

Implementasi Aplikasi Mitigasi Bencana Gempa Berbasis Video 360 dengan Efek Visual

1st Ahmad Faza Al Farisi
School of Applied Science
Telkom University
Bandung, Indonesia

ahmadfazaalfarisi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Yustifani Putri Candrawulaningsih
School of Applied Science
Telkom University
Bandung, Indonesia

yustifaniputri@student.telkomuniversity.ac.id

3rd Fatah Noor Prawita
School of Applied Science
Telkom University
Bandung, Indonesia

fatahnoorprawita@telkomuniversity.ac.id

Indonesia is one of the countries with a high risk of earthquake disasters due to its geographic location along the Pacific Ring of Fire, where several active tectonic plates converge. Earthquake disaster mitigation education in Indonesia has traditionally relied on conventional methods such as brochures, posters, and short face-to-face training sessions. However, these methods are often considered less effective in providing a deep understanding and have limited capability to deliver realistic and interactive learning experiences for the public. With the advancement of digital technology, particularly Virtual Reality (VR), new opportunities have emerged to simulate disaster scenarios in a more immersive and risk-free manner. This study presents the development of an educational application named SIGAP (Earthquake Simulation in an Educational Application), which utilizes Virtual Reality technology combined with 360-degree video and realistic visual effects to simulate earthquake scenarios. The application is designed to allow users to experience earthquake events in a safe virtual environment while receiving clear, interactive guidance on the correct mitigation steps. The development process involved literature review, user needs analysis, interface design, implementation using Unity, and comprehensive testing of functionality and user comfort. The results of the testing indicate that SIGAP is effective in improving users' understanding of earthquake safety procedures and provides an engaging and memorable learning experience. The application also demonstrated high user involvement, especially among younger individuals who are generally more receptive to technology. With the introduction of SIGAP, it is hoped that the Indonesian public can become more prepared and responsive when facing the real threat of earthquakes in the future. Keywords: Disaster Mitigation, Earthquake, Virtual Reality, 360 Video, Educational Application.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di wilayah pertemuan empat lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Australia, Lempeng Samudra Hindia, dan Lempeng Pasifik. Karena letaknya tersebut, Indonesia sering mengalami gempa bumi akibat pergeseran antar lempeng, yang bahkan bisa memicu gelombang tsunami jika terjadi di dasar laut [1]. Secara regional, wilayah Jawa Barat dilalui oleh jalur patahan atau sesar aktif, salah satunya **Sesar Lembang** merupakan patahan geologis yang berada di wilayah utara Kota Bandung. Patahan ini terbentuk akibat aktivitas tektonik yang memicu terjadinya retakan pada lapisan batuan dan bergeser. Berdasarkan peta geologi yang tersedia, arah Sesar Lembang memanjang dari selatan Gunung Tangkuban Parahu, melewati Lembang dan Maribaya, hingga ke lereng barat Gunung Manglayang [2]. Sebagai contoh kejadian terbaru, gempa bumi berkekuatan magnitudo (M) 5.0 yang terjadi pada 18 September 2024 mengguncang Kecamatan Kertasari, Kabupaten Bandung. Peristiwa ini

