

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bencana gempa bumi menjadi satu diantara peristiwa alam yang dikarenakan atas pergeseran atau tumbukan lempeng tektonik, runtuhannya bantuan, aktivitas gunungapi, maupun aktivitas sesar yang menimbulkan getaran di permukaan bumi. Peristiwa ini bersifat merusak dan berpotensi menimbulkan dampak signifikan, baik berupa kerusakan infrastruktur maupun korban jiwa. Indonesia, yang berada pada kawasan *Pacific Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik), termasuk satu diantara negara beserta tingkat kerentanan gempa bumi paling tinggi secara global. Fenomena geologis ini bersifat mendadak dan sulit diprediksi, sebagaimana ditunjukkan atas data BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) yang mencatat bahwasanya Provinsi Jawa Timur mengalami rata-rata 28 kejadian gempa signifikan (magnitudo >5 SR) per tahun pada periode 2018–2023. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa gempa bumi berpotensi menimbulkan kerusakan besar serta mengancam keselamatan jiwa, sehingga kesiapsiagaan masyarakat melalui pemahaman prosedur evakuasi dan mitigasi menjadi sangat penting untuk meminimalkan dampak dan memungkinkan respons cepat serta tepat saat bencana terjadi (Cahyo dkk., 2023).

Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Jawa Timur memiliki peran strategis selaku unsur pelaksana Pemerintah Daerah di bidang lingkungan hidup yang ada dalam tanggung jawab juga nanungan Gubernur Jawa Timur. Sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 92 Tahun 2021, DLH bertugas

dalam memberi bantuan Gubernur dalam melangsungkan urusan pemerintahan pada sektor lingkungan hidup, meliputi pengawasan lingkungan, pengawasan sektor industri, serta penanganan dampak lingkungan (Fahry & Mirwan, 2023). Untuk mendukung pelaksanaan tugas strategis tersebut, diperlukan tingkat kesiapsiagaan yang tinggi pada potensi bencana, termasuk gempa bumi, guna melindungi pegawai maupun tamu di lingkungan kantor. Hal ini menjadi krusial terutama di Gedung Utama DLH yang memiliki intensitas kunjungan tinggi dengan profil pengunjung yang beragam, di mana sebagian di antaranya belum memahami secara menyeluruh prosedur penanganan bencana, berbeda dengan fasilitas berakses terbatas seperti laboratorium. Oleh karena itu, pelatihan penanggulangan bencana gempa bumi di lingkungan DLH merupakan kebutuhan yang mendesak.

Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Jawa Timur telah menyelenggarakan pelatihan kesiapsiagaan bencana gempa bumi secara tatap muka satu kali pada tahun 2024. Pada pelaksanaannya, dilakukan perekaman video yang selanjutnya dijadikan media interaktif bagi pegawai dan tamu melalui kanal YouTube DLH. Namun, kedua metode ini pelatihan konvensional dan video interaktif belum mampu merepresentasikan situasi kebencanaan secara realistis atau memberikan pengalaman imersif. Akibatnya, pemahaman prosedur penanganan bencana gempa bumi cenderung bersifat teoritis tanpa simulasi pengalaman langsung dalam menghadapi bencana.

Seberapa efektif pelatihan-pelatihan ini untuk penanggulangan gempa bumi ini menurut Anda:

1. Pelatihan langsung (tatap muka)

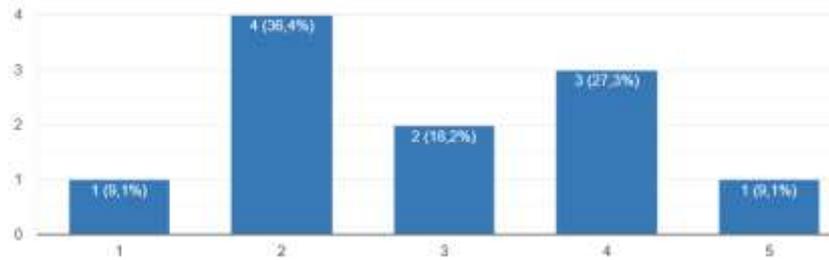
2. Pelatihan melalui video interaktif

Dalam hal:

a) Memberikan pemahaman lengkap tentang gempa bumi.

b) Memberikan pengalaman nyata menghadapi bencana.

