

Disaster Recognition Applications As a Learning Media Using Augmented Reality Technology

Aplikasi Pengenalan Bencana Sebagai Media Pembelajaran Menggunakan Teknologi Augmented Reality

Muhammad Ichsan Al-Fatih¹, Hartanto Tantriawan²

^{1,2,3}Jurusan Prodi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri
Institut Teknologi Sumatera

E-Mail: ¹muhammad.14116126@student.itera.ac.id, ²hartanto.tantriawan@if.itera.ac.id

Received May 05th 2021; Revised May 19th 2021; Accepted May 23th 2021
Corresponding Author: Muhammad Ichsan Al-Fatih

Abstract

Natural disasters are phenomena that have a significant impact on citizens. Prevention of the emergence of victims of natural disasters begins with studying the characteristics of natural disasters. This research implements Android-based augmented reality (AR) as a medium to study the characteristics of natural disasters. The concept of this application is how the application uses marker-based tracking to display virtual objects in the form of 3D models. The user must point the camera at the QR code on the book. The application displays a 3D model of a natural disaster. As a result, the application displayed 5 out of 5 virtual objects using markers on the smartphone screen.

Keyword: Augmented Reality, Android, Marker Natural Disaster.

Abstrak

Bencana alam adalah fenomena yang berdampak besar bagi warga. Pencegahan munculnya korban bencana alam diawali dengan mempelajari ciri-ciri terjadinya bencana alam. Penelitian ini mengimplementasikan augmented reality (AR) berbasis Android sebagai media untuk mempelajari ciri-ciri bencana alam. Konsep dari aplikasi ini adalah bagaimana aplikasi menggunakan marker-based tracking untuk menampilkan objek virtual dalam bentuk model 3D. Pengguna harus mengarahkan kamera ke kode QR pada buku. Aplikasi menampilkan model 3D berupa bencana alam. Hasilnya aplikasi berhasil menampilkan 5 dari 5 objek virtual menggunakan marker di layar smartphone.

Keyword: Augmented Reality, Android, Bencana Alam, Marker.

1. PENDAHULUAN

Bencana alam adalah fenomena alam yang berdampak besar bagi penduduk. Secara geografis, Indonesia merupakan wilayah pertemuan empat lempeng struktural: Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Di Indonesia bagian selatan serta timur memiliki sabuk vulkanik berupa pegunungan-pegunungan vulkanik [1]. Kawasan Indonesia juga terletak di area beriklim tropis. Hal ini menyebabkan Indonesia memiliki dua musim yaitu: musim penghujan dan musim panas. Wilayah tropis digambarkan dengan perubahan cuaca, suhu, dan arah angin yang ekstrem. Kondisi ini membuat Indonesia sangat rentan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, banjir, angin topan, letusan gunung berapi dan tanah longsor.

Bencana alam sebenarnya terjadi secara alami dan sering terjadi di muka bumi. Tetapi hanya jika fenomena alam ini mempengaruhi orang (kehidupan) dan semua tanaman mereka (properti dan barang) barulah kita dapat berbicara tentang bencana yang menyebabkan kerusakan besar pada manusia dan lingkungan. Kerugian ini menyebabkan penderitaan dan gejolak pola kehidupan normal dan memainkan peran penting dalam ketidakstabilan sosial-ekonomi, budaya dan kadang-kadang politik. Selain tanggapan pribadi dan umum, situasi ini juga memerlukan intervensi eksternal di tingkat nasional dan internasional [2].

Oleh karena itu, kesiapsiagaan bencana alam mencakup semua kegiatan yang harus dilakukan sebelum tanda-tanda bencana ditemukan untuk mendorong pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia. Kemauan menghadapi bencana alam bisa dimulai dari memahami tanda-tanda bencana alam. Sebelum dan sesudah

menghadapi bencana alam disebut pengurangan bencana alam, yang berarti upaya-upaya yang ditujukan untuk mengurangi dampak bencana [3].

Pengurangan bencana merupakan solusi yang harus memenuhi persyaratan yang diperlukan sebelum bencana terjadi. Kegiatan penanggulangan bencana meliputi peningkatan kesadaran pengurangan risiko bencana melalui pengalaman belajar di masyarakat [4]. Dalam hal ini, penanggulangan bencana tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah, tetapi juga dukungan seluruh lapisan masyarakat. Penanggulangan bencana harus didasarkan pada prinsip-prinsip meliputi keterpaduan kecepatan dan ketepatan, prioritas, dan koordinasi [5].

