

Virtual Reality-Based Immersive Learning untuk Kesiapsiagaan Darurat Gempa dalam Meningkatkan Safety Awareness serta Mendukung SDGs Good Health & Well-Being Pada Pendidikan Vokasi

Rizqi Novita Sari¹, Mega Cattleya P.A. Islami^{*2}, Tranggono³, Romeo Putra Dirama⁴, Aries Firmansyah⁵, Rossa Lina Astutik⁶, Denaldi Rananda Saputra⁷

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

*e-mail: mega.cattleya.ti@upnjatim.ac.id

Received: 23.09.2025	Revised: 09.10.2025	Accepted: 21.10.2025	Available online: 04.11.2025
-------------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------

Abstract: *This community service program was carried out to strengthen disaster preparedness awareness among vocational high school students and teachers through immersive learning using Virtual Reality (VR) technology. The initiative was motivated by the limited disaster risk education that typically relies on conventional lectures, which are less effective in fostering real-life preparedness. A total of 30 participants, consisting of students and teachers from SMK Negeri 1 Sidoarjo, joined the program. The activities included socialization, training, and hands-on practice with VR-based earthquake disaster scenarios that simulate emergency response procedures and safety protocols. To evaluate the effectiveness, a pre-test and post-test assessment was conducted. The results revealed a significant increase in participants' understanding, with an improvement of 89% in earthquake emergency response preparedness after engaging in VR-based simulations. This program demonstrates that immersive technology is highly effective in enhancing disaster preparedness education while supporting the Sustainable Development Goal on Good Health and Well-Being, particularly in promoting safety, resilience, and preventive actions among young learners and educators.*

Keywords: *Virtual Reality, Disaster Preparedness, Immersive Learning, SDG's, Safety Awareness.*

Abstrak: Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk meningkatkan kesadaran kesiapsiagaan bencana pada siswa dan guru sekolah menengah kejuruan melalui pembelajaran imersif berbasis *Virtual Reality* (VR). Kegiatan ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan edukasi kebencanaan yang umumnya masih menggunakan metode ceramah konvensional sehingga kurang efektif dalam membangun kesiapan nyata. Sebanyak 30 peserta, yang terdiri dari siswa dan guru SMK Negeri 1 Sidoarjo, mengikuti kegiatan ini. Rangkaian kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan, serta praktik langsung menggunakan simulasi VR dengan skenario tanggap darurat gempa bumi, mencakup prosedur evakuasi dan protokol keselamatan. Untuk mengukur efektivitas, dilakukan evaluasi melalui *pre-test* dan *post-test*. Hasil menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta sebesar 89% terhadap sistem tanggap darurat gempa bumi setelah mengikuti simulasi berbasis VR. Program ini membuktikan bahwa teknologi imersif efektif dalam meningkatkan kualitas pendidikan kebencanaan serta mendukung pencapaian *Sustainable Development Goal* tentang *Good Health and Well-Being*, khususnya dalam upaya meningkatkan keselamatan, resiliensi, dan tindakan preventif di lingkungan pendidikan vokasi.

Kata kunci: *Virtual Reality, Kesiapsiagaan Bencana, Pembelajaran Imersif, SDG's, Safety Awareness.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan tingkat kerentanan bencana alam tertinggi di dunia karena posisinya berada di pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik (Harjoko et al., 2021). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2023) mencatat terdapat 3.931 kejadian bencana sepanjang tahun 2023, dengan gempa bumi sebagai salah satu penyumbang signifikan (Monalia & Noorratri, 2024). Dampak gempa bumi sangat luas, tidak hanya menimbulkan kerugian materiil tetapi juga korban jiwa akibat minimnya kesiapsiagaan masyarakat. Kesiapsiagaan bencana di kalangan pelajar, khususnya pada jenjang pendidikan vokasi, menjadi aspek krusial. Berdasarkan survei BNPB (2022), hanya sekitar 40% siswa sekolah menengah di Indonesia yang mengetahui prosedur evakuasi gempa secara benar, dan kurang dari 30% sekolah yang telah melaksanakan simulasi bencana secara berkala (Bakhriansyah et al., 2025). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan besar dalam upaya membangun *safety awareness* di kalangan pelajar (Permana et al., 2025).

