



Evaluasi Bahaya Gempa Bumi Berdasarkan Respons Situs di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu

**Akhliisa Rizqieta Puteri¹, Lindung Zalbuin Mase^{2*}, Khairul Amri³, Rena Misliniyati⁴,
Muharram Nur Fikri⁵**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Indonesia
Jl. W.R. Supratman No. 2 Kandang Limun, Muara Bangkahulu, Bengkulu 38371
E-Mail *: lmase@unib.ac.id

ABSTRACT

Kepahiang Regency, located in Bengkulu Province, is one of the regions with a high earthquake risk owing to the convergence of the Indo-Australian and Eurasian plates. This condition makes Kepahiang prone to strong shaking that can affect soil response and building structures. This study was conducted to analyze soil response due to the propagation of earthquake waves at three locations, namely Merigi District (SP-1), Seberang Musi (SP-2), and Bermani Ilir (SP-3). The parameters examined included peak ground acceleration (PGA), spectral response and acceleration time history, amplification factor, and estimated intensity of earthquake damage based on the Modified Mercalli Intensity (MMI) scale. The resulting PGA surface values ranged from 0,20g–0,86g, with SP-1 and SP-3 categorized as very high earthquake risk, while SP-2 was categorized as moderate risk. Spectral acceleration at SP-1 and SP-3 generally exceeded the design spectra of SNI 1726:2019, especially in the period of 0.14 to 0.50 seconds, which relates to low- to mid-rise buildings. At points SP-1 and SP-3, amplification occurred with values of 1,00 and 1,11, respectively, while at SP-2 deamplification occurred with a value of 0,36. The estimated earthquake intensity ranged from MMI VIII and X, indicating moderate to severe levels of damage. The results of this study are expected to serve as a basis for earthquake risk mitigation planning and for updating earthquake design in Kepahiang Regency.

Keywords: Earthquake, PGA, Earthquake Response, Amplification Factor, MMI

ABSTRAK

Kabupaten Kepahiang yang terletak di Provinsi Bengkulu merupakan salah satu daerah yang memiliki risiko gempa tinggi akibat pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Kondisi ini membuat Kepahiang rawan mengalami guncangan kuat yang dapat memengaruhi respons tanah dan struktur bangunan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis respons tanah akibat propagasi gelombang gempa di tiga lokasi, yaitu Kecamatan Merigi (SP-1), Seberang Musi (SP-2), dan Bermani Ilir (SP-3). Parameter yang dikaji meliputi percepatan tanah maksimum (PGA), respons spektra dan sejarah waktu percepatan, faktor amplifikasi, serta estimasi intensitas kerusakan akibat gempa berdasarkan skala Modified Mercalli Intensity (MMI). Nilai PGA permukaan yang dihasilkan berkisar 0,20g-0,86g, di mana SP-1 dan SP-3 dikategorikan dalam risiko gempa sangat tinggi, sedangkan SP-2 dikategorikan dalam risiko sedang. Percepatan spektra pada SP-1 dan SP-3 secara umum melampaui desain spektra SNI 1726:2019, terutama pada periode 0,14 hingga 0,50 detik yang berkaitan dengan bangunan berlantai rendah hingga menengah. Pada titik SP-1 dan SP-3 terjadi amplifikasi dengan nilai masing-masing 1,00 dan 1,11, sedangkan pada SP-2 terjadi deamplifikasi sebesar 0,36. Estimasi intensitas gempa berada pada skala MMI VIII dan X, yang menunjukkan tingkat kerusakan sedang hingga parah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan mitigasi risiko gempa dan pembaruan desain gempa di Kabupaten Kepahiang.

Kata Kunci: Gempa Bumi, PGA, Respons Gempa, Faktor Amplifikasi, MMI



1. PENDAHULUAN

Salah satu daerah di Indonesia yang rentan terhadap gempa bumi adalah Provinsi Bengkulu. Hal ini disebabkan oleh pertemuan lempeng Indo-Australia dan Eurasia yang mengakumulasi energi sehingga dapat memicu gempa bumi dengan berbagai kekuatan (Hadi dkk., 2025). Setidaknya dua gempa besar telah terjadi dalam dua dekade terakhir, menandakan bahwa wilayah ini memiliki sejarah kegempaan yang penting dan perlu diperhatikan dalam studi kebencanaan. Gempa besar pernah terjadi pada 4 Juni 2000 dengan magnitudo M_w 7,9 yang dikenal sebagai gempa Bengkulu-Enggano, yang berpusat di lepas pantai dan dampaknya terasa kuat di daratan. Gempa besar kedua terjadi pada 12 September 2007 dengan magnitudo M_w 8,6 yang disebut sebagai gempa Bengkulu-Mentawai, dan merupakan salah satu gempa megathrust akibat aktivitas subduksi di zona pertemuan lempeng. Kedua gempa besar ini menyebabkan kerusakan signifikan pada bangunan dan fasilitas penting, termasuk infrastruktur publik seperti jalan, jembatan, dan jaringan utilitas yang sangat vital bagi masyarakat (Fakhrurrozi dkk., 2024). Oleh karena itu, peningkatan kualitas bangunan dan kesiapan wilayah sangat penting untuk menghadapi gempa bumi di masa depan.

Aktivitas subduksi di sepanjang busur barat Sumatra membentuk sistem tektonik yang kompleks, salah satunya berupa sesar Sumatra sebagai sesar geser aktif yang memanjang di sepanjang pulau dan menjadi salah satu sumber utama gempa di wilayah ini (Gustia Nugraha dkk., 2024). Sesar Sumatra terdiri dari 19 segmen dengan karakteristik dan kecepatan geser yang berbeda, sehingga tingkat aktivitas gempa di setiap wilayah juga bervariasi (Lubis dkk., 2024). Di Kabupaten Kepahiang, Segmen Musi merupakan bagian dari Sesar Sumatra yang masih aktif hingga saat ini. Segmen ini bergerak dengan kecepatan 13,5 mm per tahun dan berpotensi menimbulkan gempa dangkal yang berdampak langsung ke permukaan (Fatimah & Yusuf, 2025). Salah satu gempa besar terjadi pada 15 Desember 1979 dengan magnitudo M_w 6,0 yang berlokasi di sekitar Desa Daspetah, sekitar 8-10 km dari pusat Kota Kepahiang, dan menyebabkan sekitar 3,600 bangunan rusak serta 4 korban jiwa. Peristiwa serupa terjadi pada 15 Mei 1997 dengan magnitudo 5,0 yang mengakibatkan sekitar 65 bangunan rusak. Penelitian yang dilakukan Adrian dkk., (2025) dan Fatimah & Yusuf (2025) mengungkapkan bahwa wilayah ini memiliki kerentanan gempa yang tinggi, ditandai oleh kondisi tanah lunak, penguatan gelombang yang besar, serta respons tanah yang signifikan terhadap guncangan. Namun, hasil penelitian ini belum diintegrasikan ke dalam analisis risiko yang aplikatif.