11 jawaban



Gambar 1.1 Data Tingkat Efektivitas Pelatihan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur

Sesuai dengan grafik pada gambar sebelumnya, penilaian responden yang terdiri atas pegawai dan tamu (peserta magang) terhadap efektivitas pelatihan penanggulangan gempa bumi, baik melalui pelatihan langsung (tatap muka) maupun pelatihan melalui video interaktif, berada pada skala 1 sampai 5, dimana angka 1 memperlihatkan kategori “sangat tidak efektif” juga angka 5 memperlihatkan kategori “sangat efektif.” Dari total 11 responden, mayoritas memberikan penilaian pada kategori 2 (tidak efektif), yaitu sebanyak 4 responden atau 36,4%. Selanjutnya, penilaian pada kategori 4 (efektif) diberikan oleh 3 responden (27,3%), sedangkan kategori 3 (cukup efektif) diberikan oleh 2 responden (18,2%). Adapun kategori 1 (sangat tidak efektif) dan kategori 5 (sangat efektif) masing-masing hanya memperoleh penilaian dari 1 responden (9,1%).

Hasil sebelumnya memperlihatkan bahwasanya kebanyakan responden menilai pelatihan yang diberikan belum optimal dalam memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai gempa bumi serta pengalaman nyata dalam

menghadapi bencana. Meskipun demikian, terdapat responden yang berpendapat bahwa pelatihan langsung (tatap muka) dapat dinilai cukup atau sangat efektif apabila penyaji materi bersifat interaktif, memberikan informasi yang mudah dipahami, dan pelaksanaannya dilakukan secara rutin. Selain itu, terdapat pula responden yang menilai pelatihan melalui video interaktif dapat dianggap cukup atau sangat efektif karena mampu memberikan pemahaman yang jelas terkait himbauan, sehingga pada saat terjadi bencana, peserta pelatihan sudah mempunyai uraian terkait berbagai tahapan yang haruslah dilangsungkan.



Gambar 1.2 Data Kekurangan pada Pelatihan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur

Sesuai dengan grafik pada gambar sebelumnya, penilaian responden yang terdiri atas pegawai dan tamu (peserta magang) terhadap pernyataan mengenai masih adanya kekurangan dalam pelatihan penanggulangan gempa bumi, baik melalui pelatihan langsung (tatap muka) maupun pelatihan melalui video interaktif, berada pada skala 1 sampai 5, dimana angka 1 memperlihatkan kategori “sangat tidak setuju” juga angka 5 memperlihatkan kategori “sangat setuju.” Dari total 11

responden, mayoritas memberikan penilaian pada kategori 4 (setuju), yaitu sebanyak 5 responden atau 45,5%. Selanjutnya, kategori 3 (cukup setuju) dipilih oleh 3 responden (27,3%), sedangkan kategori 2 (tidak setuju) dipilih atas 2 responden (18,2%). Sementara itu, kategori 5 (sangat setuju) hanya dipilih oleh 1 responden (9,1%), juga tidak terdapat responden yang memilih kategori 1 (sangat tidak setuju).

Hasil tersebut memperlihatkan bahwasanya kebanyakan responden setuju bahwa pelatihan tersebut masih memiliki kekurangan, khususnya dalam memberikan kejelasan penjelasan dan kedalaman pengalaman yang dinilai belum mampu menghadirkan pengalaman imersif, sehingga pemahaman penanganan bencana cenderung bersifat teoritis. Meskipun demikian, terdapat sebagian responden yang menilai bahwa kekurangan tersebut tidak terlalu signifikan.

Pelatihan kesiapsiagaan bencana gempa bumi dengan metode konvensional juga video interaktif memiliki beberapa kekurangan yang dapat membatasi efektivitasnya. Pada pelatihan konvensional, seperti ceramah atau simulasi fisik sederhana, penyampaian materi cenderung bersifat pasif sehingga peserta hanya menjadi pendengar dan pengamat tanpa keterlibatan langsung yang intensif. Hal ini dapat menurunkan tingkat retensi informasi dan keterampilan praktis, terutama dalam situasi darurat yang memerlukan *respons* cepat. Selain itu, pelatihan konvensional sering kali terkendala oleh keterbatasan sumber daya, waktu, dan ruang, sehingga tidak selalu dapat meniru kompleksitas dan tekanan psikologis yang muncul saat bencana sesungguhnya. Sementara itu, pelatihan berbasis video interaktif memang memberikan visualisasi yang lebih menarik dibandingkan ceramah, namun tetap bersifat satu arah dan tidak memberikan pengalaman

interaktif penuh bagi peserta. Peserta hanya dapat menonton dan menjawab pertanyaan tanpa benar-benar merasakan dinamika situasi bencana secara langsung. Keterbatasan kedua metode ini adalah tidak mampu sepenuhnya mensimulasikan kondisi lapangan yang berubah cepat, memicu stres, dan menuntut pengambilan keputusan mendadak, sehingga efektivitasnya dalam membangun kesiapan mental serta keterampilan respons darurat relatif lebih rendah (Sigar, 2025).