Pesatnya perkembangan dan kemajuan teknologi telah memungkinkan setiap orang untuk menggunakan smartphone sebagai alat untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Smartphone memudahkan untuk mendapatkan informasi yang banyak tersedia di Internet. Keuntungan nyata lainnya adalah ponsel pintar dapat menjadi media pembelajaran.

Dengan dukungan smartphone, perkembangan teknologi juga telah melahirkan konsep teknologi terkini yaitu Augmented reality (AR). Augmented reality adalah cara alami untuk menjelajahi objek dan data 3D. Kombinasi dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) pada AR terlihat sangat nyata dan dapat diintegrasikan dengan dunia nyata [6]. Karena representasi virtual objek 3D, penggunaan konsep AR dapat digunakan sebagai konsep media pembelajaran yang lebih interaktif daripada konsep lainnya.

Augmented reality adalah teknologi yang menggabungkan benda nyata dan maya ke dalam lingkungan nyata secara real time [7]. Realitas ini seolah-olah terbentuk dengan menyusun benda-benda nyata dan maya secara berdampingan dalam ruang yang sama. Objek virtual kontinu ditambahkan sementara dan tidak akan menggantikan objek nyata. Oleh karena itu, tujuan dari augmented reality adalah untuk membuat objek nyata sesederhana mungkin dengan mengintegrasikan objek virtual. Tidak hanya menerima informasi langsung dari pengguna, tetapi juga menerima informasi dari pengguna yang secara tidak langsung merujuk ke antarmuka pengguna yang ditampilkan. Hal ini menjadikan augmented reality sebagai alat yang mendukung interaksi manusia dalam aktivitas sehari-hari.

Pelacakan berbasis marker adalah metode yang dapat digunakan di bidang augmented reality. Marker digunakan sebagai penanda untuk menunjukkan objek virtual yang dikenali oleh kamera smartphone. Perangkat kamera mendeteksi posisi dan orientasi penanda dan memvisualisasikan objek virtual menurut sumbu x, y, dan z [8] [9]. Sebuah marker sederhana terdiri dari satu atau lebih kotak hitam dengan latar belakang putih atau dapat berupa kode QR [10] [11]. Bahkan dengan pola dan tanda gambar yang lebih kompleks, kamera harus bisa membaca objek virtual untuk visualisasi di layar smartphone.

Peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian ekstensif tentang pengurangan risiko bencana. Pada tahun 2019, Muhammad Rizal Pahleviannur mencanangkan upaya pendidikan sadar bencana melalui sosialisasi kebencanaan sebagai upaya meningkatkan pengetahuan siswa tentang pengurangan bencana. Penelitian ini mengangkat permasalahan kurangnya pengetahuan dasar siswa dalam pengurangan risiko bencana. Penelitian menunjukkan bahwa komunitas pendidikan perlu menerapkan prioritas pengurangan risiko bencana dalam bentuk kegiatan yang disosialisasikan. Hal ini sejalan dengan maraknya penelitian pembelajaran berbasis augmented reality [12].

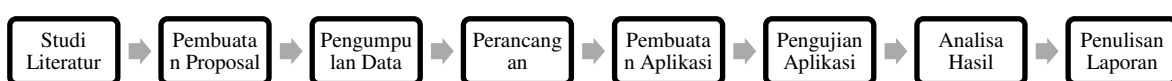
Pada tahun 2016, Nur Jazilah melakukan penelitian yang berjudul Aplikasi Pembelajaran Berbasis Augmented reality pada Panduan Anak Wudhu [13]. Penelitian ini menggunakan augmented reality dengan menggunakan pendekatan berbasis marker. Sebagai hasil dari penelitian ini, aplikasi dapat meningkatkan rata-rata hasil belajar siswa dan meningkatkan minat siswa, dan penggunaan panduan mandi berbasis android dan media pembelajaran augmented reality sangat efektif.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan kajian realisasi augmented reality sebagai media pembelajaran pada aplikasi pengenalan bencana dengan menggunakan marker untuk menampilkan 5 objek virtual bencana alam di layar smartphone dan mendeskripsikan bencana alam secara tiga dimensi. Objek di layar smartphone android.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis melakukan tahapan kegiatan sesuai dengan desain rancangan yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

