

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bencana alam merupakan peristiwa yang dapat terjadi kapan saja dan menimbulkan berbagai dampak terhadap kehidupan manusia [1]. Salah satu bencana alam yang sering terjadi dan memiliki tingkat risiko tinggi adalah gempa bumi [2]. Pelatihan evakuasi gempa bumi secara konvensional umumnya dilakukan melalui simulasi fisik secara langsung di lapangan, baik dalam bentuk latihan rutin di sekolah, perkantoran, maupun kawasan permukiman. Namun, pendekatan ini menghadapi sejumlah kendala yang membuat pelaksanaannya menjadi kurang efisien. Latihan evakuasi nyata memerlukan biaya operasional yang tidak sedikit, mulai dari penyediaan fasilitas, koordinasi banyak pihak, hingga waktu pelaksanaan yang dapat mengganggu aktivitas normal peserta. Selain itu, simulasi fisik secara langsung berisiko menimbulkan kecelakaan ataupun cedera bagi peserta apabila skenario yang diperagakan tidak dikendalikan dengan baik, sehingga membatasi tingkat realisme situasi darurat yang sesungguhnya dapat dihadirkan. Kondisi ini mendorong perlunya pendekatan alternatif yang lebih aman, efisien, dan dapat dilakukan secara berulang tanpa keterbatasan tersebut [3].

Pelatihan evakuasi konvensional melalui simulasi fisik (*fire/evacuation drill*) umumnya menghadapi keterbatasan signifikan. Efektivitas *drill* sulit diukur secara objektif dan belum banyak bukti yang menunjukkan manfaat pelatihan tersebut bersifat berkelanjutan [4]. Selain itu, *drill* konvensional memerlukan biaya dan waktu yang besar karena dapat mengganggu rutinitas aktivitas peserta, serta tidak mampu menghadirkan elemen bahaya secara nyata seperti asap maupun api, sehingga perilaku evakuasi yang ditunjukkan peserta saat *drill* cenderung berbeda dengan perilaku saat keadaan darurat sesungguhnya [5].

Permasalahan lain muncul dari aspek pengambilan keputusan peserta saat menghadapi situasi darurat. Kondisi gempa bumi yang sesungguhnya umumnya disertai tekanan psikologis, kepanikan, dan ketidakpastian yang tinggi sehingga menyulitkan seseorang dalam mengambil keputusan secara tepat dan cepat [6, 7]. Latihan evakuasi konvensional yang hanya dilakukan sesekali dan dalam waktu terbatas juga belum mampu memberikan pengalaman berulang yang dibutuhkan masyarakat untuk benar-benar memahami jalur evakuasi serta prosedur

penyelamatan diri secara matang. Kondisi ini menunjukkan bahwa diperlukan media alternatif yang mampu menghadirkan simulasi evakuasi secara berulang, aman, dan minim risiko, namun tetap memberikan pengalaman yang mendekati situasi darurat yang sebenarnya.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas gempa bumi yang tinggi karena berada di pertemuan Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik serta dilalui jalur *Ring of Fire*. Kondisi ini menyebabkan gempa bumi sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia. Hal tersebut juga tercermin dalam *Katalog Gempabumi Merusak Indonesia Tahun 1821-2025* yang diterbitkan BMKG, yang mendokumentasikan kejadian gempa merusak beserta dampaknya sebagai acuan dalam upaya mitigasi dan pengurangan risiko bencana [8]. Oleh karena itu, masyarakat perlu memiliki pengetahuan dan kesiapsiagaan yang memadai dalam menghadapi gempa bumi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui simulasi evakuasi berbasis media pembelajaran interaktif agar masyarakat dapat memahami prosedur penyelamatan diri dan jalur evakuasi dengan lebih baik.

Perkembangan teknologi komputer yang pesat telah mendorong transformasi penggunaan *game*, tidak hanya sebagai media hiburan tetapi juga sebagai sarana edukasi dan simulasi [9, 10]. Teknologi grafis berbasis tiga dimensi (3D) memungkinkan pembelajar untuk memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif dan realistis, sebagaimana ditunjukkan pada berbagai penelitian simulasi bencana berbasis realitas virtual [11, 12]. Pengembangan simulasi berbasis komputer juga mulai diterapkan secara luas dalam skenario evakuasi bencana untuk membantu masyarakat memahami prosedur keselamatan secara lebih terstruktur dan berulang [13, 14].

