



Identifikasi Sebaran *Peak Ground Acceleration* (PGA) Menggunakan Data Mikrotremor di Sekitar Danau Ranau Kabupaten Lampung Barat

Gede Oktiana¹, Arif Ismul Hadi^{1*}, Muchammad Farid¹, Efmadani¹, Sefti Dewi Sari¹, Gita Panny Nababan¹, Yola Dwi Ramadhani¹

¹ Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1755>

Article Info:

Received : 19 Maret 2026
Revised : 25 Maret 2026
Accepted : 13 April 2026
Published : 16 April 2026

Correspondence:

Arif Ismul Hadi

Phone: +6281367456273

Abstract: West Lampung Regency is located within an active tectonic zone associated with the Sumatra Fault system and is therefore vulnerable to significant earthquake ground shaking. This study aims to identify the spatial distribution of *Peak Ground Acceleration* (PGA) based on local site characteristics derived from microtremor measurements. Microtremor data were recorded at distributed observation points and analyzed using the HVSr method to determine the dominant frequency (f_0) and amplification factor (A_0) of the soil. The results indicate that f_0 values range from 0.544 to 15.1 Hz, while A_0 values vary between 1.66 and 8.57, reflecting heterogeneous subsurface conditions. These parameters were used to estimate PGA, which ranges from 0.105 to 0.565 g across the study area. Higher PGA values are generally associated with areas characterized by lower dominant frequencies and higher amplification, indicating thicker or softer sediment layers. The resulting PGA distribution map reveals zones with relatively higher seismic response potential. These findings demonstrate the importance of site-specific dynamic characterization in seismic hazard assessment and provide essential information for earthquake risk mitigation and regional development planning in West Lampung Regency.

Keywords: Microtremor; Horizontal to Vertical Spectral Ratio; Peak Ground Acceleration; Soil Amplification; Seismic Hazard.

Citation: Oktiana, G., Ismul Hadi, A., Farid, M., Efmadani, Nababan, G. P., Sari, S. D., & Ramadhani, Y. D. (2026). Identifikasi Sebaran *Peak Ground Acceleration* (PGA) Menggunakan Data Mikrotremor di Sekitar Danau Ranau Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(2), 914–921. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1755>

Pendahuluan

Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat seismisitas yang sangat tinggi akibat posisinya pada pertemuan Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik (Hadi et al., 2025). Interaksi tektonik ini menghasilkan aktivitas kegempaan yang intens, dengan rata-rata sekitar 270 kejadian gempa bermagnitudo ≥ 5.0 per tahun dan beberapa kejadian bermagnitudo besar (Hutchings & Mooney, 2021). Provinsi Lampung, khususnya Kabupaten Lampung Barat, terletak pada zona subduksi Sumatera yang aktif dan dipengaruhi oleh sistem Sesar Besar Sumatera serta patahan aktif lokal seperti Sesar Kumering, yang secara historis telah memicu gempa-gempa merusak (Hurukawa et al.,

2014). Catatan kegempaan menunjukkan bahwa wilayah Lampung Barat pernah mengalami kejadian gempa signifikan, antara lain gempa Liwa tahun 1933 (Ms 7.5) dan gempa Liwa tahun 1994 (Mw 6.8) yang menyebabkan kerusakan luas (Hurukawa et al., 2014; Rasimeng et al., 2022). Analisis statistik kegempaan pada segmen Lampung juga menunjukkan potensi terjadinya gempa bermagnitudo ≥ 6.5 Mw pada periode mendatang (Rasimeng et al., 2022). Kondisi ini menegaskan tingginya tingkat bahaya seismik dan perlunya informasi parameter kegempaan yang akurat pada skala lokal.

Peak Ground Acceleration (PGA) merupakan parameter utama dalam analisis bahaya seismik karena

merepresentasikan amplitudo maksimum percepatan tanah akibat guncangan gempa pada suatu lokasi (Hutchings & Mooney, 2021). Variasi nilai PGA sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi dan karakteristik dinamis tanah setempat. Kabupaten Lampung Barat memiliki kondisi geologi yang kompleks dengan variasi litologi dan ketebalan sedimen yang berpotensi menimbulkan amplifikasi gelombang seismik yang signifikan. Parameter Vs30 menjadi indikator penting dalam evaluasi respons tanah dan klasifikasi kondisi geologi lokal (Boore et al., 2014).