Gambar 1.3 Data Kebutuhan Inovasi Pelatihan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur

Sesuai dengan grafik pada gambar sebelumnya, penilaian responden yang terdiri atas pegawai dan tamu (peserta magang) terhadap pernyataan mengenai perlunya inovasi dalam metode pelatihan untuk mengatasi kekurangan pada pendekatan pelatihan yang digunakan saat ini berada pada skala 1 sampai 5, dimana angka 1 memperlihatkan kategori “sangat tidak setuju” juga angka 5 memperlihatkan kategori “sangat setuju.” Dari total 11 responden, mayoritas memberikan penilaian pada kategori 5 (sangat setuju), yaitu sebanyak 7 responden atau 63,6%. Selanjutnya, kategori 4 (setuju) dipilih oleh 4 responden (36,4%), sementara tidak terdapat responden yang memilih kategori 1 (sangat tidak setuju), kategori 2 (tidak setuju), maupun kategori 3 (cukup setuju).

Hasil tersebut memperlihatkan bahwasanya seluruh responden pada umumnya sepakat akan perlunya inovasi dalam metode pelatihan sebagai upaya untuk meningkatkan efektivitas serta mengatasi kekurangan yang terdapat pada metode pelatihan saat ini. Hal ini sejalan dengan kebutuhan DLH Provinsi Jawa Timur yang memerlukan inovasi pada pelatihan kesiapsiagaan bencana gempa bumi.

Keterlibatan teknologi semakin banyak digunakan dalam pendidikan dan pelatihan di berbagai bidang, serta menawarkan beragam pilihan bagi para pendidik. Peningkatan popularitas teknologi pendidikan yang terus berlanjut hingga saat ini mencakup pembelajaran *mobile (m-learning)* melalui *smartphone*, *augmented reality* pada tablet, serta pengalaman imersif dalam lingkungan simulasi seperti *virtual reality*. Teknologi *virtual reality* telah terbukti berdampak positif dalam pengembangan keterampilan juga meningkatkan efisiensi operasional. Dengan simulasi lingkungan kerja yang realistis, teknologi ini memungkinkan tenaga kerja profesional yang memiliki keterbatasan pengalaman guna berlatih pada kondisi yang aman dengan tak ada risiko kesalahan fatal maupun cedera (Indarta dkk., 2022).

*Virtual Reality (VR)* muncul sebagai solusi inovatif untuk mengatasi kesenjangan tersebut dengan menciptakan lingkungan simulasi gempa bumi yang realistis dan bebas risiko fisik, sehingga dapat meningkatkan pemahaman prosedur evakuasi (Hakim dkk., 2025). Penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji penerapan teknologi VR dalam simulasi berbagai jenis bencana alam. Salah satunya adalah penelitian oleh Arda (2022), yang mengembangkan simulasi mitigasi bencana banjir berbasis VR. Penelitian lain oleh Kholis dkk. (2022) mengkaji

pengaruh simulasi VR pada pengetahuan maupun kesiapsiagaan bencana terhadap remaja di Desa Bugasur Kedaleman, Kabupaten Jombang. Sementara itu, penelitian oleh Putra dkk. (2022) mengembangkan simulasi rute evakuasi bencana berbasis VR di Gontor Putri Kampus 3. Seluruh penelitian yang menerapkan pelatihan berbasis *virtual reality* memperlihatkan tingkat keterlibatan yang lebihlah tinggi juga hasil yang lebih baik daripada metode pembelajaran konvensional.



Gambar 1.4 Data Pendapat Responden tentang Virtual Reality sebagai Inovasi Pelatihan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur

Sesuai dengan grafik pada gambar sebelumnya, penilaian responden yang terdiri atas pegawai dan tamu (peserta magang) terhadap pernyataan mengenai peran teknologi, khususnya Virtual Reality (VR), dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran dan menghadirkan situasi bencana yang realistis berada pada skala 1 hingga 5, di mana angka 1 menunjukkan kategori sangat tidak setuju dan angka 5 menunjukkan kategori sangat setuju. Dari total 11 responden, mayoritas memberikan penilaian pada kategori 5 (sangat setuju), yaitu sebanyak 9 orang atau 81,8%. Sementara itu, kategori 4 (setuju) dan kategori 3 (cukup setuju) masing-masing hanya dipilih oleh 1 orang responden (9,1%), sedangkan kategori 1 (sangat tidak setuju) dan kategori 2 (tidak setuju) tidak dipilih oleh responden sama sekali.