Penggunaan *game* sebagai media pembelajaran memiliki beberapa keunggulan signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. *Game* mampu meningkatkan minat dan keterlibatan pengguna karena adanya interaksi langsung secara *real-time* selama proses pembelajaran [15]. Selain itu, simulasi berbasis 3D mampu memberikan gambaran situasi darurat yang lebih akurat sehingga prosedur keselamatan dan evakuasi dapat dipahami dengan lebih baik. Melalui pendekatan ini, proses latihan dapat dilakukan secara berulang tanpa memerlukan biaya besar maupun risiko fisik yang umumnya terjadi pada simulasi nyata. Kendati menawarkan visualisasi lingkungan yang informatif, efektivitas sistem ini pada platform *desktop* konvensional masih menyisakan sejumlah batasan dalam aspek interaksi dan navigasi [16, 17].

Dalam merancang elemen gamifikasi pada aplikasi simulasi evakuasi

ini, dipilih metode *6D Framework* yang dikembangkan oleh Werbach dan Hunter [18]. Penelitian sejenis pada media edukasi mitigasi bencana di Indonesia umumnya menggunakan pendekatan yang berbeda, seperti *MDA Framework (Mechanic, Dynamic, Aesthetic)* yang berfokus pada analisis mekanik permainan, dinamika interaksi, serta estetika pengalaman bermain [19], maupun metodologi pengembangan perangkat lunak konvensional seperti *Waterfall*, *System Development Life Cycle (SDLC)*, *Design Thinking*, dan *Game Development Life Cycle (GDLC)*. Metodologi-metodologi tersebut umumnya berfokus pada tahapan teknis pembangunan aplikasi (analisis, desain, implementasi, pengujian) atau pada eksplorasi kebutuhan pengguna secara umum, tetapi tidak menyediakan tahapan eksplisit untuk merancang elemen motivasi, siklus keterlibatan (*activity loop*), maupun elemen kesenangan (*fun*) yang menjadi inti dari pendekatan gamifikasi [20, 21].

6D Framework dipilih karena keenam tahapannya secara eksplisit menempatkan penyelarasan antara tujuan edukasi dan karakteristik pengguna sejak awal perancangan, mulai dari penetapan tujuan hingga pemilihan alat gamifikasi yang sesuai [18]. Pendekatan ini telah banyak diadopsi pada berbagai konteks pembelajaran lain dan terbukti efektif dibandingkan kerangka gamifikasi lainnya [22, 23]. Rincian keenam tahapan tersebut dijelaskan lebih lanjut pada Bab 2. Dengan pendekatan ini, proses perancangan tidak hanya berfokus pada aspek teknis maupun estetika permainan, tetapi juga memastikan bahwa setiap elemen gamifikasi yang dirancang selaras dengan tujuan edukasi mitigasi bencana serta kebutuhan dan karakteristik penggunanya.

Meskipun *game* 3D berbasis komputer (*desktop serious games*) menawarkan berbagai keunggulan visual, pengembangannya masih menghadapi tantangan yang belum terselesaikan secara optimal [24]. Sebagian besar *game* simulasi evakuasi saat ini cenderung menyajikan lingkungan yang memiliki keterbatasan dalam mensimulasikan evakuasi, yang sering kali memicu penumpukan (*bottleneck*) di salah satu jalur keluar akibat distribusi rute yang tidak merata [25]. Selain itu, keterbatasan sudut pandang pada layar monitor konvensional juga berpotensi menurunkan tingkat kesadaran situasional (*situational awareness*) pengguna saat menavigasi ruang virtual yang kompleks [26]. Keterbatasan lainnya terletak pada aspek desain *gameplay*, di mana simulasi edukasi sering kali kehilangan daya tarik karena tidak menyediakan skenario adaptif yang memicu pengguna untuk berpikir objektif, berakibat pada rendahnya motivasi mandiri pengguna untuk mengulang permainan tersebut [27].

