

# **Pengembangan *Augmented Reality* Sebagai Media Edukasi Pengetahuan Bencana Alam Gunung Berapi**

**Dian Nurdiana**

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Terbuka, Tangerang Selatan, Indonesia  
e-mail: [dian.nurdiana@ecampus.ut.ac.id](mailto:dian.nurdiana@ecampus.ut.ac.id)

## ***Abstrak***

*Indonesia merupakan salah negara kepulauan yang diwilayahnya terdapat banyak gunung berapi, tercatat 76 gunung dinyatakan aktif yang tersebar di seluruh pulau yang ada di Indonesia. Bencana gunung berapi pun hampir terjadi setiap tahunnya dan sering menelan banyak korban jiwa. Salah satu contohnya pada tahun 2018 erupsi gunung anak Krakatau yang menyebabkan tsunami sehingga 432 korban jiwa meninggal dunia menurut data BNPB. Dari isu tersebut maka perlu sebuah upaya untuk edukasi dalam pengetahuan bencana gunung berapi bagi masyarakat supaya bisa mengurangi korban jiwa. Augmented reality merupakan salah satu media yang sedang hangat digunakan, sudah banyak beberapa bidang yang memanfaatkan media ini sebagai media edukasi. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan aplikasi untuk edukasi bencana alam gunung berapi berbasis Augmented reality. Model yang digunakan untuk pengembangannya menggunakan model watelfall, sedangkan pengujiannya menggunakan black box testing dan OS yang digunakan untuk menjalankan aplikasi ini adalah berbasis Android. Adapun hasil penelitian ini adalah membuat sebuah media informasi dalam bentuk aplikasi mobile berbasis Augmented reality untuk media pengetahuan bencana alam gunung berapi, media yang akan dibuat diberi nama "simerapi".*

***Kata kunci:*** Augmented Reality, Volcano, Waterfall, Android.

## ***Abstract***

*Indonesia is an archipelagic country in which there are many volcanoes, with 76 mountains declared active throughout the islands in Indonesia. Volcanic disasters occur almost every year and often cause many lives. One example is in 2018 the eruption of Mount Anak Krakatau which caused a tsunami resulting in 432 fatalities according to BNPB data. From these issues it is necessary to make an effort to educate the community on volcanic disaster knowledge so that they can reduce fatalities. Augmented reality is one of the media that is being warmly used, there are already many fields that utilize this media as an educational medium. The purpose of this study is how to develop applications for the education of Augmented reality-based volcanic natural disasters. The model used for its development uses the watelfall model, while the testing uses black box testing and the OS used to run this application is based on Android. The results of this study are to make an information media in the form of an Augmented reality-based mobile application for volcanic knowledge natural media, the media to be created is named "simerapi".*

***Keywords:*** Augmented Reality, Volcano, Waterfall, Android

## **1. Pendahuluan**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai sejarah bencana alam yang cukup banyak, diantaranya tanah longsor, banjir dan gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh faktor alam maupun infrastruktur pembangunan daerah yang kurang perencanaannya. Dengan seringnya terjadi bencana menimbulkan banyak korban jiwa dan menimbulkan kerugian yang cukup besar. Karena Indonesia berada di sejumlah lempeng bumi, maka Indonesia berpotensi mengalami bencana alam yang sering. Lempengan ini disebut juga

kawasan Cincin Api Pasifik atau *Pacific Ring of Fire* yang berpotensi Indonesia mengalami bencana alam yang cukup tinggi dan sering. Tercatat sudah 5 bencana besar pada tahun 2018 melanda Indonesia, mulai dari banjir, longsor, gempa bumi, gunung meletus dan lainnya sehingga hal ini menelan banyak korban jiwa. Badan nasional penanggulangan bencana mencatat sudah terjadi 2.436 kejadian bencana alam hingga pada 14 Desember 2018 seminggu sebelum selat sunda terjadi tsunami. Dimana tsunami selat sunda telah makan korban jiwa sebanyak 3,397. Selain itu sebanyak 572 nyawa melayang yang disebabkan gempa bumi. Sehingga pada tahun 2018 adalah tahun terbanyak korban jiwa yang disebabkan oleh bencana alam [1].