menimbulkan kerusakan bangunan dan korban jiwa. Menurut penjelasan dari Sukahar Eka, Fungsional Penyelidik Bumi dari Badan Geologi kepada detik Jabar, gempa tersebut dipicu oleh patahan atau Sesar Kertasari, yaitu sesar yang baru ditemukan [3]. Sejalan dengan hal tersebut, menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), sebagian besar wilayah Bandung dikategorikan sebagai zona rawan gempa. Hal ini diperkuat oleh peta sebaran potensi gempa yang menunjukkan bahwa wilayah dari utara hingga selatan Bandung termasuk dalam area berisiko tinggi. Oleh karena itu, kondisi geografis ini menuntut peningkatan kesadaran dan edukasi kepada masyarakat tentang mitigasi bencana, terutama gempa bumi, agar dapat mengurangi dampak yang mungkin terjadi [4]. Upaya mitigasi bencana di Indonesia masih menghadapi kendala, terutama dalam hal edukasi dan kesadaran masyarakat. Sebagian besar edukasi mitigasi gempa dilakukan melalui metode konvensional, seperti brosur, pelatihan singkat seperti contoh buku pedoman latihan kesiapsiagaan menghadapi bencana gempa bumi dan kebakaran dari Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah, dan poster yang disebarluaskan melalui media sosial maupun di tempat umum. Kendala utama dari metode ini adalah keterbatasan efektivitas dalam memberikan pemahaman yang mendalam dan keterlibatan pengguna. Selain itu, metode ini kurang mampu menciptakan situasi yang realistis tanpa resiko keselamatan. Di sisi lain, teknologi berbasis Virtual Reality (VR) menawarkan pengalaman yang interaktif dan imersif yang dapat memfasilitasi edukasi mitigasi bencana dengan 1 lebih baik. Dengan VR, pengguna dapat merasakan situasi seolah-olah berada di tengah kejadian bencana gempa bumi sehingga mereka dapat memahami dan mengingat langkah-langkah mitigasi dengan lebih baik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pangestuti dkk. (2020), teknologi virtual reality bisa dimanfaatkan sebagai media simulasi untuk latihan menghadapi gempa, sehingga dapat membantu meningkatkan kesiapsiagaan para pelajar dalam menghadapi bencana gempa bumi [5]. Dalam penelitian tersebut, VR terbukti mampu memberikan pengalaman yang mendekati kenyataan tanpa resiko fisik, sehingga menjadi alat yang sangat efektif untuk melatih respon darurat. Selain itu, simulasi berbasis VR memungkinkan penggunaannya untuk memahami skenario bencana secara visual, seperti pola pergerakan gempa, potensi kerusakan, serta prosedur evakuasi yang benar. Sebagai jawaban atas kebutuhan ini, dikembangkanlah aplikasi yang bernama "SIGAP" (Simulasi Gempa dalam Aplikasi Pendidikan), yang menggunakan teknologi VR. Aplikasi SIGAP menyediakan pengalaman simulasi yang memanfaatkan video 360 derajat, efek visual realistis, yang memungkinkan pengguna merasakan situasi gempa secara langsung dalam lingkungan simulasi yang aman. Penggunaan

VR dalam aplikasi SIGAP memungkinkan pengguna untuk merasakan skenario gempa yang realistis, mempelajari langkah mitigasi secara efektif, dan mempersiapkan diri dalam menghadapi situasi bencana sesungguhnya yang mungkin bisa terjadi kapan saja. Dengan pendekatan edukasi berbasis VR, SIGAP diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, khususnya anak muda dan orang dewasa yang terbuka dengan perkembangan teknologi seperti VR, dalam menghadapi bencana gempa bumi. Pada aplikasi SIGAP, dipilih tiga lokasi utama untuk simulasi edukasi gempa agar pengguna bisa merasakan pengalaman belajar yang lebih nyata. Ketiga lokasi ini mewakili wilayah Kabupaten Bandung dan Kota Bandung. Lokasi pertama adalah Lembang Park and Zoo di Kabupaten Bandung Barat, yang sering dikunjungi oleh keluarga dan pelajar sehingga cocok untuk simulasi di area terbuka [6]. Lokasi kedua yaitu Museum Geologi yang berada di pusat kota dan bersifat edukatif [7]. Sementara itu, Nimo Highland di Kabupaten Bandung Selatan dipilih karena berada di kawasan perbukitan dan memberikan suasana yang berbeda dalam simulasi [8]. Ketiga lokasi ini memberikan variasi lingkungan yang dapat membantu pengguna memahami langkah mitigasi gempa dalam situasi yang beragam..

II. PENELITIAN TERKAIT

2.1 Edukasi Mitigasi Bencana Gempa

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana merupakan kejadian yang dapat mengganggu serta mengancam kelangsungan hidup dan penghidupan masyarakat. Kejadian ini bisa dipicu oleh faktor alam, ulah manusia, atau sebab non-alam lainnya, dan berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan, kerugian secara materiil, tekanan psikologis, bahkan jatuhnya korban jiwa. Sementara itu, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan bencana sebagai suatu peristiwa yang mengganggu keseimbangan ekosistem, menimbulkan kerusakan, kehilangan nyawa, atau memburuknya kondisi kesehatan dan layanan medis, dengan skala dampak yang cukup besar sehingga memerlukan bantuan dari luar wilayah yang terdampak. Dari kedua definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa bencana merupakan kejadian yang mengganggu kehidupan normal, memengaruhi struktur sosial, membawa dampak terhadap manusia, dan menciptakan kebutuhan akan bantuan dari luar masyarakat terdampak [9].