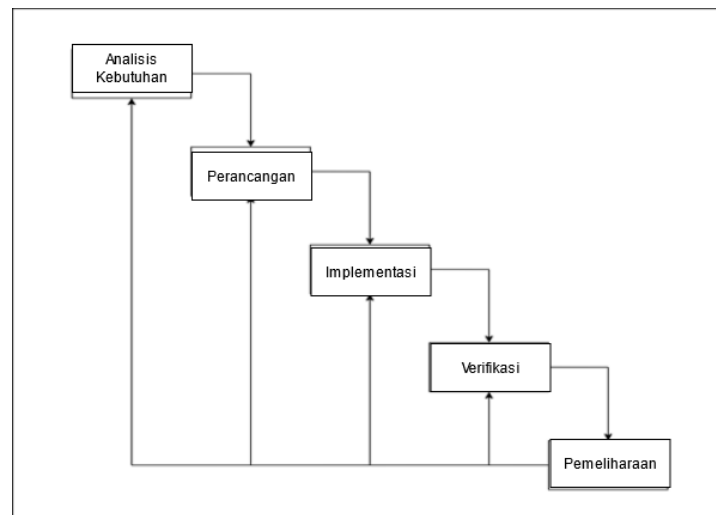
Proses pertama dalam penelitian ini adalah penelitian kepustakaan, yang digunakan untuk mempelajari referensi yang diterima melalui buku, jurnal, artikel, dll. Tahap Studi Literatur dilakukan untuk mendapatkan landasan teori yang relevan dari penelitian yang ada dan landasan teori melalui website, jurnal dan buku. Kemudian mengajukan proposal penelitian, setelah proposal diterima maka masuk ke tahap perancangan sistem. Pada tahap perancangan sistem, aplikasi dirancang sesuai dengan rencana proposal. Setelah menyusun aplikasi, dilanjutkan ke tahap aplikasi. Setelah aplikasi selesai, proses berikutnya adalah pengujian aplikasi selain pengujian pada tahap ini juga dilakukan peluncuran aplikasi. Setelah melakukan langkah-langkah berikut, analisis aplikasi pengujian akan ditulis ke dalam sebuah laporan.

2.2. Deskripsi Umum Sistem

Aplikasi pengenalan bencana dikembangkan menggunakan teknologi *augmented reality* berbasis *mobile*. Aplikasi diterapkan menggunakan *marker-based tracking* untuk menampilkan objek virtual dalam bentuk model 3D. Cara kerjanya adalah dengan mengarahkan kamera ke kode QR yang tersedia pada buku. Lantas Aplikasi ini menampilkan model 3D dari bencana alam sesuai dengan marker nya.

2.3. Model Pengembangan

Model yang akan digunakan untuk pengembangan sistem adalah metode *Waterfall* sesuai tahapan yang dijelaskan pada Gambar 2 [14].



Gambar 2. Diagram Metode Pengembangan

1. Analisis Kebutuhan

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami harapan pengguna perangkat lunak dan kendala pada pengaturan perangkat lunak. Hal ini dapat dilakukan melalui penelitian dan kemudian menganalisis data untuk mendapatkan kebutuhan yang perlu disiapkan dalam membuat perancangan sistem.

2. Perancangan

Tahap perancangan adalah proses membuat rancangan sistem. Rancangan yang dibuat akan disesuaikan dengan: proses menentukan struktur data, arsitektur perangkat lunak, dan desain antarmuka pengguna yang akan digunakan.

3. Implementasi

Setelah merancang sistem, tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan solusi-solusi dari tahap perancangan. Sistem yang dikembangkan dimulai dari program kecil dan berlanjut ke tahap integrasi berikutnya.

4. Verifikasi

Pada tahap ini, sistem yang dikembangkan diverifikasi dan diuji. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah sistem memenuhi semua atau sebagian dari persyaratan sistem. Pengujian dapat dijalankan dan dibagi

menjadi pengujian unit (dijalankan pada modul kode tertentu) dan pengujian sistem (lihat bagaimana sistem bereaksi ketika semua modul terintegrasi).