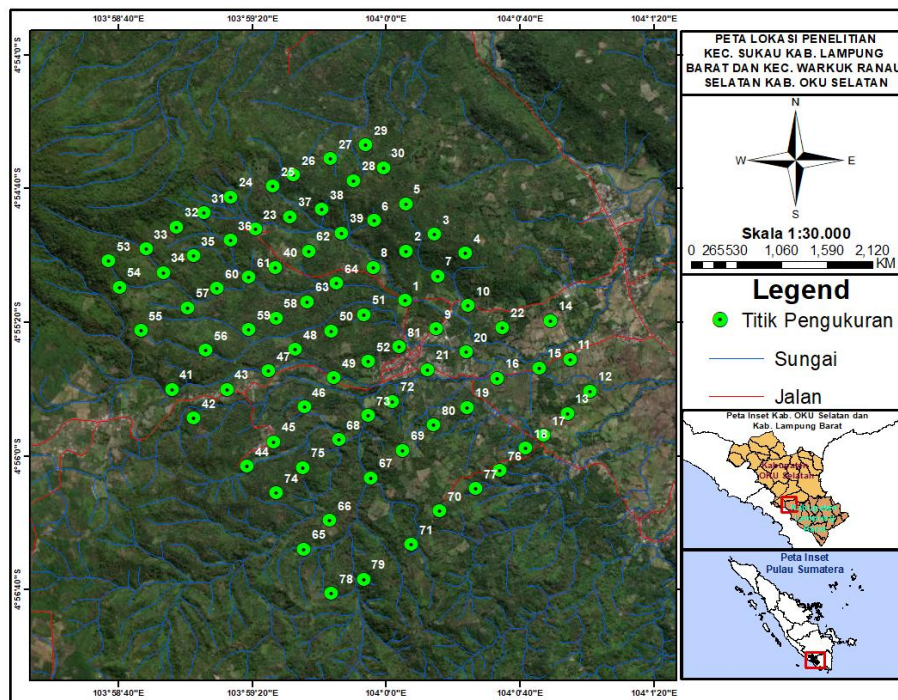
Metode mikrotremor merupakan pendekatan yang efektif untuk mengkaji karakteristik dinamis tanah secara langsung, non-destruktif, dan ekonomis. Analisis *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) dari data mikrotremor dapat digunakan untuk mengestimasi frekuensi dominan tanah, faktor amplifikasi, serta parameter dinamis lain yang berkaitan dengan respons seismik lokal (Konno & Ohmachi, 1998; Nakamura, 1989, 2000; SESAME, 2004). Meskipun Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia (PuSGeN, 2017) telah menyediakan gambaran bahaya seismik secara nasional, keterbatasan resolusi spasialnya masih menjadi kendala untuk aplikasi pada skala lokal di wilayah dengan kompleksitas geologi tinggi seperti Lampung Barat.

Studi ini bertujuan untuk mengestimasi dan memetakan sebaran *Peak Ground Acceleration* (PGA) di sekitar Danau Ranau, Kabupaten Lampung Barat berdasarkan karakteristik dinamis tanah yang diperoleh

dari pengukuran mikrotremor secara langsung di lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahaya seismik yang lebih representatif terhadap kondisi lokal serta menjadi dasar ilmiah bagi upaya mitigasi bencana gempa bumi dan perencanaan pembangunan wilayah yang berorientasi pada ketahanan bencana.

Metode

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Lampung Barat pada kisaran koordinat 4°54.45'–4°56.68' LS dan 103°58.62'–104°1.02' BT, dengan pengambilan data mikrotremor pada 81 titik pengamatan yang didistribusikan secara merata menggunakan pendekatan grid sampling untuk merepresentasikan variasi kondisi geologi dan geomorfologi wilayah penelitian. Koordinat setiap titik ditentukan menggunakan GPS dan dipetakan pada peta dasar berskala 1:26.000. Pemilihan titik pengukuran mengacu pada pedoman SESAME (2004), yaitu dilakukan pada lokasi yang relatif datar, minim gangguan antropogenik, serta mewakili kondisi geologi setempat dengan jarak 300-600 m setiap titik penelitian. Data mikrotremor direkam menggunakan sensor seismik tiga komponen dengan rentang frekuensi 0,4–20 Hz (Nakamura, 1989; SESAME, 2004), dengan durasi perekaman selama 30 menit pada setiap titik untuk memperoleh sinyal yang stabil dan representatif.

