

Efektivitas Media *Virtual Reality* Terhadap Kesiapsiagaan Siswa MA Mafaza Putra Dalam Menghadapi Gempa Bumi

Qothrunada Rahmawati¹, Ririn Zuhairini², Vita Purnamasari³

^{1,2,3} Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Email: qothrunada2305@gmail.com, zuhairini@unisayogya.ac.id,
vita.purnamasari@unisayogya.ac.id

Abstrak

Latar Belakang : Gempa bumi menjadi salah satu bencana yang paling sering terjadi di Indonesia dan memiliki dampak besar terhadap kehidupan manusia dan lingkungan. Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi salah satu wilayah rawan di Indonesia karena letaknya di dekat pertemuan lempeng Indo-Australia dan Eurasia, menjadikannya daerah dengan aktivitas tektonik tinggi. Sekolah di Indonesia masih berada pada kategori "kurang siap" dalam menghadapi bencana. **Tujuan :** Mengetahui efektivitas media *virtual reality* terhadap kesiapsiagaan siswa MA Mafaza dalam menghadapi gempa bumi. **Metode Penelitian :** Penelitian ini menggunakan desain *pre-experimental* dengan pendekatan *one group pretest-posttest*, melibatkan 52 responden. Data dikumpulkan melalui *pretest* dan *posttest* menggunakan kuesioner dan *virtual reality* sebagai alat edukasi. Uji statistik menggunakan Uji *Wilcoxon Signed Rank Test*. **Hasil :** Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum edukasi menggunakan *virtual reality* 44,2% responden berada dalam kategori "Kurang Siap", sedangkan setelah simulasi 73,1% responden berhasil mencapai kategori "Sangat Siap". Uji *Wilcoxon Signed Rank Test* menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,001$). **Kesimpulan :** Media *virtual reality* efektif meningkatkan kesiapsiagaan siswa MA Mafaza dalam menghadapi gempa bumi. **Saran :** Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam meningkatkan program edukasi kesiapsiagaan bencana di lingkungan sekolah

Kata kunci: *Virtual Reality*, Gempa Bumi, Siswa, Kesiapsiagaan

Abstract

Background: Earthquakes are among the most frequent disasters in Indonesia and have significant impacts on human life and the environment. The Special Region of Yogyakarta is one of the disaster-prone areas in Indonesia due to its location near the convergence of the Indo-Australian and Eurasian tectonic plates, making it a region with high tectonic activity. Schools in Indonesia are still categorized as being "less prepared" to face disasters. **Objective:** The study aims to determine the effectiveness of virtual reality media on the preparedness of MA Mafaza students in facing earthquakes. **Method:** This study employed a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest approach, involving 52 respondents. Data were collected through pretest and posttest using questionnaires, while virtual reality was utilized as an educational medium. Statistical analysis was performed using the Wilcoxon Signed Rank Test. **Results:** The findings showed that prior to the virtual reality-based educational intervention 44.2% of respondents were categorized as "Less Prepared". After the simulation, 73.1% of respondents achieved the "Very Prepared" category. The Wilcoxon Signed Rank Test obtained a significance value of 0.000 ($p < 0.05$). **Conclusion:** Virtual reality media is effective in improving the preparedness of MA Mafaza students in facing earthquakes. **Recommendation:** It is expected that the findings of this study can serve as a consideration for enhancing disaster preparedness education programs within school settings

Keywords: *Virtual Reality, Earthquake, Students, Preparedness*

1. PENDAHULUAN

Indonesia menghadapi risiko bencana yang tinggi karena berada pada pertemuan Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik serta jalur *Pacific Ring of Fire*. Kondisi tersebut memicu aktivitas tektonik dan vulkanik yang intensif sehingga meningkatkan ancaman gempa bumi dan bencana geologi lainnya [1], [2]. *World Risk Index 2023* menempatkan Indonesia pada peringkat kedua negara dengan risiko bencana tertinggi di dunia, setelah Filipina, dengan

nilai indeks sebesar 43,50 [3]. Gempa bumi menjadi ancaman serius karena dapat menimbulkan korban jiwa, kerusakan infrastruktur, dan gangguan sosial dalam waktu singkat [4].

