

PENGEMBANGAN GIM EDUKASI SEBAGAI MEDIA PELATIHAN PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN KEBAKARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY DAN ESCAPE ROOM

Aldo Pradana Ariando, Pratama Wirya Atmaja, Firza Prima Aditiawan

Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia

aldopradana3@gmail.com

ABSTRAK

Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh titik api yang tidak terkendali. Risiko bencana ini sangat tinggi terjadi di kawasan industri, terutama karena banyaknya bahan mudah terbakar yang dapat mempercepat penyebaran api dan meningkatkan potensi kerugian besar. Meskipun pelatihan tanggap darurat kebakaran wajib dilakukan, namun pekerja ditemukan kurang memperhatikan skenario pelatihan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan gim edukasi berbasis *Augmented Reality* dan konsep *escape room* sebagai media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan pemahaman dalam menangani kebakaran. Metode yang digunakan dalam pengembangan gim ini adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang mencakup enam tahapan utama, yaitu *Concept*, *Design*, *Material collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution*. Pengujian efektivitas menggunakan GUESS-18 dengan skala Likert 7-point menunjukkan rata-rata persentase 75%, menandakan gim ini efektif dalam menyampaikan materi pembelajaran, serta memungkinkan pemain dapat mengekspresikan kreativitas dan imajinasinya selama bermain.

Kata kunci : Kebakaran, Gim Edukasi, *Augmented Reality*, *Escape Room*

1. PENDAHULUAN

Kebakaran adalah bencana yang diakibatkan oleh timbulnya titik api yang tidak dikehendaki dan tidak terkendali [1].

Kebakaran terjadi akibat faktor manusia, seperti kelalaian, serta faktor teknis, seperti instalasi listrik yang tidak sesuai standar atau kebocoran gas [2].

Berdasarkan data dari Pusiknas Bareskrim Polri, sejak 2016 hingga 2025, gangguan kebakaran menempati posisi kedua dalam jumlah laporan setelah penemuan mayat, dengan total 11.190 laporan. Kebakaran dapat menyebabkan kerugian besar, baik secara materiil maupun korban jiwa [3].

Sehingga sistem manajemen kebakaran yang efektif sangat diperlukan untuk meminimalkan dampak kebakaran, terutama di kawasan industri.

Kebakaran pada kawasan industri bisa menghasilkan kerugian yang sangat besar karena berdampak pada aset bernilai tinggi, proses produksi, dan peluang pekerjaan [4].

Oleh karena itu, sistem proteksi kebakaran yang baik sangat diperlukan, termasuk penggunaan alat pemadam api ringan (APAR) dan pembentukan organisasi tanggap darurat [5].

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER.04/MEN/1980, APAR harus dipasang di lokasi strategis dan hanya boleh digunakan oleh satu orang untuk memadamkan api di tahap awal. Dalam hal ini, satpam di lingkungan pabrik berperan penting dalam mendeteksi potensi kebakaran dan memberikan respons cepat dalam keadaan darurat.

Peran satpam mencakup pengamanan fisik, personel, informasi, dan teknis di lingkungan kerja,

sebagaimana diatur dalam Peraturan Kepolisian Negara Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 [6].

Untuk menjalankan tugasnya dengan baik, satpam perlu mendapatkan pelatihan kebakaran yang dilakukan secara berkala. Keputusan Menteri Tenaga Kerja R.I No. KEP.186/MEN/1999 menetapkan bahwa pelatihan tersebut bertujuan untuk meningkatkan keterampilan dalam memadamkan kebakaran [2].

Pelatihan sering dilakukan di luar ruangan guna mensimulasikan kondisi nyata agar peserta dapat lebih memahami prosedur penanggulangan kebakaran dengan efektif.

Meskipun pelatihan simulasi kebakaran telah diterapkan di berbagai tempat, namun ditemukan pekerja yang kurang memperhatikan skenario yang dirancang, sehingga beberapa tahap tidak dijalankan dengan baik [7].

Kurangnya fokus terhadap deskripsi tugas dan peran masing-masing dalam tanggap darurat juga menjadi tantangan. Oleh karena itu, diperlukan media pelatihan yang lebih menarik dan interaktif, yang dapat diterapkan secara fleksibel dan mengurangi biaya operasional jika dilakukan secara berkala di berbagai tempat.

Teknologi modern dapat dimanfaatkan untuk menciptakan media pelatihan yang lebih efektif, salah satunya melalui gim edukasi [8].

Gim edukasi memungkinkan proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan interaktif, sehingga meningkatkan pemahaman peserta terhadap materi yang diajarkan [9].

Augmented Reality (AR) dapat digunakan untuk membantu peserta memvisualisasikan skenario pembelajaran dengan lebih jelas [10][11].

Escape room dan *Augmented Reality* merupakan kombinasi yang efektif dalam dunia pendidikan, hiburan, dan industri kreatif [12].

Escape room adalah konsep di mana pemain harus menemukan petunjuk tersembunyi dalam ruangan virtual untuk menyelesaikan tantangan dan berpindah ke tahap berikutnya [13].

