



Education on natural rubber-based base isolator technology for SMKN 26 Jakarta students as an earthquake mitigation effort

Marsetya Aulia Rahma Diyanti, Liana Herlina✉, Endah Kurniyaningrum, Usman Wijaya, Aksan Kawanda, Larasati Rizky Putri
Universitas Trisakti, Jakarta Barat, Indonesia

✉ liana@trisakti.ac.id

 <https://doi.org/10.31603/ce.14609>

Abstract

Indonesia's high vulnerability to earthquakes, which often results in severe damage and casualties, necessitates disaster risk mitigation efforts based on science and technology. This community service activity aimed to improve disaster technology literacy and students' understanding of the working principles of earthquake-resistant structures. The focus was on introducing base isolator (earthquake damper) technology made from natural rubber for residential buildings. This activity was conducted at SMKN 26 Jakarta using interactive presentations, technology demonstrations, and participative discussion methods. An evaluation of understanding was administered to 66 participants using a pre-test and post-test design. The evaluation results showed that 100% of participants experienced an increase in understanding and knowledge after the activity. This indicates that the technology demonstration-based educational approach is effective in supporting disaster technology literacy at the vocational high school level.

Keywords: Base isolator; Earthquake; Natural rubber; Disaster mitigation; Technology literacy

Edukasi teknologi base isolator untuk siswa SMKN 26 Jakarta sebagai upaya mitigasi gempa berbasis karet alam

Abstrak

Tingginya tingkat kerentanan gempa bumi di Indonesia, yang sering mengakibatkan kerusakan parah dan korban jiwa, memerlukan upaya mitigasi risiko bencana berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi kebencanaan dan pemahaman siswa terhadap prinsip kerja struktur tahan gempa. Fokus kegiatan adalah pengenalan teknologi base isolator (peredam gempa) berbahan karet alam untuk bangunan rumah tinggal. Kegiatan ini dilaksanakan di SMKN 26 Jakarta menggunakan metode presentasi interaktif, demonstrasi teknologi, dan diskusi partisipatif. Evaluasi pemahaman dilakukan kepada 66 peserta menggunakan desain pre-test dan post-test. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 100% peserta mengalami peningkatan pemahaman dan pengetahuan setelah mengikuti kegiatan. Hal ini menandakan bahwa pendekatan edukasi berbasis demonstrasi teknologi efektif untuk mendukung literasi teknologi kebencanaan di tingkat sekolah menengah kejuruan.

Kata Kunci: Base isolator; Gempa bumi; Karet alam; Mitigasi bencana; Literasi teknologi

Contributions to
SDGs



Article History

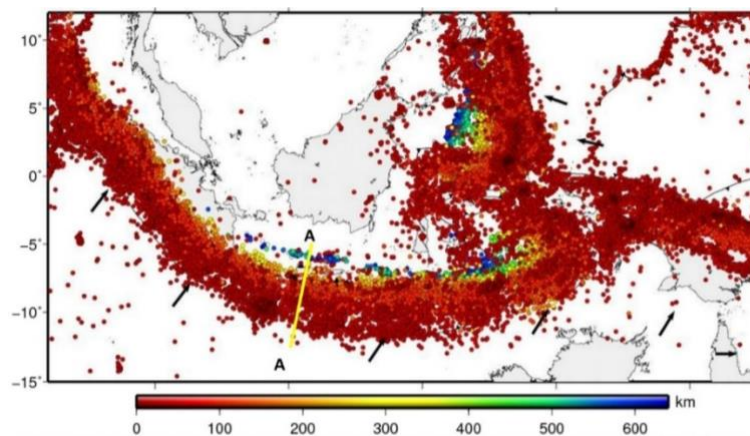
Received: 25/08/25

Revised: 14/10/25

Accepted: 30/10/25

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerentanan gempa bumi tertinggi di dunia. Secara geotektonik, wilayah ini berada pada pertemuan tiga lempeng utama, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, yang membentuk jalur seismik aktif Cincin Api Pasifik (*ring of fire*). Kondisi ini menyebabkan Indonesia mengalami frekuensi kejadian gempa bumi yang sangat tinggi dengan beragam magnitudonya. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), tercatat lebih dari 13.000 kejadian gempa bumi terjadi pada tahun 2024 ([Gambar 1](#)), beberapa di antaranya menimbulkan kerusakan parah dan korban jiwa yang signifikan. Tingginya aktivitas seismik ini menjadikan mitigasi risiko bencana gempa sebagai salah satu agenda strategis nasional yang memerlukan intervensi berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).