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu wilayah dengan kerawanan gempa bumi tinggi karena berdekatan dengan zona subduksi dan sejumlah sesar aktif [5]. Gempa Yogyakarta pada 27 Mei 2006 menyebabkan lebih dari 5.700 korban jiwa serta kerusakan berat pada permukiman, fasilitas umum, dan bangunan sekolah, terutama di Kabupaten Bantul [6]. Kajian sebelumnya mengaitkan gempa tersebut dengan aktivitas sesar sinistral di sekitar Sesar Opak [7]. Kondisi ini menunjukkan bahwa sekolah di wilayah Bantul memerlukan kapasitas kesiapsiagaan yang sesuai dengan karakteristik ancaman lokal.

Kesiapsiagaan mencakup kemampuan mengenali ancaman, memahami sistem peringatan dini, merencanakan tindakan darurat, dan melakukan evakuasi secara tepat [8]. Kesiapsiagaan yang memadai dapat mempercepat respons serta menurunkan risiko cedera dan kematian ketika bencana terjadi [9]. Pemerintah telah mengembangkan program Sekolah Aman Bencana sebagai bagian dari kebijakan pengurangan risiko bencana. Namun, penerapannya masih menghadapi keterbatasan sumber daya, sarana edukasi, dan evaluasi berkelanjutan [10]. Data BNPB menunjukkan bahwa lebih dari 60% sekolah di Indonesia masih berada dalam kategori cukup siap hingga kurang siap menghadapi bencana [11].

Pembelajaran kebencanaan di sekolah masih banyak mengandalkan ceramah dan video pasif yang belum mampu menghadirkan pengalaman situasional secara optimal [12]. Teknologi *virtual reality* menawarkan simulasi tiga dimensi yang imersif, realistis, dan aman. Media tersebut memungkinkan siswa mengenali bahaya serta mempelajari prosedur penyelamatan diri tanpa menghadapi risiko bencana secara langsung [13]. Meskipun demikian, penelitian mengenai pemanfaatan *virtual reality* pada siswa Madrasah Aliyah masih terbatas karena sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada sekolah umum dan perguruan tinggi [14].

MA Mafaza Putra berada di Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, sekitar 11 km dari kawasan Sesar Opak. Studi pendahuluan pada Oktober 2025 menunjukkan bahwa lebih dari 70% siswa belum memiliki kesiapsiagaan yang memadai akibat terbatasnya edukasi kebencanaan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas media *virtual reality* terhadap kesiapsiagaan siswa MA Mafaza Putra dalam menghadapi gempa bumi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain praeksperimental *one-group pretest-posttest* tanpa kelompok kontrol. Peneliti mengukur kesiapsiagaan responden sebelum dan setelah pemberian edukasi menggunakan media *virtual reality*. Penelitian dilaksanakan di MA Mafaza Putra, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, pada 13 sampai 16 April 2026.

Populasi penelitian mencakup seluruh siswa MA Mafaza Putra sebanyak 52 orang. Peneliti menggunakan teknik *total sampling*, sehingga seluruh siswa yang memenuhi kriteria berpartisipasi sebagai responden. Kriteria inklusi meliputi siswa MA Mafaza Putra yang berada dalam kondisi sehat dan bersedia mengikuti penelitian melalui persetujuan tertulis. Peneliti mengecualikan siswa yang tidak hadir, menolak berpartisipasi, atau mengundurkan diri selama penelitian.

Peneliti mengukur kesiapsiagaan menggunakan kuesioner 20 pernyataan berskala Likert yang mencakup tiga aspek, yaitu pengetahuan dan sikap, sistem peringatan dini, serta rencana tanggap darurat. Peneliti telah menguji instrumen kepada 42 siswa MA Miftahunnajah yang memiliki karakteristik serupa dengan responden penelitian. Seluruh butir memenuhi

kriteria validitas dengan nilai r hitung lebih besar dari 0,304, sedangkan uji reliabilitas menghasilkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,863. Peneliti mengategorikan skor kesiapsiagaan menjadi sangat siap sebesar 80 sampai 100, siap sebesar 65 sampai 79, hampir siap sebesar 55 sampai 64, kurang siap sebesar 40 sampai 54, dan belum siap di bawah 40.