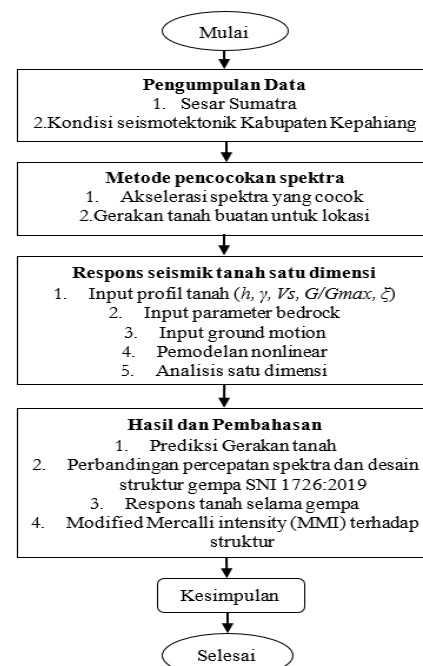
Menurut Hadi dkk. (2021) dan Mohadib (2024) gempa bumi tidak hanya menyebabkan kerusakan fisik, tetapi juga berdampak pada aspek sosial dan ekonomi. Kepahiang sebagai kabupaten berkembang, penerapan standar bangunan tahan gempa serta pen-

guatan infrastruktur penting dilakukan guna keselamatan masyarakat (Rabbani dkk., 2025). Analisis risiko gempa merupakan penilaian terhadap kemungkinan dan dampak kerusakan akibat gempa. Pendekatan ini dikenal sebagai *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA), yaitu analisis bahaya seismik probabilistik yang menilai ancaman gempa berdasarkan peluang kejadian dengan berbagai intensitas di suatu lokasi dalam periode waktu tertentu (Ba dkk., 2025; Damani dkk., 2023).

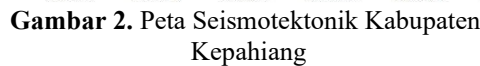
Penelitian ini bertujuan untuk menilai potensi gempa di Kabupaten Kepahiang dengan menganalisis parameter seismik yang dihasilkan. Analisis seismik dilakukan menggunakan model propagasi gelombang satu dimensi. Parameter yang dihasilkan berupa percepatan tanah puncak (PGA), respons percepatan spektra, sejarah waktu percepatan, faktor amplifikasi, serta intensitas kerusakan akibat gempa menggunakan skala *Modified Mercalli Intensity* (MMI) dengan peluang kejadian 10% dalam 50 tahun. Hasil analisis mampu mengidentifikasi tingkat kerentanan wilayah secara terukur serta mendukung perencanaan mitigasi yang efektif. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran masyarakat melalui informasi ilmiah yang mudah dipahami. Dengan demikian, mitigasi bencana perlu dilakukan secara preventif dan terpadu, bukan hanya setelah bencana terjadi, agar lingkungan tetap aman dan nyaman.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu, Indonesia, pada tiga titik lokasi pengamatan seperti terlihat pada Gambar 2, yaitu SP-1 di Kecamatan Merigi, SP-2 di Kecamatan Seberang Musi, dan SP-3 di Kecamatan Bermani Ilir.



Gambar 1. Diagram alir kerangka penelitian

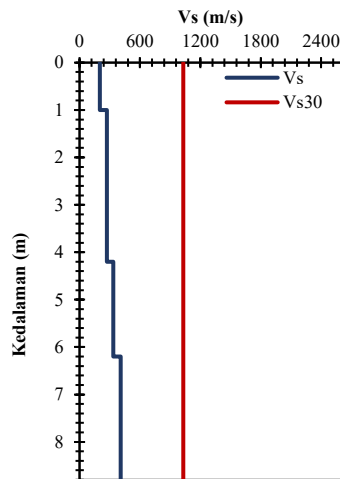


Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

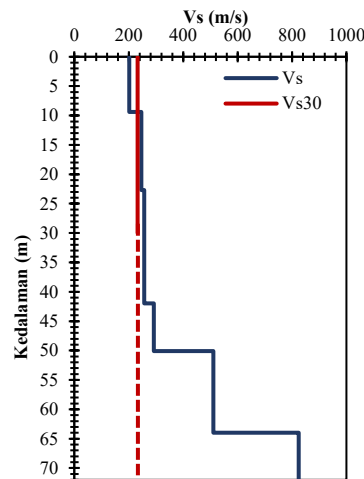
dekatan yang sesuai untuk kondisi dengan ketidakpastian karakteristik gerak tanah lokal. Target spektrum desain untuk masing-masing lokasi diperoleh melalui analisis bahaya seismik berbasis tapak sesuai SNI 1726-2019.

Analisis respons seismik dilakukan untuk menggambarkan perilaku tanah pada saat gempa bumi berlangsung. Model hiperbolik nonlinear bergantung tekanan (PDH) diterapkan dalam studi ini guna mensimulasikan respons lapisan tanah terhadap gelombang seismik yang merambat dari batuan dasar menuju permukaan (Mase & Likitlrsuang, 2021), karena model ini dinilai lebih mampu mempresentasikan hubungan tegangan-regangan tanah sesungguhnya di lapangan.