Bencana alam merupakan sebuah bencana yang sulit di prediksi, walaupun perkembangan teknologi informasi lebih maju saat ini manusia hanya bisa membaca pola dan fenomena pada saat bencana alam. Oleh sebab itu manusia hanya mampu mengurangi bencana alam dengan mengurangi dampak dari bencana alam tersebut. Dengan melakukan edukasi dan simulasi bencana alam maka diharapkan bisa memberikan pengetahuan tentang potensi bencana alam dan memberikan alternatif mitigasi bencana sehingga masyarakat bisa lebih waspada dan responsif dalam menghadapi bencana [2].

Seringnya bencana alam di Indonesia tidak terlepas dari letak geografis wilayah Indonesia yang berada pada deretan gunung berapi Pasifik yang melengkung dari utara pulau Sumatera-Jawa-Nusa. Selain itu Indonesia juga terletak diantara 2 lempang tektonik dunia yang mempengaruhi 3 gerakan yaitu gerakan sistem sunda, gerakan sistem pinggir asia timur dan gerakan sirkum australia. Kedua tersebut menyebabkan Indonesia memiliki gunung berapi aktif dan sering terjadi letusan [3]. Oleh sebab itu sepanjang dekade terakhir, pusat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi (PVMBG) Indonesia dan instansi terkait, sering melakukan edukasi tentang krisis letusan gunung api terhadap sebagian besar sekolah, lingkungan komunitas tertentu, dan kader – kader masyarakat di sekitar gunung api yang aktif, guna meningkatkan *awareness* melalui berbagai media, baik media cetak dan media elektronik, termasuk penggunaan *website*. [4].

Masyarakat Indonesia memerlukan edukasi mengenai bencana dan pencegahannya, media massa dapat menjadi medium dalam mendukung edukasi dalam sosialisasi bencana alam gunung berapi [5]. Teknologi yang saat ini ramai dibicarakan adalah *Augmented reality* yang merupakan salah satu teknologi di dibidang interaksi. *Augmented reality* dapat membantu dalam menyampaikan informasi ke pihak yang membutuhkan atau bisa menjadi media edukasi [6]. Tujuan dari penggunaan teknologi ini adalah menyampaikan pengertian dan informasi pada dunia nyata. Di mana *Augmented reality* ini dunia nyata (*real*) dan dunia maya (*virtual*) yang dibuat melalui komputer sehingga batas antara keduanya menjadi sangat tipis. Secara sederhana *Augmented reality* bisa didefinisikan sebagai lingkungan nyata yang ditambahkan obyek virtual [7].

Beberapa penelitian terdahulu telah diteliti bagaimana teknologi *Augmented reality* dikembangkan dalam area bencana alam seperti pemanfaatan *Augmented reality* dalam respons bencana alam gempa bumi [8]. Penggunaan *Augmented reality* untuk penanganan situasi kebakaran [9]. Pembuatan (*Smart Augmented Field for Emergency*) untuk tim penyelamat dan operator yang terlibat dalam misi penyelamatan yang menggunakan teknologi *Augmented reality* [10]. Penggunaan *Augmented reality* untuk latihan yang memberikan keterampilan teknologi informasi kepada responden sehingga mereka siap menghadapi masalah kesehatan, keamanan, dan manajerial pada saat tanggap darurat [11].

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penulis merasa perlu melakukan penelitian mengenai “Pengembangan *Augmented reality* Sebagai Media Edukasi Pengetahuan Bencana Alam Gunung Berapi”. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

menghasilkan sebuah produk media edukasi pengetahuan bencana alam gunung berapi yang bisa dipakai sebagai media edukasi di masyarakat.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Augmented reality