SMK Negeri 1 Sidoarjo sebagai salah satu sekolah menengah kejuruan terbesar di Kabupaten Sidoarjo dengan jumlah siswa aktif mencapai 1.580 siswa menjadi representasi penting dari target

khalayak sasaran. Mayoritas siswa berasal dari keluarga dengan latar belakang sosial ekonomi menengah yang tinggal di kawasan urban–semi urban Sidoarjo. Dari survei awal yang dilakukan kepada 120 siswa, hanya 35% yang mengetahui jalur evakuasi gempa, dan hanya 22% yang pernah mengikuti pelatihan kebencanaan formal. Secara geografis, Kabupaten Sidoarjo termasuk wilayah rawan bencana karena berada di jalur Sesar Kendeng dan terdampak aktivitas vulkanik serta gempa tektonik disekitarnya. Dari sisi sosial, masyarakat Sidoarjo memiliki kepedulian terhadap isu bencana, tetapi implementasi masih minim. Potensi wilayah lain adalah infrastruktur pendidikan vokasi yang relatif maju, sehingga penerapan teknologi inovatif seperti *Virtual Reality (VR)-Based Immersive Learning* dapat diintegrasikan ke dalam kegiatan pembelajaran untuk memperkuat kesiapsiagaan darurat gempa (Zhu & Li, 2021).

Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, permasalahan yang dihadapi berfokus pada rendahnya tingkat pemahaman serta kesadaran siswa SMK Negeri 1 Sidoarjo terhadap prosedur kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana gempa bumi. Minimnya pengetahuan ini berdampak pada kurangnya kemampuan siswa untuk merespons secara cepat dan tepat saat terjadi situasi darurat. Permasalahan tersebut diperburuk oleh metode pembelajaran yang digunakan saat ini, yaitu simulasi bencana dengan pendekatan konvensional yang cenderung bersifat pasif, kurang interaktif, dan belum mampu menarik perhatian siswa yang merupakan bagian dari generasi digital (Thomann et al., 2024). Untuk menjawab permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan *safety awareness* siswa SMK Negeri 1 Sidoarjo melalui penerapan *Virtual Reality-Based Immersive Learning*. Kegiatan pengabdian ini mencakup upaya untuk mengidentifikasi dan mengatasi keterbatasan sistem pembelajaran kesiapsiagaan bencana di lingkungan pendidikan vokasi. Fokusnya diarahkan pada pengembangan metode pembelajaran yang inovatif dan adaptif melalui pemanfaatan teknologi imersif, khususnya *Virtual Reality (VR)*, sebagai media simulasi yang lebih realistis dan menarik bagi siswa. Selain itu, wilayah Sidoarjo yang tergolong rawan bencana gempa menjadi konteks penting, sehingga potensi sekolah dan kondisi lingkungan sekitar dapat dioptimalkan sebagai laboratorium alami untuk penerapan model pembelajaran kebencanaan berbasis teknologi. Kegiatan ini juga dirancang untuk menyediakan media pembelajaran alternatif yang interaktif, aman, dan sesuai dengan kebutuhan generasi digital, sekaligus menjadi bentuk hilirisasi hasil riset mengenai penggunaan VR dalam pendidikan. Lebih jauh, kegiatan ini diharapkan dapat mendukung pencapaian *SDGs* poin 3 (*Good Health & Well-Being*) dengan memperkuat kapasitas kesiapsiagaan bencana di sektor pendidikan vokasi (Raman et al., 2024).