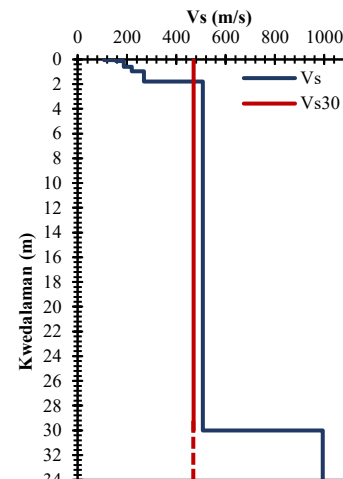
Pelaksanaan analisis respons situs satu dimensi dalam studi ini membutuhkan berbagai parameter fisik dan rekayasa secara menyeluruh, yang mencakup ketebalan lapisan (h), berat satuan tanah (γ), serta profil kecepatan gelombang geser (V_s), seluruhnya bersumber dari data investigasi lapangan. Sifat dinamik tanah direpresentasikan melalui kurva penurunan modulus geser (G/G_{max}) dan rasio redaman (ξ) yang ditetapkan sesuai dengan jenis tanah pada tiap lapisan. Pada lapisan tanah kohesif, kurva Vucetic dan Dobry (1991) digunakan dengan rentang indeks plastisitas (PI) berkisar antara 15 hingga 30, diseleraskan dengan kondisi geologi di lokasi penelitian. Adapun pada lapisan tanah granular kurva G/G_{max} dari Seed dan Idriss (1970) diterapkan menggunakan nilai batas rata-rata guna mengakomodasi variasi redaman dan kekakuan tanah yang terjadi sepanjang durasi gempa.



Gambar 4. Profil V_{s30} SP-1

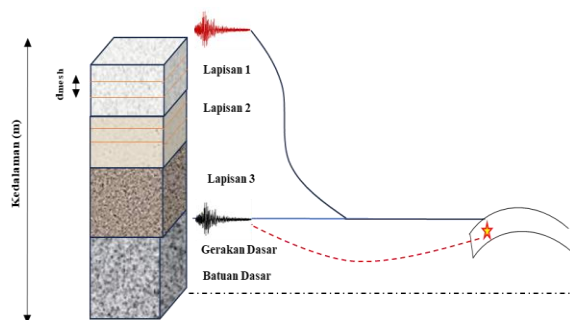


Gambar 5. Profil V_{s30} SP-2



Gambar 6. Profil V_{s30} SP-3

Proses perambatan gelombang ditunjukkan Gambar 7. Gelombang bergerak cepat melalui batuan keras, kemudian mengalami refleksi dan refraksi saat mencapai batas dengan lapisan sedimen. Sebagian energi dipantulkan, dan sisanya merambat ke sedimen yang lebih lunak, yang mengurangi kecepatan. Pada material lunak atau jenuh air, gelombang dapat hilang atau melemah di lapisan sedimen. Getaran ini dapat mengalami amplifikasi pada tanah lunak yang dapat meningkatkan dampak terhadap struktur (Anggraini dkk., 2025).



Gambar 7. Skema perambatan gelombang, (dimodifikasi dari (Anggraini et al., 2025))

Hasil analisis ini meliputi percepatan tanah maksimum (PGA), respons spektra, sejarah waktu percepatan, dan faktor amplifikasi. Nilai PGA permukaan dapat dikembangkan untuk mendapatkan tingkat kerusakan berdasarkan *Modified Mercalli Intensity* (MMI). Korelasi antara MMI dan PGA sesuai Mase, Somantri, Chaiyaput, Febriansya, & Syahbana (2023), dengan menerapkan persamaan berikut,

$$\log(PGA) = \frac{1}{4}MMI + \frac{1}{4} \quad (1)$$

PGA adalah percepatan tanah maksimum di permukaan (dalam gal) dan MMI adalah tingkat intensitas kerusakan.

3. PEMBAHASAN

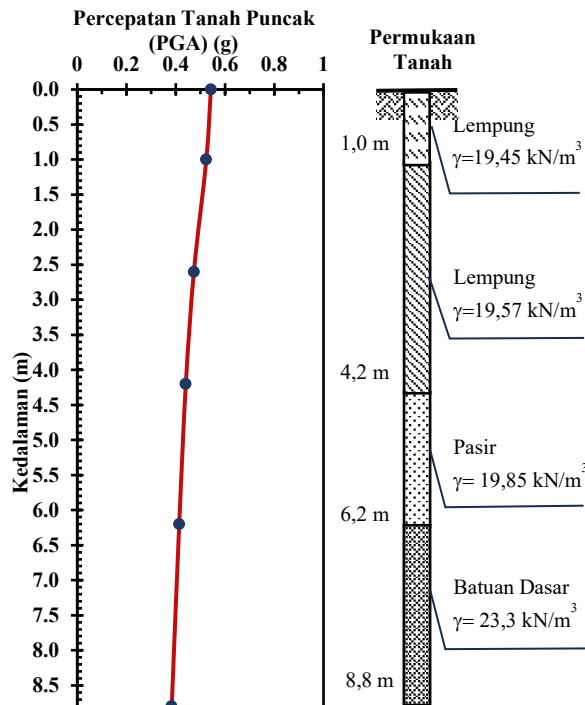
3.1 Percepatan Tanah Maksimum

Nilai percepatan tanah maksimum (PGA) adalah parameter penting yang digunakan untuk menunjukkan potensi kerusakan bangunan akibat gempa bumi. PGA juga menjadi indikator utama dalam menentukan tingkat bahaya dan risiko seismik di suatu wilayah, terutama yang dekat dengan sumber seismik aktif (Dawam Raharjo & Suaidi Ahadis, 2023). Berdasarkan klasifikasi risiko kegempaan, nilai PGA pada rentang 0,2g hingga 0,3g termasuk dalam kategori sedang, nilai PGA antara 0,3g hingga 0,4g termasuk dalam kategori tinggi, dan nilai PGA yang melampaui 0,4g termasuk dalam kategori sangat tinggi. Berdasarkan hasil analisis, nilai PGA yang dihasilkan di permukaan tanah pada masing-masing titik pengamatan adalah SP-1 sebesar 0,54g, SP-2 (Gambar 5) sebesar 0,20g, dan SP-3 (Gambar 6) sebesar 0,86g. nilai PGA SP-2 yang berada pada rentang 0,2g-0,3g menempatkannya dalam kategori sedang, sedangkan SP-1 (Gambar 4) dan SP-3 dengan nilai PGA yang melebihi 0,4g dikategorikan dalam risiko gempa sangat tinggi. Hal ini terjadi karena sumber gempa di lokasi penelitian berada dekat dengan sesar. Interpretasi profil percepatan tanah maksimum disajikan pada Gambar 8, 9, 10.