Prosedur penelitian diawali dengan pengisian *pretest*, kemudian setiap responden mengikuti simulasi gempa bumi berbasis *virtual reality* selama 5 sampai 7 menit. Materi simulasi memuat situasi gempa bumi dan prosedur perlindungan diri di dalam kelas yang bersumber dari BNPB dan Gujarat Disaster Management. Peneliti memberikan *posttest* segera setelah responden menyelesaikan simulasi. Peneliti menganalisis karakteristik responden dan distribusi tingkat kesiapsiagaan secara univariat. Peneliti menggunakan uji Wilcoxon *signed-rank* untuk menganalisis perbedaan skor kesiapsiagaan sebelum dan setelah intervensi dengan tingkat signifikansi 0,05 melalui SPSS versi 24. Komisi Bioetik Universitas Islam Sultan Agung Semarang telah memberikan persetujuan etik dengan nomor 60/II/2026/Komisi Bioetik. Peneliti menjaga kerahasiaan identitas, kebebasan berpartisipasi, keadilan, dan keamanan seluruh responden.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Karakteristik Responden

Tabel 4.1 Distribusi Data Frekuensi Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Kategori Usia	Frekuensi (f)	Presentase (%)
15 – 16	18	34,6
17 – 18	29	55,8
19 – 20	5	9,6
Total	52	100

Berdasarkan Tabel 1, penelitian melibatkan 52 responden dengan rentang usia 15 sampai 20 tahun. Sebagian besar responden berada pada kelompok usia 17 sampai 18 tahun, yaitu sebanyak 29 siswa atau 55,8%. Responden berusia 15 sampai 16 tahun berjumlah 18 siswa atau 34,6%, sedangkan kelompok usia 19 sampai 20 tahun memiliki jumlah paling sedikit, yaitu lima siswa atau 9,6%. Data tersebut menunjukkan bahwa responden penelitian didominasi oleh siswa pada rentang usia 17 sampai 18 tahun.

Tabel 2 Distribusi Data Frekuensi Karakteristik Responden Berdasarkan Kelas

Kategori Kelas	Frekuensi (f)	Presentase (%)
X	16	30,8
XI	15	28,8
XII	21	40,4
Total	52	100

Berdasarkan Tabel 2, responden berasal dari kelas X, XI, dan XII. Proporsi terbesar berasal dari kelas XII, yaitu sebanyak 21 siswa atau 40,4%. Responden kelas X berjumlah 16 siswa atau 30,8%, sedangkan kelas XI berjumlah 15 siswa atau 28,8%. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa seluruh tingkat kelas terwakili dalam penelitian, meskipun kelas XII memiliki jumlah responden paling besar.

Tabel 3 Distribusi Data Frekuensi Tingkat Kesiapsiagaan Sebelum dan Setelah Intervensi

Kategori	Pretest		Posttest	
	Frekuensi (f)	Presentase (%)	Frekuensi (f)	Presentase (%)
Belum Siap	1	1,9	-	-
Kurang Siap	23	44,2	-	-
Hampir siap	13	25,0	1	1,9
Siap	12	23,1	13	25,0
Sangat Siap	3	5,8	38	73,1
Total	52	100	52	100

Berdasarkan Tabel 4.3, sebelum pemberian intervensi menggunakan media *virtual reality*, proporsi terbesar responden berada dalam kategori kurang siap, yaitu sebanyak 23 siswa atau 44,2%. Sebanyak 13 siswa atau 25,0% berada dalam kategori hampir siap, 12 siswa atau 23,1% berada dalam kategori siap, tiga siswa atau 5,8% berada dalam kategori sangat siap, dan satu siswa atau 1,9% berada dalam kategori belum siap.

Setelah pemberian intervensi, distribusi tingkat kesiapsiagaan mengalami perubahan. Sebanyak 38 siswa atau 73,1% berada dalam kategori sangat siap, 13 siswa atau 25,0% berada dalam kategori siap, dan satu siswa atau 1,9% berada dalam kategori hampir siap. Tidak terdapat responden yang berada dalam kategori kurang siap maupun belum siap setelah intervensi. Hasil tersebut menunjukkan adanya pergeseran distribusi kesiapsiagaan ke kategori yang lebih tinggi setelah responden mengikuti edukasi berbasis *virtual reality*.