Kegiatan ini memiliki urgensi yang tinggi mengingat Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan gempa bumi tertinggi di dunia, sehingga kesiapsiagaan bencana menjadi kompetensi yang wajib dimiliki oleh generasi muda, termasuk siswa vokasi (H. Wang et al., 2022). Hasil survei menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan dan kesadaran siswa SMK Negeri 1 Sidoarjo terhadap prosedur evakuasi gempa masih rendah, sementara metode pembelajaran yang digunakan cenderung konvensional dan kurang sesuai dengan karakteristik generasi digital. Kondisi ini menimbulkan kesenjangan antara kebutuhan peningkatan *safety awareness* dengan media pembelajaran yang tersedia (Nakano & Yamori, 2021). Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas dan daya tarik proses pembelajaran kesiapsiagaan bencana melalui penerapan *Virtual Reality-Based Immersive Learning*. Pendekatan ini dirancang sebagai solusi inovatif untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam, realistis, dan interaktif bagi siswa. Dengan teknologi realitas *virtual*, peserta didik dapat merasakan simulasi situasi darurat secara langsung tanpa harus menghadapi risiko fisik di dunia nyata. (Seo et al., 2021). Selain itu, kegiatan ini mendukung hilirisasi hasil penelitian terkait pemanfaatan VR dalam pendidikan serta memperkuat implementasi *SDGs* poin 3 (*Good Health & Well-Being*) (Lakioti et al., 2025). Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini mendesak untuk dilakukan agar siswa lebih siap menghadapi situasi darurat gempa sekaligus menjadi model pengembangan pendidikan kebencanaan berbasis teknologi di lingkungan vokasi.

2. METODE

Kegiatan PkM ini telah dilaksanakan pada hari Selasa, 29 Juli 2025 di SMK Negeri 1 Sidoarjo. Sasaran utama kegiatan ini adalah perwakilan kelas XI yang berjumlah 30 orang dari seluruh jurusan. Pemilihan peserta didasarkan pada pertimbangan tingkat kematangan berpikir serta kesiapan mereka dalam mengikuti pelatihan. Selain itu, guru pendamping juga dilibatkan sebagai peserta sekaligus fasilitator agar proses transfer pengetahuan dan keterampilan dapat berlangsung secara berkelanjutan serta terintegrasi ke dalam program pembelajaran kebencanaan di sekolah.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui kombinasi metode sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan interaktif. Metode tersebut dirancang agar sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik di lingkungan pendidikan vokasi. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada penyampaian teori tentang prosedur tanggap darurat, tetapi juga memberikan pengalaman belajar langsung melalui simulasi berbasis *Virtual Reality* (VR) yang *imersif* dan aman (Sari et al., 2024).

- a) Tahap Persiapan dan Identifikasi Kebutuhan: Pada tahap awal, dilakukan observasi dan koordinasi dengan pihak sekolah mitra untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman awal siswa mengenai kesiapsiagaan bencana gempa. Kegiatan ini meliputi penyebaran kuesioner dan wawancara dengan guru serta siswa guna memetakan kebutuhan pelatihan dan kesiapan sarana pendukung pembelajaran berbasis teknologi.
- b) Tahap Perancangan Media *Virtual Reality* (VR): Tim pelaksana kemudian mengembangkan media *Virtual Reality-Based Immersive Learning* berupa simulasi interaktif tanggap darurat gempa. Desain media disesuaikan dengan konteks lingkungan sekolah dan karakteristik siswa vokasi agar lebih mudah dipahami dan menarik. Tahap ini juga mencakup pengujian awal (*testing*) untuk memastikan media VR berfungsi dengan baik dan aman digunakan.
- c) Tahap Sosialisasi dan Pelatihan: Pada tahap ini dilakukan kegiatan sosialisasi mengenai pentingnya kesiapsiagaan bencana dan pengenalan teknologi VR kepada siswa serta guru pendamping. Selanjutnya dilaksanakan sesi pelatihan interaktif di mana peserta dapat langsung mencoba simulasi tanggap darurat menggunakan perangkat VR. Fasilitator memberikan bimbingan terkait prosedur evakuasi, penilaian situasi bahaya, dan langkah penyelamatan diri secara mandiri maupun berkelompok.
- d) Tahap Pendampingan dan Implementasi di Kelas: Kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan kepada guru untuk mengintegrasikan media VR dalam proses pembelajaran rutin. Guru diberikan panduan teknis dan pedagogis agar dapat melanjutkan penggunaan teknologi ini sebagai alat bantu edukatif dalam mata pelajaran yang relevan, seperti K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) atau Pendidikan Lingkungan.
- e) Tahap Evaluasi dan Refleksi: Evaluasi dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa terhadap prosedur kesiapsiagaan bencana setelah menggunakan media VR. Selain itu, dilakukan refleksi bersama guru dan siswa guna memperoleh masukan terhadap efektivitas kegiatan serta potensi pengembangan ke depan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Materi sosialisasi yang dibahas pada kegiatan PkM ini terbagi menjadi 3 bagian yang terdiri dari Sosialisasi Tanggap Darurat Bencana Alam Berbasis Teknologi, yang berfokus pada peningkatan kesiapsiagaan masyarakat, khususnya di lingkungan sekolah, melalui pemanfaatan teknologi dalam setiap tahap manajemen bencana. Melalui materi tanggap darurat bencana alam berbasis teknologi ini memiliki tujuan untuk memberikan pemahaman kepada audiens mengenai pentingnya kesiapsiagaan menghadapi bencana sekaligus mengenalkan berbagai teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi, merespons, dan meminimalisir dampak bencana (Yang et al., 2024). Harapannya, materi ini mampu menumbuhkan budaya siaga bencana di sekolah, memperkuat peran siswa sebagai agen perubahan yang inovatif, serta mendorong kolaborasi antara sekolah, masyarakat, dan lembaga terkait untuk membangun ketahanan yang lebih baik terhadap bencana di masa depan.