2.2 Peran Video 360 Dalam Edukasi

Video 360 merupakan jenis rekaman yang diambil menggunakan kamera khusus yang mampu merekam gambar dari seluruh arah secara menyeluruh dalam sudut pandang 360 derajat. Pengguna dapat menjelajahi tampilan video dengan menggeser atau memutar sudut pandang untuk melihat ke segala arah sesuai keinginan [12]. Video 360 derajat merupakan salah satu bentuk teknologi virtual reality (VR) yang memungkinkan pengguna seolah-olah berada langsung di dalam lingkungan yang ditampilkan. Teknologi ini bisa menjadi media pembelajaran yang efektif jika digunakan dengan tepat. Gabungan antara suara, gambar visual, dan pengalaman yang imersif dapat membantu siswa memahami suatu materi atau konsep dengan lebih jelas dan mendalam [13]. Studi ini menunjukkan bahwa video 360°, terutama dalam pengaturan realitas virtual imersif (IVR), meningkatkan daya ingat dan hasil pembelajaran dibandingkan dengan metode tradisional, menunjukkan

bahwa IVR dapat secara signifikan memfasilitasi keterlibatan kognitif dalam konteks pendidikan tanpa memerlukan instruksi khusus [14].

2.3. 3dVista

3DVista merupakan sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk menciptakan tampilan virtual, seperti panorama dan konten berbasis Virtual Reality (VR). Melalui aplikasi ini, pengguna dapat dengan mudah menghasilkan panorama interaktif serta menyusun tur virtual multimedia secara praktis dan intuitif. Aplikasi 3DVista memiliki dua fungsi utama, yaitu sebagai berikut :

a) 3DVista Stitcher 3DVista Stitcher adalah solusi yang sempurna untuk membuat foto panorama 360 derajat, Kelebihan dari perangkat lunak ini terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan beberapa foto datar menjadi satu foto panorama. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, bisa menyatukan gambar tersebut menjadi sebuah foto panorama yang beresolusi tinggi. Disamping itu, perangkat lunak ini juga mampu melakukan koreksi warna pada foto hasil penggabungan untuk menyesuaikan dengan preferensi pengguna.

b) 3DVista Virtual Tour Suite 3DVista Virtual Tour Suite dirancang untuk membangun tur virtual interaktif. Perangkat ini menawarkan fitur immersive yang memanfaatkan elemen multimedia seperti gambar, video, suara, dan lainnya untuk menciptakan pengalaman virtual yang menarik. Dengan fitur ini, audiens dapat menjelajahi 9 dan berinteraksi dengan adegan secara virtual, menjadikannya solusi unggul untuk menciptakan tur yang interaktif dan dinamis [15].

2.4 Unity

Unity adalah sebuah platform pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun aplikasi dan game yang bersifat interaktif. Meskipun sangat populer di kalangan industri game, Unity juga banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang lainnya, seperti simulasi, visualisasi arsitektur, produksi film, serta proyek yang menggunakan teknologi Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR) [16]. Unity dikembangkan oleh perusahaan Unity Technologies, yang didirikan pada tahun 2004 oleh David Helgason di Kopenhagen, Denmark [17].

2.5 Canva

Canva merupakan platform desain grafis online yang memungkinkan pengguna untuk membuat beragam materi visual, seperti poster, presentasi, infografis, hingga konten untuk media sosial [18]. Dalam pengembangan aplikasi Virtual Reality (VR), Canva digunakan untuk merancang dan mengedit elemen visual seperti tampilan antarmuka (UI), ikon, ilustrasi, dan komponen grafis lainnya yang mendukung tampilan dalam aplikasi [19]. Canva menyediakan banyak template siap pakai, fitur seret dan lepas (drag-and drop), serta koleksi aset visual yang lengkap. Hal ini memudahkan siapa saja— termasuk yang tidak memiliki latar belakang desain— untuk membuat desain dengan mudah. Penggunaan Canva dalam proyek ini membantu mempercepat proses pembuatan desain dan memastikan hasil visual yang menarik dan konsisten untuk mendukung pengalaman pengguna di lingkungan VR [18].