5. Pemeliharaan

Pada bagian pemeliharaan merupakan tahap akhir dari model *Waterfall*. Jalankan dan pertahankan perangkat lunak yang telah selesai. Pemeliharaan termasuk memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya.

Metode pengembangan *Waterfall* dipilih karena setiap fase harus diselesaikan sebelum fase berikutnya dilakukan. Dengan demikian dokumentasi pengembangan terorganisir. Selain itu sumber daya yang digunakan juga lebih sedikit [15].

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Implementasi

Pada tahapan ini proses Implementasi di paparkan sesuai dengan metode yang digunakan yaitu metode *waterfall*.

3.1.1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap pertama, hal-hal yang dilakukan penulis pada tahap ini di antaranya yaitu melakukan analisis melalui data yang diperoleh BNPB yaitu data bencana alam tahun 2015-2019, menentukan kebutuhan fungsional, *hardware*, *software*, dan menentukan model pengembangan yang akan digunakan.

Data yang diperoleh dari BNPB [16] memuat bencana apa saja yang telah terjadi dari tahun 2015 hingga 2019. Dari data tersebut ditentukan sebanyak 5 bencana alam yang digunakan pada sistem, yaitu gunung meletus, angin topan, banjir, gempa bumi, dan kebakaran hutan. Informasi terkait bencana alam diberikan dalam bentuk deskripsi dan objek virtual 3d. Deskripsi yang digunakan berasal dari berbagai buku, web edukasi, serta web Wikipedia [17]. Selain itu, pada sistem yang dirancang terdapat kebutuhan fungsional pada sistem ini, yaitu sebagai berikut[18] :

1. Aplikasi dapat menampilkan halaman utama untuk melakukan scan marker
2. Aplikasi dapat menayangkan ilustrasi 3D di atas marker pada buku
3. Aplikasi dapat memunculkan teks deskripsi mengenai bencana alam yang ditampilkan
4. Aplikasi dapat memberikan tampilan halaman petunjuk
5. Aplikasi dapat memunculkan halaman informasi pengembang

Kebutuhan pada perangkat keras dan perangkat lunak juga dibutuhkan pada sistem ini untuk dapat menjalankan sistem dengan baik. Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem ini, yaitu sebagai berikut:

1. *Smartphone* yang memiliki sistem operasi Android dengan minimum API level 19 atau KitKat 4.4.
2. *Smartphone* yang memiliki sensor kamera.
3. Unity 3D v2019.3.12
4. Vuforia SDK v9.6
5. Blender v2.92

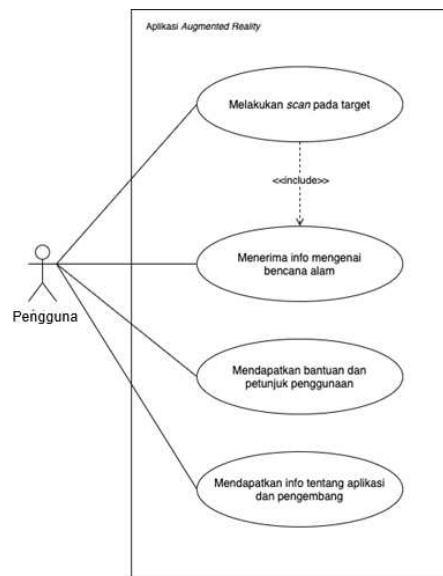
Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem adalah model *Waterfall*. Model ini terdiri dari lima tahap yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, verifikasi, dan pemeliharaan yang dijelaskan pada BAB 3. Penggunaan model pengembangan digunakan untuk mempermudah penulis dalam proses pengembangan menjadi lebih efektif dan efisien.

3.1.2 Perancangan

Setelah melakukan perencanaan maka dilakukan tahap selanjutnya, yaitu tahap perancangan. Pada sistem ini, peran yang dibutuhkan hanyalah pengguna. Pengguna pada sistem ini adalah siswa-siswi Sekolah Dasar (SD). Sehingga dilakukan perancangan sistem dengan menggunakan diagram *use case*, diagram blok, dan perancangan antarmuka pengguna.

3.1.2.1. Diagram Use case

Pada penelitian ini, diagram *use case* dapat menjelaskan apa saja yang dapat ditampilkan sistem kepada pengguna. Berikut diagram *use case* yang dipaparkan pada Gambar 3.



