

***STUDI PEMBUATAN PANDUAN EVAKUASI VERTIKAL BANGUNAN
GEDUNG TERHADAP BENCANA GEMPA BUMI DAN TSUNAMI
(Studi Kasus: SMP Pembangunan Laboratorium UNP)***

Ihcsan Nujisar¹, Faisal Ashar²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: ihcsnjsr@gmail.com

Abstrak: Gedung SMP Pembangunan Laboratorium UNP saat ini belum memiliki panduan evakuasi vertikal yang memadai untuk menghadapi bencana gempa bumi dan tsunami, menunjukkan adanya celah dalam perencanaan mitigasi bencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi panduan evakuasi vertikal yang ada saat ini dan membuat rancangan panduan yang efektif dan komprehensif. Menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif, penelitian ini menganalisis keadaan existing dan merancang panduan baru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun denah, tata letak bangunan, serta data kapasitas dan jumlah penghuni sudah cukup baik, masih terdapat kekurangan dalam beberapa aspek penting. Analisis risiko bencana, khususnya terkait potensi gempa bumi, masih belum memadai. Identifikasi ruangan struktural terkuat, penandaan rute evakuasi sekunder, dan kelengkapan perlengkapan di titik kumpul juga masih kurang. Sistem peringatan dini serta pemeliharaan dan evaluasi prosedur evakuasi belum dilaksanakan secara terstruktur. Kesimpulannya, meskipun telah ada upaya perancangan panduan evakuasi vertikal, masih diperlukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut untuk memastikan kesiapsiagaan yang optimal dalam menghadapi bencana gempa bumi dan tsunami di SMP Pembangunan Laboratorium UNP.

Kata Kunci : Evakuasi vertikal, mitigasi bencana, kesiapsiagaan sekolah

Abstract : *The current UNP Laboratory Development Junior High School building does not have an adequate vertical evacuation guide for earthquake and tsunami disasters, indicating a gap in disaster mitigation planning. This research aims to determine the current condition of the vertical evacuation guide and design an effective and comprehensive guide. Using a descriptive-quantitative approach, this study analyzed the existing condition and designed a new guide. The results show that although the floor plan, building layout, as well as data on capacity and number of occupants are good enough, there are still shortcomings in some important aspects. Disaster risk analysis, particularly in relation to earthquake potential, is still inadequate. Identification of the strongest structural rooms, marking of secondary evacuation routes and equipment at assembly points are also lacking. Early warning systems and the maintenance and evaluation of evacuation procedures have not been implemented in a structured manner. In conclusion, although efforts have been made to design a vertical evacuation guide, further improvements and development are still needed to ensure optimal preparedness for earthquake and tsunami disasters at the UNP Laboratory Development Junior High School.*

Keyword : *Vertical evacuation, disaster mitigation, school preparedness*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah rawan bencana. Dengan posisi geografisnya yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik,

dan Lempeng Indo-Australia. Indonesia menjadi sangat rentan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, tanah longsor, dan banjir (Effendi et al., 2023). Selain itu, faktor-faktor lain seperti perubahan iklim dan

aktivitas manusia juga turut berkontribusi meningkatkan risiko bencana di Indonesia.

Bencana sendiri dapat didefinisikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana dapat terjadi secara tiba-tiba atau perlahan, serta dapat disebabkan oleh faktor alam maupun faktor non-alam (Effendi et al., 2023).

Salah satu jenis bencana yang sangat berbahaya dan sering terjadi di Indonesia adalah gempa bumi. Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi (Aztrianto et al., 2023). Gempa bumi dapat disebabkan oleh aktivitas tektonik lempeng, aktivitas gunung berapi, atau longsor. Indonesia terletak di daerah Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), yang merupakan jalur gempa bumi dan gunung berapi aktif di dunia. Akibatnya, Indonesia sangat rentan terhadap gempa bumi dan bencana terkait seperti tsunami dan tanah longsor (Pepadu et al., 2021).