Gambar 3. Sosialisasi Materi

Materi sosialisasi yang kedua membahas mengenai peningkatan kesadaran keselamatan (*Safety Awareness*) dan kesiapsiagaan terhadap bencana maupun kecelakaan kerja, yang dikaitkan dengan pencapaian *SDGs poin 3: Good Health and Well-Being*. Melalui materi *Safety Awareness* ini memiliki tujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kewaspadaan individu maupun kelompok terhadap berbagai risiko bencana alam maupun kecelakaan kerja (Smith et al., 2023). Melalui materi ini dengan poin pembahasan yang dijabarkan sebelumnya, diharapkan mampu menumbuhkan budaya sadar keselamatan yang bersifat preventif, bukan hanya reaktif (Islami & Sudiarno, 2023). Harapannya, kesadaran ini dapat mengurangi angka kecelakaan dan dampak bencana, memperkuat kesiapsiagaan masyarakat serta institusi pendidikan, dan berkontribusi pada pencapaian *SDGs poin 3: Good Health and WellBeing*, yakni mewujudkan kehidupan yang sehat dan sejahtera bagi semua orang (Das et al., 2021).

Materi sosialisasi terakhir mengenai penerapan VR, Materi ini berfokus pada pemanfaatan teknologi *Virtual reality* (VR) sebagai sarana inovatif untuk meningkatkan kesiapsiagaan menghadapi bencana gempa. Materi ini menekankan bagaimana VR mampu menciptakan simulasi realistis yang aman, interaktif, dan imersif sehingga peserta dapat berlatih prosedur tanggap darurat tanpa risiko nyata (Ilmi et al., 2023). Melalui pelatihan penerapan *virtual reality* ini memiliki tujuan untuk memberikan pemahaman kepada peserta mengenai prosedur tanggap darurat gempa bumi melalui simulasi berbasis teknologi VR yang aman, realistis, dan interaktif (Z. Wang et al., 2023). Materi ini dirancang agar peserta dapat memahami langkah-langkah evakuasi, meningkatkan kecepatan respons dalam menghadapi kondisi bencana tanpa risiko cedera (López-Caudana et al., 2022). Harapannya, pelatihan ini dapat menciptakan individu maupun kelompok yang lebih siap, sigap, dan terlatih, sehingga mampu mengurangi potensi korban jiwa maupun kerugian materi. Selain itu, penerapan VR juga diharapkan menjadi solusi inovatif dalam dunia pendidikan dan lembaga pelatihan, yang tidak hanya efektif dari segi hasil, tetapi juga efisien dari sisi biaya, fleksibel, dan dapat diterapkan secara luas (Paszkievicz et al., 2021).