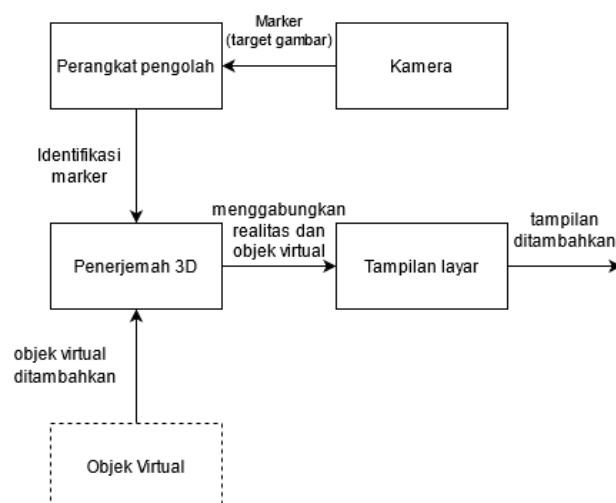
Gambar 3. Use case Diagram

Hal-hal yang dapat dilakukan oleh user adalah:

1. Pengguna dapat melakukan “scanning” target pada media (buku)
2. Pengguna dapat mendapatkan info dalam bentuk teks dan objek 3D dalam aplikasi
3. Pengguna dapat menerima bantuan atau petunjuk penggunaan
4. Pengguna dapat melihat info mengenai aplikasi dan pengembang

3.1.2.2. Diagram Blok Sistem

Pada sistem yang dirancang, penulis menggunakan diagram blok untuk menunjukkan arsitektur pada sistem yang akan dirancang. Arsitektur sistem diilustrasikan pada diagram blok sesuai diagram blok yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Sistem terdiri dari beberapa modul, yaitu kamera, perangkat pengolah, penerjemah 3D, dan tampilan layar. Setiap modul memiliki peran masing-masing yaitu sebagai berikut:

1. Kamera
Kamera yang digunakan cukup dengan kamera tunggal yang mana dapat digunakan untuk mengambil gambar untuk melacak marker dan melakukan registrasi marker.
2. Perangkat Pengolah
Proses ini adalah dimana citra biner digunakan untuk mendeteksi marker AR. Deteksi marker AR sangat penting untuk menentukan posisi dan meletakkan objek virtual. Setelah terdeteksi maka akan dilanjutkan pada modul Penerjemah 3D.
3. Penerjemah 3D dan Tampilan Layar
Pada modul ini terdapat dua input untuk rendering, yaitu perangkat pengolah dan objek virtual. Modul ini menggabungkan gambar asli dengan komponen virtual dan menampilkan gambar yang diperbesar di layar tampilan perangkat.

3.2. Pengujian

Pada bagian ini akan dijabarkan mengenai tahap pengujian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan sesuai dengan perencanaan.

3.2.1. Verifikasi (Pengujian Sistem)

Tahap verifikasi dilakukan dengan pengujian sistem. Proses ini dilakukan untuk menguji apakah aplikasi bisa dijalankan sesuai desain. Untuk menguji apakah aplikasi akhir sudah sesuai dengan desain, akan dilakukan tes yaitu:

1. Pengujian tampilan objek virtual 3d *augmented reality*
2. Pengujian tampilan deskripsi bencana alam
3. Pengujian jarak kamera ke arah marker pada buku
4. Pengujian pada marker

Pengujian tampilan objek virtual 3d *augmented reality* dilakukan pada 5 marker yang menampilkan objek virtual 3d bencana alam yaitu banjir, gempa bumi, angin topan, kebakaran hutan, dan gunung meletus. Pengujian ini diharapkan mampu menampilkan setiap objek virtual 3d sesuai marker-nya. Pengujian tampilan deskripsi bencana alam terletak pada tampilan menu "informasi" yang mana akan memuat informasi mengenai bencana alam. Pengujian ini diharapkan deskripsi dapat jelas terlihat dan sesuai dengan bencana alam yang tertera pada tampilan antarmuka pengguna.