Dalam gim edukasi, kombinasi ini dapat mendorong pemain untuk berpikir kritis dalam menyelesaikan skenario kebakaran secara interaktif, sehingga pembelajaran menjadi lebih menyeluruh dan menarik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Merujuk pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yunanto dan lain-lain dengan judul “Aplikasi Edukasi Pengenalan Profesi Pemadam Kebakaran Berbasis *Augmented Reality*” mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk anak-anak tentang penggunaan alat pemadam api, menggunakan Unity dan Vuforia SDK. Metode penelitian mencakup berbagai tahap dari perancangan hingga uji coba sistem. Aplikasi ini mendeteksi *marker* untuk memulai permainan, di mana pengguna memadamkan api pada bangunan yang terbakar dalam empat gelombang dengan sistem *health point* yang berkurang jika api tidak segera dipadamkan. Skor bertambah saat api berhasil dipadamkan, dan setelah permainan selesai, total skor serta waktu ditampilkan dengan opsi *restart*. Suara efek seperti bangunan terbakar dan sirine pemadam kebakaran ditambahkan untuk meningkatkan realisme. Uji coba pada anak sekolah dasar menunjukkan aplikasi berjalan dengan baik, meskipun masih bergantung pada *marker* untuk mendeteksi objek sebelum permainan dimulai [14].

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Paes dan lain-lain yang berjudul “*Optical See-Through Augmented Reality Fire Safety Training for Building Occupants*” mengembangkan media pelatihan evakuasi darurat kebakaran berbasis *Augmented Reality* menggunakan Microsoft HoloLens II dan dikembangkan dengan Unity. Pelatihan dilakukan di ruang kantor, di mana partisipan mengenakan layar *Augmented Reality* dan mencari tiga titik *marker*: di ruangan *printer* yang menunjukkan kebakaran, di dekat alarm kebakaran, dan di seberang pintu keluar untuk menunjukkan lokasi rompi keselamatan. Partisipan mempelajari tindakan seperti menutup pintu ruangan terbakar, mengaktifkan alarm, menghubungi layanan darurat, mengevakuasi diri dan orang lain, serta melaporkan kejadian. Pengujian pada 50 partisipan menunjukkan bahwa lebih dari 75% merasa puas dengan sistem ini, meskipun sebagian mengkritik realisme efek visual dan suara. Namun, penelitian ini tidak mencakup prosedur penggunaan APAR atau

pencabutan peralatan listrik, serta masih bergantung pada *marker* untuk memunculkan efek kebakaran. Selain itu, penggunaan Microsoft HoloLens II yang mahal menjadi kendala bagi institusi yang ingin menerapkan pelatihan dalam skala besar [15].

2.2. Gim Edukasi

Menurut Noemí dan Máximo, permainan atau gim merupakan kompetisi fisik atau mental yang dilakukan sesuai dengan satu atau beberapa aturan tertentu yang memiliki tujuan untuk menghibur atau memberikan penghargaan kepada pemainnya [9].

Gim memiliki banyak jenis yang dapat dikategorikan berdasarkan berbagai aspek seperti tujuan, mekanisme, dan media yang digunakan, salah satunya jenis gim edukasi. Pengertian gim edukasi adalah salah satu jenis media yang digunakan untuk memberikan pengajaran dalam bentuk permainan yang bertujuan untuk merangsang pemikiran dan meningkatkan konsentrasi melalui media yang unik dan menarik. Gim edukasi dihadirkan sebagai alat untuk bisa memotivasi pemain dan mendorong pemain dalam mengikuti peraturan permainan dengan tepat yang berguna untuk mengembangkan kemampuan pemain tersebut [16]. Dalam hal ini, gim edukasi tidak hanya menghibur tetapi juga bisa memberikan manfaat yang berarti dalam proses pembelajaran.

2.3. *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) merupakan suatu teknologi yang menggabungkan elemen dunia nyata dengan dunia virtual [17].

Selain itu, AR juga menampilkan interaksi yang responsif dalam waktu nyata, serta dapat menghadirkan objek animasi tiga dimensi [18].

AR memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata dengan objek virtual yang ditempelkan atau digabungkan dengan dunia nyata. Sehingga, elemen-elemen virtual seperti gambar, suara, atau animasi bisa ditampilkan secara langsung dalam waktu nyata melalui perangkat seperti *smartphone*, *tablet*, atau kacamata khusus. Oleh karena itu, AR melengkapi realitas, bukan sepenuhnya menggantikannya.

Kelebihan yang dimiliki oleh AR adalah pengguna bisa merasakan pengalaman serta pemahaman yang lebih mendalam terhadap suatu informasi yang ingin disampaikan. Secara umum, cara kerja dari AR yaitu menggabungkan objek virtual ke dunia nyata, yang mana hal ini berlawanan dengan *Virtual Reality* (VR) yang menggabungkan objek nyata ke dunia virtual. Melalui penggabungan objek virtual ke dunia nyata, AR berpotensi untuk menciptakan dunia semi-realistis yang memungkinkan pengguna merasakan petualangan imersif melalui berbagai teka-teki atau tantangan yang dihadirkan [19].

Dengan kemampuannya untuk menyatukan dunia maya dan dunia nyata secara harmonis, AR membuka berbagai peluang baru dalam berbagai

bidang seperti pendidikan, bisnis, hiburan, dan lain-lain.

2.4. *Escape Room*

Menurut Park dan Kim, dunia *escape room* adalah dunia virtual di mana seorang individu atau dua orang atau lebih pengguna mencari petunjuk tersembunyi dalam ruang virtual, bergerak ke area atau ruang berikutnya, dan siapa pun yang melarikan diri ke titik akhir terlebih dahulu menjadi pemenang [13].