2.6 GoPro MAX 360 Action Camera

GoPro MAX 360 adalah kamera aksi serbaguna yang dirancang untuk merekam video dan foto 360 derajat secara

imersif, sekaligus bisa digunakan untuk mengambil gambar biasa dengan kualitas tinggi. Kamera ini sangat cocok digunakan oleh para pecinta petualangan, kreator konten, atau siapa saja yang ingin menghasilkan konten yang unik dan kreatif. GoPro MAX memudahkan pengguna dalam mengambil foto dan video panorama tanpa perlu memutar kamera secara manual. Dengan dua lensa yang menghadap ke arah berlawanan, kamera ini mampu menangkap seluruh area sekeliling dalam tampilan 360 derajat, dengan resolusi video hingga 4992 x 2496 dan foto hingga 5760 x 2880 piksel. Baik foto maupun video akan otomatis digabung (stitched) di dalam kamera, sehingga memudahkan proses pengeditan dan berbagi konten. Selain itu, kamera ini juga dapat digunakan hanya dengan satu lensa untuk merekam video aksi bergaya GoPro HERO dengan sudut pandang lebar, jika dibutuhkan [20].

2.7 Virtual Reality Box

VR Box merupakan salah satu perangkat realitas virtual (VR) yang memiliki bentuk menyerupai kotak dan dirancang untuk digunakan bersama dengan smartphone sebagai sumber tampilan visualnya. Umumnya, perangkat ini dimanfaatkan untuk menikmati konten multimedia seperti menonton video 360 derajat maupun bermain gim berbasis VR. Dengan menggunakan lensa khusus di dalamnya, VR Box mampu menciptakan pengalaman visual tiga dimensi yang imersif, sehingga pengguna merasa seolah-olah berada di dalam dunia virtual yang ditampilkan oleh layar ponsel. Perangkat ini banyak digunakan karena praktis, terjangkau, dan kompatibel dengan berbagai jenis smartphone [21].

III. ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN.

A. Analisis Kebutuhan Pengguna

Pengumpulan informasi mengenai kebutuhan dan karakteristik pengguna dilakukan melalui metode wawancara. Proses wawancara berlangsung pada 6 Januari 2025 di area sekitar Universitas Telkom, Bandung. Responden terdiri dari satu orang dewasa dan satu mahasiswa yang dipilih secara acak dengan syarat memiliki minat terhadap perkembangan teknologi, khususnya dalam bidang Virtual Reality (VR). Kegiatan wawancara didokumentasikan dalam bentuk foto, yang dapat dilihat pada Lampiran A. Pertanyaan wawancara disusun berdasarkan tinjauan pustaka pada Bab 2, hasil analisis dari aplikasi VR sejenis (terkait keunggulan dan kekurangannya), serta referensi dari jurnal dan sumber ilmiah terpercaya lainnya.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan terhadap satu orang dewasa dan satu orang mahasiswa yang memiliki ketertarikan terhadap teknologi Virtual Reality (VR), diperoleh berbagai informasi terkait kebutuhan pengguna dalam pengembangan aplikasi edukasi mitigasi bencana gempa berbasis VR. Secara keseluruhan, pengguna mengharapkan media pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan tidak membosankan. Teknologi Virtual Reality (VR) dengan tampilan visual 360 derajat dianggap dapat menghadirkan pengalaman belajar yang immersif dan nyata, sehingga mampu meningkatkan ketertarikan serta pemahaman terhadap materi mengenai mitigasi bencana.

Selain itu, pengguna mengharapkan adanya simulasi situasi gempa yang nyata, seperti efek getaran dan suara, untuk membantu mereka lebih memahami langkah-langkah

yang harus dilakukan saat terjadi bencana. Petunjuk evakuasi yang disajikan secara visual, teks, dan suara juga menjadi kebutuhan penting agar informasi dapat dipahami oleh berbagai kalangan usia.