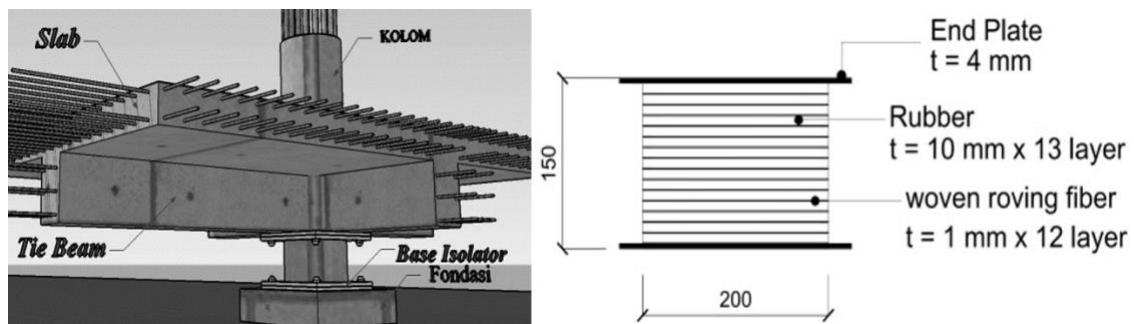
Gambar 1. Sebaran gempa di Indonesia

Dampak gempa bumi terhadap bangunan di Indonesia, khususnya rumah tinggal yang tidak dirancang secara profesional (*non-engineered*), menunjukkan kerentanan kerusakan struktural yang tinggi ([Tsiavos et al., 2020](#)). Fenomena kerusakan ini sering kali terjadi akibat lemahnya penerapan kaidah perencanaan dan perhitungan struktur tahan gempa, ditambah minimnya kesadaran masyarakat dan pelaku konstruksi terhadap prinsip rekayasa seismik. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi yang dapat diterapkan pada bangunan rumah tinggal untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dengan penerapan teknologi yang mampu mereduksi transfer energi gempa ke struktur bangunan. Salah satu teknologi yang telah terbukti secara ilmiah efektif adalah sistem peredaman energi berbasis isolasi seismik, atau *base isolation system* (base isolator).

Indonesia memiliki potensi besar dalam hal sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai material teknologi peredam gempa. Data [Food and Agriculture Organization \(2020\)](#) menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat kedua sebagai produsen karet alam terbesar di dunia setelah Thailand, menyumbang sekitar 32% dari total produksi global. Karet alam memiliki potensi sebagai bahan baku base isolator karena prinsip kerjanya yang mampu mendisipasi dan mereduksi gaya seismik yang berasal dari tanah. Perkembangan konsep base isolator pada akhir abad ke-20 ditandai dengan temuan fundamental oleh [Naeim & Kelly \(1999\)](#) yang membuktikan efektivitas lapisan isolator dalam mereduksi transmisi gaya seismik. Inovasi berlanjut dengan pengembangan sistem isolasi aktif ([Pu & Kelly, 1991](#)) dan implementasi untuk

kinerja seismik kompleks (Morgan, 2007). Keberhasilan global sistem ini tercermin dari studi kasus di Selandia Baru (McKay et al., 1990; Robinson, 2000, 2005; Skinner et al., 1991) dan Tiongkok (Liu et al., 2024), yang mengonfirmasi kemampuannya melindungi infrastruktur kritis.

Secara teknis, base isolator diletakkan di atas pondasi dan di bawah kolom struktur untuk menciptakan lapisan elastis yang memungkinkan pergeseran relatif yang lebih kecil, sehingga meminimalkan kerusakan selama getaran terjadi (Wijaya et al., 2021). Letak dan dimensi base isolator pada bangunan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada saat terjadi gempa, bantalan karet berfungsi secara fleksibel untuk meredam getaran, sementara elemen pelat baja berperan meningkatkan kekakuan struktur bantalan. Kombinasi ini bertujuan meminimalkan defleksi serta deformasi bangunan ketika bertumpu di atas bantalan karet (Andrian et al., 2017).