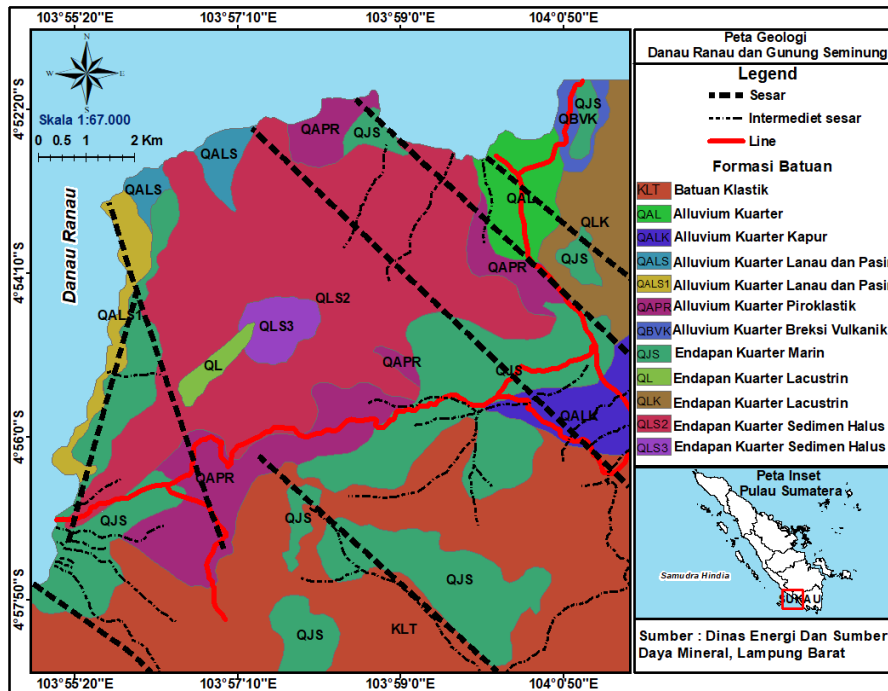


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Gambar 1 menunjukkan peta geologi daerah penelitian yang menunjukkan kondisi litologi dan struktur geologi di sekitar Danau Ranau, yang termasuk dalam zona Sesar Sumatra, juga dikenal sebagai Sesar Semangko. Data mikrotremor yang diambil di berbagai satuan batuan Kuartar, termasuk endapan aluvial, endapan lakustrin (danau), sedimen halus, material piroklastik, dan breksi vulkanik. Sesar aktif yang bergerak dari barat laut ke tenggara mengatur morfologi dan perkembangan Cekungan Ranau. Ini

mempengaruhi area ini secara struktural. Geologi menunjukkan bahwa wilayah penelitian berkembang di lingkungan tektonik aktif yang terutama terdiri dari endapan vulkanik dan sedimen Kuartar.

Peta geologi Lembar ESDM dan wilayah sekitarnya memberikan informasi geologi regional (Amin et al., 1994). Serta kajian tektonik Sesar Sumatra oleh (Sih & Natawidjaja, 2000), yang menjelaskan aktivitas dan segmentasi sesar di wilayah Sumatra bagian selatan.



Gambar 2. Peta Geologi Lokal Danau Ranau dan Gunung Semining.

Pengolahan data mikrotremor dilakukan menggunakan perangkat lunak Geopsy dengan pendekatan metode Horizontal to Vertikal Spectral Ratio (HVSR). Data mentah terlebih dahulu dikonversi ke dalam format yang kompatibel, kemudian diimpor ke dalam Geopsy untuk dilakukan tahapan prapengolahan. Tahapan ini meliputi seleksi sinyal (windowing) untuk memilih segmen sinyal yang stabil dan bebas dari gangguan (transient noise), diikuti dengan proses detrending dan tapering untuk menghilangkan tren linier serta meminimalkan efek tepi sinyal. Selanjutnya dilakukan filtering untuk membatasi rentang frekuensi analisis, serta smoothing menggunakan metode Konno-Ohmachi guna menghasilkan kurva spektrum yang lebih halus dan stabil (Konno & Ohmachi, 1998).

Setelah tahap pengolahan, dilakukan transformasi Fourier cepat (FTT) untuk memperoleh spektrum frekuensi dari masing-masing komponen horizontal dan vertikal. Rasio spektral horizontal terhadap vertikal kemudian dihitung untuk

menghasilkan kurva HVSR pada setiap titik pengukuran. Frekuensi dominan tanah (f_0) ditentukan dari puncak utama kurva HVSR, sedangkan faktor amplifikasi (A_0) diperoleh dari nilai amplitudo maksimum pada frekuensi tersebut (Nakamura, 2000). Metode HVSR ini telah banyak digunakan untuk mengkarakterisasi respons seismik lokal dan kondisi geologi lokal, termasuk pada wilayah dengan kompleksitas geologi tinggi (Hadi et al., 2025; SESAME, 2004).

Parameter f_0 dan A_0 yang diperoleh berdasarkan metode Kanai untuk mengevaluasi respons seismik lokal dan sebagai dasar dalam estimasi Peak Ground Acceleration (PGA) dan merepresentasikannya dengan nilai periode dominan tanah (T_0). Persamaan metode Kanai dituliskan sebagai berikut (Douglas, 2021; Kencoro et al., 2023; Wibowo et al., 2024):

$$a_g = \frac{5}{\sqrt{T_0}} 10^{(0.61M_w) - (1.66 + \frac{3.6}{R}) \log R + (0.167 - \frac{1.83}{R})}$$

Dimana:

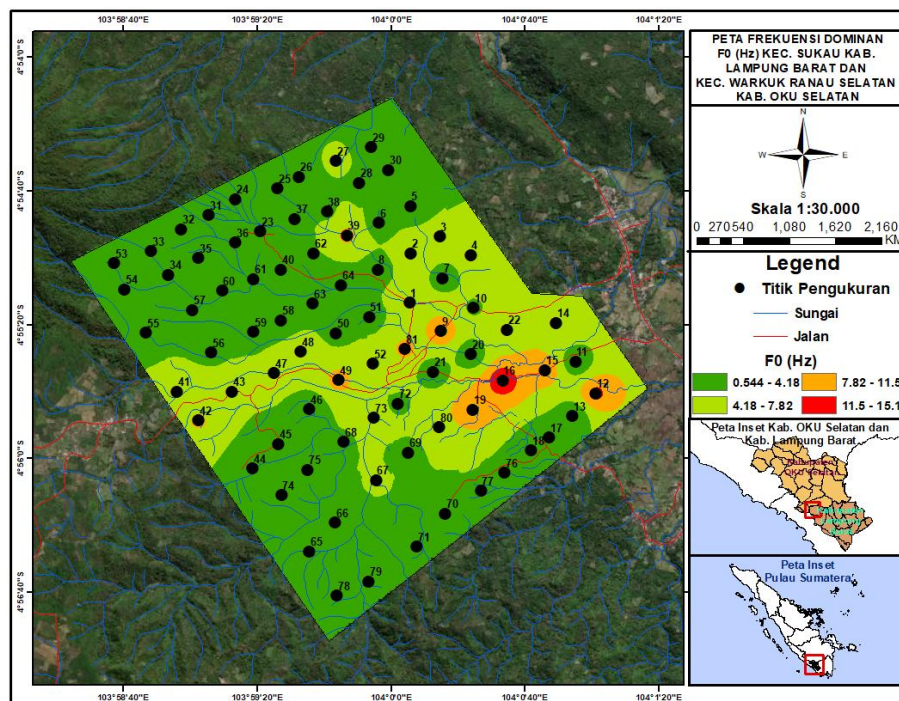
- a_g = Nilai Peak Ground Acceleration (gal)
- M = Magnitude Gempa Bumi (Skala Richter)
- R = Jarak Hiposenter (Km).
- T_0 = Periode Dominan Tanah (s).

Estimasi PGA dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh karakteristik dinamis tanah hasil pengukuran mikrotremor, sehingga nilai PGA yang diperoleh merefleksikan kondisi penguatan gelombang lokal. Nilai PGA pada seluruh titik pengukuran kemudian dipetakan secara spasial untuk menghasilkan peta sebaran PGA di Kabupaten Lampung Barat sebagai dasar evaluasi bahaya seismik lokal.

Hasil dan Diskusi

Analisis Nilai Frekuensi Dominan (f_0)

Gambar 3 menunjukkan peta sebaran frekuensi dominan (f_0) hasil analisis HVSR, yang menunjukkan variasi nilai f_0 di daerah penelitian dari 0,544 hingga 15,1 Hz. Nilai frekuensi rendah (0,544–4,18 Hz) terutama terletak di bagian barat dan selatan lokasi penelitian, sedangkan nilai frekuensi sedang (4,18–7,82 Hz) terutama terletak di bagian tengah dan timur laut lokasi penelitian. Nilai frekuensi tinggi (7,82–15,1 Hz) terkonsentrasi di bagian timur dan timur laut lokasi penelitian. Distribusi ini menunjukkan bahwa ketebalan dan sifat lapisan sedimen bawah permukaan berbeda di daerah sekitar Danau Ranau.



Gambar 3. Peta Sebaran Frekuensi Dominan (f_0).

Variasi nilai frekuensi dominan (f_0) menunjukkan keadaan geologi di daerah tersebut, terutama ketebalan dan kekompakan sedimen permukaan. Nilai f_0 yang tinggi biasanya dikaitkan dengan material yang lebih kompak atau lapisan sedimen yang lebih tipis. Sebaliknya, nilai f_0 yang rendah biasanya dikaitkan dengan lapisan sedimen yang lebih lunak dan tebal. Di mana frekuensi dominan berbanding terbalik dengan ketebalan lapisan sedimen, pola ini mengikuti prinsip dasar metode HVSR (Nakamura, 1989; SESAME, 2004). Frekuensi tinggi di bagian timur kemungkinan disebabkan oleh batuan yang lebih dangkal atau material vulkanik yang lebih kompak. Di bagian barat-selatan, sebaran frekuensi rendah disebabkan oleh endapan kuartar yang lebih tebal, seperti lakustrin dan

aluvial (Amelia et al., 2025). Secara kuantitatif, rentang nilai f_0 yang cukup lebar (0,544–15,1 Hz) menunjukkan heterogenitas kondisi bawah permukaan yang signifikan.

Rentang ini mencerminkan variasi ketebalan sedimen dari lapisan dangkal hingga cekungan yang lebih dalam. Nilai f_0 yang dominan pada kisaran rendah-menengah mengindikasikan bahwa sebagian besar wilayah penelitian dikontrol oleh sedimen dengan ketebalan sedang hingga tebal. Selain itu, terdapat kecenderungan hubungan terbalik antara frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0), di mana zona dengan f_0 rendah umumnya berasosiasi dengan nilai A_0 yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan sedimen yang lebih tebal tidak hanya menurunkan