Dari sisi non-fungsional, kemudahan penggunaan aplikasi menjadi hal yang krusial, terutama bagi pengguna pemula yang belum terbiasa dengan perangkat VR. Aplikasi juga diharapkan kompatibel dengan berbagai jenis perangkat VR serta tetap bisa digunakan dalam mode non-VR. Tampilan visual perlu dibuat cukup realistis namun tetap ringan agar dapat dijalankan di perangkat dengan spesifikasi menengah.

Sebagai tambahan, pengguna memberikan beberapa saran pengembangan, seperti peningkatan kualitas efek suara dan suara narasi, serta penyediaan opsi bahasa daerah atau subtitle untuk menjangkau lebih banyak kalangan masyarakat.

B. Perancangan Aplikasi

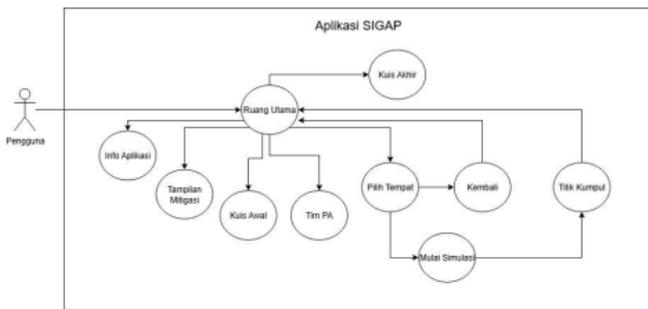
Aplikasi yang dirancang diberi nama SIGAP (Simulasi Gempa dalam Aplikasi Pendidikan). Aplikasi ini merupakan aplikasi yang dirancang untuk memberikan simulasi gempa bumi dengan menggunakan teknologi VR (Virtual Reality). Arsitektur aplikasi secara umum dapat dilihat pada Gambar 1 Berikut ini:



Gambar III.1 Arsitektur Aplikasi

Aplikasi SIGAP terdiri dari tiga komponen utama yang saling mendukung untuk menciptakan pengalaman edukasi mitigasi gempa yang imersif berbasis teknologi Virtual Reality (VR). Komponen pertama adalah pengguna (user) yang berperan sebagai aktor utama dalam menjalankan aplikasi. Pengguna akan menggunakan perangkat smartphone yang terintegrasi dengan alat bantu VR sederhana, seperti Virtual Reality Box, untuk merasakan simulasi visual dan audio secara mendalam. Komponen kedua adalah smartphone yang menjalankan aplikasi SIGAP. Aplikasi ini berfungsi sebagai pengendali utama untuk memutar konten video 360 derajat yang telah dirancang secara khusus, termasuk mengatur efek visual yang mendukung suasana simulasi bencana. Komponen ketiga adalah media video 360 derajat, yang menjadi inti dari pengalaman simulatif. Video ini menyajikan skenario realistis saat terjadi gempa bumi, seperti getaran, kerusakan bangunan, dan perubahan lingkungan sekitar. Melalui perpaduan ketiga komponen ini, aplikasi SIGAP diharapkan dapat memberikan pengalaman edukatif yang efektif dan menarik dalam meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap mitigasi bencana gempa bumi.

Berdasarkan hasil analisis terhadap kebutuhan pengguna, fitur-fitur yang tersedia dalam aplikasi dapat digambarkan melalui use case diagram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Diagram ini melibatkan satu aktor utama, yaitu pengguna aplikasi.



Gambar III.2 Usecase Diagram

Pada saat pertama kali membuka aplikasi pengguna akan melihat papan informasi dan disekelilingnya terdapat pilihan tempat yang dapat dicoba, tersedia tiga tempat khususnya tempat wisata di bandung yaitu Lembang Park and Zoo untuk Kabupaten Bandung Barat, Museum Geologi untuk Kota Bandung, dan Nimo Highland untuk Kabupaten Bandung Selatan yang sering dikunjungi oleh wisatawan yang bisa dipilih untuk pembelajaran mitigasi bencana gempa di tempat tersebut. Ketika pengguna sudah memilih tempat yang dipilih, pengguna akan otomatis berada di area wisata tersebut dalam bentuk foto atau video dan akan ada informasi untuk visualisasi gempa yang akan terjadi. Saat gempa terjadi pengguna dapat mendengarkan suara dan merasakan getaran serta retakan yang terjadi seolah-olah dapat merasakan secara langsung. Setelah itu akan ada jalur evakuasi yang akan muncul dan memberikan arah menggunakan panah agar pengguna dapat ke tempat yang luas atau terbuka contohnya lapangan atau parkir sebagai titik kumpulnya.