Gambar 2. Letak base isolator pada bangunan (kiri) dan dimensi base isolator (kanan)

Menyadari urgensi mitigasi bencana, kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan oleh jurusan Teknik Sipil Universitas Trisakti bekerja sama dengan siswa-siswi jurusan Teknik Bangunan SMK Negeri 26 Jakarta. Upaya strategis dalam memperkenalkan teknologi rekayasa sipil mutakhir kepada siswa sekolah telah menjadi bagian dari kontribusi Universitas Trisakti, serupa dengan pengenalan aplikasi PLAXIS untuk pemodelan geoteknik (Zayadi et al., 2022).

Kegiatan ini dirancang untuk meningkatkan literasi seismik dan memperkenalkan teknologi base isolator berbahan karet alam sebagai solusi alternatif peredam gempa, sejalan dengan kurikulum baru Kemdikbud yang berupaya menyeimbangkan kemampuan akademik, potensi, dan pemanfaatan teknologi peserta didik (Herlina et al., 2025; Ramadhan, 2023). Mitra kegiatan ini merupakan institusi pendidikan vokasi dengan karakter pembelajaran berbasis praktik. Namun, hasil observasi menunjukkan masih rendahnya literasi teknologi kebencanaan dan pemahaman siswa terhadap sistem struktur tahan gempa akibat keterbatasan media pembelajaran berbasis demonstrasi, menjadi tantangan utama dalam penguatan kompetensi teknis siswa.

Berdasarkan kondisi tersebut, tim pengabdian melaksanakan kegiatan edukatif interaktif melalui demonstrasi teknologi base isolator berbahan karet alam. Pendekatan ini relevan karena penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas metode seperti *project-based learning* (Solissa et al., 2024) dan penggunaan media pembelajaran interaktif (Nikolić et al., 2019) dalam meningkatkan keterlibatan, pemahaman konsep, dan minat siswa di bidang teknik sipil. Melalui pendekatan edukatif-partisipatif ini, diharapkan transfer teknologi ini tidak hanya menambah wawasan teknis, tetapi juga mendorong kemandirian inovasi berbasis sumber daya lokal guna memperkuat ketahanan infrastruktur di wilayah rawan bencana.

2. Metode

2.1. Persiapan kegiatan

Persiapan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan sejak Oktober 2024 hingga 17 Januari 2025. Persiapan mencakup rapat pendahuluan untuk merumuskan rencana kegiatan pengabdian, survei lapangan pada SMK Negeri 26 Jakarta yang berlokasi di Rawamangun, Kecamatan Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, serta diskusi bersama pihak sekolah. Berdasarkan hasil survei dan diskusi, tim menyusun metode pelaksanaan berupa pemberian kuesioner mengenai tingkat pemahaman pra dan pasca penyuluhan, presentasi berbasis PowerPoint, demonstrasi model alat, dan sesi tanya jawab mengenai base isolator berbahan karet alam sehingga materi dapat tersampaikan secara visual, interaktif, dan aplikatif. Kegiatan ini diikuti oleh 66 siswa-siswi program teknik bangunan. Pemilihan metode ini bertujuan untuk memastikan transfer pengetahuan yang efektif dan mendorong keterlibatan aktif peserta sesuai latar belakang dan kebutuhan mereka. Materi yang disampaikan mencakup pengenalan risiko gempa di Indonesia, konsep dasar base isolator, potensi karet alam sebagai material struktur, serta mekanisme kerja base isolator dalam mendisipasi energi gempa hingga penerapannya dalam rumah tinggal. Setelah sesi penyuluhan, siswa-siswi diajak mengamati alat peraga base isolator yang telah disiapkan oleh tim pengabdian.

2.2. Pelaksanaan kegiatan

Kegiatan dilaksanakan pada tanggal 17 Januari 2025 di SMK Negeri 26 Jakarta. Kegiatan diawali dengan sesi pembukaan yang dihadiri oleh dosen-dosen Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti, kepala sekolah, perwakilan guru pembimbing, serta seluruh peserta dari Program Keahlian Teknik Bangunan SMK Negeri 26 Jakarta. Acara dimulai dengan sambutan dari Kepala Sekolah SMK Negeri 26 Jakarta. Sebelum penyampaian materi dimulai, seluruh peserta terlebih dahulu diberikan *pre-test* untuk mengukur tingkat pemahaman awal mereka, kemudian dilanjutkan dengan penyampaian materi meliputi pemahaman geografis dan geologis terkait risiko gempa di Indonesia hingga pengenalan dan pengaplikasian base isolator berbasis karet alam yang menjadi sistem isolasi seismik pada bangunan ([Gambar 3](#)). Rangkaian kegiatan didasarkan pada studi [Kusuma et al. \(2025\)](#) yang menegaskan efektivitas pendekatan edukasi interaktif dan eksperimen langsung dalam meningkatkan pemahaman mitigasi bencana.