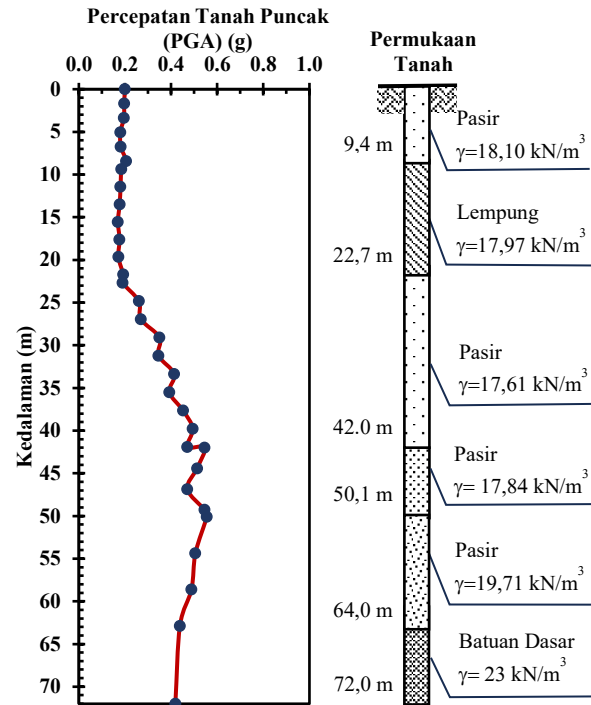
Analisis respons tanah seismik satu dimensi menunjukkan dua pola utama perambatan gelombang seismik. Pada SP-1 dan SP-3, PGA cenderung meningkat secara bertahap mendekati permukaan tanah. Profil tanah SP-1 yang didominasi lapisan lempung lunak dengan kekakuan rendah menyebabkan gelombang seismik mengalami penguatan saat merambat dari batuan dasar menuju permukaan. Pada SP-3 yang tersusun sepenuhnya atas lapisan pasir dengan nilai berat isi berkisar antara 19-20 kN/m³ yang mengindikasikan kepadatan sedang, perbedaan kekakuan antara lapisan pasir dan batuan dasar yang dangkal menyebabkan akumulasi energi gelombang seismik yang besar, sehingga menghasilkan nilai PGA permukaan tertinggi di antara ketiga titik pengamatan. Sebaliknya, pada SP-2 dengan kedalaman batuan dasar yang lebih besar serta susunan lapisan

pasir dan lempung bergantian, gelombang seismik mengalami redaman material yang kumulatif dan refleksi berulang pada setiap batas antarlapis sepanjang kolom tanah, sehingga energi gelombang yang mencapai permukaan menjadi lebih kecil dibandingkan

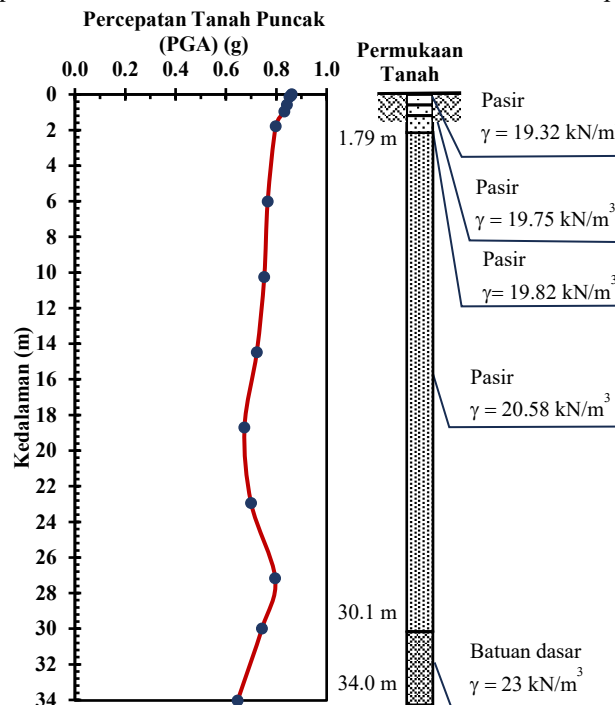
kedua titik lainnya. Kondisi ini sejalan dengan pernyataan bahwa kedalaman batuan dasar dan kontras impedansi antarlapis merupakan faktor dominan yang mengendalikan besarnya amplifikasi respons seismik di permukaan (Fahrezi, Misliniyati, Amri, Mase, & Hardiansyah, 2025; Ziar & Basari, 2026).



Gambar 8. Profil Percepatan Tanah Maksimum SP-1



Gambar 9. Profil Percepatan Tanah Maksimum SP-2



Gambar 10. Profil Percepatan Tanah Maksimum SP-3

3.2 Analisis Respons Spektra dan Sejarah Waktu Percepatan

Respons percepatan spektra dan sejarah waktu percepatan ditunjukkan pada Gambar 11, 12, dan 13.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai percepatan maksimum tertinggi terjadi pada titik SP-3 yang berkisar 0,86g dan yang terkecil di SP-2 berkisar 0,20g. Pada SP-1 dan SP-3, Percepatan di permukaan