C. Kebutuhan Pengembangan Aplikasi

Untuk mengimplementasikan aplikasi sesuai rancangan yang telah dibuat, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak berikut.

TABEL I. KEBUTUHAN HARDWARE DAN SOFTWARE

Hardware	Software
Laptop LENOVO Ideapad Gaming 3: Intel Core™ i712650H dan RAM 16GB	3dVista
Smartphone Samsung Galaxy A50s: layar 6.4" dan RAM 4GB	Canva
GoPro Max 360 Action Camera	Unity 2019.4.27f1
Virtual Reality Box	Google VR SDK

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bagian ini menjelaskan implementasi aplikasi, hingga pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian ke pengguna.

A. Implementasi Aplikasi

Aplikasi SIGAP hanya terdiri dari satu bagian, yaitu aplikasi untuk pengguna. Ini diimplementasikan di Unity Engine. Aplikasi ini memiliki tujuan untuk memberikan simulasi bencana gempa bumi secara nyata dan aman dengan menggunakan video 360 derajat, efek visual, dan interaksi pengguna. Untuk mendukung pengembangan ini, struktur proyek disusun secara modular agar mudah dikelola dan dikembangkan.

Teknik pengembangan aplikasi SIGAP menggunakan Unity sebagai platform utama karena mendukung VR dan manajemen scene yang efisien. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C#. Pendekatan pengembangan dilakukan secara modular, memisahkan logika, UI, dan aset lokasi. Aplikasi ini dikembangkan dengan prefabbased development untuk menjaga konsistensi objek dan mempercepat produksi. Pendekatan event-driven digunakan agar aplikasi dapat merespons interaksi pengguna secara dinamis. Teknologi VR yang digunakan adalah Google VR SDK, mendukung perangkat seperti Virtual Reality Box. Simulasi disampaikan melalui video 360 dan dilengkapi voice over edukatif sebagai panduan pengguna dalam memahami langkah mitigasi.

Seperti pada tampilan awal, jalur evakuasi yang ditunjukkan oleh tanda panah masih terlihat sederhana dan kurang realistis. Ketika diimplementasikan dalam aplikasi, visualisasi tanda panah tersebut tampak kurang menarik dan tidak memberikan kesan yang kuat kepada pengguna. Oleh karena itu, dilakukan perubahan desain dengan menggunakan langkah kaki agar tampilan jalur evakuasi menjadi lebih realistis dan menarik secara visual, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi



Gambar IV.1 Perbedaan UI Rancangan dan Implementasi

Secara keseluruhan, implementasi seperti fitur-fitur pada aplikasi telah sesuai dengan rancangan awal. Fitur yang dikembangkan seperti map lokasi, getaran gempa, suara gempa, efek retakan pada lokasi, audio dan informasi pada aplikasi, titik kumpul lokasi, sudah berhasil diimplementasikan dengan baik dan berjalan sesuai rancangan awal.

B. Pengujian Aplikasi

Pengujian terhadap aplikasi dilakukan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah pengujian fungsionalitas yang menggunakan pendekatan black box testing. Proses ini dimulai dengan penyusunan skenario pengujian untuk setiap fitur aplikasi, yang kemudian diimplementasikan dalam bentuk instrumentation test menggunakan Espresso. Seluruh pengujian dilakukan menggunakan laptop dan smartphone Samsung Galaxy A50s dengan sistem operasi Android 9.

Setelah seluruh fitur berhasil diuji dan menghasilkan keluaran yang valid, tahap berikutnya adalah pengujian kepada pengguna. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah usability testing. Pengujian dimulai dengan pembuatan kuesioner melalui Google Form, yang kemudian dibagikan kepada para responden. Data yang diperoleh dari kuesioner dihitung menggunakan skala Likert, lalu dianalisis untuk mendapatkan interpretasi hasil. Pengujian ini melibatkan 24 responden, yang terdiri dari 5 petugas di area lokasi, 11 pengunjung yang ada di lokasi dan 8 mahasiswa yang sudah pernah berkunjung ke lokasi. Setiap responden sudah mencoba menggunakan aplikasi SIGAP sebelum mengisi responden yang dibagikan. Pengujian dilakukan secara langsung dengan menyediakan virtual reality box dan smartphone untuk melakukan simulasi aplikasi SIGAP.