Wilayah Padang memiliki tingkat risiko bencana yang tinggi dengan indeks risiko bencana sebesar 219,2 menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dalam buku Penurunan Risiko Bencana Indonesia. Hal ini menegaskan pentingnya memiliki infrastruktur evakuasi dan emergency plan yang memadai untuk menghadapi bencana alam, terutama gempa bumi. Pada tahun 2009, kejadian gempa bumi di Padang dengan magnitudo gempa sebesar 7,6 telah berdampak pada Kota Padang yang menimbulkan banyak korban jiwa (Sanjiwani, 2016).

Mengingat risiko bencana yang tinggi di Indonesia khususnya di kota Padang, mitigasi bencana menjadi hal yang sangat penting untuk dilakukan. Mitigasi bencana adalah upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana meliputi kegiatan-kegiatan seperti perencanaan tata ruang, penguatan bangunan, penyediaan sistem peringatan dini, penyuluhan, dan pelatihan kesiapsiagaan (Nur Rais, 2021).

Salah satu aspek penting dalam mitigasi bencana gempa bumi adalah ketersediaan panduan evakuasi

yang efektif dan efisien. Panduan evakuasi memegang peranan krusial dalam memastikan keselamatan penghuni bangunan gedung saat terjadi gempa bumi. Tanpa adanya panduan evakuasi yang baik, risiko terjadinya kepanikan, kecelakaan, dan korban jiwa dapat meningkat secara signifikan (Faizah et al., 2017).

Dalam konteks evakuasi bangunan gedung, terdapat dua jenis evakuasi utama, yaitu evakuasi horizontal dan evakuasi vertikal. Evakuasi horizontal melibatkan perpindahan penghuni dari satu area ke area lain yang lebih aman pada lantai yang sama, sedangkan evakuasi vertikal melibatkan perpindahan penghuni dari lantai atas ke lantai bawah atau ke luar bangunan secara vertikal melalui tangga darurat atau sarana evakuasi lainnya (M. Isya & Hasan, 2021).

Evakuasi vertikal menjadi sangat penting dalam situasi gempa bumi karena kerusakan bangunan dapat terjadi secara tiba-tiba dan masif. Dalam kondisi tersebut, evakuasi horizontal mungkin tidak lagi menjadi pilihan yang aman, sehingga evakuasi vertikal menjadi solusi yang lebih tepat untuk menyelamatkan penghuni bangunan (M. Isya & Hasan, 2021).

Oleh karena itu, diperlukan adanya panduan evakuasi vertikal yang komprehensif dan spesifik untuk setiap bangunan gedung. Panduan tersebut harus mempertimbangkan karakteristik unik dari setiap bangunan, seperti desain arsitektur, jumlah lantai, jumlah penghuni, dan fasilitas evakuasi yang tersedia. Panduan evakuasi vertikal juga harus mencakup aspek-aspek penting seperti prosedur evakuasi, jalur evakuasi, titik kumpul, dan tanggung jawab masing-masing pihak yang terlibat dalam proses evakuasi.

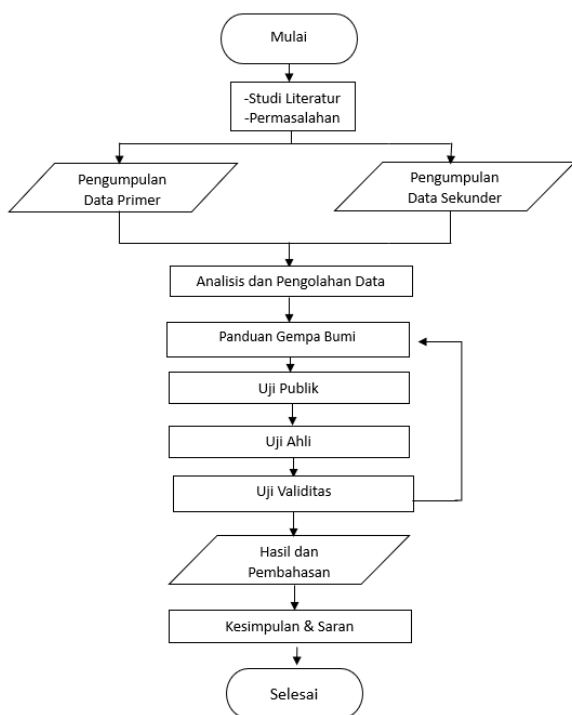
SMP Pembangunan Laboratorium UNP (Universitas Negeri Padang) merupakan salah satu sekolah menengah pertama di Kota Padang, Sumatera Barat, yang terletak di daerah rawan gempa bumi. Sebagai fasilitas pendidikan yang menampung ratusan siswa dan staf pengajar, SMP Pembangunan Laboratorium UNP membutuhkan panduan evakuasi vertikal yang efektif dan komprehensif untuk memastikan keselamatan seluruh penghuni bangunan sekolah ketika terjadi gempa bumi.