Tidak ada komponen permainan atau aturan lengkap yang ada pada dunia *escape room*. Aturan dasar dari *escape room* adalah peserta dikunci dalam ruangan tertentu (misalnya, ruang kelas atau museum), dan petunjuk akan disembunyikan dalam peralatan yang ditempatkan di ruang tersebut (misalnya, loker, monitor TV, dan lain-lain). Selanjutnya, pemain perlu menyelesaikan teka-teki dengan menemukan petunjuk yang tersembunyi di dalam suatu ruangan, dan kemudian menggunakan jawaban akhir yang diperoleh dari penyelesaian teka-teki tersebut untuk bisa melarikan diri dari ruangan. Proses menemukan petunjuk pada *escape room* dapat dikembangkan dalam bentuk pertanyaan pilihan ganda atau dalam berbagai bentuk seperti pelarian dari labirin.

Secara garis besar, konsep *escape room* melibatkan tantangan berbasis narasi yang menggunakan teka-teki, tugas, dan batas waktu yang telah ditentukan, sehingga permainan *escape room* memiliki efek positif pada kemampuan pemecahan masalah, kreativitas pemain, kemampuan imajinasi pemain, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan lainnya seperti kepemimpinan dan komunikasi [20].

Oleh karena itu, *escape room* memiliki potensi yang cukup besar dalam bidang pendidikan karena dapat memberikan berbagai manfaat yang signifikan bagi pemain dalam mengembangkan keterampilannya.

2.5. Unity

Unity adalah salah satu *game engine* yang populer dikalangan pengembang gim saat ini, yang mana Unity merupakan sebuah produk dari Unity Technologies yang berdiri pada tahun 2004 oleh David Helgason di Copenhagen, Denmark [21].

Pada awal kemunculannya, Unity memiliki banyak sekali kekurangan yang dirasakan oleh para pengembang gim, sehingga Unity melakukan perbaikan dengan meluncurkan Unity 3D versi terbaru yaitu Unity 2.0 pada tahun 2007. Selanjutnya, pada tahun 2010 Unity merilis versi terbarunya yaitu Unity 3.0 yang mendukung untuk mengembangkan gim komputer dan gim konsol. Saat ini, Unity diluncurkan tidak hanya untuk bisa mengembangkan gim pada platform komputer dan konsol saja, tetapi juga untuk 25 lebih platform di berbagai perangkat, termasuk perangkat *mobile*, komputer, konsol, TV, *Virtual Reality* (VR), *Augmented Reality* (AR), dan *website*.

2.6. C#

Bahasa pemrograman C# (dibaca: C Sharp) merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang dikembangkan oleh Microsoft sebagai bagian dari .NET Framework [22].

C# dirancang untuk meningkatkan produktivitas, fleksibilitas, dan kemudahan penggunaan dibandingkan dengan bahasa pemrograman sebelumnya seperti Visual Basic, Java, dan C++ [23].

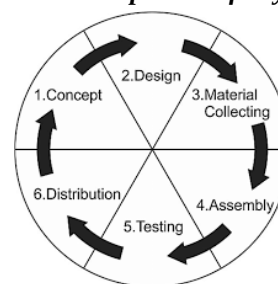
C# dapat digunakan untuk pengembangan gim dan mendukung integrasi dengan Unity, maka dari itu bahasa pemrograman ini dapat digunakan untuk membangun berbagai jenis gim dalam arsitektur Unity. Dalam Unity, C# digunakan untuk scripting dan memudahkan manipulasi objek, seperti rotasi, skala, duplikasi, penghapusan, serta perubahan properti melalui skrip. Variabel yang didefinisikan dalam skrip dapat ditampilkan di *Inspector* dan bisa melihat atau mengubah nilainya langsung di *Inspector* tanpa harus mengubah kode.

2.7. EasyAR Sense SDK

EasyAR adalah platform pengembangan *Augmented Reality* (AR) yang menyediakan alat dan *Software Development Kit* (SDK) untuk mempermudah pengembangan aplikasi AR. Melalui EasyAR, pengembang dapat menghadirkan pengalaman AR yang interaktif dan realistis tanpa perlu membangun teknologi AR dari awal [24].

Platform ini menawarkan berbagai fitur, seperti pelacakan gambar (*image tracking*), pelacakan permukaan (*surface tracking*), pelacakan wajah (*face tracking*), pelacakan objek 3D (*object tracking*), pemetaan ruang (SLAM), *cloud recognition service*, serta dukungan integrasi lintas platform. Dengan penggabungan EasyAR Sense SDK dengan Unity, pengembang dapat menciptakan berbagai jenis aplikasi AR, termasuk permainan, simulasi, panduan tur virtual, dan lain-lain.

2.8. Multimedia Development Life Cycle (MDLC)



Gambar 1. Tahapan Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC)

Multimedia Development Life Cycle (MDLC) merupakan salah satu metode yang diterapkan untuk pengembangan atau pembuatan aplikasi multimedia. Menurut Sutopo, metode pengembangan multimedia terdiri dari enam tahapan, yaitu tahapan concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution [25].

Alur dari keenam tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Metode ini dapat diterapkan untuk pengembangan sistem pada aplikasi multimedia karena beberapa tahapan dapat saling bertukar posisi sesuai dengan kebutuhan penelitian. Penjelasan dari setiap tahapan pada MDLC adalah sebagai berikut [26].