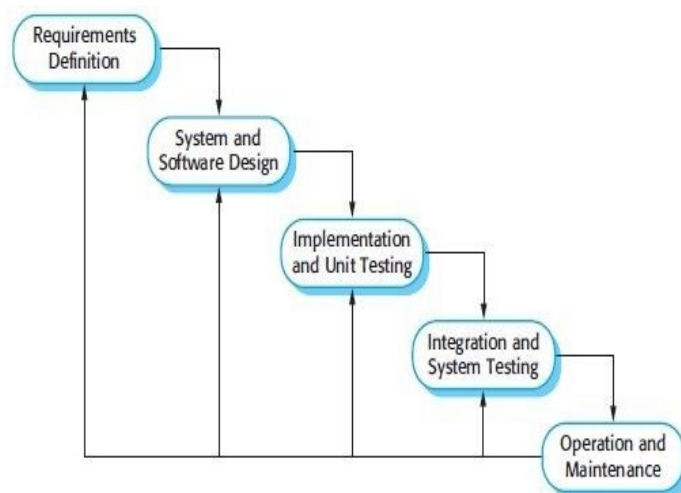
*Augmented reality* adalah sebuah sistem yang dibangun dengan menggabungkan elemen pada dunia nyata dan dunia maya. Penggabungan ini memanfaatkan teknologi seperti komputer dan *smartphone*. Dengan penggabungan ini *Augmented reality* bisa menerjemahkan keadaan dunia nyata. Dunia nyata yang digunakan dalam sistem ini bisa berupa ruangan ataupun ruangan terbuka. Untuk bisa menerjemahkan keadaan dunia nyata maka kita membutuhkan kamera yang digunakan untuk mengambil gambar, kamera tersebut bisa diatur posisinya sesuai dengan keinginan penggunanya. Hasil dari pengolahan *Augmented reality* dengan menyorotkan kamera pada *marker* atau objek maka akan menghasilkan *Augmented reality* yang menggabungkan antara dunia nyata dan dunia maya [6].

### 2.2 Bencana

Bencana adalah sebuah kejadian atau peristiwa yang mengakibatkan kerugian bagi kehidupan manusia baik yang sifatnya mengancam maupun mengganggu yang disebabkan faktor alam dan/atau faktor alam maupun faktor manusia yang mengakibatkan kerugian seperti kerusakan, hilang harta benda, terganggunya psikologis dan korban jiwa [12].

## 3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode *waterfall*. Adapun metode *Waterfall* menurut Sommerville [13] metode *waterfall* memiliki tahapan utama dari *waterfall* model yang mencerminkan aktivitas pengembangan dasar. Terdapat 5 (lima) tahapan pada metode *Waterfall*, yaitu *requirement analysis and definition*, *system and software design*, *implementation and unit testing* dan *integration and system testing*. Pada Gambar 1. Menunjukkan metode *Waterfall* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. *Waterfall* [13]

### 1. Requirement analysis

Pada Tahap *System and Software Design* ini akan dibentuk suatu arsitektur sistem berdasarkan persyaratan yang telah ditetapkan. Selain itu juga, dilakukan identifikasi dan

penggambaran terhadap abstraksi dasar sistem perangkat lunak beserta hubungan-hubungannya. Pada tahap ini merumuskan perlunya dilakukan penelitian penggunaan *Augmented reality* sebagai media edukasi bencana alam gunung berapi. Analisis bertujuan agar *Augmented reality* yang dirancang bisa tepat sasaran dan dapat dimanfaatkan dalam edukasi bencana alam gunung berapi.

## 2. *Design*

Pada Tahap *System and Software Design* ini akan dibentuk suatu arsitektur sistem berdasarkan persyaratan yang telah ditetapkan. Selain itu juga, dilakukan identifikasi dan penggambaran terhadap abstraksi dasar sistem perangkat lunak beserta hubungan-hubungannya. Pada tahap perencanaan desain ini dilakukan analisis tentang konten apa yang akan dibuatkan dalam media edukasi bencana alam gunung berapi.

## 3. *Implementation*

Dalam tahapan *Implementation and Unit Testing* ini, hasil dari desain perangkat lunak akan direalisasikan sebagai satu set program atau unit program. Setiap unit akan diuji apakah sudah memenuhi spesifikasinya..