Gambar 3. Pengenalan base isolator bangunan

2.3. Evaluasi kegiatan

Setelah seluruh rangkaian kegiatan penyuluhan dan demonstrasi selesai dilaksanakan, dilakukan evaluasi kegiatan yang dilakukan dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* untuk menilai tingkat keberhasilan program pengabdian. Evaluasi difokuskan pada pengukuran peningkatan pemahaman peserta mengenai konsep dasar base isolator, potensi karet alam sebagai material mitigasi gempa, serta penerapannya dalam struktur bangunan rumah tinggal. Hasil evaluasi tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman dan persepsi peserta terhadap kegiatan yang telah dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Persiapan kegiatan

Hasil kegiatan pada tahap persiapan menunjukkan bahwa seluruh rangkaian perencanaan dan koordinasi dapat terlaksana dengan baik sesuai jadwal yang telah ditetapkan. Proses rapat pendahuluan dan diskusi internal tim berhasil menghasilkan rancangan kegiatan yang komprehensif dan terarah, mencakup demonstrasi alat peraga base isolator, strategi penyampaian materi, serta mekanisme evaluasi berbasis *pre-test* dan *post-test*. Survei lapangan dan koordinasi bersama pihak SMK Negeri 26 Jakarta berjalan efektif. Pihak sekolah memberikan dukungan penuh berupa fasilitas ruang kegiatan dan kesiapan peserta dari jurusan Teknik Bangunan.

Sebagai bagian dari tahapan persiapan teknis, alat demonstrasi base isolator terbuat dari bahan karet alam dan baja. Base isolator yang digunakan dalam kegiatan ini merupakan hasil fabrikasi terstruktur, di mana lapisan karet alam disusun secara berlapis-lapis dan dipisahkan oleh lempengan baja untuk meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap deformasi. Seluruh lapisan tersebut dicetak secara bergantian menggunakan cetakan base isolator yang telah dirancang sebelumnya.

3.2. Pelaksanaan kegiatan

Kegiatan pengabdian berhasil dilaksanakan dengan antusiasme tinggi dari seluruh peserta. Kegiatan inti berupa demonstrasi base isolator ([Gambar 4](#)) dilakukan untuk mengenalkan model riil alat yang berfungsi memisahkan getaran horizontal akibat gempa dari struktur atas bangunan sehingga mengurangi dan mencegah kerusakan struktural maupun non-struktural sehingga dapat mengurangi biaya perbaikan. Gambaran teknologi base isolator disajikan secara detail pada [Gambar 5](#).



Gambar 4. Demonstrasi base isolator



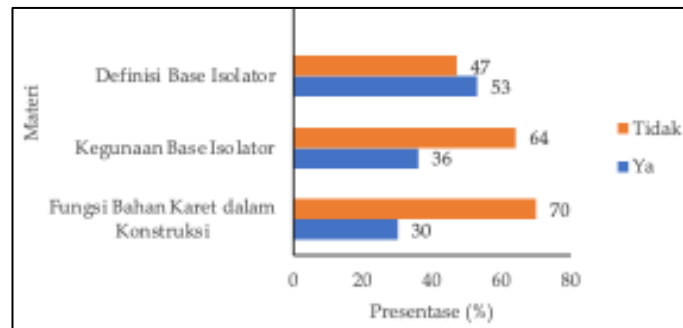
Gambar 5. Materi pengenalan teknologi base isolator