- a. *Concept*: Tahap merumuskan tujuan dari aplikasi yang dikembangkan dan menentukan pengguna. Perumusan tujuan mencakup identifikasi pengguna, jenis aplikasi, tujuan pengembangan aplikasi, serta masalah umum lainnya.
- b. *Design*: Tahap mengidentifikasi spesifikasi yang dikembangkan berkaitan dengan arsitektur, penampilan, style, dan penentuan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan aplikasi.
- c. *Material collecting*: Tahap di mana pengembang mengumpulkan materi yang diperlukan untuk membangun aplikasi. Materi yang dikumpulkan dapat berupa teks, gambar, audio, video, animasi, objek 3D, dan konten atau materi lain yang diperlukan.
- d. *Assembly*: Tahap di mana pengembang akan membuat aplikasi dari konten dan materi yang telah dikumpulkan pada tahap material collecting.
- e. *Testing*: Tahap ini ditujukan untuk memastikan apakah aplikasi dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.
- f. *Distribution*: Apabila sistem dianggap layak untuk digunakan, maka aplikasi bisa didistribusikan. Distribusi dilakukan dengan mengemasnya ke dalam format yang dapat digunakan oleh pengguna untuk dimasukkan ke dalam media penyimpanan sehingga aplikasi siap untuk dijalankan.

2.9. GUESS-18

The Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS) adalah alat pengujian dengan 55 item yang menilai sembilan subskala untuk menggambarkan kepuasan dalam bermain gim [27]. Item-item pada GUESS dinilai menggunakan skala Likert 7 poin (1 = Sangat Tidak Setuju hingga 7 = Sangat Setuju). GUESS memiliki sembilan subskala, antara lain sebagai berikut.

- a. *Usability/Playability*
- b. *Narratives*
- c. *Play Engrossment*
- d. *Enjoyment*
- e. *Creative Freedom*
- f. *Audio Aesthetics*
- g. *Personal Gratification*
- h. *Social Connectivity*
- i. *Visual Aesthetics*

Penghitungan skor subskala GUESS dilakukan dengan merata-ratakan item-item dalam subskala tersebut, dan skor keseluruhan dihitung dengan menjumlahkan skor subskala. Sejak dirilis, GUESS

telah digunakan di berbagai bidang seperti simulasi kesehatan, realitas campuran, interaksi sosial, dan permainan realitas virtual. Pengembangan GUESS mengikuti praktik terbaik dan menghasilkan alat pengujian yang serbaguna dan komprehensif untuk menilai pengalaman pengguna gim. Akan tetapi, mengisi 55 item bisa menjadi hal yang membosankan dalam situasi di mana penilaian berulang diperlukan. GUESS-18 merupakan versi ringkas dari skala GUESS yang asli [28].

Seperti versi lengkap GUESS, GUESS-18 menggunakan skala Likert 7 poin dengan titik penanda tanggapan di setiap poin penilaian (misalnya, 1 = Sangat Tidak Setuju, 5 = Cenderung Setuju, dan 7 = Sangat Setuju). Penilaian dalam setiap subskala dirata-ratakan untuk mendapatkan skor subskala dan skor gabungan kepuasan dalam bermain gim dapat diperoleh dengan menjumlahkan skor subskala. Untuk skor gabungan, nilai minimum adalah 9 dan nilai maksimum adalah 63. Terdapat satu item pada GUESS dan GUESS-18 yang perlu dibalik pernyataannya, yaitu "*I feel bored while playing the game*" dalam subskala *Enjoyment*.

3. METODE PENELITIAN

Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) karena memiliki tahapan yang sistematis dan dirancang khusus untuk pengembangan aplikasi multimedia seperti AR. Selain itu, metode ini fleksibel, memungkinkan evaluasi di setiap tahap, serta memastikan kualitas produk akhir yang interaktif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.1. Concept

Pada tahap ini, tujuan dan pemain dalam gim telah ditetapkan dengan jelas. Gim ini dirancang untuk bisa memberikan pengalaman belajar interaktif mengenai tindakan yang harus dilakukan dalam melakukan pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Pemain gim ini ditetapkan untuk satpam yang sedang bekerja di pabrik dan memiliki potensi akan bahaya kebakaran. Oleh karena itu, gim ini memiliki dua tipe pembelajaran utama yaitu pembelajaran teori dengan menerapkan konsep menjawab pertanyaan pilihan ganda dan pembelajaran praktik dengan menerapkan konsep *escape room*.

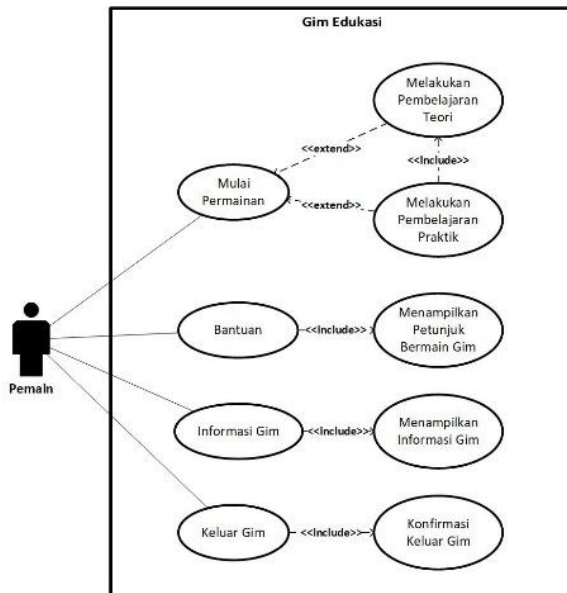
3.2. Design

Pada tahap ini, perancangan desain dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu desain umum, desain detail, dan desain teknis karena setiap bagian memiliki peran penting dalam memastikan pengembangan gim yang terstruktur.

3.2.1. Desain Umum

Pembelajaran teori yang dilakukan oleh pemain terdiri dari dua tahapan utama, yaitu pemain mempelajari teori terhadap suatu materi yang dipilih terlebih dahulu, setelah itu pemain akan menjawab

pertanyaan pilihan ganda berdasarkan materi yang telah dipelajari. Ini dirancang sebagai langkah awal sebelum memulai pembelajaran praktik, sehingga pemain dapat memahami teori terlebih dahulu sebelum menerapkannya dalam praktik. Dalam pembelajaran praktik, pemain berada di dalam sebuah *escape room* yang berisi berbagai teka-teki dan kuis.