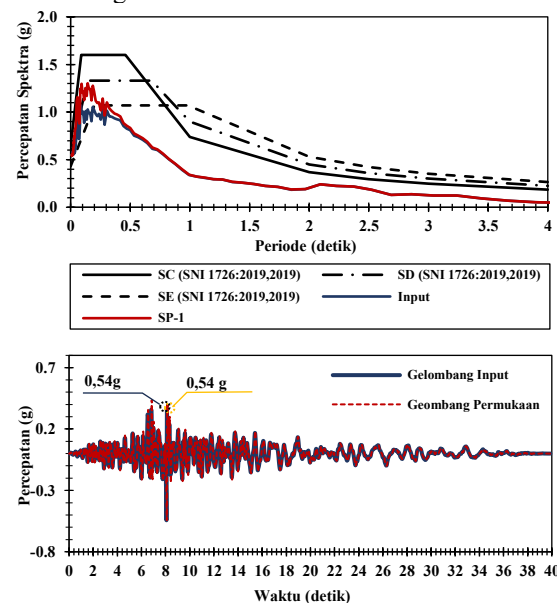
pada lokasi tersebut relatif lebih besar dibandingkan dengan gerakan masukan, yang mengindikasikan adanya amplifikasi selama gempa kuat akibat kondisi tanah setempat. Sebaliknya pada SP-2, percepatan tanah di permukaan lebih kecil dibandingkan dengan percepatan masukan, yang mengindikasikan terjadinya fenomena deamplifikasi tanah. Hal tersebut sejalan dengan konsep bahwa kondisi tanah lokal dapat memodifikasi karakteristik gelombang gempa, baik dalam bentuk amplifikasi maupun peredaman gelombang, tergantung pada kondisi geoteknik dan profil lapisan tanah (Raharjo, Syafriani, & Ahadi, 2024).

Perbandingan antara percepatan spektra hasil analisis dengan kurva desain gempa seharusnya lebih rendah daripada kurva desain gempa yang mengindikasikan bahwa desain ketahanan gempa berdasarkan kode desain gempa Indonesia (SNI 1726:2019) cenderung memberikan ketahanan gempa yang lebih baik untuk bangunan yang mengikuti kode tersebut. Berdasarkan hasil analisis respons spektra pada Gambar 11, 12, dan 13, terlihat bahwa terdapat perbedaan signifikan antara percepatan spektral hasil analisis respons gempa dengan percepatan spektral desain SNI 1726:2019. Pada SP-1 dan SP-3, kurva respons spektra hasil analisis mendekati hingga melampaui spektra desain SNI 1726:2019, yang mengindikasikan bahwa gempa kuat berpotensi menghasilkan respons yang lebih besar dari yang diperkirakan oleh kode desain. Sebaliknya, pada SP-2, kurva respons spektra hasil analisis berada di bawah spektra desain SNI 1726:2019, yang menunjukkan bahwa percepatan spektral desain masih mencukupi untuk kondisi tanah lokasi tersebut. Kondisi ini menegaskan perlunya peninjauan ulang terhadap standar desain bangunan tahan gempa, khususnya pada lokasi SP-1 dan SP-3 yang memiliki potensi respons seismik melebihi batas yang diterapkan oleh SNI 1726:2019.

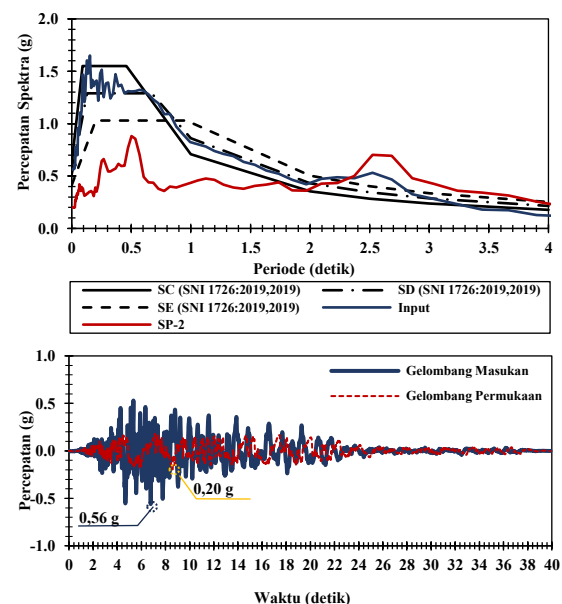
Nilai percepatan maksimum di setiap titik mencapai puncaknya pada periode 0,14–0,50 detik dengan nilai percepatan maksimum permukaan mencapai 0,88g hingga 3,46g, yang menunjukkan dominasi respons gempa pada struktur dengan periode alami pendek hingga menengah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa bangunan berlantai rendah hingga menengah, yakni sekitar dua hingga lima lantai, di wilayah studi berpotensi mengalami resonansi apabila periode getar alami bangunan berdekatan dengan periode dominan tanah setempat.

Parameter percepatan spektra secara langsung berkaitan dengan respons struktur terhadap getaran gempa pada berbagai periode alami, sehingga nilai percepatan yang tinggi pada periode pendek akan memberikan pengaruh signifikan terhadap struktur yang kaku dan memiliki periode getar kecil. Secara umum, periode alami struktur dapat diperkirakan secara sederhana menggunakan rumus $T_n = 0.1n$, di mana n menyatakan jumlah lantai (Mase, 2018). Oleh karena itu, evaluasi terhadap bangunan bertingkat rendah di lokasi penelitian menjadi penting untuk

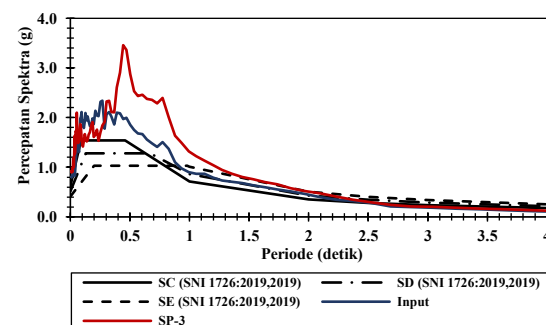
mengurangi risiko kerusakan akibat gempa di masa mendatang.