Hasil kegiatan selama demonstrasi menunjukkan peserta mampu memahami konsep dasar disipasi energi dan mekanisme kerja isolasi seismik dengan baik. Implementasi base isolator terbukti efektif dalam mitigasi kerusakan gempa melalui mekanisme pergeseran periode natural struktur. Studi [Harvey Jr & Kelly \(2016\)](#) menunjukkan bahwa dengan memindahkan periode natural dari zona risiko tinggi menuju zona risiko rendah dalam spektrum respons seismik secara signifikan menurunkan gaya inersia yang harus ditahan oleh struktur atas. Penerapan base isolator menyebabkan struktur berperilaku sebagai massa dengan kekakuan tinggi. Meskipun terjadi perpindahan relatif yang signifikan antara struktur dan fondasinya, perpindahan antar lantai struktur justru minimal. Fenomena ini, sebagaimana dikaji oleh berbagai penelitian ([Clemente & Martelli, 2018](#); [Jain & Sanghai, 2017](#); [Kunde & Jangid, 2003](#)) yang menghasilkan reduksi gaya-gaya internal pada elemen struktural secara signifikan. Minimalisasi perpindahan relatif antar lantai memungkinkan struktur mempertahankan perilaku dalam fase elastis atau mendekati elastis selama pembebanan gempa. Kemampuan ini secara signifikan meningkatkan tingkat keamanan struktur ([Naveena & Nair, 2017](#)).

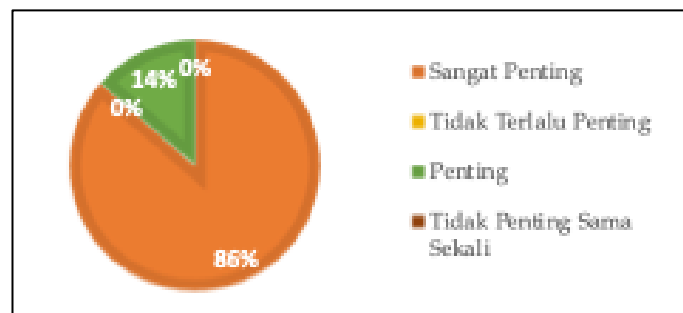
Setelah sesi demonstrasi, dilaksanakan forum tanya jawab yang dirancang untuk mendorong interaksi dua arah antara pemateri dan peserta. Pertanyaan yang diajukan mencakup topik mekanisme disipasi energi, potensi penerapan teknologi ini pada rumah tinggal, hingga estimasi biaya dan ketersediaan bahan baku karet alam di Indonesia. Keterlibatan peserta pada sesi ini tergolong tinggi, terlihat dari banyaknya siswa yang mengajukan pertanyaan dan memberikan opini berdasarkan pengamatan mereka. Untuk meningkatkan motivasi partisipasi, tim pengabdian memberikan penghargaan berupa souvenir kepada peserta yang mengajukan pertanyaan kritis atau memberikan jawaban yang relevan. Strategi ini terbukti efektif dalam menciptakan atmosfer pembelajaran yang aktif dan menyenangkan, sekaligus memperkuat retensi materi.

3.3. Evaluasi kegiatan

Tingkat pengetahuan dan pemahaman siswa-siswi terhadap base isolator sebelum dilakukan pemaparan materi adalah 53% peserta pernah mendengar istilah tersebut dan 36% peserta memahami fungsinya pada bangunan rumah tinggal sebagai penahan gempa. Namun, hanya 30% yang familiar dengan material karet sebagai komponen konstruksi ([Gambar 6](#)). Meskipun demikian, 86% peserta menilai penggunaan teknologi mitigasi gempa seperti base isolator sangat penting ([Gambar 7](#)), menandakan adanya kesadaran tinggi akan urgensi teknologi pengendalian gaya seismik meskipun pemahaman teknis masih rendah.



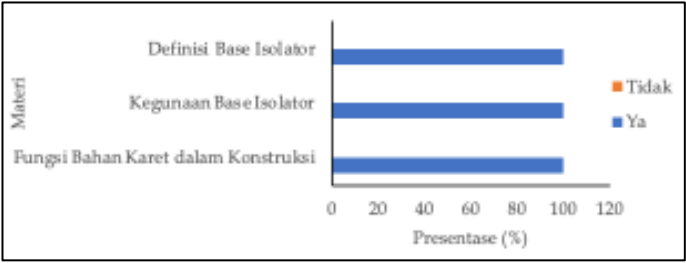
Gambar 6. Pengetahuan awal peserta terkait base isolator



