V. Karsten, S. Gwynne, and J. Frederiksen, "A scoping review and bibliometric analysis of methods for fire evacuation training in buildings," *Fire Saf J*, vol. 136, p. 103742, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.firesaf.2023.103742.
- [21] S. Mystakidis *et al.*, "Design, Development, and Evaluation of a Virtual Reality Serious Game for School Fire Preparedness Training," *Educ Sci (Basel)*, vol. 12, no. 4, Apr. 2022, doi: 10.3390/educsci12040281.
- [22] P. V. R. de Carvalho, D. O. Ranauro, A. C. De Abreu Mol, A. Jatoba, and A. P. Legay de Siqueira, "Using Serious Game in Public Schools for Training Fire Evacuation Procedures," *International Journal of Serious Games*, vol. 9, no. 3, pp. 125–139, Sep. 2022, doi: 10.17083/ijsg.v9i3.484.
- [23] M. Riana, A. Latif, and Elviana, "The Influence Of Fire Safety Games On The Perception Of Fire Safety In Vocational Students Based On The Health Belief Model," *Journal of Sciencetech Research and Development*, vol. 6, no. 1, pp. 580–585, 2024.
- [24] J. Bata and L. I. Defira, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Pengembangan Gim Simulasi Jalur Evakuasi Bencana Kebakaran di Kampus Menggunakan Metode ADDIE," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 3, pp. 1914–1921, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1459.
- [25] I. P. Laksana, E. D. Wahyuni, and C. S. K. Aditya, "Game Design for Mobile App-Based IoT Introduction Education in STEM Learning," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 7, no. 3, pp. 688–696, Jun. 2023, doi: 10.29207/resti.v7i3.5007.
- [26] N. A. Sezali and N. Kamarudin, "Kuroza: A Relaxing 3D Game," *Applied Information Technology And Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 774–791, 2023, doi: 10.30880/aitcs.2023.04.01.044.
- [27] M. N. M. Salim and H. Maulana, "Development of an Educational Training Game for Ear Sensitivity of Intervals," *International Journal of Informatics, Information System and Computer Engineering (INJIISCOM)*, vol. 4, no. 1, pp. 89–100, Apr. 2023, doi: 10.34010/injiiscom.v4i1.9588.

- [28] D. Heryanto, I. Tri Julianto, I. Apriliani, and M. Agreindra Helmiawan, "Design Of A Plane Figure Mathematics Education Game For Class Iv Students Based On Android," *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, vol. 4, no. 5, pp. 1211–1216, Oct. 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.5.1413.