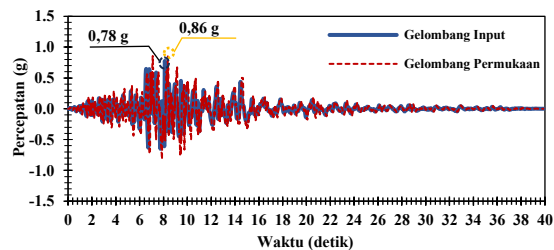


Gambar 11. Respons Spektra Percepatan SP-1



Gambar 12. Respons Spektra Percepatan SP-2



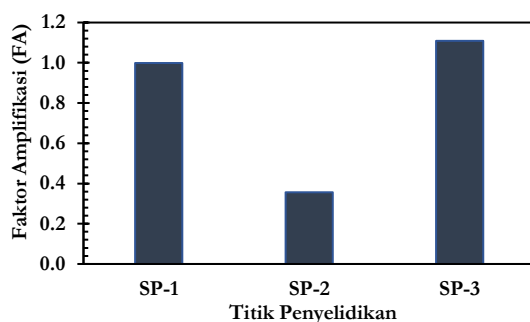


Gambar 13. Respons Spektra Percepatan SP-3

3.3 Faktor Amplifikasi

Faktor amplifikasi tanah diperoleh berdasarkan perbandingan antara PGA permukaan dan PGA masukan (Mase & Keawsawasvong, 2022). Semakin besar percepatan tanah maksimum di permukaan, semakin besar pula nilai amplifikasinya. Ini menunjukkan bahwa perbedaan amplitudo dari gelombang seismik saat menjalar ke permukaan dari bawah tanah dapat menghasilkan percepatan getaran tanah yang juga tergolong tinggi (Bustari & Wibowo, 2023).

Pada titik SP-1, faktor amplifikasi sebesar 1,00 mengindikasikan bahwa tidak terjadi penguatan maupun pelemahan gelombang seismik yang signifikan sepanjang profil tanah. Pada SP-2, nilai faktor amplifikasi lebih kecil dari satu menunjukkan bahwa respons percepatan tanah di permukaan lebih rendah dibandingkan dengan percepatan masukan, yang mengindikasikan terjadinya deamplifikasi akibat efek redaman dalam kondisi tanah lokal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa respons tanah dapat mengalami deamplifikasi tergantung pada karakteristik tanah dan gelombang gempa (Marasabessy, Saputra, & Basarah, 2025). Sedangkan pada SP-3, faktor amplifikasi sebesar 1.11 mengindikasikan terjadinya amplifikasi. Meskipun relatif kecil, nilai PGA permukaan SP-3 tergolong tinggi, amplifikasi sebesar 1.11 tetap berkontribusi terhadap peningkatan risiko kerusakan bangunan di lokasi tersebut. Faktor amplifikasi tanah memengaruhi karakteristik getaran gempa di permukaan serta tingkat kerusakan struktur. Tanah dengan kemampuan amplifikasi tinggi dapat memperbesar respons dinamis bangunan dan potensi kerusakan, khususnya pada kondisi tanah lunak (Priani et al., 2024; Siburian, Marzuki, & Lubis, 2024).

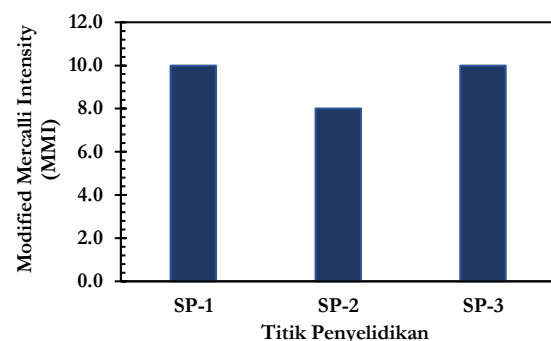


Gambar 14. Amplifikasi PGA di Lokasi Penelitian

3.4 Kerusakan Seismik Potensial pada Struktur

Pedoman keselamatan diperlukan agar masyarakat lebih mudah memahami tingkat bahaya gempa bumi. Parameter yang digunakan adalah skala *Modified Mercalli Intensity* (MMI), yang menggambarkan tingkat intensitas gempa berdasarkan dampak dan kerusakan yang dirasakan, dengan rentang I hingga XII (Alam, 2023). Dari Gambar 15, dapat diamati nilai MMI di SP-1 dan SP-3 menghasilkan nilai MMI pada skala X, sedangkan SP-2 menghasilkan nilai MMI pada skala VIII. Menurut BMKG, skala tersebut tergolong gempa dengan intensitas kerusakan sedang hingga parah sesuai dengan Tabel 1. Hal tersebut dikarenakan lokasi penelitian yang dekat dengan sesar aktif, sehingga energi seismik yang dilepaskan dapat ditransmisikan dengan pelemahan yang relatif kecil sebelum mencapai permukaan. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki potensi bahaya gempa bumi yang tinggi dan perlu mendapat perhatian khusus dalam upaya mitigasi bencana. Kondisi ini menyebabkan guncangan menjadi sangat kuat dan berpotensi menimbulkan kerusakan berat pada bangunan, terutama pada struktur yang tidak dirancang dengan ketahanan gempa yang memadai, sehingga tingkat kerentanan bangunan menjadi semakin tinggi apabila tidak disertai dengan perencanaan (Yahya et al., 2024).

Dalam perencanaan struktur di wilayah studi, diperlukan analisis spesifik lokasi yang mempertimbangkan aspek geoteknik sebelum konstruksi. Namun, di daerah pedesaan, kebanyakan bangunan, terutama perumahan, dibangun tanpa mengacu pada standar bangunan tahan gempa, sehingga rentan mengalami kerusakan saat gempa terjadi. Selain itu, keterbatasan pengetahuan dan sumber daya masyarakat dalam menerapkan prinsip konstruksi yang aman dapat memperparah kondisi. Oleh karena itu, pemerintah daerah perlu menegakkan penerapan kode desain gempa untuk meminimalkan risiko kerusakan di wilayah tersebut, disertai upaya sosialisasi, pelatihan teknis, dan pengawasan pembangunan agar implementasi standar tersebut dapat terlaksana secara maksimal dan berkelanjutan.