Gambar 2. Use Case Diagram Gim Edukasi

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa pemain dapat melakukan beberapa kegiatan, seperti memulai permainan, bantuan, informasi gim, dan keluar gim. Use case mulai permainan dapat diperluas ke kegiatan melakukan pembelajaran teori dan kegiatan melakukan pembelajaran praktik, yang mana pemain dapat memilih diantara kedua jenis kegiatan tersebut. Namun untuk bisa melakukan pembelajaran praktik, pemain harus menyelesaikan pembelajaran teori terlebih dahulu. Oleh karena itu, terdapat hubungan *include* dari melakukan pembelajaran praktik ke melakukan pembelajaran teori, yang menunjukkan bahwa pembelajaran praktik juga mencakup kegiatan pembelajaran teori. Use case lain seperti bantuan, informasi gim, dan keluar gim masing-masing memiliki cakupan kegiatannya tersendiri.

3.2.2. Desain Detail

Tahap desain detail dilakukan dengan merinci desain umum yang sebelumnya telah disusun. Pada tahap ini, seluruh elemen dalam gim dirancang secara detail, termasuk pertanyaan pilihan ganda untuk pembelajaran teori, pertanyaan esai singkat untuk pembelajaran praktik, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam pembelajaran praktik, mode *escape room*, mode misteri, narasi gim, serta teka-teki dalam *escape room*. Selain itu, perancangan juga mencakup instruksi permainan, petunjuk untuk membantu pemain menjawab teka-teki, penentuan lokasi *escape*

room, serta penentuan peralatan yang dibutuhkan dalam *escape room*.

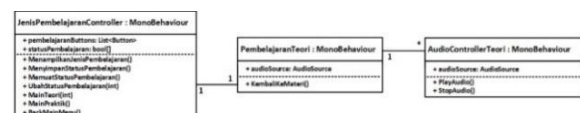


Gambar 3. Ruang Tamu yang belum diubah menjadi *Escape Room*

Pada Gambar 3, terlihat ruang tamu yang belum diubah menjadi *escape room*. Ruang tamu ini akan diubah menjadi ruang penuh misteri dengan dekorasi lukisan-lukisan abstrak dan berbagai barang yang akan disesuaikan untuk menciptakan suasana misterius. Sesuai dengan tujuan pembelajaran yang berfokus pada peningkatan keterampilan individual, luas ruang tamu sudah memadai untuk memungkinkan satu pemain bergerak leluasa di dalamnya.

3.2.3. Desain Teknis

Struktur sistem pada gim ini disesuaikan dengan kebutuhan dari EasyAR Sense SDK yang digunakan agar AR *markerless* untuk pembelajaran teori dan *marker* berbasis gambar untuk pembelajaran praktik dapat berjalan dengan baik. Pada desain teknis, struktur sistem dalam gim disajikan dalam bentuk *class diagram*. *Class diagram* adalah jenis diagram dalam UML yang digunakan untuk memodelkan struktur sistem dengan menunjukkan kelas-kelas yang ada, atribut dan metodenya, serta hubungan antar kelas. Berdasarkan Gambar 4, terlihat salah satu *class diagram* untuk *update* jenis materi pembelajaran berdasarkan class PembelajaranTeori.



Gambar 4. Class Diagram Jenis Materi Pembelajaran

3.3. Material Collecting

Dalam pengembangan gim edukasi ini, terdapat tiga jenis bahan yang diperlukan, yaitu gambar, objek 3D, dan musik. Pengumpulan bahan dapat dilakukan dengan dua cara berdasarkan kebutuhannya, yaitu mengambil bahan dari internet dan mengubahnya sesuai kebutuhan, atau membuat bahan baru secara langsung. Untuk bahan gambar, dapat diciptakan menggunakan *software* Adobe Photoshop. Sedangkan

untuk bahan objek 3D, dapat dibuat menggunakan *software* Blender. Oleh karena itu, tahap *material collecting* dapat membantu untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik serta mudah dipahami bagi pemain melalui material yang dihadirkan.

3.4. Assembly

Pada tahap ini, penggunaan platform Unity menjadi platform utama dalam membangun gim edukasi ini. Unity dikenal sebagai lingkungan pengembangan yang kuat dan fleksibel untuk menciptakan berbagai jenis gim, termasuk gim dengan teknologi AR. Oleh karena itu, EasyAR Sense SDK digunakan dalam pengembangan AR untuk gim edukasi agar dapat berjalan dengan baik pada berbagai jenis perangkat Android.

3.5. Testing

Tahap *testing* merupakan bagian penting dalam pengembangan gim edukasi untuk memastikan bahwa gim yang dikembangkan tidak hanya berfungsi dengan baik tetapi juga memberikan pengalaman yang optimal bagi pengguna. Pengujian GUESS-18 pada tahap *testing* dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi dari pembelajaran teori dan praktik dalam gim edukasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kepuasan pemain dalam pengalaman bermain gim dengan cara mengevaluasi berbagai aspek yang mempengaruhi pengalaman tersebut. Beberapa aspek yang akan dinilai mencakup subskala, *Usability/Playability*, *Narratives*, *Play Engrossment*, *Enjoyment*, *Creative Freedom*, *Audio Aesthetics*, *Personal Gratification*, dan *Visual Aesthetics*. Pada pengujian ini, subskala *Social Connectivity* tidak diambil karena gim ini dirancang untuk dimainkan oleh satu pemain dan bukan sebagai gim *multiplayer*.