Hasil ini menunjukkan bahwa hampir seluruh responden memiliki pandangan positif dan mendukung pemanfaatan teknologi VR sebagai sarana pembelajaran yang efektif, terutama untuk menghadirkan simulasi bencana yang lebih realistis dan meningkatkan kesiapan dalam menghadapi situasi darurat.

Meskipun memiliki potensi strategis yang menjanjikan, pelatihan kesiapsiagaan bencana gempa bumi maupun bencana lainnya berbasis *Virtual Reality* (VR) memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan. Walaupun VR mampu menghadirkan simulasi yang imersif dan mendekati kondisi nyata, teknologi ini memerlukan perangkat keras dan perangkat lunak khusus yang relatif mahal, sehingga tidak semua lembaga atau individu dapat mengaksesnya. Selain itu, penggunaan VR memerlukan keterampilan teknis tertentu, baik bagi penyelenggara maupun peserta, yang dapat menjadi hambatan apabila tidak disertai dengan pelatihan pendahuluan yang memadai.

Dari sisi teknis, pengalaman VR terkadang terbatas oleh kualitas grafis, tingkat realisme, dan respons sistem yang mungkin belum sepenuhnya merepresentasikan situasi darurat di lapangan. Faktor kenyamanan fisik juga perlu menjadi pertimbangan, karena penggunaan *headset* VR dalam durasi yang lama dapat menimbulkan rasa pusing, mual (*motion sickness*), atau kelelahan mata pada sebagian peserta. Selain itu, VR umumnya berfokus pada simulasi yang telah terprogram, sehingga variasi skenario bencana yang tidak terduga di dunia nyata mungkin tidak seluruhnya tercakup.

Keterbatasan tersebut berpotensi mengurangi kesiapan peserta dalam menghadapi situasi darurat yang kompleks dan dinamis. Efektivitas operasional simulasi VR juga sangat bergantung pada tingkat usability sistem, yang mencakup

empat variabel kritis: kemudahan belajar (*learnability*), efisiensi, efektivitas, dan kepuasan pengguna (*user satisfaction*). Oleh karena itu, evaluasi secara komprehensif menjadi prasyarat sebelum implementasi dalam skala luas. Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Arda (2022), telah mengeksplorasi penggunaan VR untuk mitigasi banjir.

Usabilitas atau *usability* merupakan ukuran seberapa jauh sebuah produk, sistem, atau layanan dapat digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu yang memuaskan, efisien, juga efektif. Berdasarkan ISO 9241-11, usabilitas mencakup tiga aspek utama, yaitu efektivitas (tingkat keberhasilan pengguna dalam menyelesaikan tugas), efisiensi (jumlah sumber daya, termasuk waktu, yang digunakan dalam menggapai tujuan), juga kepuasan (tingkat kenyamanan serta penerimaan pengguna terhadap sistem). Menurut Nielsen, usabilitas juga melibatkan lima komponen, yakni *learnability* (kemudahan mempelajari penggunaan sistem), *efficiency* (kecepatan menyelesaikan tugas), *memorability* (kemampuan mengingat penggunaan setelah jeda waktu), *errors* (jumlah dan tingkat keparahan kesalahan yang dilangsungkan pengguna serta kemudahan memperbaikinya), juga *satisfaction* (kepuasan subjektif pengguna). Dengan kata lain, usabilitas tidak hanya menekankan pada fungsionalitas teknis, tetapi juga pada pengalaman keseluruhan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, produktivitas, dan kemungkinan penggunaan berulang (Yulianti, 2024).

Dengan demikian, teknologi *virtual reality* dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran interaktif atau simulasi yang memberikan pengalaman imersif, sehingga membawa pengguna seolah-olah berada di dunia virtual. Teknologi

virtual reality dapat digunakan untuk pelatihan atau pengenalan yang memerlukan gambaran atau ilustrasi agar lebih mudah dipahami, seperti pada Simulasi Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi. Selain itu, melalui perancangan dan evaluasi Simulasi Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi berbasis *virtual reality* ini, diharapkan dapat tercipta pendidikan yang berkualitas dengan menjamin pendidikan secara inklusif juga adil, maupun meningkatkan kesempatan belajar sepanjang hayat bagi semua orang.