Tabel 4 Distribusi Data Peningkatan Rata-Rata Setiap Aspek

Aspek	Mean		Peningkatan
	Pretest	Posttest	
Pengetahuan dan Sikap	2,83	4,21	1,38
Sistem Peringatan Dini	2,84	4,04	1,20
Rencana Tanggap Darurat	2,98	4,29	1,30

Berdasarkan Tabel 4, seluruh aspek kesiapsiagaan mengalami peningkatan nilai rata-rata setelah pemberian intervensi. Aspek pengetahuan dan sikap meningkat dari 2,83 pada *pretest* menjadi 4,21 pada *posttest*, dengan peningkatan sebesar 1,38. Nilai tersebut merupakan peningkatan tertinggi dibandingkan aspek lainnya.

Aspek rencana tanggap darurat meningkat dari 2,98 menjadi 4,29, dengan selisih sebesar 1,30. Sementara itu, aspek sistem peringatan dini meningkat dari 2,84 menjadi 4,04, dengan peningkatan sebesar 1,20. Meskipun memperoleh peningkatan paling rendah, aspek sistem peringatan dini tetap menunjukkan perubahan positif setelah intervensi. Secara keseluruhan, data tersebut memperlihatkan bahwa edukasi berbasis *virtual reality* meningkatkan ketiga aspek kesiapsiagaan yang diukur.

Tabel 4 Data Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Parameter	N	Median	Mean	Std. Deviation	Asymp. Sig. (2-tailed)
Pre Test	52	56	57,79	12,363	< 0,001
Post Test		83	83,46	6,412	

Berdasarkan Tabel 5, median skor kesiapsiagaan meningkat dari 56 pada *pretest* menjadi 83 pada *posttest*. Berdasarkan kategori kesiapsiagaan yang digunakan dalam penelitian, median *pretest* berada dalam kategori hampir siap, sedangkan median *posttest* berada dalam kategori

sangat siap. Nilai rata-rata juga meningkat dari 57,79 menjadi 83,46 setelah pemberian intervensi.

Standar deviasi mengalami penurunan dari 12,363 pada *pretest* menjadi 6,412 pada *posttest*. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa skor kesiapsiagaan responden setelah intervensi memiliki variasi yang lebih kecil atau lebih homogen dibandingkan skor sebelum intervensi. Hasil uji Wilcoxon *signed-rank* memperoleh nilai signifikansi $p < 0,001$. Dengan demikian, terdapat perbedaan yang signifikan antara tingkat kesiapsiagaan siswa sebelum dan setelah pemberian edukasi menggunakan media *virtual reality*.

Pembahasan

Kesiapsiagaan Siswa Sebelum Intervensi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum pemberian edukasi berbasis *virtual reality*, proporsi terbesar responden berada pada kategori kurang siap, yaitu sebanyak 23 siswa atau 44,2%. Meskipun median skor *pretest* sebesar 56 termasuk kategori hampir siap, distribusi tersebut menunjukkan bahwa kesiapsiagaan siswa belum terbentuk secara optimal dan masih bervariasi antarresponden. Kondisi ini tercermin dari nilai standar deviasi *pretest* sebesar 12,363 yang menunjukkan penyebaran skor relatif luas.

Rendahnya kesiapsiagaan awal dapat berkaitan dengan keterbatasan pengetahuan, pengalaman simulasi, dan pemahaman mengenai prosedur tanggap darurat. Kesiapsiagaan tidak hanya mencakup penguasaan informasi mengenai bencana, tetapi juga meliputi pengetahuan dan sikap, pemahaman terhadap sistem peringatan dini, penyusunan rencana tanggap darurat, serta kemampuan memobilisasi sumber daya [15]. Pendidikan kebencanaan yang tidak disertai latihan kontekstual dapat menyebabkan siswa memahami ancaman gempa bumi secara umum, tetapi belum mampu membentuk gambaran yang jelas mengenai tindakan yang harus dilakukan ketika bencana terjadi. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa kesiapsiagaan siswa dipengaruhi oleh pengetahuan, rencana tanggap darurat, sistem peringatan dini, dan mobilisasi sumber daya [16].