Pengujian jarak kamera ke arah marker pada buku dilakukan dengan cara mengarahkan kamera terhadap marker pada jarak tertentu. Pengujian ini diharapkan mampu menampilkan objek virtual 3d pada jarak tertentu dengan baik. Pengujian pada marker dilakukan dengan mencoba beberapa kondisi marker seperti marker yang rusak. Pada pengujian ini diharapkan marker masih dapat bekerja dengan baik untuk dapat menampilkan objek virtual 3D yang sesuai.

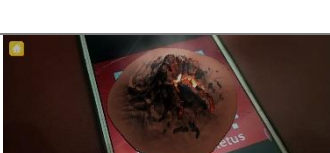
Setelah dilakukannya pengujian sistem, hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian tampilan objek virtual 3d *augmented reality*

Berikut hasil dari pengujian yang dilakukan terhadap 5 marker yaitu banjir, gempa bumi, angin topan, kebakaran hutan, dan gunung meletus pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Pengujian Tampilan Objek Virtual 3D AR

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
OVAR-1	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Banjir dengan	<i>Augmented reality</i> Banjir berhasil tampil		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
	pencerahan yang terang			
OVAR-2	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gempa Bumi dengan pencerahan yang terang	<i>Augmented reality</i> Gempa Bumi berhasil tampil		Objek 3d Gempa berhasil ditampilkan
OVAR-3	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Angin Topan dengan pencerahan yang terang	<i>Augmented reality</i> Angin Topan berhasil tampil		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
OVAR-4	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Kebakaran Hutan dengan pencerahan yang terang	<i>Augmented reality</i> Kebakaran Hutan berhasil tampil		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan
OVAR-5	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gunung Meletus dengan pencerahan yang terang	<i>Augmented reality</i> Gunung Meletus berhasil tampil		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan
OVAR-6	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Banjir dengan pencerahan redup	<i>Augmented reality</i> Banjir berhasil tampil		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan
OVAR-7	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gempa Bumi dengan pencerahan redup	<i>Augmented reality</i> Gempa Bumi berhasil tampil		Objek 3d Gempa Bumi berhasil ditampilkan
OVAR-8	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Angin Topan dengan pencerahan redup	<i>Augmented reality</i> Angin Topan berhasil tampil		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
OVAR-9	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Kebakaran Hutan dengan pencerahan redup	<i>Augmented reality</i> Kebakaran Hutan berhasil tampil		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
OVAR-10	Mengarahkan <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gunung Meletus dengan pencahayaan redup	<i>Augmented reality</i> Gunung Meletus berhasil tampil		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan

Dari pengujian tampilan objek virtual 3d *augmented reality* dilakukan dua skenario yaitu dengan pencahayaan yang terang dan redup. Pada skenario pencahayaan yang terang dan redup semua objek virtual 3d bencana alam berhasil ditampilkan pada aplikasi.

2. Pengujian tampilan deskripsi bencana alam

Berikut hasil pengujian terhadap tampilan deskripsi pada tiap bencana alam pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Pengujian Tampilan Deskripsi Bencana Alam

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
DBA-1	Menekan tombol informasi Banjir	Deskripsi Banjir berhasil ditampilkan		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan
DBA-2	Menekan tombol informasi Gempa Bumi	Deskripsi Gempa Bumi berhasil ditampilkan		Objek 3d Gempa Bumi berhasil ditampilkan
DBA-3	Menekan tombol informasi Angin Topan	Deskripsi Angin Topan berhasil ditampilkan		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
DBA-4	Menekan tombol informasi Kebakaran Hutan	Deskripsi Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan
DBA-5	Menekan tombol informasi Gunung Meletus	Deskripsi Gunung Meletus berhasil ditampilkan		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan

Dari pengujian tampilan deskripsi bencana alam dilakukan skenario yaitu menekan tombol informasi. Pada skenario menekan tombol informasi semua deskripsi bencana alam berhasil ditampilkan pada aplikasi.