Berdasarkan hasil pengujian dan survei yang dilakukan dengan metode usability test, diperoleh sebanyak 94.2% responden sangat setuju bahwa aplikasi SIGAP menerapkan effectiveness, usefulness dan satisfaction, hal ini menunjukkan aplikasi SIGAP dapat membantu masyarakat untuk memahami dan mempraktekan langkah langkah untuk mitigasi gempa bumi, meningkatkan pemahaman pengguna mengenai prosedur keselamatan selama terjadi gempa dan meningkatkan kesiagaan masyarakat untuk menghadapi bencana gempa melalui edukasi berbasis teknologi yang menarik dan interaktif.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan aplikasi yang telah dirancang dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi SIGAP yang dirancang untuk edukasi mitigasi bencana gempa berhasil memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai langkah langkah keselamatan saat terjadi gempa bumi. Berdasarkan hasil pengujian ke 24 responden diperoleh lebih dari 90% menyatakan sangat setuju bahwa aplikasi SIGAP membantu mereka memahami mitigasi bencana gempa, responden juga menilai bahwa simulasi menggunakan vr yang disediakan terasa realistis, informatif dan mudah digunakan. Secara keseluruhan, pengembangan aplikasi SIGAP telah berhasil menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan yang ditetapkan di awal. Aplikasi ini dapat dijadikan salah satu model edukasi mitigasi bencana berbasis teknologi yang efektif, interaktif, dan menarik bagi masyarakat luas.