Keterbatasan pengalaman dalam menghadapi atau mengikuti simulasi bencana juga dapat memengaruhi rendahnya kesiapsiagaan siswa. Individu yang pernah memperoleh edukasi dan mengikuti simulasi bencana cenderung memiliki pemahaman risiko serta kesiapan respons yang lebih baik dibandingkan individu yang belum memperoleh pengalaman serupa [17], [18]. Simulasi memberikan pengalaman praktis kepada siswa dalam mengenali ancaman, merencanakan penyelamatan diri, dan menentukan tindakan yang tepat ketika menghadapi keadaan darurat [18]. Dengan demikian, tingkat kesiapsiagaan sebelum intervensi mencerminkan kebutuhan siswa terhadap metode edukasi yang tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga menghadirkan pengalaman belajar yang menyerupai situasi bencana sebenarnya.

Kesiapsiagaan Siswa Setelah Intervensi

Setelah pemberian edukasi menggunakan *virtual reality*, sebanyak 38 siswa atau 73,1% berada pada kategori sangat siap. Tidak terdapat lagi responden dalam kategori kurang siap maupun belum siap. Perubahan tersebut menunjukkan adanya pergeseran distribusi kesiapsiagaan menuju kategori yang lebih tinggi setelah siswa mengikuti simulasi gempa bumi. Median skor juga meningkat dari 56 menjadi 83, yang menunjukkan perubahan dari kategori hampir siap menjadi sangat siap.

Peningkatan tersebut dapat dijelaskan melalui karakteristik *virtual reality* yang menghadirkan pengalaman visual dan situasional secara imersif. Siswa tidak hanya menerima penjelasan verbal, tetapi juga menyaksikan rangkaian kejadian gempa bumi, tindakan

berlindung, perlindungan kepala, dan proses evakuasi menuju tempat aman. Pengalaman tersebut membantu siswa menghubungkan pengetahuan konseptual dengan tindakan yang perlu dilakukan dalam situasi darurat. Kajian mengenai pelatihan kesiapsiagaan berbasis *virtual reality* menunjukkan bahwa simulasi imersif dapat meningkatkan pemahaman terhadap prosedur keselamatan karena peserta mempelajari materi melalui pengalaman yang realistis dan terkendali [18].

Aspek pengetahuan dan sikap mengalami peningkatan tertinggi, yaitu sebesar 1,38. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penyajian informasi melalui simulasi visual membantu siswa memahami risiko gempa bumi dan prosedur penyelamatan diri secara lebih konkret. Pengetahuan kebencanaan berperan dalam membentuk sikap kesiapsiagaan karena individu yang memahami risiko dan prosedur keselamatan cenderung mampu menentukan respons yang lebih tepat [19]. Penelitian pada siswa sekolah juga menunjukkan adanya hubungan antara pengetahuan mengenai gempa bumi dan sikap kesiapsiagaan [20].

Aspek rencana tanggap darurat meningkat sebesar 1,30. Peningkatan ini berkaitan dengan materi simulasi yang menampilkan urutan tindakan sejak guncangan terjadi hingga proses evakuasi. Lingkungan virtual memungkinkan siswa membangun representasi mental mengenai tindakan perlindungan diri dan jalur penyelamatan tanpa menghadapi risiko bencana sebenarnya. Temuan tersebut konsisten dengan penelitian Rajabi et al. yang menunjukkan bahwa lingkungan virtual imersif dapat mendukung latihan pengambilan keputusan dan respons dalam keadaan darurat gempa bumi [21]. Penelitian Sari et al. juga menunjukkan bahwa pembelajaran imersif berbasis *virtual reality* dapat meningkatkan kesadaran keselamatan dan kesiapsiagaan darurat peserta didik [22].