Pada pengujian ini hanya menggunakan delapan subskala, sehingga nilai terendah adalah 8 dan nilai tertinggi adalah 56 untuk seluruh subskala. Oleh karena itu, diperoleh skala interval dalam bentuk persentase untuk nilai dari keseluruhan subskala pada GUESS-18. Skala ini dibagi menjadi lima kategori, dimana setiap kategori adalah 20%. Berikut adalah rumusnya.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Nilai Aktual} - \text{Nilai Minimum}}{\text{Nilai Maksimum} - \text{Nilai Minimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Adapun rentang skala untuk setiap kategori dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interval Keseluruhan GUESS-18

Rentang Nilai	Hasil
0% - 20%	Sangat Kurang
21% - 40%	Kurang
41% - 60%	Cukup
61% - 80%	Baik
81% - 100%	Sangat Baik

3.6. Distribution

Tahap distribusi merupakan langkah akhir dalam pengembangan gim edukasi. Pada tahap ini, gim yang telah selesai melalui berbagai proses pengembangan dan pengujian siap untuk disebarluaskan kepada pengguna. Hasil utama dari tahap distribusi adalah pembuatan *file .apk*, yang merupakan format aplikasi untuk perangkat Android. *File .apk* ini memungkinkan gim edukasi untuk diinstal dan dijalankan pada perangkat pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tipe Marker Augmented Reality

Gim edukasi ini menggunakan 17 jenis *marker* berbasis AR yang berfungsi sebagai elemen interaktif dalam pembelajaran praktik. *Marker* ini dikategorikan menjadi tiga fungsi utama:

- menampilkan pertanyaan dan teka-teki
- memberikan petunjuk jawaban, serta
- menampilkan objek penting seperti Alat Pemadam Api Ringan, sumber api, dan brankas.

Setiap *marker* memungkinkan pemain untuk berinteraksi dengan lingkungan *escape room* guna mengasah keterampilan pemecahan masalah dan pemahaman konsep keselamatan kebakaran. Gambar 5 menunjukkan salah satu *marker* yang digunakan untuk menampilkan petunjuk jawaban.

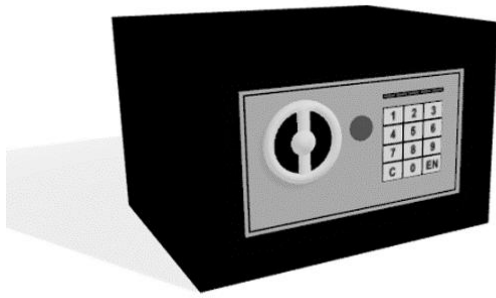


Gambar 5. Salah Satu Marker AR

4.2. Aset Objek 3D

Objek 3D yang diterapkan dalam gim dikembangkan menggunakan Blender berdasarkan referensi dari internet yang kemudian dimodifikasi sesuai kebutuhan. Aset ini terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu objek untuk pembelajaran teori (contoh: segitiga api, animasi evakuasi kebakaran) dan objek untuk pembelajaran praktik (contoh: brankas, objek tanda tanya, serta objek informasi petunjuk). Penggunaan objek 3D ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan pemain dengan simulasi

yang lebih realistis. Gambar 6 menampilkan objek 3D brankas yang digunakan dalam pembelajaran praktik.



Gambar 6. Objek 3D Brankas

4.3. Escape Room

Perancangan *escape room* untuk pembelajaran praktik dilakukan dengan mengacu pada denah ruangan yang telah disusun. Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa ruang tamu dihiasi dengan lukisan-lukisan yang tidak semuanya berfungsi sebagai *marker*. Oleh karena itu, pemain diharuskan mengamati lingkungan sekitar dengan cermat untuk bisa menemukan pertanyaan dan petunjuk jawaban yang tersembunyi di antara lukisan pada dinding ruangan. Selain itu, berbagai barang di ruang tamu telah disusun sedemikian rupa untuk mendukung atmosfer misterius bagi pemain. Dengan perpaduan elemen-elemen tersebut, *escape room* ini dirancang tidak hanya sebagai permainan, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran yang interaktif dan menantang bagi pemain karena mengasah keterampilan pemecahan masalah.



Gambar 7. Ruang Tamu yang telah diubah menjadi *Escape Room*

4.4. Tampilan Gameplay

Alur *gameplay* pada gim edukasi ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu pembelajaran teori yang memiliki empat jenis materi pembelajaran dan pembelajaran praktik yang berfokus pada penggunaan APAR saat pemain terjebak di *escape room*.



Gambar 8. *Gameplay* Awal Pembelajaran Teori

Gambar 8 menunjukkan tampilan *gameplay* saat pemain memilih materi pembelajaran teori. Pada materi ini pemain cukup mengarahkan kameranya ke lantai di lokasi mereka untuk menampilkan objek 3D. Setelah itu, pemain harus membaca seluruh deskripsi materi sebelum dapat melanjutkan ke sesi menjawab pertanyaan pilihan ganda. Langkah ini bertujuan sebagai konfirmasi agar pemain memahami materi sebelum menjawab pertanyaan.

Gim menampilkan tombol lanjut setelah pemain menggulir hingga akhir deskripsi materi pembelajaran, dimana tombol tersebut akan memunculkan pertanyaan pilihan ganda. Soal pilihan ganda ini terdiri dari lima pertanyaan dengan tiga opsi jawaban. Pemain dapat melanjutkan ke materi berikutnya jika menjawab satu pertanyaan dengan benar.