REFERENCES

- [1] [1] B. N. P. Bencana, "Badan Nasional Penanggulangan Bencana." Accessed: Jun. 21, 2025. [Online]. Available: <https://bnpb.go.id/potensi-ancaman-bencana>
- [2] [2] A. M. - and F. H. -, "SESAR LEMBANG DAN RESIKO KEGEMPAAN," *Bull. Sci. Contrib.*, vol. 5, no. 2, pp. 94–98, Apr. 2007, doi: 10.24198/BSC.V5I2.8139.
- [3] [3] "Mengungkap Faktor Geologi yang Memicu Gempa di Kertasari." Accessed: Jun. 21, 2025. [Online]. Available: <https://www.detik.com/jabar/berita/d-7557428/mengungkap-faktor-geologi-yang-memicu-gempa-di-kertasari>
- [4] [4] "ArcGIS - My Map." Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?url=https%3A%2F%2Farcgis.jabarpov.go.id%2Farcgis%2Frest%2Fservices%2Fperangkat_daerah%2FBPBD%2FMapServerCsource=sd
- [5] [5] T. M. Pangestuti, M. Kamil, and S. Sardin, "MODEL PELATIHAN ANDRAGOGI BERBASIS MEDIA VIRTUAL REALITY DALAM PENINGKATAN KESIAPSIAGAAN BENCANA," *Indones. J. Adult Community Educ.*, vol. 2, no. 1, pp. 38–43, Mar. 2020, doi: 10.17509/IJACE.V2I1.28289.
- [6] [6] detik.com, "15 Tempat Wisata di Bandung yang Pas untuk Liburan Akhir Tahun." Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: <https://www.detik.com/jabar/wisata/d-7647280/15-tempat-wisata-di-bandung-yang-pas-untuk-liburan-akhir-tahun>
- [7] [7] Kompas.com, "10 Tempat Wisata Bandung Dekat Gedung Sate, Mampir ke Braga." Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: <https://travel.kompas.com/read/2022/07/26/063500027/10-tempat-wisata-bandung-dekat-gedung-sate-mampir-ke-braga?page=all>
- [8] [8] kumparan.com, "20 Tempat Wisata Pangalengan untuk Healing bersama Keluarga | kumparan.com." Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: <https://kumparan.com/jendela-dunia/20-tempat-wisata-pangalengan-untuk-healing-bersama-keluarga-22FpevByCE2>
- [9] [9] I. Darmawan, K. Della, P. Avelia, and M. D. Haq, "Edukasi Mitigasi Bencana Di Desa Cintamulya, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat," *Kumawula J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, p. 129, 2020, doi: 10.24198/kumawula.v3i2.24745.
- [10] [10] C. Husna et al., "EFEKTIVITAS EDUKASI MITIGASI BENCANA TERHADAP KESIAPSIAGAAN BENCANA GEMPA BUMI DAN TSUNAMI PADA KELUARGA PASIEN DI RUMAH SAKIT," *Idea Nurs. J.*, vol. 10, no. 1, pp. 21–26, 2019, doi: 10.24815/JTS.V.
- [11] [11] Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah, "Buku Pedoman Latihan Kesiapsiagaan Menghadapi Bencana Gempa Bumi Dan Kebakaran Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah." Buku Pedoman Latih. Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi Dan Kebakaran Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Teng., pp. 1–22, 2017.
- [12] [12] X. S. Raming, V. Tulenan, and xaverius B. N. Najoran, "Virtual Reality Berbasis Video 360 Derajat pada Tari-Tarian Adat Suku Minahasa," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, Jul. 2017, doi: 10.35793/JTI.V11I1.16976.
- [13] [13] N. A. Supriyanto and R. T. Fauzan, "VIRTUAL REALITY (VR) DALAM PENDIDIKAN: STRATEGI MENYONGSONG PENDIDIKAN MASA DEPAN DI ERA METAVERSE," *J. Lingk. Pembelajaran Inov.*, vol. 5, no. 6, Jun. 2024, Accessed: Jun. 21, 2025. [Online]. Available: <https://oaj.jurnalhst.com/index.php/jlpi/article/view/342>
- [14] [14] T. Peney and P. A. Skarratt, "Increasing the immersivity of 360° videos facilitates learning and memory: implications for theory and practice," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 72, no. 6, pp. 3103–3115, Dec. 2024, doi: 10.1007/S11423-024-10402-9/FIGURES/2.
- [15] [15] I. A. RAFIQ, "VIRTUAL TOUR INSTITUT INFORMATIKA DAN BISNIS DARMAJAYA BERBASIS WEB," 2019.
- [16] [16] "Software Unity – Desain Komunikasi Visual – DKV New Media," *Binus University*. Accessed: Jun. 21, 2025. [Online]. Available: <https://dkv.binus.ac.id/2024/04/15/software-unity/>
- [17] [17] A. Y. Ranga, M. I. Saad, C. Charisto, and M. Sidi, "PENGEMBANGAN GAME AUGMENTED REALITY PENGENALAN HURUF HIRAGANA BAHASA JEPANG BERBASIS UNITY ENGINE DENGAN METODE MARKER BASED TRACKING".
- [18] [18] A. Farid, "Apa Itu Canva dan Mengapa Sangat Populer?" Accessed: Jun. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.exabytes.co.id/blog/apa-itu-canva-adalah/>
- [19] [19] L. A. Purwasi, N. Fitriyana, R. D. Jayati, L. Fitriani, and B. P. Irawan, "Developing Interactive E-Modules Through Canva App," pp. 326–338, Sep. 2023, doi: 10.2991/978-2-38476-108-1_32.
- [20] [20] "GoPro MAX 360 Action Camera Harga Terbaik dan Spesifikasi," *plazakamera*. Accessed: Jun. 21, 2025. [Online]. Available: <https://plazakamera.com/shop/gopro-max-360-action-camera/?srsltid=AfmBOorvFFNu6xBQZw5NIDAWnaAEnkcY90VLfO9TJfCcVZz1-sm9q9u>
- [21] [21] D. R. P. L. Aplikasi, "Contoh dan Fungsi Virtual Reality Dalam Kehidupan Manusia | D3 Rekayasa Perangkat Lunak Aplikasi." Accessed: Jul. 06, 2025. [Online]. Available: <https://dif.telkomuniversity.ac.id/en/contoh-dan-fungsi-virtual-reality-dalam-kehidupan-manusia/>
- [22] [22] N. L. Putri, A. Wedayanti, N. Kadek, A. Wirdiani, I. Ketut, and A. Purnawan, "Evaluasi Aspek Usability pada Aplikasi Simalu Menggunakan Metode Usability Testing," vol. 7, no. 2.