Aspek sistem peringatan dini mengalami peningkatan paling rendah, yaitu sebesar 1,20. Kondisi ini kemungkinan terjadi karena materi simulasi lebih banyak menekankan tindakan perlindungan diri dan evakuasi daripada jenis, fungsi, dan mekanisme sistem peringatan dini. Temuan tersebut menunjukkan bahwa dampak media *virtual reality* bergantung pada keselarasan antara isi simulasi dan indikator pembelajaran. Desain materi yang berfokus pada tindakan tertentu cenderung memberikan peningkatan lebih besar pada aspek yang divisualisasikan secara langsung [23], [24].

Efektivitas Media *Virtual Reality*

Hasil uji Wilcoxon *signed rank* menunjukkan nilai $p < 0,001$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara skor kesiapsiagaan sebelum dan setelah intervensi. Rata rata skor meningkat dari 57,79 menjadi 83,46, sedangkan median meningkat sebesar 27 poin. Standar deviasi menurun dari 12,363 menjadi 6,412, yang menunjukkan bahwa skor *posttest* lebih terpusat dibandingkan skor *pretest*. Hasil tersebut mendukung potensi media *virtual reality* dalam meningkatkan kesiapsiagaan siswa pada pengukuran segera setelah intervensi.

Efektivitas media ini berkaitan dengan kemampuannya menghadirkan simulasi bencana secara realistis, aman, dan kontekstual. Sukirman et al. menunjukkan bahwa *virtual reality* mampu menyajikan lingkungan gempa bumi yang memberikan sensasi keterlibatan lebih kuat dibandingkan media animasi biasa [26]. Pengguna dapat mengamati kondisi lingkungan, mengenali potensi bahaya, dan memahami urutan tindakan seolah berada dalam situasi sebenarnya. Karakteristik tersebut dapat memperkuat perhatian, keterlibatan, dan retensi informasi selama proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan kajian yang menyatakan bahwa pengalaman imersif dapat meningkatkan pemahaman dan kesiapan peserta dalam menentukan tindakan saat menghadapi situasi berisiko [27]. Penelitian Xin et al. menunjukkan bahwa lingkungan virtual memungkinkan peserta melatih pengambilan keputusan dan respons darurat tanpa menghadapi

bahaya secara langsung [28]. Simulasi yang aman memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengenali konsekuensi tindakan dan membangun kesiapan mental sebelum menghadapi keadaan darurat yang sebenarnya.

Meskipun demikian, penelitian ini tidak membandingkan *virtual reality* dengan ceramah, video konvensional, atau simulasi lapangan. Oleh karena itu, hasil penelitian belum dapat membuktikan bahwa *virtual reality* lebih unggul daripada media pembelajaran lainnya. Temuan ini secara khusus menunjukkan adanya peningkatan skor kesiapsiagaan setelah pemberian intervensi berbasis *virtual reality* dalam desain satu kelompok.

Implikasi dan Keterbatasan Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekolah dapat menggunakan *virtual reality* sebagai media pendukung pendidikan kebencanaan. Penggunaan media ini dapat memperkuat pemahaman siswa mengenai prosedur perlindungan diri dan evakuasi melalui pengalaman belajar yang lebih kontekstual. Namun, sekolah sebaiknya mengintegrasikan *virtual reality* dengan latihan evakuasi langsung, pengenalan jalur penyelamatan, pemeriksaan sarana peringatan dini, dan evaluasi berkala. Integrasi tersebut diperlukan karena simulasi virtual belum dapat menggantikan koordinasi fisik dan respons kolektif dalam lingkungan sekolah.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian hanya melibatkan 52 siswa laki-laki dari satu Madrasah Aliyah sehingga karakteristik sampel relatif homogen dan hasilnya belum dapat digeneralisasikan kepada siswa perempuan atau sekolah dengan karakteristik berbeda. Kedua, desain satu kelompok tanpa kelompok kontrol belum mampu mengendalikan efek pengulangan kuesioner, perhatian selama penelitian, dan efek kebaruan teknologi. Ketiga, peneliti melaksanakan *posttest* segera setelah intervensi sehingga hasil hanya menggambarkan perubahan jangka pendek dan belum menunjukkan retensi kesiapsiagaan. Keempat, pengukuran menggunakan kuesioner belum membuktikan keterampilan evakuasi siswa secara aktual. Penelitian berikutnya perlu menggunakan kelompok pembandingan, pengukuran tindak lanjut, dan observasi praktik untuk menghasilkan bukti efektivitas yang lebih kuat.