Gambar 9 menunjukkan tampilan *gameplay* saat pemain memilih materi pembelajaran praktik. Gim memunculkan objek 3D tanda tanya ketika gim berhasil mendeteksi *marker* pertanyaan teka-teki atau kuis. Objek 3D yang ditampilkan sebagai penanda bahwa lukisan tersebut berisi pertanyaan.



Gambar 9. *Gameplay* Pembelajaran Praktik Deteksi *Marker* Pertanyaan

Mekanisme serupa juga diterapkan pada *marker* informasi petunjuk. Dengan demikian, pemain perlu menjelajahi *escape room* untuk menemukan berbagai petunjuk yang dapat membantu pemain keluar dari ruangan.



Gambar 10. *Gameplay* Pembelajaran Praktik Brankas dan Benda Lainnya Terbakar

Gambar 10 menunjukkan kondisi ketika brankas dan barang-barang lainnya masih terbakar. Oleh karena itu, pemain perlu memadamkan api di sekitar brankas terlebih dahulu sebelum memadamkan api pada brankas.

4.5. Hasil Pengujian GUESS-18

Pengujian GUESS-18 melibatkan 30 responden yang bekerja sebagai satpam di lingkungan industri. Dalam proses perhitungan untuk pengujian ini, setiap subskala terdiri dari dua pertanyaan, dimana nilai dari kedua pertanyaan tersebut dirata-ratakan untuk mendapatkan skor subskala bagi masing-masing responden. Dengan total delapan subskala, langkah ini dilakukan untuk setiap responden secara individu. Setelah semua responden memperoleh nilai untuk setiap subskala, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata dari nilai subskala masing-masing responden. Hasil akhir dari proses ini adalah nilai rata-rata untuk setiap subskala dari seluruh responden.

Tabel 2. Hasil Pengujian Setiap Subskala GUESS-18

No	Subskala	Rata-rata
1	<i>Usability/Playability</i>	5.483
2	<i>Narratives</i>	5.183
3	<i>Play Engrossment</i>	5.333
4	<i>Enjoyment</i>	5.8
5	<i>Creative Freedom</i>	5.7
6	<i>Audio Aesthetics</i>	5.2
7	<i>Personal Gratification</i>	5.683
8	<i>Visual Aesthetics</i>	5.683
Total rata-rata:		44.066

Berdasarkan rata-rata nilai ke seluruh subskala pada GUESS-18 yang ada dalam Tabel 2, diketahui bahwa subskala *Enjoyment* dan *Creative Freedom* memiliki rata-rata tertinggi, sementara subskala *Narratives* dan *Audio Aesthetics* memiliki rata-rata terendah.

$$\text{Persentase} = \frac{44-8}{56-8} \times 100\% = 75\% \quad (2)$$

Persentase yang diperoleh adalah 75%, yang menunjukkan bahwa mayoritas responden menilai gim

edukasi ini baik dalam menyampaikan materi untuk pembelajaran teori serta pembelajaran praktik. Hal ini menunjukkan bahwa gim edukasi dapat berperan sebagai media pembelajaran yang interaktif dan menarik bagi pengguna melalui penerapan konsep *escape room* dan teknologi *Augmented Reality*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa gim edukasi berbasis *Augmented Reality* dan *escape room* dapat menjadi metode yang efektif dalam pelatihan penanggulangan kebakaran. Gim ini dirancang dengan membagi pembelajaran menjadi dua tahap, yaitu teori dan praktik, di mana pembelajaran teori menerapkan teknologi *markerless*, sementara pembelajaran praktik menggunakan *escape room* dengan *marker* berbasis gambar untuk simulasi penggunaan APAR. Hasil implementasi menunjukkan bahwa gim dapat berjalan dengan baik pada berbagai perangkat Android dengan memanfaatkan Unity dan EasyAR Sense SDK.

Secara keseluruhan, gim edukasi ini berhasil mengintegrasikan teknologi AR dengan konsep *escape room* untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif. Namun, masih terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan, seperti aspek narasi sebaiknya dibuat lebih interaktif dengan menambahkan pilihan keputusan dalam gim yang dapat berpengaruh pada narasi akhir, serta untuk aspek audio dapat ditambahkan variasi suara atau efek yang lebih menarik untuk bisa meningkatkan pengalaman bermain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. K. Nento, B. P. Asmara, and I. Z. Nasibu, "Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–18, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i1.8339.
- [2] S. Ramli, *MANAJEMEN KEBAKARAN*, Pertama. Jakarta, Indonesia: PT. Dian Rakyat, 2010.
- [3] T. H. Saefudin, R. I. Rosihan, Sumanto, and V. E. Wiryawanti, "Sosialisasi K3 tentang Bahaya Kelistrikan dan Kebakaran pada Desa Kedung Pengawas, Babelan, Kab. Bekasi," *J. Sains Teknol. dalam Pemberdaya. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–50, 2020, doi: 10.31599/jstpm.v1i1.161.
- [4] L. Firdani, B. Kurniawan, M. Bagian Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, and S. Pengajar Bagian Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan, "Analisis Penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Di PT. X Pekalongan," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 2, no. 5, pp. 300–308, 2014.
- [5] I. Zanuar Ashary, B. Kurniawan, and B. Widjasena, "Analisis Sistem Tanggap Darurat Kebakaran di Area Produksi Industri Kimia PT. X Tahun 2015," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 3, no. 3,