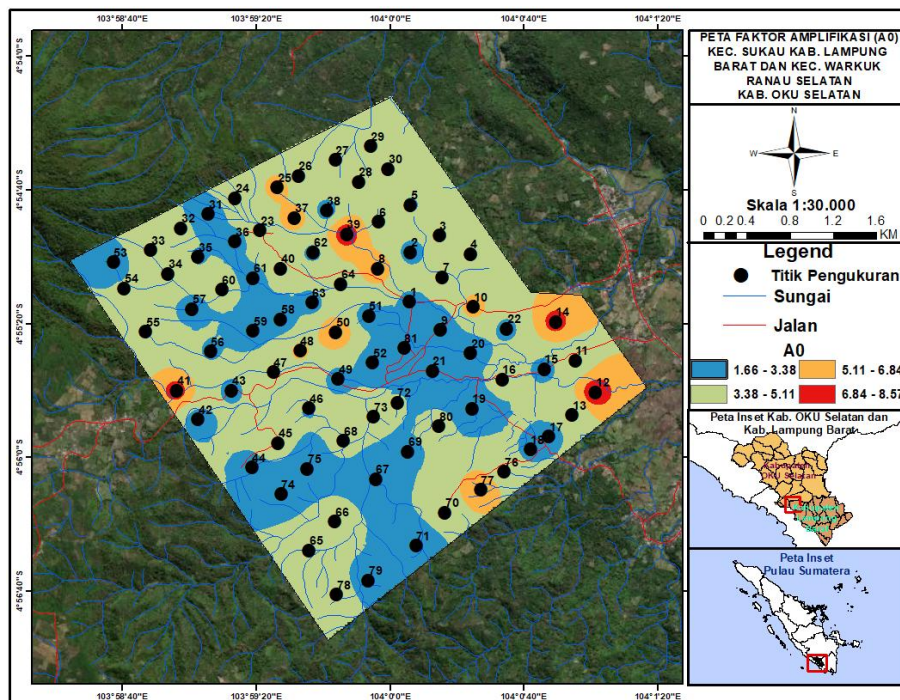
frekuensi resonansi, tetapi juga meningkatkan efek penguatan gelombang seismik. Temuan ini konsisten dengan penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa daerah dengan frekuensi rendah cenderung mengalami amplifikasi yang lebih besar akibat efek cekungan sedimen (Ornthammarath et al., 2023) Jika dibandingkan dengan studi terkini, rentang nilai f_0 pada daerah penelitian masih sejalan dengan hasil penelitian di berbagai wilayah dengan kondisi geologi kompleks. Penelitian di Bandar Lampung menggunakan metode HVSR menunjukkan bahwa variasi frekuensi dominan berkaitan erat dengan struktur bawah permukaan dan keberadaan sesar serta cekungan sedimen (Zaenudin et al., 2024).

Selain itu, kontrol struktur geologi regional, terutama keberadaan Sesar Sumatra (Segmen Ranau), yang berperan dalam pembentukan cekungan dan distribusi endapan, dapat memengaruhi variasi spasial f_0 di wilayah penelitian. Dalam studi mitigasi bencana, perbedaan nilai frekuensi dominan ini penting karena lokasi dengan f_0 rendah cenderung memiliki potensi

amplifikasi gelombang gempa yang lebih besar, terutama jika frekuensinya lebih dekat dengan frekuensi alami bangunan (Bard, 1999; Molnar et al., 2022). Akibatnya, peta distribusi f_0 dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai kerentanan seismik lokal di sekitar Danau Ranau.

Analisis Nilai Faktor Amplifikasi (A_0)

Gambar 4 menunjukkan peta sebaran faktor amplifikasi (A_0) hasil analisis HVSR. Nilai amplifikasi berkisar antara 1,66 dan 8,57 di daerah penelitian. Nilai amplifikasi rendah (1,66–3,38) tersebar luas di bagian barat dan selatan wilayah penelitian, sedangkan nilai amplifikasi sedang (3,38–5,11) mendominasi wilayah tengah. Nilai amplifikasi tinggi (5,11–8,57) berada di bagian timur dan beberapa zona lokal di wilayah tengah-utara. Di mana amplitudo maksimum kurva H/V menunjukkan tingkat penguatan lokal, variasi ini menunjukkan perbedaan respons dinamik tanah akibat perbedaan sifat fisik lapisan bawah permukaan (Cox et al., 2020; Lermo & Chavez-Garcia, 1993).



Gambar 4. Peta Sebaran Faktor Amplifikasi (A_0).

Faktor amplifikasi (A_0) adalah representasi besarnya efek penguatan gelombang (site effect), yang dikontrol oleh kontras impedansi antara lapisan sedimen permukaan dan batuan dasar. Menurut (Cox et al., 2020; Lermo & Chavez-Garcia, 1993), amplitudo maksimum dari rasio spektral H/V dapat digunakan untuk mengetahui tingkat penguatan gelombang seismik di suatu lokasi. Zona dengan nilai A_0 tinggi pada peta penelitian diduga disebabkan oleh endapan

Kuarter yang tebal atau sedimen lunak. Hal ini dapat meningkatkan guncangan gempa secara signifikan. Nilai A_0 yang lebih rendah sebaliknya menunjukkan tanah yang lebih kompak atau kedalaman batuan dasar yang lebih rendah.