4. KESIMPULAN

Edukasi berbasis *virtual reality* meningkatkan kesiapsiagaan siswa MA Mafaza Putra dalam menghadapi gempa bumi. Median skor kesiapsiagaan meningkat dari 56 pada *pretest* menjadi 83 pada *posttest*, disertai pergeseran proporsi responden dari kategori kurang siap menuju kategori sangat siap. Uji Wilcoxon *signed-rank* menunjukkan perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan setelah intervensi dengan nilai $p < 0,001$. Temuan ini menunjukkan bahwa *virtual reality* berpotensi menjadi media edukasi kebencanaan yang imersif, kontekstual, dan aman untuk memperkuat pengetahuan, sikap, pemahaman sistem peringatan dini, serta rencana tanggap darurat siswa. Namun, desain satu kelompok tanpa kelompok kontrol dan pengukuran *posttest* segera setelah intervensi membatasi penarikan kesimpulan mengenai efektivitas komparatif dan keberlanjutan dampaknya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amri, M. R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., Adi, A. W., Ichwana, A. N., Randongkir, R. E., & Septian, R. T. (2016). Risiko bencana Indonesia.
- Widiyantoro. *et al* (2020). *Complex Subduction Beneath Indonesia Revealed. Seismic Tomography Mature Communications*, 11, 2677
- Bündnis Entwicklung Hilft and Institute for International Law of Peace and Armed Conflict, *WorldRiskReport 2023: Focus: Diversity*. Berlin, Germany: Bündnis Entwicklung Hilft,

2023, ISBN 978-3-946785-16-3

- Noradika Maharani, Y., Sunardi, B., Ayu Algary, T., Geofisika Sleman, S., Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, B., Lingkungan, T., & Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, U. (2023). *Potensi Likuifaksi Di Kabupaten Bantul Provinsi D.I. Yogyakarta Program Studi Magister Manajemen Bencana, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta* 2). 7(1), 8–14.
- Nugroho, B. W., & Sembri, J. N. (2017). Analisis Seismisitas dan Energi Gempabumi di Kawasan Jalur Sesar Opak-Oyo Yogyakarta. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 7(2), 2089–2133.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta, *Penyusunan Dokumen Rencana Kontijensi Gempa Bumi Tingkat Provinsi DIY pada Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana: Laporan Akhir*. Yogyakarta, Indonesia: BPBD DIY, 2021.
- WHO. (2022). *The Importance of Preparedness: Strengthening Community Resilience Against Flash Floods*.
<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/the-importance-of-preparedness--strengthening-community-resilience-against-flash-floods>
- UNDRR. (2020). *Overview of Youth-Led Disaster Risk Reduction Activities and Recommendations for Future Activities*
- BNPB. (2023). Indeks Kesiapsiagaan Bencana Sekolah 2023.
<https://bnpb.go.id/berita/indeks-kesiapsiagaan-bencana-sekolah-2023>.
- UNICEF. (2021). *Mainstreaming Adolescent Participation in Indonesia for Disaster Preparedness, Response and Recovery*
- antari & setyaningrum. (2023). Pengaruh Video Edukasi Bencana Gempa Bumi Terhadap Tingkat Pengetahuan Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi Pada Siswa SDN 1 Pundong Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masa Depan*, 2(April), 138–148.
- Ariatama, S., Adha, M. M., & Hartino, A. T. (2020). Penggunaan Teknologi *Virtual Reality* (Vr) Sebagai Upaya Eskalasi Minat Dan Optimalisasi Dalam Proses Pembelajaran Secara Online Dimasa Pandemi. 2.
- Awaliah, R., Triyoga, M. D., Chairunissa, N., Jl, A., No, S., Sawah, A., & Gamping, K. (2025). Kesiapsiagaan dan Kapasitas Tanggap Darurat Layanan Medis Gawat Darurat (*Emergency Medical Services*) terhadap Bencana : *Scoping Review* sistem tanggap darurat pra-rumah sakit secara menyeluruh . 3(November), 264–275.
- Maragkou, V., Rangoussi, M., Kalogeras, I., & Melis, N. S. (2023). *Educational Seismology through an Immersive Virtual Reality Game: Design, Development and Pilot Evaluation of User Experience*. *Education Sciences*, 13(11).
<https://doi.org/10.3390/educsci13111088>
- Madona, M. (2021). Kesiapsiagaan Individu Terhadap Bencana Gempa Bumi Di Lingkungan Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. *Jurnal Widya Climago*, 3(2), 22–31. <http://media.bmkg.go.id>
- Nurdiawati, E., Jubaedi, A., & Holila, R. A. (2024). Kesiapsiagaan Siswa dalam Menghadapi Bencana Gempa Bumi dan Tsunami. 11(2), 227–233.
- Ferawati, A. L., Adriani, S. W., & Hidayat, C. T. (2022). Faktor yang Mempengaruhi Kesiapan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Tanah Longsor di Desa Mulyorejo, Jember. *JIK (Jurnal Ilmu Kesehatan)*
- Wijayanti, R., Raidanti, D., & Lestari, S. D. (2026). Pelatihan dan Simulasi Siaga Bencana Banjir dalam Meningkatkan Kesiapsiagaan Siswa Sekolah Menengah Kejuruan Bidang Kesehatan. 5(2), 191–196.