Gambar 4. Simulasi Tanggap Darurat Peserta Menggunakan VR

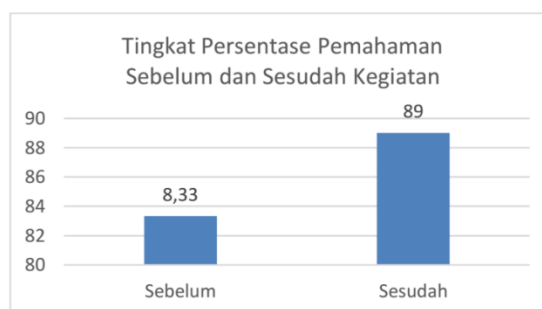
Pemaparan ini memberikan arahan penggunaan teknologi VR dalam mensimulasikan kondisi gempa bumi sebagai sarana edukasi kesiapsiagaan bencana. Panduan ini menjelaskan tata cara interaksi pengguna dengan antarmuka dan objek dalam simulasi, seperti penggunaan *headset* dan layar VR untuk berinteraksi dengan menu (UI) dan *stick VR* untuk berinteraksi dengan objek. Dengan pendekatan ini, peserta dapat melakukan *virtual reality* gempa bumi dengan efektif, sehingga lebih memahami prosedur tanggap darurat, langkah evakuasi, serta membangun kesiapan mental dalam menghadapi situasi sebenarnya. Setelah pemaparan panduan simulasi tanggap darurat ini selanjutnya peserta melakukan praktik simulasi tanggap darurat.

Untuk menilai efektivitas kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo, digunakan metode *pre-test* dan *post-test* sebagai instrumen evaluasi sederhana. Kedua metode ini berfungsi untuk mengukur sejauh mana peningkatan pemahaman peserta terhadap materi yang disampaikan, khususnya mengenai konsep virtual reality sebagai alat simulasi tanggap darurat gempa bumi.



Gambar 5. Pelaksanaan *Pre-test* & *Post-test*

Berdasarkan hasil evaluasi tingkat pemahaman peserta melalui *pre-test* dan *post-test*, terlihat adanya peningkatan pengetahuan setelah kegiatan berlangsung. Sebelum kegiatan dimulai, rata-rata pemahaman peserta tercatat sebesar 83,33%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah memiliki bekal pengetahuan awal mengenai materi yang akan diberikan, meskipun masih terbatas dalam aspek penerapan. Setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai, rata-rata pemahaman meningkat menjadi 89%. Kenaikan sebesar 5,67% ini menunjukkan bahwa metode penyampaian materi, diskusi interaktif, serta sesi praktik yang dilaksanakan memperkuat sekaligus menambah pemahaman peserta.



Gambar 6. Analisis Perbandingan Hasil *Pre-test* & *Post-test*

Berdasarkan hasil evaluasi tingkat pemahaman peserta melalui *pre-test* dan *post-test*, terlihat adanya peningkatan pengetahuan setelah kegiatan berlangsung. Sebelum kegiatan dimulai, rata-rata pemahaman peserta tercatat sebesar 83,33%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah memiliki bekal pengetahuan awal mengenai materi yang akan diberikan, meskipun masih terbatas dalam aspek penerapan. Setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai, rata-rata pemahaman meningkat menjadi 89%. Kenaikan sebesar 5,67% ini menunjukkan bahwa metode penyampaian materi, diskusi interaktif, serta sesi praktik yang dilaksanakan memperkuat sekaligus menambah pemahaman peserta. Kenaikan yang relatif kecil ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor. Pertama, tingkat pemahaman awal peserta yang sudah cukup tinggi menyebabkan ruang peningkatan menjadi lebih sempit, sehingga capaian peningkatan tidak terlalu besar secara persentase, serta sebagian peserta masih beradaptasi dengan media pembelajaran baru yang bersifat imersif, sehingga waktu yang tersedia lebih banyak digunakan untuk penyesuaian teknis dibanding pendalaman materi. Meskipun demikian, kenaikan ini tetap menunjukkan adanya penguatan pemahaman konseptual dan praktis melalui penerapan metode penyampaian yang interaktif, diskusi kelompok, serta sesi praktik berbasis VR. Hasil ini menegaskan bahwa pendekatan