Dalam konteks bahaya seismik, nilai faktor amplifikasi (A_0) berkaitan langsung dengan besarnya percepatan tanah maksimum *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang diterima di permukaan. Semakin besar nilai

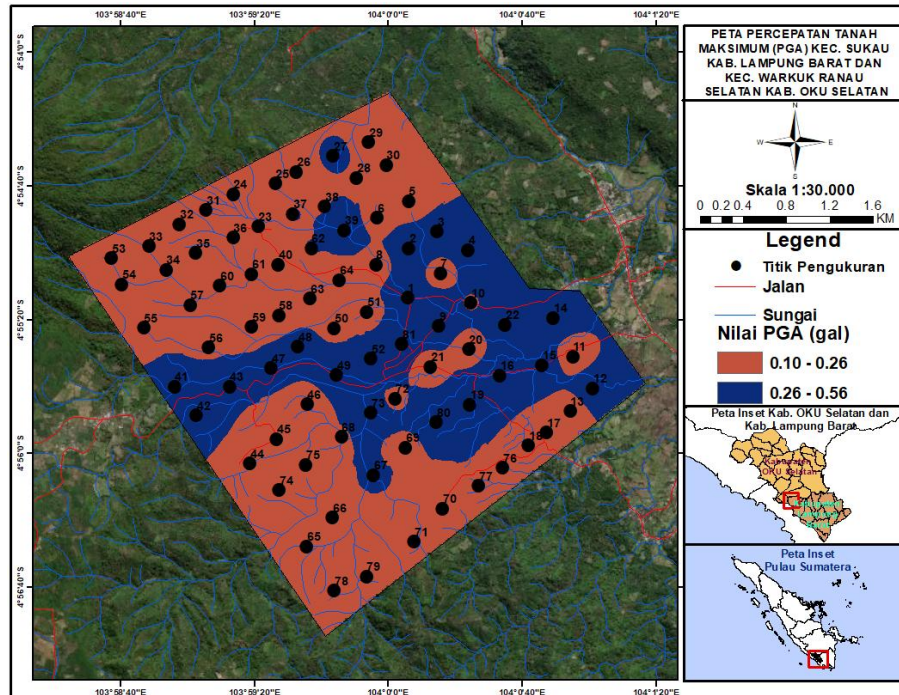
A_0 , maka semakin besar pula nilai PGA yang dapat terjadi di permukaan tanah akibat pengutanan gelombang seismik oleh lapisan sedimen (Molnar et al., 2018; Ayele 2023). Dengan demikian, zona dengan nilai A_0 tinggi pada daerah penelitian berpotensi mengalami guncangan yang lebih kuat dibandingkan zona dengan nilai A_0 rendah, meskipun dipengaruhi oleh sumber gempa yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa variasi faktor amplifikasi memiliki peran penting dalam mengontrol distribusi intensitas guncangan di permukaan dan perlu dipertimbangkan dalam analisis mikrozonasi seismik.

Secara teoritis, variasi amplifikasi ini dipengaruhi oleh gelombang mikrotermor yang merekam respons resonansi lokal akibat perbedaan sifat elastik antar lapisan (Chávez-García & Cuenca, 1998; Molnar et al., 2022). Selain itu, sifat medan gelombang kebisingan ambien dan kontribusi gelombang geser (*Shear wave*) turut menentukan bentuk serta amplitudo kurva H/V (Hossain et al., 2025). Oleh karena itu, distribusi spasial A_0 di wilayah penelitian tidak hanya merefleksikan kondisi litologi lokal, tetapi juga kontrol struktur geologi regional yang membentuk cekungan sedimen di sekitar Danau Ranau. Zona dengan nilai A_0 tinggi perlu mendapat perhatian dalam kajian mikrozonasi karena berpotensi mengalami peningkatan intensitas guncangan saat terjadi gempa.

Analisis Nilai Percepatan Tanah Maksimum PGA (gal)

Nilai Peak Ground Acceleration (PGA) dalam satuan gal (Gambar 5) menunjukkan bahwa nilai PGA di daerah penelitian berkisar antara 0,105 dan 0,565 g. Nilai PGA rendah (kurang dari 0,26 g) hingga sedang (kurang dari 0,26 g) termasuk dalam kelas kerentanan rendah (kurang dari 0,26 g) hingga sedang (kurang dari 0,7 g). Zona dengan nilai PGA relatif tinggi (sekitar 0,565 g) ditemukan di bagian barat, Distribusi ini menunjukkan bahwa ada variasi dalam tingkat potensi guncangan tanah maksimum, yang dipengaruhi oleh respons dinamis tanah dan kondisi geologi di tempat tersebut.

Dalam analisis bahaya gempa, percepatan tanah tertinggi yang disebabkan oleh gelombang seismik di suatu tempat disebut Peak Ground Acceleration (PGA) (Kramer, 1996; Xuanmei et al., 2019). Nilai PGA biasanya digunakan sebagai pengukur tingkat kerusakan potensial pada bangunan karena berkorelasi langsung dengan intensitas guncangan yang dirasakan di permukaan. Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar subjek penelitian termasuk dalam kategori kerentanan rendah hingga sedang, dan analisis indeks kerawanan diberi bobot kriteria sebesar 5. Zona dengan nilai PGA sekitar 0,565 g termasuk dalam kelas sedang dan mungkin memiliki efek struktural yang lebih besar daripada zona dengan nilai PGA rendah.