Oleh karena itu, penulis merancang Simulasi Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi berbasis *virtual reality* yang dapat digunakan sebagai media edukasi. Dalam perancangannya, aplikasi berbasis *virtual reality* ini akan dievaluasi menggunakan metode *usability*, yang mencakup empat variabel kritis, yaitu kemudahan belajar (*learnability*), efisiensi, efektivitas, dan kepuasan pengguna (*user satisfaction*).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi yaitu:

*“Bagaimana tingkat usabilitas sistem simulasi Virtual Reality (VR) untuk kesiapsiagaan gempa bumi di DLH Provinsi Jawa Timur dalam aspek Learnability, Efficiency, Effectiveness, dan User Satisfaction?”*

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Partisipan penelitian adalah tamu pada kategori Peserta Magang di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur yang beraktivitas di lantai 2 Gedung Utama.
2. Skenario evakuasi hanya mensimulasikan rute dari Gedung Utama Lantai 2 DLH Provinsi Jawa Timur (titik awal) menuju Halaman Depan Gedung Utama (titik akhir).
3. Evaluasi usability mengukur empat variabel yaitu; *Learnability* (Kemudahan Belajar) melalui *pre-post test* kompetensi evakuasi yang dianalisis memakai Uji Wilcoxon Signed-Rank Test; *Efficiency* (Efisiensi) berdasarkan *Time-Based Efficiency*; *Effectiveness* (Efektivitas) diukur dengan *Success Rate*; dan *User Satisfaction* (Kepuasan Pengguna) menggunakan *System Usability Scale* (SUS).

#### **1.4 Asumsi**

Asumsi yang digunakan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tamu pada kategori Peserta Magang Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, khususnya yang berada di lantai 2 Gedung Utama Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, belum pernah mengikuti pelatihan simulasi bencana gempa bumi yang memanfaatkan teknologi *Virtual Reality*.
2. Tamu pada kategori Peserta Magang Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, khususnya yang berada di lantai 2 Gedung Utama Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, memiliki pengetahuan dasar mengenai prosedur penanganan bencana gempa bumi, namun belum memiliki pengalaman yang mendalam atau realistis dalam menghadapi situasi bencana gempa bumi.

3. Desain tata ruang (*layout*) dalam simulasi *Virtual Reality* secara akurat mereplikasi kondisi fisik lingkungan pada lokasi Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, termasuk dimensi struktural, posisi pintu/tangga darurat, dan penanda jalur evakuasi sesuai kondisi aktual.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengevaluasi tingkat usability sistem simulasi *Virtual Reality* (VR) untuk kesiapsiagaan bencana gempa bumi di Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Jawa Timur melalui pengukuran empat variabel yaitu *Learnability* (Kemudahan Belajar) dengan Uji Wilcoxon Signed-Rank Test pada data pre-post test, *Efficiency* (Efisiensi) menggunakan *Time-Based Efficiency*, *Effectiveness* (Efektivitas) berdasarkan *Success Rate*, dan *User Satisfaction* (Kepuasan Pelanggan) memakai *System Usability Scale* (SUS).

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang akan diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
  - a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kajian akademis mengenai penerapan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam simulasi penanggulangan bencana, khususnya bencana gempa bumi.
  - b. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi studi-studi selanjutnya yang berfokus pada penggunaan teknologi inovatif dalam

mitigasi bencana, baik dalam konteks bencana gempa bumi maupun bencana lainnya.

- c. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya wawasan akademis mengenai kesiapsiagaan bencana, khususnya terkait bencana gempa bumi, bagi Tamu pada kategori Peserta Magang Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, khususnya yang berada di lantai 2 Gedung Utama Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan manfaat langsung bagi Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, khususnya dalam meningkatkan kesiapsiagaan Tamu pada kategori Peserta Magang Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur yang berada di lantai 2 Gedung Utama Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur.
- b. Menjadikan teknologi *Virtual Reality* sebagai alat pelatihan yang realistis, aman, dan efektif untuk menghadapi situasi darurat bencana, dengan memberikan pengalaman imersif dalam menghadapi bencana gempa bumi.
- c. Melakukan pelatihan secara interaktif kepada Tamu pada kategori Peserta Magang Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, khususnya yang berada di lantai 2 Gedung Utama Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, untuk memahami prosedur penanganan bencana gempa bumi, yang dapat meningkatkan keterampilan mereka dalam merespons situasi darurat.