Gambar 15. *Modified Mercalli Intensity* di Lokasi Penelitian

Tabel 1. Kategori kerusakan skala MMI

Skala MMI	Deskripsi Singkat	Deskripsi Panjang
I–II	Tidak Terasa	Tidak dirasakan oleh sebagian besar orang, kecuali dalam kondisi tertentu, namun dapat terdeteksi oleh peralatan.
III–V	Terasa	Getaran dapat dirasakan tetapi tidak menimbulkan kerusakan. Benda-benda kecil yang tergantung dapat bergoyang.
VI	Kerusakan Ringan	Bagian nonstruktural bangunan mengalami kerusakan, seperti retakan pada dinding serta pergeseran atau jatuhnya sebagian atap.
VII–VIII	Kerusakan Sedang	Banyak retakan pada dinding bangunan sederhana, sebagian mengalami keruntuhan. Kaca pecah, plester dinding terlepas, dan atap runtuh.
IX–XII	Kerusakan Parah	Bangunan mengalami kerusakan ringan hingga sedang. Dinding bangunan permanen runtuh dan struktur bangunan mengalami kerusakan berat. Bangunan dapat bergeser, rel kereta api melengkung, serta muncul gelombang pada permukaan tanah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis respons seismik satu dimensi pada tiga titik pengamatan di Kabupaten Kepahiang menunjukkan bahwa nilai Percepatan tanah maksimum di permukaan tanah bervariasi pada setiap lokasi, di mana SP-1 dan SP-3 dikategorikan dalam risiko gempa sangat tinggi dengan nilai PGA masing-masing sebesar 0,54g dan 0,86g, sedangkan SP-2 dikategorikan dalam risiko sedang dengan nilai PGA sebesar 0,20g. berdasarkan perbandingan dengan spektra desain SNI 1726:2019, kurva respons spektra pada SP-1 dan SP-3 mendekati hingga melampaui batas desain yang ditetapkan, terutama pada periode pendek hingga menengah, sementara SP-2 masih berada dalam batas yang memadai. Periode dominan tanah berkisar antara 0,14 hingga 0,50 detik mengindikasikan bahwa bangunan berlantai rendah hingga menengah di wilayah studi berpotensi mengalami resonansi, sehingga menjadikannya sebagai struktur paling rentan terhadap gempa bumi. Selain itu, tingkat keparahan guncangan gempa yang dirasakan di permukaan berdasarkan skala MMI,

pada SP- 1 dan SP-3 menghasilkan nilai MMI X, sementara pada titik SP-2 menghasilkan skala MMI VIII, skala tersebut mengindikasikan potensi kerusakan sedang hingga parah pada struktur bangunan.

Berdasarkan temuan tersebut, pemerintah Kabupaten Kepahiang disarankan untuk meninjau ulang regulasi bangunan, khususnya di wilayah SP-1 dan SP-3 dengan mewajibkan penerapan standar konstruksi tahan gempa yang mengacu pada nilai percepatan tanah maksimum di permukaan, mempertimbangkan karakteristik periode dominan tanah dalam perencanaan bangunan bertingkat, serta melakukan pemetaan bahaya seismik yang lebih menyeluruh sebagai dasar mitigasi bencana gempa bumi di wilayah Kabupaten Kepahiang. Hal ini penting mengingat bangunan rumah bertingkat rendah masih banyak dijumpai di Kabupaten Kepahiang, sehingga upaya mitigasi dan penerapan standar tahan gempa perlu menjadi perhatian utama. Dengan adanya pendekatan menyeluruh, risiko kerusakan dan korban akibat gempa dapat dikurangi secara signifikan di masa mendatang.

PUSTAKA

- Adrian, M. N., Mase, L. Z., Hardiansyah, H., Misliniyati, R., Supriani, F., Refrizon, R., ... Likitleruang, S. (2025). A Case Study of Soil Resistance Microzonation Based on Shear Wave Velocity. *Transportation Infrastructure Geotechnology*, 12(5). <https://doi.org/10.1007/s40515-025-00595-8>
- Alam, E. (2023). A Modified Mercalli Intensity map of Bangladesh: a proposal for zoning of earthquake hazard. *Frontiers in Earth Science*, 11, 1–22. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1187176>
- Anggraini, G. D., Mase, L. Z., Supriani, F., Misliniyati, R., Amri, K., & Chaiyaput, S. (2025). Unveiling Differences in Seismic Response: Comparative Study of Equivalent Linear and Non-linear Analyses in the Central Coastal Region of Bengkulu, Indonesia. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 11(1), 43–56. <https://doi.org/10.22146/jcef.13849>
- Ba, Z., Zhao, J., Zhang, Y., Wu, M., & Mu, S. (2025). A Probabilistic Seismic Hazard Analysis Method Incorporating Physics-Based Simulation and Ground Motion Prediction Equation. *International Journal of Disaster Risk Science*, 16(3), 392–407. <https://doi.org/10.1007/s13753-025-00640-7>
- BMKG. (n.d.). Skala MMI (Modified Mercalli Intensity). Retrieved March 31, 2026, from Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika website: <https://www.bmkg.go.id/gempa-bumi/skala-mmi>
- Bustari, A. A., & Wibowo, N. B. (2023). Pemetaan sebaran nilai Vs30, faktor amplifikasi tanah, dan peak ground acceleration wilayah Bantul timur. *Cakrawala Jurnal Ilmiah Bidang Sains*,