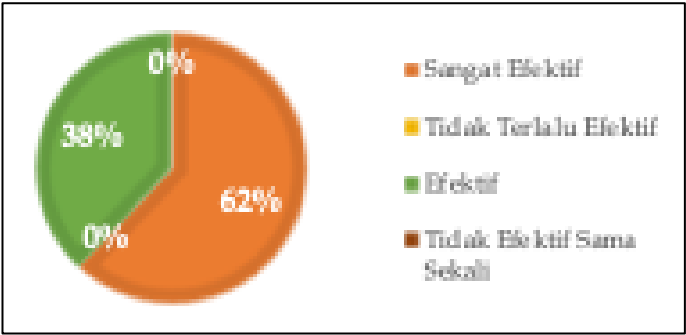
Gambar 7. Persepsi tingkat kepentingan penggunaan teknologi penahan gaya gempa

Setelah dilaksanakannya edukasi, terjadi peningkatan pemahaman yang signifikan. Seluruh peserta (100%) berhasil memahami konsep dan fungsi base isolator berbahan karet serta manfaatnya dalam meningkatkan stabilitas rumah terhadap gempa ([Gambar 8](#)). Peningkatan pemahaman ini juga tercermin dalam persepsi efektivitas, di mana sebagian besar peserta (62%) menilai teknologi ini sangat efektif ([Gambar 9](#)). Selain itu, mayoritas peserta (68%) menilai base isolator lebih menguntungkan dibandingkan teknik lain, meskipun 32% menyatakan tidak tahu, yang mengindikasikan perlunya informasi komparatif yang lebih rinci ([Gambar 10](#)). Persepsi efektivitas biaya juga positif, dengan 33% menilai sangat menguntungkan dan 67% menilai menguntungkan ([Gambar 11](#)). Walaupun demikian, 24% peserta masih memerlukan penjelasan lebih lanjut terkait implementasinya ([Gambar 12](#)).

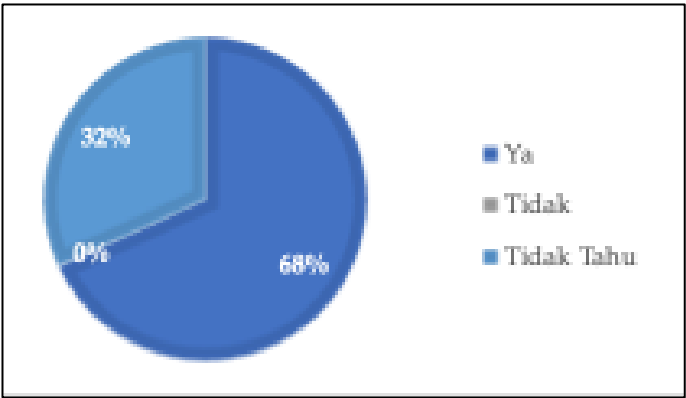
Secara keseluruhan, hasil evaluasi membuktikan efektivitas kegiatan dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan minat adopsi teknologi base isolator berbahan karet alam. Keberhasilan ini sejalan dengan temuan terdahulu dimana pendekatan pembelajaran aktif melalui demonstrasi prototipe fisik lebih unggul dalam membantu peserta menjembatani konsep teoritis dengan aplikasi praktis secara lebih optimal ([Berglund & Grimheden, 2011; Lemons et al., 2010; Reis et al., 2023](#)).



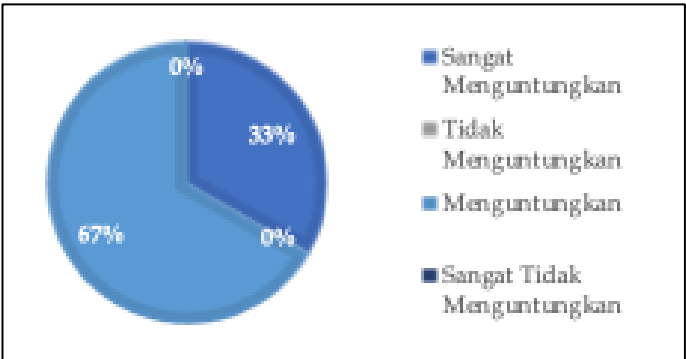
Gambar 8. Evaluasi setelah kegiatan pengenalan base isolator