Gambar 5. Peta Sebaran Percepatan Tanah Maksimum PGA (gal).

Jarak terhadap sumber gempa, mekanisme sumber, dan karakteristik tanah setempat sangat memengaruhi nilai PGA secara spasial. Pengaruh

kondisi geologi lokal dan kemungkinan efek penguatan gelombang (*site effect*) yang memperkuat percepatan tanah juga ditunjukkan oleh variasi nilai PGA pada peta.

(Marbun et al., 2024). Selain itu, amplifikasi gelombang seismik dapat meningkatkan amplitudo percepatan dalam kondisi tanah lunak, (Hossain et al., 2025). Oleh karena itu, wilayah yang memiliki nilai PGA yang lebih

tinggi pada peta penelitian diduga dikaitkan dengan kontras sifat mekanik tanah atau ketebalan sedimen yang lebih tinggi. Ini meningkatkan kemungkinan bahaya seismik lokal di sekitar Danau Ranau.

Tabel 1. Indikator, Bobot kriteria, dan evaluasi kinerja setiap parameter di wilayah yang rentan terhadap gempa bumi (Hadi et al., 2018).

| Indikator | Bobot Kriteria | Tingkat Kerentanan | Kelas Indeks | Penilaian Kinerja |
|-----------|----------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| PGA (g) | 5 | Tinggi | PGA > 0.7 g | 3 |
| | | Sedang | 0.26 g < PGA < 0.7 g | 2 |
| | | Rendah | PGA < 0.26 g | 1 |

Kesimpulan

Analisis HVSR menunjukkan bahwa rentang f_0 (0,544–15,1 Hz) dan A_0 (1,66–8,57) secara jelas merefleksikan heterogenitas kondisi bawah permukaan di Kabupaten Lampung Barat. Zona dengan f_0 rendah mengindikasikan sedimen tebal dan lunak, sedangkan f_0 tinggi menunjukkan lapisan kompak atau batuan dasar dangkal. Nilai A_0 tinggi menegaskan adanya kontras impedansi yang kuat dan potensi amplifikasi gelombang seismik yang signifikan. Kombinasi f_0 rendah dan A_0 tinggi diidentifikasi sebagai zona dengan kerentanan seismik tertinggi. Nilai PGA (0,105–0,565 g) mengklasifikasikan wilayah dalam kategori rendah hingga sedang, namun variasi spasialnya menunjukkan adanya pengaruh kuat kondisi lokal dan struktur regional seperti Sesar Sumatra. Hal ini menegaskan bahwa respons tapak lokal berperan penting dalam mengontrol intensitas guncangan. Secara keseluruhan, HVSR efektif untuk mengidentifikasi respons dinamis tanah dan mendukung mikrozonasi seismik awal. Namun, untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi ambiguitas non-keunikan, disarankan integrasi dengan metode berbasis gelombang permukaan seperti MASW atau ReMi, serta inversi HVSR (misalnya berbasis Monte Carlo) untuk memperoleh profil kecepatan gelombang geser (V_s) yang lebih reliabel.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Geofisika Universitas Bengkulu atas dukungan fasilitas dan peralatan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh tim lapangan yang telah membantu proses akuisisi data mikrotremor serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan masukan dalam penyempurnaan artikel ini.

Referensi

Amelia, R., Imran, A. ., & Sultan. (2025). Analysis of Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) Microtremors in Quaternary Sediment Area, Takalar Regency, South Sulawesi Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1451(1), 012042.

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1451/1/012042>
- Amin, T. C., Santosa, S., & Gunawan, W. (1994). Peta Geologi Lembar Kotaagung, Sumatera, Skala 1:250.000.
- Bard, P. (1999). Microtremor measurements A tool for site effect estimation? In T. Irikura, K.; Kudo, K.; Okada, H.; Sasatani (Ed.), *The Effects of Surface Geology on Seismic Motion* (pp. 1251–1279). A.A. Balkema.
- Boore, D. M., Stewart, J. P., Seyhan, E., & Atkinson, G. M. (2014). NGA - West2 Equations for Predicting PGA, PGV, and 5% Damped PSA for Shallow Crustal Earthquakes. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1057 - 1085. <https://doi.org/10.1193/070113EQS184M>
- Chávez-García, F. J., & Cuenca, J. (1998). Site effect determination using microtremors: A review. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 17(6), 405–414.
- Cox, B. R., Cheng, T., Vantassel, J. P., & Manuel, L. (2020). A statistical representation and frequency-domain window-rejection algorithm for single-station HVSR measurements. *Geophysical Journal International*, 221, 2170–2183. <https://doi.org/10.1093/gji/ggaa119>
- Douglas, J. (2021). Ground motion prediction equations 1964–2021.
- Hadi, A. I., Brotospito, K. S., Pramumijoyo, S., & Hardiyatmo, H. C. (2018). Regional Landslide Potential Mapping in Earthquake-Prone Areas of Kepahiang Regency . *Geoscience*, 8(6), 219. <https://doi.org/10.3390/geosciences8060219>
- Hadi, A. I., Farid, M., Mase, L. Z., Refrizon, Mulyasari, R., Nabhan, M. A., Fadli, D. I., Putriani, E., & Sumanjaya, E. (2025). Mapping landslide vulnerability using subsurface rock elastic parameters: A case study of Lebong Regency, Bengkulu. *Kuwait Journal of Science*, 52(2), 100393. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2025.100393>