Virtual Reality-Based Immersive Learning efektif dalam meningkatkan *safety awareness* dan kemampuan analisis peserta terhadap situasi darurat.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pengabdian kepada masyarakat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kapasitas peserta. Walaupun peningkatan persentase tampak relatif kecil, hasil ini tetap menegaskan efektivitas metode pembelajaran yang diterapkan serta relevansi materi dengan kebutuhan nyata di lapangan. Lebih jauh, peningkatan ini juga mengindikasikan adanya potensi untuk mengembangkan program lanjutan dengan materi yang lebih mendalam, sehingga tidak hanya meningkatkan pemahaman teoritis, tetapi juga mendorong keterampilan aplikatif yang dapat dimanfaatkan dalam pelatihan tanggap darurat bencana alam terutama gempa melalui *virtual reality*.

VR dapat dimasukkan secara sistematis ke dalam beberapa mata pelajaran yang beririsan dengan kesiapsiagaan, keselamatan kerja, dan lingkungan. Salah satunya adalah dengan membuat program Ekstrakurikuler atau Klub "*Safety and Disaster Awareness*". Sekolah dapat membentuk kegiatan ekstrakurikuler atau klub khusus yang berfokus pada kesiapsiagaan dan keselamatan berbasis teknologi digital. Kegiatan VR dapat menjadi bagian dari: Simulasi rutin kesiapsiagaan bencana tahunan, lomba internal antar-kelas tentang tanggap darurat virtual, dan sesi pembelajaran lintas jurusan untuk membangun kolaborasi dan kepemimpinan dalam situasi krisis. Dengan demikian, VR tidak hanya menjadi media pembelajaran, tetapi juga sarana pembentukan karakter disiplin dan kepedulian terhadap keselamatan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan tanggap darurat berbasis teknologi memberikan dampak positif dalam meningkatkan pengetahuan, kesadaran, serta kesiapsiagaan peserta terhadap bencana, khususnya gempa bumi. Materi yang disampaikan mencakup literasi teknologi kebencanaan, pentingnya *safety awareness*, serta praktik simulasi berbasis *Virtual Reality* (VR). Teknologi terbukti tidak hanya mempercepat penyampaian informasi, tetapi juga meminimalisir risiko korban jiwa dan kerugian materi, sekaligus memberikan pengalaman belajar imersif yang realistis dan aman. Peningkatan hasil evaluasi dari *pre-test* ke *post-test* sebesar 5,67% menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang menggabungkan materi, diskusi interaktif, dan simulasi VR efektif dalam memperkuat pemahaman serta menumbuhkan budaya aman di kalangan peserta. Dengan demikian, kegiatan ini relevan untuk mendukung literasi teknologi dan kesiapsiagaan bencana di era digital, serta dapat dijadikan model pembelajaran kebencanaan bagi siswa, guru, maupun masyarakat secara lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada LPPM dan Program Studi Teknik Industri UPN "Veteran" Jawa Timur, yang telah memberikan arahan, fasilitas, serta dukungan penuh sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terselenggara dengan baik. Apresiasi yang sama juga ditujukan kepada SMK Negeri 1 Sidoarjo atas kerja sama, keterlibatan aktif, serta dukungan yang sangat berarti dalam setiap tahapan kegiatan. Kontribusi dari seluruh pihak tersebut menjadi faktor penting dalam kelancaran pelaksanaan serta pencapaian tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhriansyah, H. M., Anhar, V. Y., & Noor, I. H. (2025). *Meningkatkan Kesiapsiagaan Bencana Pada Sekolah*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Das, T., Holland, P., Ahmed, M., Husain, L., Ahmed, M., & Husain, L. (2021). Sustainable development goal 3: Good health and well-being. In *South-East Asia Eye Health: Systems, Practices, and Challenges* (pp. 61–78). Springer.
- Harijoko, A., Puspitasari, D., Prabaningrum, I., Prastika, K. P., & Wijayanti, N. F. (2021). *Manajemen penanggulangan bencana dan pengurangan risiko bencana di Indonesia*. Ugm press.