- 1(2).
<https://doi.org/10.28989/cakrawala.v1i2.1436>
- Damanik, R., Gunawan, E., Widiyantor, S., Supendi, P., Atmaja, F. W., Ardianto, ... Sahara, D. P. (2023). New assessment of the probabilistic seismic hazard analysis for the greater Jakarta area, Indonesia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/19475705.2023.2202805>
- Dawam Raharjo, F., & Suaidi Ahadis, dan. (2023). *Estimasi Percepatan Tanah Maksimum dan Percepatan Tanah di Permukaan menggunakan Model Fungsi Atenuasi Boore (1997)* (Vol. 21). Retrieved from <http://bnpb.go.id>
- Fahrezi, Z., Misliniyati, R., Amri, K., Mase, L. Z., & Hardiansyah. (2025). Earthquake Hazard Evaluation Study on the Central Area of Selebar District, Bengkulu City, based on Seismic Response Analysis. *Riset Geologi Dan Pertambangan*, 35(1), 11–24. <https://doi.org/10.55981/risetgeotam.2025.1331>
- Fakhrurrozi, F., Ratmana, D. O., Winarsih, N. A. S., Saraswati, G. W., Rohman, M. S., Saputra, F. O., ... Shidik, G. F. (2024). Prediksi Kerusakan Bangunan Pasca Gempa Bumi Menggunakan Metode Deep Neural Network. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 7(1), 131–142. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v7i1.37181>
- Fatimah, R., & Yusuf, D. M. (2025). *Estimasi Kedalaman Sumber Anomali Regional dan Analisis Mekanisme serta Pola Kelurusan Sesar Musi Menggunakan Metode Gaya Berat* (Vol. 23).
- Gustia Nugraha, G., Zalbuin Mase, L., Supriani, F., Misliniyati, R., & Amri, K. (2024). *Respons Seismik Tanah Pada Kawasan Aliran Sungai Muara Bangkahulu Bagian Hilir, Kota Bengkulu* (Vol. 22). Retrieved from <http://iptek.its.ac.id/index.php/jats>
- Hadi, A. I., Farid, M., Mase, L. Z., Refrizon, Aditya, K. B., Fadli, D. I., & Sumanjaya, E. (2025). Seismic microzonation of kepahiang regency, Indonesia using the HVSr method: enhancing Urban resilience to mitigate earthquake vulnerability. *Indian Geotechnical Journal*. <https://doi.org/10.1007/s40098-025-01299-z>
- Hadi, A. I., Farid, M., Refrizon, R., Harlianto, B., Hidayat, N., & Krisbudianto, M. (2021). Pemetaan Potensi Kerentanan Gempabumi Pada Kota Bengkulu Menggunakan Data Mikrotremor dan Metode Analytical Hierarchy Process. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(2), 105. <https://doi.org/10.20527/flux.v18i2.9479>
- Lubis, A. M., Salman, R., Hermawan, I., Bradley, K., Feng, L., Qiu, Q., ... Hill, E. M. (2024). Slip rates and locking depths of the southern Sumatran Fault Zone revealed by new campaign GPS observations. *Geophysical Journal International*, 239(1), 248–257. <https://doi.org/10.1093/gji/ggae257>
- Marasabessy, M. I., Saputra, E., & Basarah, Y. I. (2025). *Evaluation of seismic site amplification factors in Yogyakarta using One-Dimensional site response analysis*. 30(1), 1–12.
- Mase, L. Z. (2018). Reliability study of spectral acceleration designs against earthquakes in Bengkulu City, Indonesia. *International Journal of Technology*, 9(5), 910–924. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i5.621>
- Mase, L. Z., & Keawsawasvong, S. (2022). Seismic Hazard Maps of Bengkulu City, Indonesia, Considering Probabilistic Spectral Response for Medium and Stiff Soils. *The Open Civil Engineering Journal*, 16(1). <https://doi.org/10.2174/18741495-v16-e221021-2022-49>
- Mase, L. Z., & Likitlersuang, S. (2021). Implementation of Seismic Ground Response Analysis in Estimating Liquefaction Potential in Northern Thailand. *Indonesian Journal on Geoscience*, 8(3), 371–383. <https://doi.org/10.17014/ijog.8.3.371-383>
- Mase, L. Z., Somantri, A. K., Chaipayut, S., Febriansya, A., & Syahbana, A. J. (2023). Analysis of ground response and potential seismic damage to sites surrounding Cimandiri Fault, West Java, Indonesia. *Natural Hazards*, 119(3), 1273–1313. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06157-w>
- Mohadib. (2024). Evidence Based Policy Dan Kaitannya Dengan Mitigasi Bencana Gempa Bumi Di Indonesia. *Journal of Civics and Education Studies*, 11(1).
- Priani, A. A., Misliniyati, R., Amri, K., Mase, L. Z., & Hardiansyah. (2024). Seismic Response Analysis In The Singaran Pati Sub-District Area of Bengkulu City Using Equivalent Linear And Non-Linear Approaches. *Cara Mengutip*, 9(2), 161–176. <https://doi.org/10.33366/rekabua>
- Rabbani, M. R., Hadi, A. I., Harlianto, B., Farid, M., Raihana, H., & Anggi, A. P. (2025). HVSr Microtremor Analysis to Assess Subsurface Fault Characteristics and Geothermal Potential in Kepahiang. *JURNAL GEOCELEBES*, 9, 157–170. <https://doi.org/10.70561/geoceleb.v9i2.43347>
- Raharjo, F. D., Syafriani, S., & Ahadi, S. (2024). Estimation Model Peak Ground Acceleration at Bedrock and Surface of The Pasaman Barat Earthquake on February 25, 2022 M_w 6.1. *INDONESIAN JOURNAL OF APPLIED PHYSICS*, 14(1), 34. <https://doi.org/10.13057/ijap.v14i1.72221>
- Siburian, B. I., Marzuki, M., & Lubis, A. M. (2024). Local site effects and seismic microzonation

- around Suban Area, Curup Rejang Lebong, Bengkulu deduced by ambient noise measurements. *Geoenvironmental Disasters*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-024-00268-7>
- SNI 1726:2019 (2019) *Prosedur perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan dan non-bangunan*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia. (2019).
- Somantri, A. K., Mase, L. Z., Susanto, A., Gunadi, R., & Febriansya, A. (2023). Analysis of Ground Response of Bandung Region Subsoils due to Predicted Earthquake Triggered by Lembang Fault, West Java Province, Indonesia. *Geotechnical and Geological Engineering*, 41(2), 1155–1181. <https://doi.org/10.1007/s10706-022-02328-x>
- Yahya, M. H., Ashari, A. E., Syahbana, A. J., Kuntjoro, Y. D., & Luthfin, A. (2024). Analysis of Peak Ground Acceleration (PGA) and Modified Mercalli Intensity (MMI) Scale using PSHA Method in Lampung Province. *INERSIA Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 20(2), 253–264. <https://doi.org/10.21831/inersia.v20i2.73063>
- Ziar, A., & Basari, E. (2026). Comprehensive assessment of ground motion amplification in stratified soils with different layer configurations and types. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-35581-8>