## 4. *Testing*

Dalam tahap *Integration and System Testing* ini, setiap unit program akan diintegrasikan satu sama lain dan diuji sebagai satu sistem yang utuh untuk memastikan sistem sudah memenuhi persyaratan yang ada. Setelah itu sistem akan dikirim ke pengguna sistem. Pengujian yang dilakukan antara lain penggunaan *handphone* dengan merek yang berbeda, pengujian pada fungsional aplikasi, pengujian pada jarak sorot kamera, pengujian pada sudut kemiringan dan pengujian pengguna. Pengujian pengguna menggunakan skala *likert*. Skala ini mengukur pengguna terhadap aplikasi yang dibuat dengan skala 1 sampai 5.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan langkah-langkah pada metode *Waterfall* antara lain *requirement analysis, design, implementation* dan *testing*.

### 4.1 *Requirement analysis*

Berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan sebelumnya, menyebutkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara dengan wilayah yang berada pada 2 lempeng benua sehingga menyebabkan seringnya bencana alam khususnya gunung berapi [5]. Sehingga peran media bisa meningkatkan *awareness* tentang letusan gunung berapi yang terjadi di Indonesia [4]. Salah satu media yang sedang ramai dibicarakan dan mampu memberikan informasi kepada masyarakat salah satunya adalah *augmented reality*. *Augmented reality* menjadi media edukasi yang bisa digunakan menyampaikan pengertian dan informasi dari gunung berapi [6].

Kesimpulan dari hasil analisis adalah perlu adanya media edukasi bencana alam gunung berapi agar bisa memberikan informasi dan edukasi bagi masyarakat. Dengan bantuan *Augmented reality* diharapkan masyarakat bisa lebih tertarik mendengarkan dan memahami lebih nyata karena *Augmented reality* ini menggabungkan dunia nyata dengan dunia maya sehingga bisa memberikan gambaran yang terjadi.

Hasil analisis di atas didapatkan spesifikasi produk yang akan dihasilkan antara lain:

1. Produk yang dihasilkan adalah media edukasi bencana alam gunung berapi
2. Media yang menyajikan sebuah gambar yang bila di sorot menggunakan kamera *handphone* akan menghasilkan efek yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia

maya. Pada penelitian ini akan mengubah sebuah gambar menjadi video edukasi mengenai gunung berapi.

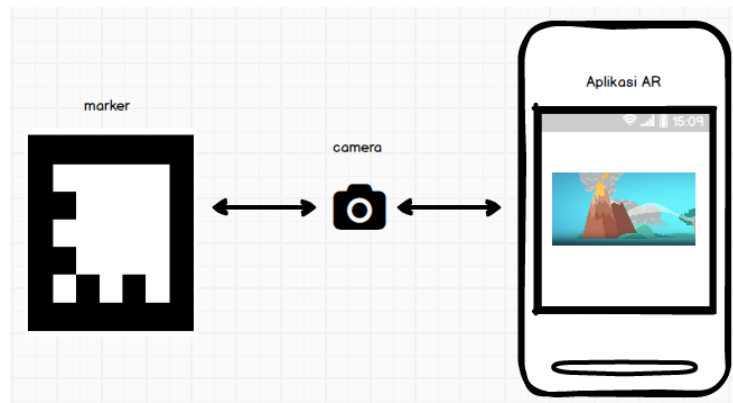
3. Media ini menggunakan teknologi *Augmented reality* yang bisa digunakan pada sistem operasi *Android*.
4. *Tools* atau aplikasi yang digunakan untuk membuat media ini adalah *unity*, *vuforia* dan *Android studio*.
5. Dibutuhkan sebuah *marker* yang digunakan sebagai *trigger* untuk menjalankan aplikasi yang dibuat.

Kebutuhan dari media ini adalah video yang berhubungan dengan edukasi bencana gunung berapi. Video tersebut didapatkan dari akun *youtube* HUMAS BNPB. Video tersebut berikan informasi antara lain:

1. Sejarah letusan gunung berapi di Indonesia
2. Siap siaga menghadapi letusan gunung berapi
3. Kesigapan saat terjadi erupsi
4. Hal yang dilakukan setelah erupsi.