Pemilihan bangunan SMP sebagai objek penelitian memiliki pertimbangan khusus dibandingkan dengan SMA atau SD. Siswa SMP berada dalam rentang usia remaja awal yang cenderung memiliki tingkat kemandirian dan pemahaman yang lebih

baik dalam menghadapi situasi darurat dibandingkan siswa SD. Namun, mereka juga belum sepenuhnya matang seperti siswa SMA dalam merespons instruksi evakuasi. Oleh karena itu, keberadaan panduan evakuasi vertikal yang efektif dan komprehensif sangat diperlukan untuk memberikan arahan yang jelas dan tepat dalam situasi genting seperti gempa bumi. Sebagai fasilitas pendidikan yang menampung ratusan siswa dan staf pengajar, SMP Pembangunan Laboratorium UNP membutuhkan panduan evakuasi vertikal yang efektif dan komprehensif untuk memastikan keselamatan seluruh penghuni bangunan sekolah ketika terjadi gempa bumi.

METODE PENELITIAN

Pendekatan deskriptif-kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Tahapan penelitian ditampilkan lebih jelas pada diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Metode deskripsi digunakan untuk menganalisis dan menjelaskan panduan evakuasi vertikal bangunan gedung terhadap bencana gempa bumi di SMP Pembangunan Laboratorium UNP. Observasi langsung dan pengumpulan data terkait kondisi bangunan serta prosedur evakuasi yang ada digunakan untuk mengumpulkan data. Nilai kesiapan dan kecukupan panduan evakuasi vertikal

dipastikan di lokasi penelitian melalui penggunaan pendekatan kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Panduan Evakuasi Vertikal Yang Ada Saat Ini

Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa saat ini belum terdapat panduan evakuasi vertikal yang memadai di Gedung SMP Pembangunan Laboratorium UNP. Hal ini terungkap dari hasil wawancara dengan Ibu Efdawati dan Ibu Jurisna, pegawai Tata Usaha (TU) di sekolah tersebut. Kedua narasumber tersebut mengungkapkan bahwa sejauh ini belum ada panduan resmi yang disosialisasikan atau diterapkan kepada siswa dan staf sekolah terkait prosedur evakuasi vertikal.

Menurut Ibu Efdawati, salah satu kekhawatiran terbesar adalah kurangnya kesiapan gedung dalam menghadapi gempa bumi yang dapat menyebabkan keruntuhan struktur atau bahkan ancaman tsunami. Ibu Efdawati menekankan bahwa meskipun gedung sekolah telah dibangun dengan mempertimbangkan standar keselamatan tertentu, tanpa adanya panduan evakuasi vertikal, penghuni gedung akan menghadapi risiko yang lebih tinggi saat bencana terjadi. Beliau juga menyebutkan bahwa belum ada pelatihan khusus atau penilaian visual yang dilakukan untuk mengajarkan siswa dan staf tentang jalur evakuasi yang harus diikuti dalam situasi darurat.

Tidak adanya panduan ini menandakan kurangnya perhatian terhadap upaya mitigasi bencana yang seharusnya menjadi prioritas, mengingat wilayah Sumatera Barat, tempat gedung ini berada, merupakan salah satu kawasan dengan aktivitas seismik tinggi di Indonesia.