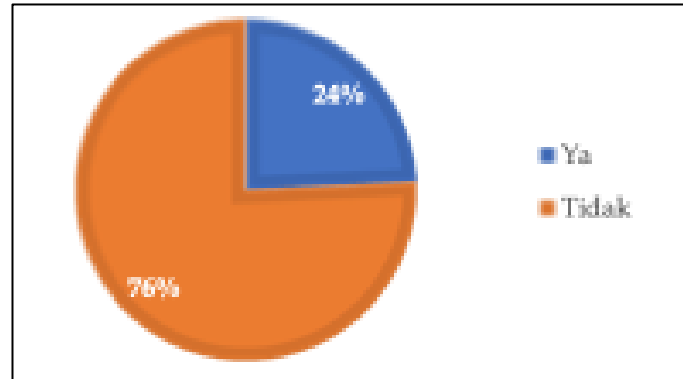
Gambar 9. Persepsi terhadap efektivitas base isolator dalam mengurangi dampak gempa pada bangunan



Gambar 10. Penilaian keunggulan base isolator dibandingkan teknik mitigasi gempa lainnya



Gambar 11. Persepsi efektivitas biaya penerapan *base isolator* berbahan karet



Gambar 12. Kebutuhan informasi tambahan terkait penggunaan *base isolator* pada rumah tinggal

4. Kesimpulan

Program ini telah terlaksana secara optimal melalui tahapan terstruktur mulai dari koordinasi, pelaksanaan pelatihan, hingga implementasi teknologi base isolator berbahan karet alam pada rumah tinggal sebagai upaya mitigasi risiko gempa bumi. Kolaborasi antara tim dosen, mahasiswa, dan SMK Negeri 26 Jakarta mampu menghasilkan transfer pengetahuan dan keterampilan yang signifikan, tercermin dari peningkatan tingkat pemahaman peserta dibandingkan sebelum pelaksanaan kegiatan. Penerapan inovasi ini tidak hanya memperkuat kapasitas teknis peserta dalam memahami prinsip stabilisasi bangunan, tetapi juga membuka peluang adopsi teknologi sederhana, ekonomis, dan berkelanjutan di lingkungan masyarakat luas.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Trisakti, DPRKP, Dekanat Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti, Prodi Teknik Sipil, Tenaga pengajar SMK Negeri 26 Jakarta yang telah bekerja sama dengan baik untuk memastikan bahwa kegiatan ini dapat berlangsung dengan baik.

Kontribusi Penulis

Pelaksanaan kegiatan: UW, LH, EK, AK, LRP, MARD; Penyiapan artikel: MARD; Analisis: AK; Revisi artikel: LH, EK

Konflik Kepentingan

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan finansial atau non-finansial yang terkait dengan artikel ini.

Pendanaan

Kegiatan dan publikasi artikel dibiayai oleh Jurusan Teknik Sipil, fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Trisakti.

Daftar Pustaka

- Andrian, W., Faimun, & Wahyuni, E. (2017). Evaluasi Kinerja Gedung Menggunakan Base Isolation Tipe High Damping Rubber Bearing (HDRB) Pada Modifikasi Gedung J-Tos Jogjakarta Dengan Perencanaan Analisis Pushover. *Jurnal Teknik*, 6(2), C624–C629.
- Berglund, A., & Grimheden, M. (2011). The importance of prototyping for education in product innovation engineering. *International Conference on Research into Design Engineering*, 1–9.
- Clemente, P., & Martelli, A. (2018). Seismically isolated buildings in Italy: State-of-the-art review and applications. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 119(9), 471–487. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2017.12.029>
- Food and Agriculture Organization. (2020). *The countries of the world's largest rubber production centers 2012–2016*. FAOSTAT.
- Harvey Jr, P. S., & Kelly, K. C. (2016). A review of rolling-type seismic isolation: Historical development and future directions. *Engineering Structures*, 125, 521–531. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.07.031>
- Herlina, L., Kurniyaningrum, E., Kawanda, A., Putri, L. R., & Misshuari, W. (2025). Introduction to the role of civil engineering in infrastructure development for students of SMAN 3 Jakarta. *Community Empowerment*, 10(1), 86–91. <https://doi.org/10.31603/ce.12159>
- Jain, M. R., & Sanghai, S. (2017). A review on base isolation system. *International Journal for Scientific Research & Technology (IJSART)*, 3(3), 326–330.
- Kunde, M. C., & Jangid, R. S. (2003). Seismic behavior of isolated bridges: A state-of-the-art review. *Electronic Journal of Structural Engineering*, 3(2), 140–169. <https://doi.org/10.56748/ejse.335>
- Kusuma, A., Saputri, A. A., Ayuningtyas, J. I., Susanti, D., Sandy, F., & Suryaningtyas, A. A. (2025). Merapi ceria alert: Early childhood education in disaster-prone areas of Mount Merapi. *Community Empowerment*, 10(1), 54–60. <https://doi.org/10.31603/ce.12953>
- Lemons, G., Carberry, A., Swan, C., Jarvin, L., & Rogers, C. (2010). The benefits of model building in teaching engineering design. *Design Studies*, 31(3), 288–309. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2010.02.001>
- Liu, B., Zhou, H., Tan, L., Siu, K. T. H., & Guan, X. Y. (2024). Exploring treatment options in cancer: Tumor treatment strategies. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01856-7>
- McKay, G., Chapman, H., & Kirkcaldie, D. (1990). Seismic isolation: New Zealand applications. *Earthquake Spectra*, 6(2), 203–222.
- Morgan, T. A. (2007). *The use of innovative base isolation systems to achieve complex seismic performance objectives*. University of California, Berkeley.
- Naeim, F., & Kelly, J. M. (1999). *Design of seismic isolated structures: From theory to practice*. John Wiley & Sons.