- Kurniawati, D., & Suwito, S. (2019). Pengaruh Pengetahuan Kebencanaan Terhadap Sikap Kesiapsiagaan Dalam Menghadapi Bencana Pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Kanjuruhan Malang. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 2(2). <https://doi.org/10.21067/jpig.v2i2.3507>
- Susilowati, T., Puji Lestari, R. T., & Hermawati, H. (2020). Hubungan Pengetahuan Siaga Gempa Bumi dan Sikap Siswa Terhadap Kesiapsiagaan Di SD Negeri 2 Cepokosawit. *Gaster*, 18(2), 172. <https://doi.org/10.30787/gaster.v18i2.523>
- Rajabi, M. S., Taghaddos, H., & Zahrai, S. M. (2022). *Improving Emergency Training for Earthquakes through Immersive Virtual Environments and Anxiety Tests* :
- Sari, R. N., Islami, M. C. P. A., Dirama, R. P., Astutik, R. L., & Saputra, D. R. (2025). *Virtual Reality-Based Immersive Learning* untuk Kesiapsiagaan Darurat Gempa dalam Meningkatkan *Safety Awareness* serta Mendukung *SDGs Good Health & Well-Being* Pada Pendidikan Vokasi. 5(6), 1221–1227. <https://doi.org/10.59395/altifani.v5i6.879>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2019). al Pr ro o f. *Computers & Education*, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Luo, Y., Li, M., Tang, J., Ren, J. L., Zheng, Y., Yu, X. L., Jiang, L. R., Fan, D. L., & Chen, Y. H. (2021). *Design of a Virtual Reality Interactive Training System for Public Health Emergency Preparedness for Major Emerging Infectious Diseases: Theory and Framework*. *JMIR Serious Games*, 9(4). <https://doi.org/10.2196/29956>
- Sukirman, S., Reza, W. A., & Sujalwo, S. (2019). Media Interaktif Berbasis Virtual Reality untuk Simulasi Bencana Alam Gempa Bumi dalam Lingkungan Maya. *Khazanah Informatika : Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 5(1), 99–107. <https://doi.org/10.23917/khif.v5i1.8054>
- Sigar, T. R. (2025). Analisis Dampak Penggunaan Virtual Reality dalam Simulasi Pelatihan Kesiapsiagaan Bencana Alam Berbasis Sistem Informasi. 6(7), 1934–1944.
- Xin, G., Kongmant, R., Turnbull, N., & Thongkum, W. (2025). *Evaluating the Application of Virtual Reality Technology in Disaster Prevention Education : A Case Study of Sichuan*. 322–326. <https://doi.org/10.3233/SHTI250104>