Rancangan Panduan Evakuasi Vertikal

Hasil pemeriksaan akan dituangkan dalam sebuah panduan evakuasi vertikal yang mencakup profil bangunan, analisis risiko bencana, perencanaan evakuasi vertikal, prosedur evakuasi, sarana dan prasarana evakuasi, sistem peringatan dini, pelatihan dan penilaian visual, serta pemeliharaan dan evaluasi. Adapun rancangan evaluasi vertikal yang telah dirumuskan dapat ditampilkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Komponen Profil Bangunan

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
1. Profil Bangunan				
1.1	Denah dan Tata Letak	<ul style="list-style-type: none"> - Gambar denah bangunan dengan skala jelas - Lokasi ruang kelas, kantor, laboratorium ditandai - Jalur evakuasi utama dan alternatif teridentifikasi 	B: Semua elemen lengkap dan jelas C: Ada 1-2 elemen kurang jelas K: Lebih dari 2 elemen tidak ada/tidak jelas	
1.2	Kapasitas dan Jumlah Penghuni	<ul style="list-style-type: none"> - Total kapasitas bangunan tercantum - Jumlah siswa, staf, dan guru tercatat - Distribusi penghuni per lantai tersedia 	B: Data lengkap dan akurat C: Data ada tapi kurang lengkap K: Data tidak tersedia atau tidak akurat	

Tabel 2. Komponen Analisis Resiko Bencana

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
2. Analisis Risiko Bencana				
2.1	Potensi Gempa Bumi	<ul style="list-style-type: none"> - Peta zonasi gempa tersedia - Sejarah gempa bumi dicatat - Perkiraan kekuatan gempa maksimum ada 	B: Semua informasi tersedia dan up-to-date C: Informasi ada tapi kurang lengkap/baru K: Informasi tidak tersedia atau sangat lama	
2.2	Potensi Tsunami	<ul style="list-style-type: none"> - Jarak sekolah dari garis pantai tercatat - Ketinggian lokasi sekolah diukur - Perkiraan waktu tiba tsunami tersedia 	B: Semua data tersedia dan akurat C: Data ada tapi kurang lengkap/akurat K: Data tidak tersedia atau tidak akurat	
2.3	Penilaian Kerentanan Bangunan	<ul style="list-style-type: none"> - Tahun konstruksi bangunan tercatat - Standar ketahanan gempa diketahui - Hasil inspeksi struktur terakhir tersedia 	B: Semua informasi lengkap dan terbaru C: Informasi ada tapi kurang lengkap/baru K: Informasi tidak tersedia atau sangat lama	

Tabel 3. Komponen Perencanaan Evakuasi Vertikal

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
3. Perencanaan Evakuasi Vertikal				
3.1	Identifikasi Zona Aman	<ul style="list-style-type: none"> - Lantai teratas sebagai zona aman utama ditentukan - Area terbuka di atap (jika ada) diidentifikasi - Ruangan struktural terkuat di setiap lantai ditandai 	B: Semua zona aman teridentifikasi dengan jelas C: Beberapa zona aman teridentifikasi K: Zona aman tidak teridentifikasi	
3.2	Rute Evakuasi	<ul style="list-style-type: none"> - Rute primer melalui tangga utama ditandai - Rute sekunder melalui tangga darurat ditandai 	B: Semua rute jelas dan ditandai C: Rute ada tapi kurang jelas	

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
		- Petunjuk evakuasi di setiap lantai terpasang	K: Rute tidak ditandai atau tidak ada	
3.3	Titik Kumpul	- Lokasi titik kumpul di lantai teratas ditentukan - Kapasitas maksimum titik kumpul dihitung - Perlengkapan di titik kumpul tersedia	B: Titik kumpul jelas dan lengkap C: Titik kumpul ada tapi kurang lengkap K: Titik kumpul tidak ada atau tidak jelas	

Tabel 4. Komponen Prosedur Evakuasi Vertikal

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
4. Prosedur Evakuasi Vertikal				
4.1	Tahap Pra-Evakuasi	- Sistem peringatan dini siap diaktifkan - Prosedur pengarahan penghuni tersedia - Petugas evakuasi siap	B: Semua prosedur jelas dan siap C: Prosedur ada tapi kurang jelas K: Prosedur tidak ada atau tidak jelas	
4.2	Tahap Evakuasi	- Prosedur pergerakan ke zona aman jelas - Larangan penggunaan lift tertera jelas - Prosedur bantuan untuk yang membutuhkan ada	B: Semua prosedur jelas dan lengkap C: Prosedur ada tapi kurang lengkap K: Prosedur tidak ada atau tidak jelas	
4.3	Tahap Pasca-Evakuasi	- Prosedur pengecekan jumlah penghuni ada - Perlengkapan pertolongan pertama tersedia - Prosedur menunggu instruksi lanjutan ada	B: Semua prosedur jelas dan lengkap C: Prosedur ada tapi kurang lengkap K: Prosedur tidak ada atau tidak jelas	