3. Pengujian jarak kamera ke arah marker pada buku

Berikut hasil pengujian pada jarak antar kamera ke arah marker pada buku yang dijabarkan pada Tabel 3:

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Kamera ke arah Marker pada Buku

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
JKM-1	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Banjir dengan jarak 30cm	<i>Augmented reality</i> Banjir berhasil tampil		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan
JKM-2	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gempa Bumi dengan jarak 30cm	<i>Augmented reality</i> Gempa Bumi berhasil tampil		Objek 3d Gempa Bumi berhasil ditampilkan
JKM-3	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Angin Topan dengan jarak 30cm	<i>Augmented reality</i> Angin Topan berhasil tampil		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
JKM-4	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Kebakaran Hutan dengan jarak 30cm	<i>Augmented reality</i> Kebakaran Hutan berhasil tampil		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan
JKM-5	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gunung Meletus dengan jarak 30cm	<i>Augmented reality</i> Gunung Meletus berhasil tampil		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan
JKM-6	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Banjir dengan jarak 50cm	<i>Augmented reality</i> Banjir berhasil tampil		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan
JKM-7	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gempa Bumi dengan jarak 50cm	<i>Augmented reality</i> Gempa Bumi berhasil tampil		Objek 3d Gempa Bumi berhasil ditampilkan
JKM-8	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Angin Topan dengan jarak 50cm	<i>Augmented reality</i> Angin Topan berhasil tampil		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
JKM-9	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Kebakaran Hutan	<i>Augmented reality</i> Kebakaran Hutan berhasil tampil		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan

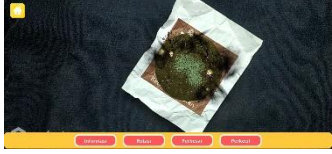
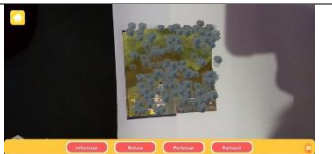
ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
	dengan jarak 50cm			
JKM-10	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gunung Meletus dengan jarak 50cm	<i>Augmented reality</i> Gunung Meletus berhasil tampil		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan

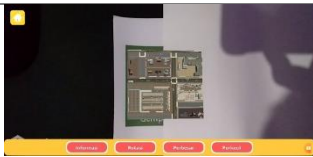
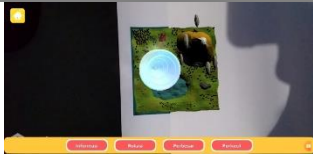
Dari pengujian jarak kamera ke arah marker pada buku dilakukan dua skenario yaitu dengan mengarahkan kamera *smartphone* ke setiap marker bencana alam dengan jarak 30cm dan 50cm. Pada skenario jarak 30cm dan 50cm semua objek virtual 3d bencana alam berhasil ditampilkan pada aplikasi.

4. Pengujian pada marker

Berikut hasil pengujian yang dilakukan terhadap berbagai macam kondisi marker AR pada Tabel 4:

Tabel 4. Hasil Pengujian pada Marker

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
MRK-1	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Banjir yang lecek	<i>Augmented reality</i> Banjir berhasil tampil		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan
MRK-2	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gempa Bumi yang lecek	<i>Augmented reality</i> Gempa Bumi berhasil tampil		Objek 3d Gempa Bumi berhasil ditampilkan
MRK-3	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Angin Topan yang lecek	<i>Augmented reality</i> Angin Topan berhasil tampil		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
MRK-4	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Kebakaran Hutan yang lecek	<i>Augmented reality</i> Kebakaran Hutan berhasil tampil		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan
MRK-5	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gunung Meletus yang lecek	<i>Augmented reality</i> Gunung Meletus berhasil tampil		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan
MRK-6	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Banjir yang ditutupi 50%	<i>Augmented reality</i> Banjir berhasil tampil		Objek 3d Banjir berhasil ditampilkan

ID Skenario	Skenario Pengujian	Parameter Keberhasilan	Hasil Pengujian	Keterangan
MRK-7	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gempa Bumi yang ditutupi 50%	<i>Augmented reality</i> Gempa Bumi berhasil tampil		Objek 3d Gempa Bumi berhasil ditampilkan
MRK-8	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Angin Topan yang ditutupi 50%	<i>Augmented reality</i> Angin Topan berhasil tampil		Objek 3d Angin Topan berhasil ditampilkan
MRK-9	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Kebakaran Hutan yang ditutupi 50%	<i>Augmented reality</i> Kebakaran Hutan berhasil tampil		Objek 3d Kebakaran Hutan berhasil ditampilkan
MRK-10	Mengarahkan kamera <i>smartphone</i> ke <i>marker</i> Gunung Meletus yang ditutupi 50%	<i>Augmented reality</i> Gunung Meletus berhasil tampil		Objek 3d Gunung Meletus berhasil ditampilkan

Dari pengujian pada marker dilakukan dua skenario yaitu dengan mengarahkan kamera *smartphone* ke setiap marker bencana alam yang lecak dan marker yang ditutupi sebesar 50%. Pada skenario marker yang lecak dan marker yang ditutupi sebesar 50% semua objek virtual 3d bencana alam berhasil ditampilkan pada aplikasi.