- pp. 437–446, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [6] S. Sudahnan, “Kewenangan Satpam Sebagai Tenaga Keamanan Di Perusahaan,” *Perspektif*, vol. 16, no. 3, p. 140, 2011, doi: 10.30742/perspektif.v16i3.78.
- [7] H. L. Tsany, V. K. Nabila, F. S. Nurfadhilah, and M. L. Ashari, “Pelatihan Simulasi Tanggap Darurat Kebakaran Di Perusahaan Galangan Kapal Surabaya,” *J. Student Res.*, vol. 1, no. 6, pp. 465–471, 2023.
- [8] R. E. Randiani and H. B. Dirgantara, “Pembangunan Gim Edukasi Peraturan Lalu Lintas Kawasan Ganjil Genap di Jakarta Berbasis Android,” *J. Buana Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 36–46, 2020, doi: 10.24002/jbi.v11i1.2943.
- [9] P.-M. Noemí and S. H. Máximo, “Educational Games for Learning,” *Univers. J. Educ. Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 230–238, 2014, doi: 10.13189/ujer.2014.020305.
- [10] H. K. Wu, S. W. Y. Lee, H. Y. Chang, and J. C. Liang, “Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education,” *Comput. Educ.*, vol. 62, pp. 41–49, 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.024.
- [11] A. Z. Prabowo, K. I. Satoto, and K. T. Martono, “Perancangan dan Implementasi Augmented Reality sebagai Media Promosi Penjualan Perumahan,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 161–170, 2015, doi: 10.14710/jtsiskom.3.1.2015.161-170.
- [12] F. Wild, L. Marshall, J. Bernard, E. White, and J. Twycross, “Unbody: A poetry escape room in augmented reality,” *Inf.*, vol. 12, no. 8, 2021, doi: 10.3390/info12080295.
- [13] S. Park and S. Kim, “Identifying World Types to Deliver Gameful Experiences for Sustainable Learning in the Metaverse,” *Sustain.*, vol. 14, no. 3, 2022, doi: 10.3390/su14031361.
- [14] A. A. Yunanto, D. A. Fitriana, M. F. Mukhti, M. Kristania, and N. Nadhif, “Aplikasi Edukasi Pengenalan Profesi Pemadam Kebakaran Berbasis Augmented Reality,” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 3, p. 288, 2020, doi: 10.32493/informatika.v5i3.6539.
- [15] D. Paes et al., “Optical see-through augmented reality fire safety training for building occupants,” *Autom. Constr.*, vol. 162, no. May 2023, p. 105371, 2024, doi: 10.1016/j.autcon.2024.105371.
- [16] Eva Handriyanti, “Permainan Edukatif (Educational Games) Berbasis Komputer untuk Siswa Sekolah Dasar,” *Konf. dan Temu Nas. Teknol. Inf. dan Komun. untuk Indones.*, vol. 2009, no. June 2022, pp. 130–135, 2022.
- [17] J. R. Vallino, “Interactive Augmented Reality,” *University of Rochester*, 1998.
- [18] R. T. Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.
- [19] A. Voreopoulou, S. Mystakidis, and A. Tsinakos, “Augmented Reality Escape Classroom Game for Deep and Meaningful English Language Learning,” *Computers*, vol. 13, no. 1, 2024, doi: 10.3390/computers13010024.
- [20] M. Grande-de-Prado, S. García-Martín, R. Baelo, and V. Abella-García, “Edu-Escape Rooms,” *Encyclopedia*, vol. 1, no. 1, pp. 12–19, Dec. 2020, doi: 10.3390/encyclopedia1010004.
- [21] M. Saefudin and S. Sudjiran, “Penerapan Perangkat Lunak Unity Dalam Pengembangan Aplikasi Game Dua Dimensi Berbasis Android,” *J. Ilm. SIKOMTEK*, vol. 13, no. 1, pp. 9–16, 2023, [Online]. Available: https://sikomtek.jakstik.ac.id/index.php/jurnalsi_komtek/article/view/28
- [22] W. J. Mekel, S. R. U. A. Sompie, and B. A. Sugiarso, “Rancang Bangun Game 3D Pertahanan Kerajaan Bowontehu,” *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 4, pp. 455–464, 2019.
- [23] Jeprianto and Widiyanto, “Sistem Informasi Perancangan Kartu Anggota Perpustakaan Secara Online Berbasis Android Pada Dinas Perpustakaan Dan Kearsipan Kab Pringsewu,” *SEAT J. Softw. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2023, [Online]. Available: <https://journal.instidla.ac.id/index.php/seat/article/view/172>
- [24] M. R. T. Utama and A. Pramono, “IMPLEMENTASI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PROMOSI DAN PENGENALAN DATA CENTER PADA PT. OMADATA PADMA INDONESIA DENGAN METODE SURFACE TRACKING,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 6, pp. 11922–11930, 2024.
- [25] A. H. Sutopo, *MULTIMEDIA INTERAKTIF DENGAN FLASH, Pertama*. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2003.
- [26] I. Ahmad, Y. Rahmanto, D. Pratama, and R. I. Borman, “Development of augmented reality application for introducing tangible cultural heritages at the lampung museum using the multimedia development life cycle,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 13, no. 2, pp. 187–194, 2021, doi: 10.33096/ilkom.v13i2.859.187-194.
- [27] M. H. Phan, J. R. Keebler, and B. S. Chaparro, “The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS),” *Hum. Factors*, vol. 58, no. 8, pp. 1217–1247, 2016, doi: 10.1177/0018720816669646.
- [28] J. R. Keebler et al., “Validation of the GUESS-18: A Short Version of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS),” *J. Usability Stud.*, vol. 16, no. 1, p. 49, 2020, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:231646811>