Tabel 5. Komponen Sarana dan Prasarana Evakuasi

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
5. Sarana dan Prasarana Evakuasi				
5.1	Tangga Darurat	- Lokasi tangga darurat di setiap lantai jelas - Kapasitas tangga darurat mencukupi - Jadwal pemeriksaan rutin kondisi tangga ada	B: Tangga darurat lengkap dan terawat C: Tangga ada tapi kurang terawat K: Tangga tidak ada atau rusak	
5.2	Pintu Darurat	- Jumlah dan lokasi pintu darurat mencukupi - Mekanisme pembukaan pintu darurat berfungsi - Tanda penunjuk pintu darurat jelas	B: Pintu darurat lengkap dan berfungsi C: Pintu ada tapi kurang berfungsi K: Pintu tidak ada atau rusak	
5.3	Perlengkapan Evakuasi	- Kotak P3K tersedia di setiap lantai - APAR tersedia dan berfungsi - Senter dan radio darurat tersedia	B: Semua perlengkapan lengkap dan berfungsi C: Perlengkapan ada tapi kurang lengkap K: Perlengkapan tidak ada atau rusak	

Tabel 6. Komponen Sistem Peringatan Dini

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
6. Sistem Peringatan Dini				
6.1	Alarm Kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi titik panggil manual jelas - Suara alarm dapat didengar di seluruh area - Prosedur pengaktifan alarm jelas 	B: Sistem alarm lengkap dan berfungsi C: Sistem ada tapi kurang berfungsi K: Sistem tidak ada atau rusak	
6.2	Sistem Komunikasi Darurat	<ul style="list-style-type: none"> - Pengeras suara berfungsi di seluruh area - Sistem komunikasi radio internal tersedia - Daftar nomor telepon darurat tersedia 	B: Sistem komunikasi lengkap dan berfungsi C: Sistem ada tapi kurang berfungsi K: Sistem tidak ada atau rusak	

Tabel 7. Komponen Pelatihan dan Penilaian visual

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
7. Pelatihan dan Penilaian visual				
7.1	Program Pelatihan	<ul style="list-style-type: none"> - Pelatihan dasar evakuasi untuk semua penghuni ada - Pelatihan khusus untuk tim evakuasi terjadwal - Materi pelatihan lengkap dan up-to-date 	B: Program pelatihan lengkap dan rutin C: Program ada tapi kurang rutin K: Program tidak ada atau tidak pernah dilakukan	
7.2	Jadwal Penilaian visual Rutin	<ul style="list-style-type: none"> - Penilaian visual evakuasi terjadwal secara rutin - Skenario penilaian visual bervariasi - Evaluasi hasil penilaian visual dilakukan 	B: Penilaian visual rutin dengan evaluasi C: Penilaian visual ada tapi kurang rutin K: Penilaian visual tidak pernah dilakukan	

Tabel 8. Komponen Pemeliharaan dan Evaluasi

No	Komponen	Isi Panduan	Kriteria Penilaian (Baik, Cukup, Kurang)	Nilai (B/C/K)
8. Pemeliharaan dan Evaluasi				
8.1	Pemeriksaan Berkala	<ul style="list-style-type: none"> - Jadwal pemeriksaan sarana evakuasi ada - Checklist pemeriksaan lengkap - Petugas yang bertanggung jawab ditunjuk 	B: Pemeriksaan rutin dan terdokumentasi C: Pemeriksaan ada tapi kurang rutin K: Pemeriksaan tidak dilakukan	
8.2	Evaluasi dan Perbaikan Prosedur	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis hasil penilaian visual dan kejadian nyata dilakukan - Perbaikan prosedur berdasarkan evaluasi dilakukan - Pembaruan panduan secara berkala dilakukan 	B: Evaluasi dan perbaikan rutin dilakukan C: Evaluasi ada tapi perbaikan kurang K: Evaluasi dan perbaikan tidak dilakukan	