#### 4.2 Design

Tahap desain ini merencanakan pembuatan media *Augmented reality* dengan menyiapkan *marker* yang digunakan untuk penanda untuk menjalankan media ini. ada dua jenis yang biasanya digunakan untuk *marker* yaitu *Marker Based Tracking* dan *Markerless Augmented reality* [14]. Pada penelitian ini menggunakan *Marker Based Tracking* dengan gambar dua dimensi. Metode *marker* ini digunakan karena mempunyai keunggulan ketepatan yang sangat tinggi dan dapat diposisikan sesuai dengan keinginan pengguna[15]. Gambar 2. merupakan ilustrasi cara kerja pembacaan *marker* pada aplikasi.



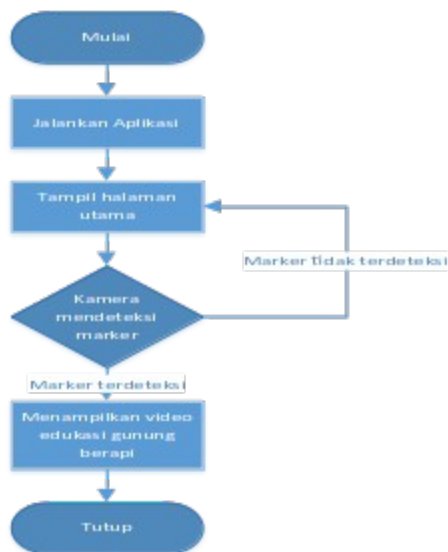
Gambar 2. Ilustrasi Cara Kerja AR Menggunakan *Marker*

Pada Gambar 2. menjelaskan komponen apa saja yang harus ada untuk menjalankan aplikasi dengan menggunakan *marker*. Pada gambar terlihat *marker* merupakan objek utama yang akan disorotkan dengan kamera handphone. Setelah *handphone* menerima *marker* yang ditangkapnya maka layar handphone akan menampilkan objek *Augmented reality* aplikasi edukasi untuk bencana alam gunung merapi. *Marker* yang digunakan adalah gambar dari gunung berapi seperti pada Gambar 3. berikut:



Gambar 3. *Marker*

Sedangkan *flowchart* alur dari penggunaan aplikasi edukasi ini dapat kita gambarkan pada Gambar 4 dibawah ini:

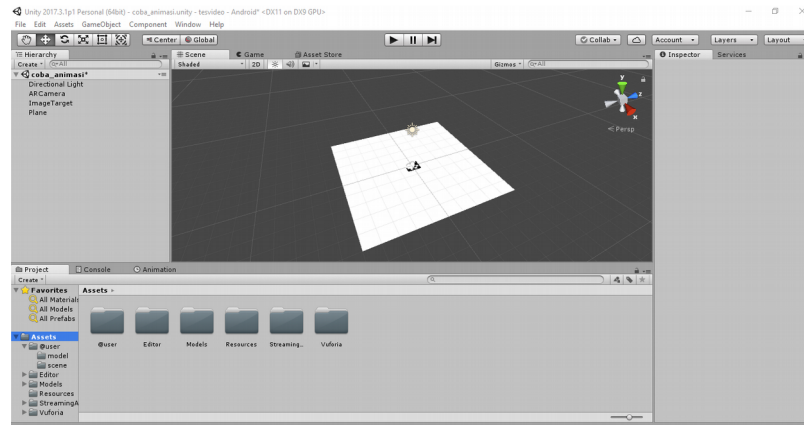


Gambar 4. Alur Penggunaan Aplikasi

Pada gambar dijelaskan alur penggunaan aplikasi yang akan dibuat. Pertama pengguna memulai aplikasi dengan menjalankan aplikasi, kemudian akan muncul halaman utama berupa tampilan layar dari sorot kamera untuk mendeteksi *marker* yang akan diidentifikasi. Setelah *marker* teridentifikasi maka selanjutnya aplikasi akan menampilkan video edukasi tentang gunung berapi. Untuk mengakhiri aplikasi maka pengguna tinggal menutup aplikasi tersebut.