3.2.2. Pemeliharaan

Setelah melakukan tahap verifikasi, maka dilakukan tahap pemeliharaan sebagai tahap terakhir. Tahap ini dilakukan dengan melakukan perbaikan terhadap beberapa eror kecil dan beberapa kesalahan penulisan kata dalam deskripsi bencana alam. Selain itu, penulis juga melakukan tahap pemeliharaan seperti mengupdate warna-warna antarmuka pengguna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Aplikasi dengan memanfaatkan augmented reality berhasil dibuat dengan menampilkan objek virtual 3 dimensi dan deskripsi bencana yang ditampilkan pada layar *smartphone* Android.
2. Aplikasi berhasil menunjukkan 5 dari 5 objek virtual menggunakan penanda (marker) pada layar *smartphone* sesuai yang sudah direncanakan.
3. Aplikasi berhasil menampilkan 5 dari 5 deskripsi sesuai dengan objek 3 dimensinya pada layar *smartphone* sesuai yang sudah direncanakan..

REFERENSI

- [1] T. D. Indriasari, K. Anindito dan E. Julianto, "Analisis dan Perancangan Sistem Pengumpulan Data Bencana Alam," 2015.
- [2] I. Pratomo, "Klasifikasi Gunung Api Aktif Indonesia, Studi Kasus Dari Beberapa Letusan Gunung Api dalam Sejarah," 2006.
- [3] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24, Penanggulangan Bencana, 2007.
- [4] D. Suhardjo, "Arti Penting Pendidikan Mitigasi Bencana Dalam Mengurangi Resiko Bencana," 2015.

-
- [5] T. D. Indriasari, K. Anindito dan E. Julianto, “Analisis dan Perancangan Sistem Pengumpulan Data Bencana Alam,” 2014.
 - [6] S. Cawood dan M. Fiala, *Augmented reality: A Practical Guide*, 2007.
 - [7] R. T. Azuma, “A Survey of *Augmented reality*,” Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1997.
 - [8] C. Hamdah, “Aplikasi *Augmented reality* Dengan Metode Marker Based Tracking Untuk Memvisualisasikan Gedung-Gedung Pada Kampus II Universitas Islam Negeri Alauddin Samata Gowa,” 2012.
 - [9] S. D. Y. Kusuma, Perancangan Aplikasi *Augmented reality* Pembelajaran Tata Surya Dengan Menggunakan Marker Based Tracking, 2018.
 - [10] A. Katiyar, K. Kalra dan C. Garg, Marker Based *Augmented reality*, 2015.
 - [11] J. Peddie, *Augmented reality: Where We Will All Live*, 2017.
 - [12] M. R. Pahleviannur, “Edukasi Sadar Bencana Melalui Sosialisasi Kebencanaan Sebagai Upaya Peningkatan Pengetahuan Siswa Terhadap Mitigasi Bencana,” 2019.
 - [13] N. Jazilah, “Aplikasi Pembelajaran Berbasis *Augmented reality* Pada Buku Panduan Wudhu Untuk Anak,” 2016.
 - [14] A. A. Wahid, “Analisis Metode *Waterfall* Untuk Pengembangan Sistem Informasi,” 2020.
 - [15] C. Tristanto, “PENGUNAAN METODE *WATERFALL* UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN EVALUASI PEMBANGUNAN PEDESAAN,” Jurnal Teknologi Informasi ESIT, vol. XII, pp. 8-22, 2018.
 - [16] D. BNPB, “Data & Informasi Bencana Indonesia,” [Online]. Available: <https://dibi.bnpb.go.id/>. [Diakses 28 november 2020].
 - [17] S. Handayaningsih, Bersahabat dengan Bencana Alam, Jakarta Timur: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2018.
 - [18] I. Sommerville, Software Engineering, 2003.