KESIMPULAN

Saat ini Gedung SMP Pembangunan Laboratorium UNP belum memiliki panduan evakuasi vertikal yang memadai dalam menghadapi bencana gempa bumi dan tsunami. Hal ini menunjukkan adanya celah dalam perencanaan mitigasi bencana di sekolah tersebut. Ketiadaan panduan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya kesadaran akan pentingnya panduan, keterbatasan sumber daya, serta kurangnya regulasi yang mewajibkan adanya panduan evakuasi vertikal di gedung-gedung sekolah. Tanpa panduan yang jelas dan terstruktur, risiko kebingungan dan ketidakteraturan dalam proses evakuasi menjadi sangat tinggi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan jumlah korban.

Setelah adanya rancangan panduan evakuasi vertikal di Gedung SMP Pembangunan Laboratorium UNP, saat ini di Gedung SMP Pembangunan Laboratorium UNP dalam menghadapi bencana gempa bumi dan tsunami masih memiliki beberapa kekurangan. Denah dan tata letak bangunan serta data kapasitas dan jumlah penghuni sudah cukup baik, namun analisis risiko bencana, khususnya terkait potensi gempa bumi, masih belum memadai. Selain itu, beberapa komponen penting dalam perencanaan evakuasi vertikal, seperti identifikasi ruangan struktural terkuat, penandaan rute evakuasi sekunder, dan kelengkapan perlengkapan di titik kumpul, juga masih kurang. Sistem peringatan dini dan pemeliharaan serta evaluasi prosedur evakuasi juga belum dilaksanakan secara terstruktur dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Aztrianto, Y., Maarif, S., Kurniawan, L., Widodo, P., Prodi Manajemen Bencana, M., Pertahanan Republik, U., & Bidang Logistik dan Peralatan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, D. (2023). Memahami Catatan Sejarah Gempa Bumi Sebagai Upaya Kesiapsiagaan Masyarakat Dalam Menghadapi Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami Di Provinsi Nusa Tenggara Barat 1. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 10(5), 2251–2255. <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/article/view/11545%0Ahttp://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/index>

Effendi, E., Prasetyo, A. B., & Kurniawan, F. A. (2023). Peningkatan Kapasitas Relawan Dalam Menghadapi Bencana Di Desa Tembokrejo Kecamatan Muncar Kabupaten

Banyuwangi. *Indonesian Journal of Environment and Disaster*, 2(1), 36–47. <https://doi.org/10.20961/ijed.v2i1.640>

Faizah, R., Saputra, E., & Adhiguna, D. (2017). Studi Identifikasi Mitigasi Bencana Gempa Pada Bangunan Sekolah Dasar Kaligondang Dan Rekomendasi Perbaikan. *Rekayasa Sipil*, 6(2), 98–112.

M. Isya, A., & Hasan, E. I. (2021). Analisis perencanaan dan kelayakan evakuasi vertikal bencana tsunamipada daerah zona merah di kecamatan kuta alam kota banda aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 9–20.

Nur Rais, L. (2021). Analisis Bencana Gempa Bumi Dan Mitigasi Bencana Di Daerah Kertasari. *Jurnal Samudra Geografi*, 4(2), 14–19. <https://doi.org/10.33059/jsg.v4i2.3773>

Pepadu, J., Murtiadi, S., Wahyud, M., Agustawijaya, D. S., Yasa, I. W., & Akmaluddin, A. (2021). Simulasi Jalur Evakuasi dan Pelatihan Identifikasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa dan Kebakaran di SMAK Cakranegara Mataram. *Jurnal Pepadu*, 2(1), 10–17. <https://doi.org/10.29303/pepadu.v2i1.2155>

Sanjiwani, I. D. M. A. (2016). Estimasi Nilai Pergeseran Gempa Bumi Padang Tahun 2009 Menggunakan Data SuGAR. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 93–98. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17218>