#### 4.3 Implementasi

Saat ini sudah banyak *tools* yang digunakan untuk membuat *augmented reality*. Salah satunya adalah Unity. Unity merupakan *tool* atau aplikasi yang digunakan untuk membuat sebuah media *augmented reality*. Apabila ingin membuat media ini pengguna bisa mengunduh gratis. Pengembangan aplikasi *Augmented reality* ini dilakukan dengan menggunakan *software* Unity, *Android Studio* (SDK, NDK, JDK), dan *Vuforia SDK*. Adapun tampilan aplikasi yang telah dibuat seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Pembuatan Media Edukasi Bencana Gunung Berapi

Hasil dari media *Augmented reality* untuk edukasi bencana gunung berapi seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Media Edukasi Bencana Gunung Berapi

#### 4.4 Testing

Uji coba pembuatan media ini dilakukan pada perangkat *mobile* yang mempunyai sistem operasi *Android*. Berikut hasil yang uji coba menggunakan *black box* berdasarkan penggunaan *handphone* dengan merek yang berbeda, pengujian pada fungsional aplikasi, pengujian pada jarak sorot kamera, pengujian pada sudut kemiringan dan pengujian pengguna.

##### a. Testing menggunakan *handphone* berbeda

Tabel 1. Testing Menggunakan *Handphone* Berbeda

No.	Device	Sistem operasi	Keterangan
1	Xiaomi redmi 7	<i>Android</i>	Berhasil
2	Oppo A3S	<i>Android</i>	Berhasil
3	Xiaomi Redmi 5	<i>Android</i>	Berhasil
4	Asus Zenfone Live L1	<i>Android</i>	Berhasil

No.	Device	Sistem operasi	Keterangan
5	Samsung Galaxy J6	<i>Android</i>	Berhasil
6	Samsung Galaxy M20	<i>Android</i>	Berhasil
7	Asus Zenfone Max Pro M1	<i>Android</i>	Berhasil

Dari hasil testing pada Tabel 1. menggunakan *handphone* yang merk berbeda dihasilkan semua *device* berhasil menjalankan aplikasi.

b. *Testing* Fungsional

Tabel 2. *Testing* Fungsional

No.	Pengujian	Hasil	Validitas
1	Menjalankan aplikasi	Aplikasi berjalan dengan baik	Ya
2	Kamera AR	Aplikasi membuka kamera dengan baik	Ya
3	<i>Marker</i>	Aplikasi mendeteksi <i>marker</i>	Ya
4	Konten AR	Konten AR muncul sesuai dengan harapan	Ya
5	Suara	Suara dari konten AR terdengar dengan jelas	Ya
6	Keluar aplikasi	Keluar aplikasi	Ya

Dari pengujian pada Tabel 2. dapat disimpulkan bahwa pembuatan media edukasi bencana alam gunung berapi bisa berjalan dengan baik dan bisa digunakan untuk media edukasi bencana alam gunung berapi.

c. *Testing* jarak sorot kamera

Tabel 3. *Testing* Jarak Sorot Kamera

No.	Jarak	Validitas
1	5 Cm	Tidak
2	10 Cm	Berhasil
3	20 Cm	Berhasil
4	30 Cm	Berhasil
5	40 Cm	Berhasil
6	50 Cm	Berhasil
7	Lebih dari 60 Cm	Gagal

Dari Tabel 3. hasil pengujian jarak sorot kamera disimpulkan aplikasi berjalan dengan baik pada jarak antara 10 cm sampai dengan 50 cm.

d. *Testing* Sudut kemiringan

Tabel 4. *Testing* Sudut Kemiringan

No.	Sudut kemiringan	Validitas
1	< 20 °	Tidak
2	40 °	Berhasil
3	60 °	Berhasil
4	80 °	Berhasil
5	100 °	Berhasil



No.	Sudut kemiringan	Validitas
6	120°	Berhasil
7	140°	Berhasil
8	> 160°	Tidak

Dari Tabel 4. hasil testing sudut kemiringan disimpulkan aplikasi dapat berjalan dengan baik pada sudut kemiringan antara 20° sampai dengan 160°.

e. *Testing* Pengguna

Tabel 5. Kuesioner

No	Pertanyaan	Nilai				
		1	2	3	4	5
1	Apakah Informasi yang disediakan aplikasi mudah dimengerti?					
2	Apakah <i>fitur</i> aplikasi mudah digunakan?					
3	Apakah aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan?					
4	Apakah aplikasi ini mudah dipelajari?					
5	Apakah Anda akan menggunakan aplikasi ini lain kali?					
6	Apakah aplikasi ini menarik?					