- Naveena, K., & Nair, N. (2017). Review on base isolated structures. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(6), 2610–2613.
- Nikolić, D., Maftai, L., & Whyte, J. (2019). Becoming familiar: How infrastructure engineers begin to use collaborative virtual reality in their interdisciplinary practice. *Journal of Information Technology in Construction*, 24, 489–508. <https://doi.org/10.36680/J.ITCON.2019.026>
- Pu, J.-P., & Kelly, J. M. (1991). Active control and seismic isolation. *Journal of Engineering Mechanics*, 117(10), 2221–2236. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1991\)117:10\(2221\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1991)117:10(2221))
- Ramadhan, I. (2023). Kurikulum Merdeka : Proses Adaptasi dan Pembelajaran di Sekolah Menengah Atas. *Journal of Education Research*, 4(4), 1846–1853.
- Reis, A., Alves, A., & Wendland, E. (2023). Active methodologies in higher education: A systematic mapping in the context of engineering courses. *Educação Em Revista*, 39(e39012), 1–25. <https://doi.org/10.1590/0102-469839012T>
- Robinson, W. (2000). Seismic isolation of civil buildings in New Zealand. *Progress in Structural and Materials Engineering*, 2(3), 328–334.
- Robinson, W. (2005). Key developments: Seismic isolation. *The 1855 Wairarapa Earthquake Symposium*.
- Skinner, R., Robinson, W., & McVerry, G. (1991). Seismic isolation in New Zealand. *Nuclear Engineering and Design*, 127(3), 281–289.
- Solissa, E. M., Rakhmawati, E., Maulinda, R., Syamsuri, S., & Putri, I. D. A. (2024). Analisis Implementasi Metode Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Prestasi Belajar di Sekolah Dasar. *Al-Madrasah Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 8(2), 558. <https://doi.org/10.35931/am.v8i2.3284>
- Tsiavos, A., Haladij, P., Sextos, A., & Alexander, N. A. (2020). Analytical investigation of the effect of a deformable sliding layer on the dynamic response of seismically isolated structures. *Structures*, 27, 2426–2436. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.08.016>
- Wijaya, U., Rachmansyah, Cifriadi, A., Puspitasari, S., & Falaah, A. F. (2021). Aplikasi penggunaan karet alam sebagai alat peredam gempa pada bangunan rumah tinggal sederhana. *Jurnal Penelitian Karet*, 39(2), 137–150. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v39i2.765>
- Zayadi, R., Putri, C. A., Irfan, M. N., Kusuma, Z., Leksono, A. S., & Yanuwadi, B. (2022). Soil Reinforcement Modelling on a Hilly Slope with Vegetation of Five Species in the Area Prone to Landslide in Malang, Indonesia. *Environmental Research, Engineering and Management*, 78(3), 56–72. <https://doi.org/10.5755/j01.erem.78.3.30670>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License