- Hossain, A. S. M. F., Saeidi, A., Salsabili, M., Nastev, M., Suescun, J. R., & Bayati, Z. (2025). A Review of Parameters and Methods for Seismic Site Response. *Geoscience*, 15(4), 128.
- Hurukawa, N., Wulandari, B. R., & Kasahara, M. (2014). Earthquake History of the Sumatran Fault, Indonesia, since 1892, Derived from Relocation of Large Earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 104(4), 1750–1762. <https://doi.org/10.1785/0120130201>
- Hutchings, S. J., & Mooney, W. D. (2021). The Seismicity of Indonesia and Tectonic Implications. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22(9). <https://doi.org/10.1029/2021GC009812>
- Kencoro, G., Farid, M., Hadi, A. I., Fadli, D. I., & Sedayu, A. (2023). Analisis Zona Rawan Gempa Bumi Di Kabupaten Bengkulu Selatan Berdasarkan Percepatan Tanah Puncak Menggunakan Formula Kanai. *Jurnal Kumparan Fisika*, 6(2), 75–82. <https://doi.org/10.33369/jkf.6.2.75-82>
- Konno, K., & Ohmachi, T. (1998). Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between horizontal and vertical components of microtremor. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 88(1), 228–241.
- Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*.
- Lermo, J., & Chavez-Garcia, F. J. (1993). Site Effect Evaluation Using Spectrals Ratios With Only One Station. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 83(5), 1574–1594.
- Marbun, Y. N., Basid, A., Ilham, Ginting, R. A., & Sunardi, B. (2024). Journal of Physics and Its Applications Probabilistic Analysis of Hazard Soil Movement Based on Maximum Ground Acceleration Spectrum Patterns Due to the Malang Raya Earthquake. *Journal of Physics and Its Applications*, 7(1), 22–27.
- Molnar, S., Cassidy, J. F., Castellaro, S., Cornou, C., Crow, H., Hunter, J. A., Matsushima, S., Sánchez-Sesma, F. J., & Yong, A. (2018). Application of Microtremor Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (MHVSR) Analysis for Site Characterization: State of the Art. *Surveys in Geophysics*, 39(4), 613–631. <https://doi.org/10.1007/s10712-018-9464-4>
- Molnar, S., Sirohey, A., Assaf, J., Bard, P.-Y., Castellaro, S., Cornou, C., Cox, B. R., Guillier, B., Hassani, B., Kawase, H., Matsushima, S., Sánchez-Sesma, F. J., & Yong, A. (2022). A review of the microtremor horizontal-to-vertical spectral ratio (MHVSR) method. *Journal of Seismology*, 26, 653–685.
- Nakamura, Y. (1989). A Method For Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on The Ground Surface. *Quarterly Report of RTRI*, 30(1), 25–33.
- Nakamura, Y. (2000). Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications. Paper No.2656.
- Ornthammarath, T., Jirasakjamroonsri, A., Pornsopin, P., & Rupakhety, R. (2023). Preliminary analysis of amplified ground motion in Bangkok basin using HVSR curves from recent moderate to large earthquakes. *Geoenvironmental Disasters*. <https://doi.org/10.1186/s40677-023-00259-0>
- PuSGeN. (2017). Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.
- Rasimeng, S., Helmi, M., Tugiyono, & Suharno. (2022). Fractal Dimension Analysis and Earthquake Repeated Period Estimation in the Southern Part of Sumatra Subduction Zone (Bengkulu-Lampung-Sunda Segment). *Indonesian Journal on Geoscience*, 9(3), 383–394. <https://doi.org/10.17014/ijog.9.3.383-394>
- SESAME. (2004). Guidelines for The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations-Measurements, Processing and Interpretations, SESAME European Research Project. SESAME: Site Effects Assessment Using Ambient Excitations, March, 1–62.
- Sieh, K., & Natawidjaja, D. (2000). Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105(B12), 28295–28326. <https://doi.org/10.1029/2000jb900120>
- Xuanmei, F., Gianvito, S., Oliver, K., West, A. J., Westen, C. J. van, Tanyas, H., Hovius, N., Hales, T. C., Randall W. Jibson, Allstadt, K. E., Zhang, L., Evans, S. G., Xu, C., Gen Li, X. P., Xu, Q., & Huang, R. (2019). Earthquake - Induced Chains of Geologic Hazards Patterns Mechanisms and Impacts. *Reviews of Geophysics*, 57, 421–503.
- Zaenudin, A., Farduwin, A., Boy Darmawan, G. I., & Karyanto. (2024). Shear wave velocity model using HVSR inversion beneath Bandar Lampung City. *Earthquake Science*, 37(4), 337–351. <https://doi.org/10.1016/j.eqs.2024.04.004>