Keterangan

1. Sangat tidak setuju
2. Tidak setuju
3. Netral
4. Setuju
5. Sangat setuju

*Testing* pengguna dilakukan dengan membagikan kuesioner sebanyak 7 responden. Pertanyaan yang dibuat berdasarkan kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan seperti pada Tabel 5. Skala penilaian yang digunakan antara 1 sampai dengan 5.

Tabel 6. Hasil Kuesioner

Responden	Pertanyaan						Skor	Nilai
	1	2	3	4	5	6		
1	4	5	4	4	3	4	24	80
2	4	4	3	4	4	5	24	80
3	3	3	4	4	3	4	21	70
4	4	4	4	4	4	4	24	80
5	5	5	5	3	3	4	25	83.3
6	4	4	3	3	3	4	21	70
7	5	4	3	4	3	3	22	73.3
Rata-rata							<b>23</b>	<b>76.7</b>

Keterangan

- 1) 0-19,99 = Sangat Tidak Setuju
- 2) 20-39,99 = Tidak Setuju

- 3) 40-59,99 = Cukup
- 4) 60-79,99 = Setuju
- 5) 80-100 = Sangat Setuju

Dari hasil kuesioner menggunakan skala *likert* pada Tabel 6. terhadap 7 responden disimpulkan bahwa rata-rata responden “Setuju” dengan rata-rata sebanyak 76.7 dengan pengembangan *Augmented reality* sebagai media edukasi pengetahuan bencana alam gunung berapi.

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan media edukasi bencana alam gunung berapi maka diperoleh kesimpulan telah dihasilkan media edukasi bencana alam gunung berapi yang dapat diakses menggunakan sistem operasi *Android* yang telah dilakukan testing dengan beberapa model pengujian. Dari hasil testing pengguna yang telah dilakukan kepada 7 responden disimpulkan rata-rata responden “Setuju” dengan rata-rata sebanyak 76.7. Maka media edukasi bencana alam gunung merapi siap di sosialisasikan kepada masyarakat. Saran dari penelitian selanjutnya adalah buat media edukasi yang lebih interaktif sehingga bisa membuat lebih antusias dalam menggunakan media tersebut.

### Daftar Pustaka

- [1] BBC, “Deretan bencana alam mematikan yang menerjang Indonesia sepanjang 2018,” 2018.
- [2] & F. Emosda, Lela, “Mengkonstruk Pemahaman Masyarakat Peduli Bencana AlamBanjir,” *J. Pengabd. Masy.*, vol. 29 Nomor 3, pp. 21–29, 2014.
- [3] R. Oktarina, “Conceptual Design of Logistics Management Information System for Disaster Management (Simlog - PB) Based GIS (Geographic Information System) in Indonesia,” *J. SNATI 2009*, vol. 008, no. Snati 2009, p. p B16-B22, 2009. Available: [http://www.ijbts-journal.com/images/main\\_1366796758/0066-Rienna.pdf](http://www.ijbts-journal.com/images/main_1366796758/0066-Rienna.pdf) [Accessed: 26-Dec-2019]
- [4] Center for Excellence in Disaster Management and Humanitarian Assistance, “Indonesia Disaster Management Reference Handbook 2015,” *J. Chem. Inf. Model*, vol. 53, pp. 1689–1699, 2015.
- [5] D. Asteria, “Optimalisasi Komunikasi Bencana Di Media Massa Sebagai Pendukung Manajemen Bencana,” *J. Komun. Ikat. Sarj. Komun. Indones.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2016. Available: <http://www.jurnal-iski.or.id/index.php/jkiski/article/download/30/19> [Accessed: 26-Dec-2019]
- [6] K. Teguh Martono, “Augmented Reality sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer,” *J. Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 60–64, 2011. Available: <http://jsiskom.undip.ac.id/index.php/jsk/article/download/13/13> [Accessed: 26-Dec-2019]
- [7] A. Ismail, “Enhancing students’ conceptual understanding of electricity using learning media-based augmented reality,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1157 (3), p. 032049, 2019. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1157/3/032049/pdf> [Accessed: 26-Dec-2019]
- [8] J. Leebmann, “An augmented reality system for earthquake disaster response,” *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. 34, no. Part XXX, 2004. Available: <https://www.isprs.org/proceedings/xxxv/congress/comm3/papers/399.pdf>