Indeks Risiko Bencana Indonesia juga menegaskan pentingnya penguatan kapasitas kesiapsiagaan di tingkat hilir melalui edukasi kebencanaan yang masif [28]. Oleh karena itu, *game* dapat dimanfaatkan secara krusial sebagai media simulasi dalam pembelajaran mitigasi bencana tersebut. Melalui simulasi berbasis 3D, pengguna dapat mempelajari prosedur evakuasi, mengenali jalur penyelamatan, serta memahami tindakan penyelamatan diri saat kondisi darurat terjadi secara aman. Dalam proses pengembangannya, aplikasi simulasi ini memerlukan pendekatan perancangan yang terstruktur agar elemen edukasi dan mekanik permainan dapat berjalan seimbang serta sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sementara itu, implementasi Unity sebagai *game engine* utama dipilih karena kemampuannya yang andal dalam membangun arsitektur lingkungan virtual 3D yang interaktif [29]. Guna mengatasi keterbatasan lingkungan yang statis, teknologi NavMesh Agent diintegrasikan untuk mengontrol pergerakan karakter secara dinamis dan adaptif dalam menghindari rintangan di dalam lingkungan virtual 3D [30]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun aplikasi simulasi evakuasi gempa bumi berbasis 3D menggunakan metode *6D Framework*, Unity 3D, dan NavMesh Agent sebagai media edukasi mitigasi bencana yang interaktif dan realistis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis merumuskan beberapa permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi simulasi evakuasi gempa bumi yang menggunakan metode 6D Framework?
2. Bagaimana mengukur tingkat penerimaan pengguna terhadap simulasi evakuasi gempa bumi menggunakan metode evaluasi User Acceptance Test (UAT)?

1.3 Batasan Permasalahan

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Simulasi yang dikembangkan dibatasi pada skenario evakuasi gempa bumi di dalam ruangan (indoor), seperti gedung atau lingkungan kampus.

2. Aplikasi yang dikembangkan belum dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna berkebutuhan khusus atau penyandang disabilitas.
3. Perilaku NPC (*crowd behavior*) yang disimulasikan dibatasi pada pergerakan dasar berbasis NavMesh Agent, tanpa mencakup interaksi sosial antar-NPC, perilaku kelompok, maupun simulasi kepadatan kerumunan (*crowd density*) dalam skala besar.
4. Jumlah NPC yang disimulasikan dalam aplikasi dibatasi pada skala kecil/menengah (misalnya maksimal 15-20 NPC per level), sehingga tidak merepresentasikan kepadatan populasi gedung dalam skala nyata.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun aplikasi simulasi evakuasi gempa bumi berbasis 3D menggunakan metode 6D Framework.
2. Mengukur tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi simulasi evakuasi gempa bumi yang dikembangkan menggunakan metode User Acceptance Test (UAT).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang mengembangkan *serious game* berbasis gamifikasi untuk pelatihan kesiapsiagaan bencana, khususnya terkait penerapan 6D Framework sebagai metode perancangan gamifikasi pada media simulasi evakuasi bencana. Penelitian ini juga menghasilkan aplikasi simulasi yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif untuk mengenalkan prosedur keselamatan dan evakuasi gempa bumi kepada pengguna, tanpa memerlukan biaya dan risiko fisik seperti pada simulasi konvensional.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan adalah sebagai berikut:

1. Bab 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan penelitian yang dilaksanakan.

2. Bab 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan pustaka mengenai topik-topik yang menjadi landasan teori penelitian, meliputi Unity 3D, Gamifikasi, Simulasi Evakuasi Bencana, 6D Framework, Pembelajaran Berbasis Permainan (*Game-Based Learning*), *Knowledge Testing*, *User Acceptance Test* (UAT), Skala Likert, NavMesh Agent, dan *Unit Testing*.

3. Bab 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang mencakup alur penelitian secara umum (identifikasi masalah, studi literatur, perancangan aplikasi, pembangunan aplikasi, *testing* dan evaluasi, analisis hasil, serta penulisan laporan), perancangan aplikasi (struktur aplikasi, aset dan dokumen desain, tutorial, simulasi evakuasi, sistem panik, prosedur *Drop, Cover, and Hold On*, serta *minigame*), penerapan keenam tahap 6D Framework (*Define business objectives, Delineate target behavior, Describe the players, Devise activity loop, Don't forget the fun*, dan *Deploy appropriate tools*), skenario pengujian menggunakan *Unit Testing*, serta instrumen pengujian berupa *Knowledge Testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT).

4. Bab 4 HASIL DAN DISKUSI

Bab ini memaparkan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, implementasi aplikasi (*Main Menu*, Tutorial, serta Simulasi Evakuasi yang meliputi proses evakuasi, prosedur *Drop, Cover, and Hold On*, dan perhitungan skor pemain), hasil penerapan 6D Framework, hasil *Unit Testing*, hasil *Knowledge Testing* melalui *pre-test* dan *post-test*, hasil *User Acceptance Testing* (UAT), serta ringkasan keseluruhan hasil evaluasi.

5. Bab 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan penelitian berdasarkan hasil pengujian serta saran untuk pengembangan aplikasi lebih lanjut.