- Ilmi, N., Juanda, V. A., & Islami, M. C. P. A. (2023). Penggunaan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone dalam Analisis Risiko K3 pada Industri Baja Karbon. *Prosiding Seminar Nasional Waluyo Jatmiko*, 431–440.
- Islami, M., & Sudiarno, A. (2023). Development of big five personality traits moderation that affecting safety leadership, safety knowledge, and safety culture on safety performance models to reduce accidents in the chemical industry. *Proceedings of the 3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Johor Bahru, Malaysia*, 3186–3195.
- Lakioti, E., Pagonis, N., Flegkas, D., Itziou, A., Moustakas, K., & Karayannis, V. (2025). Social Factors and Policies Promoting Good Health and Well-Being as a Sustainable Development Goal: Current Achievements and Future Pathways. *Sustainability*, 17(11), 5063.
- López-Caudana, E., Ruiz, S., Calixto, A., Nájera, B., Castro, D., Romero, D., Luna, J., Vargas, V., Legorreta, I., & Lara-Prieto, V. (2022). A personalized assistance system for the location and efficient evacuation in case of emergency: TECuidamos, a challenge-based learning derived project designed to save lives. *Sustainability*, 14(9), 4931.
- Monalia, I., & Noorratri, E. D. (2024). Gambaran Tingkat Pengetahuan Masyarakat Tentang Kesiapsiagaan Dalam Menghadapibencana Gunung Meletus Di Desa Jrahahselo Boyolali. *Indonesian Journal of Public Health*, 2(4), 790–807.
- Nakano, G., & Yamori, K. (2021). Disaster risk reduction education that enhances the proactive attitudes of learners: A bridge between knowledge and behavior. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 66, 102620.
- Paszkiwicz, A., Salach, M., Dymora, P., Bolanowski, M., Budzik, G., & Kubiak, P. (2021). Methodology of implementing virtual reality in education for industry 4.0. *Sustainability*, 13(9), 5049.
- Permana, M. R., Islami, M. C. P. A., & Tranggono, T. (2025). Analysis of the Effect of Management Commitment, Safety Compliance and Safety Awareness on Safety Culture. *Journal La Sociale*, 6(4), 1267–1279.
- Raman, R., Hughes, L., Mandal, S., Das, P., & Nedungadi, P. (2024). Mapping metaverse research to the sustainable development goal of good health and well-being. *IEEE Access*.
- Sari, R. N., Dewi, S., Islami, M. C. P. A., Sa'idan, G. A. K., & Zahirah, J. F. (2024). Increasing Safety Awareness Through the WISE Program for Indonesian MSMEs. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 465–467.
- Seo, H. J., Park, G. M., Son, M., & Hong, A.-J. (2021). Establishment of virtual-reality-based safety education and training system for safety engagement. *Education Sciences*, 11(12), 786.
- Smith, K., Fearnley, C. J., Dixon, D., Bird, D. K., & Kelman, I. (2023). *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. Routledge.
- Thomann, H., Zimmermann, J., & Deutscher, V. (2024). How effective is immersive VR for vocational education? Analyzing knowledge gains and motivational effects. *Computers & Education*, 220, 105127.
- Wang, H., Lindell, M. K., Siam, M. R. K., Chen, C., & Husein, R. (2022). Local residents' immediate responses to the 2018 Indonesia earthquake and tsunami. *Earthquake Spectra*, 38(4), 2835–2865.
- Wang, Z., He, R., Rebelo, F., Vilar, E., & Noriega, P. (2023). Human interaction with virtual reality: investigating pre-evacuation efficiency in building emergency. *Virtual Reality*, 27(2), 1039–1050.
- Yang, J., Hou, H., & Hu, H. (2024). Exploring the intelligent emergency management mode of rural natural disasters in the era of digital technology. *Sustainability*, 16(6), 2366.
- Zhu, Y., & Li, N. (2021). Virtual and augmented reality technologies for emergency management in the built environments: A state-of-the-art review. *Journal of Safety Science and Resilience*, 2(1), 1–10.