- [Accessed: 26-Dec-2019]
- [9] A. R. Wani, S. Shabir, and R. Naaz, "Augmented reality for fire and emergency services," in *Int. Conf. on Recent Trends in Communication and Computer Networks, Byderabad India, 2013*. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/0896/4face3aaa0cc5aee938a5ae09ef4b494ad2c.pdf> [Accessed: 26-Dec-2019]
- [10] P. Brunetti, A. Croatti, A. Ricci, and M. Viroli, "The 5th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH 2015) Smart Augmented Fields for Emergency Operations," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 63, no. Icth, pp. 392–399, 2015.
- [11] M. Sebillo, G. Vitiello, L. Paolino, and A. Ginige, "Training emergency responders through augmented reality mobile interfaces," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 75, no. 16, pp. 9609–9622, 2016. Available: [http://search.proquest.com/openview/e8e49c8b201a50c9da0ed71f79f3c857/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=54626&casa\\_token=3TT8IRW0kLwAAAAA:7pog6hqI5YN G1p7Ptvkd-5bbidnkLXJYd4JicvJlkqhpVrLxhFxT6mYIXImbzFdxQunoUEMvdh7](http://search.proquest.com/openview/e8e49c8b201a50c9da0ed71f79f3c857/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=54626&casa_token=3TT8IRW0kLwAAAAA:7pog6hqI5YN G1p7Ptvkd-5bbidnkLXJYd4JicvJlkqhpVrLxhFxT6mYIXImbzFdxQunoUEMvdh7) [Accessed: 26-Dec-2019]
- [12] BNPB, "Perka Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana," pp. 5–12, 2008.
- [13] I. Sommerville, *Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)*. Jakarta: Erlangga, 2011.
- [14] E. Fuad, R. Gunawan, J. Al Amien, and U. Elviani, "Perangkat Media Terapi Bagi Anak Penderita Fobia Jarum Suntik (Trypanophobia) Menggunakan Teknologi Augmented Reality," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 3, no. 1, pp. 48–53, 2019. Available: <http://www.ejurnal.umri.ac.id/index.php/JIK/article/download/1195/721> [Accessed: 30-Dec-2019]
- [15] J. C. Cheng, K. Chen, and W. Chen, "Comparison of Marker-based AR and Markerless AR: A Case Study on Indoor Decoration System," in *Lean and Computing in Construction Congress (LC3): Proceedings of the Joint Conference on Computing in Construction (JC3)*, 2017, pp. 483–490. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Weiwei\\_Chen19/publication/318440535\\_Comparison\\_of\\_marker-based\\_AR\\_and\\_markerless\\_AR\\_A\\_case\\_study\\_on\\_indoor\\_decoration\\_system/links/5d3bcb164585153e592532a0/Comparison-of-marker-based-AR-and-markerless-AR-A-case-study-on-indoor-decoration-system.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Weiwei_Chen19/publication/318440535_Comparison_of_marker-based_AR_and_markerless_AR_A_case_study_on_indoor_decoration_system/links/5d3bcb164585153e592532a0/Comparison-of-marker-based-AR-and-markerless-AR-A-case-study-on-indoor-decoration-system.pdf) [Accessed: 30-Dec-2019]