

Analisis Indeks Kerentanan Seismik di Kecamatan Lembah Gumanti Menggunakan Data Mikrotremor

Rifki Rahman¹, Akmam Akmam^{1*}, Hamdi Rifai¹, Nofi Yendri Sudiar¹

¹Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia.

Received: 15 June 2026

Revised: 26 July 2026

Accepted: 28 August 2026

Corresponding Author:

Akmam

akmam_db@fmipa.unp.ac.id

© 2026 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v10i2.36437>

Abstrak: Lembah Gumanti Subdistrict, Solok Regency, is one of the areas traversed by the Suliti segment of the Sumatran Fault system and is therefore at high risk of earthquakes. Previous studies have generally examined seismic vulnerability indices in coastal areas and sedimentary basins. This study analyzes the characteristics of soil dynamic response and seismic vulnerability indices influenced by the Suliti Segment of the Sumatran Fault using 20 measurement points. The objective of this study is to characterize the spatial variation of ground motion characteristics based on dominant frequency (f_0), amplification factor (A_0), and seismic vulnerability index (K_g) using the HVSR method, and to interpret the relationship between these characteristics and geological conditions and the Suliti Segment in order to create a seismic microzonation map for Lembah Gumanti Subdistrict. The data were processed to obtain values for the dominant frequency, amplification factor, and seismic vulnerability index. The analysis results show that the dominant frequency ranges from 1.3 to 14.8 Hz, the amplification factor ranges from 2.8 to 10.6, and the seismic vulnerability index ranges from 0.96 to 36.5. The high seismic vulnerability values in the study area are influenced by proximity to fault lines, lithological variations, and the presence of relatively thick soft alluvial deposits. The results of this study provide information on subsurface characteristics and seismic vulnerability that can be utilized in disaster mitigation efforts, land-use planning, and the design of earthquake-resistant buildings in Lembah Gumanti Subdistrict.

Kata Kunci: Microtremor; HVSR; Dominant Frequency; Amplification Factor; Seismic Vulnerability.

Pendahuluan

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki bentang alam pegunungan dengan panorama alam yang indah. Wilayah ini termasuk daerah rentan terhadap bencana geologi, terutama gempa bumi dan tanah longsor (Akmam et al., 2019). Aktivitas tektonik yang tinggi ini dipengaruhi oleh pertemuan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Interaksi antar lempeng tersebut memicu terjadinya gempa bumi di zona subduksi serta membentuk deformasi kerak bumi

yang kemudian menghasilkan sistem Sesar Sumatera (Irsyam et al., 2020). Sistem Sesar tersebut terdiri atas beberapa segmen aktif, salah satunya adalah Segmen Suliti. Jalur Segmen Suliti melintasi wilayah Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, sehingga meningkatkan kerentanan kawasan tersebut terhadap bahaya gempa bumi dan bencana geologi lainnya.

Kerentanan wilayah Kecamatan Lembah Gumanti terhadap bahaya gempa bumi ditunjukkan oleh berbagai kejadian bencana yang pernah terjadi di kawasan tersebut Gempa bumi bermagnitudo 7,1 yang

How to Cite:

Rahman, R., Akmam, A., Rifai, H., & Sudiar, N.Y. (2026). Analisis Indeks Kerentanan Seismik di kecamatan Lembah Gumanti Menggunakan Data Mikrotremor. *Kappa Journal*, 10(2), 129-135. <https://doi.org/10.29408/kpj.v10i2.36437>

dipicu oleh aktivitas Segmen Suliti pada tahun 1943 mengakibatkan kerusakan luas di sepanjang jalur patahan (Natawidjaja & Triyoso, 2007). Aktivitas sesimik di wilayah ini terus berlangsung hingga saat ini, salah satunya ditunjukkan oleh gempa bumi berkekuatan 5,5 SR pada tahun 2018 yang merusak puluhan rumah di Kabupaten Solok (BMKG, 2018). Kejadian tersebut menunjukkan bahwa dampak guncangan gempa bumi tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan sumber gempa, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi tanah setempat (Jannah et al., 2024). Mitigasi bencana diperlukan untuk mengurangi risiko dan dampak yang ditimbulkan oleh gempa bumi (Akmam et al., 2020). Informasi mengenai karakteristik tanah dan tingkat kerentanan seismik menjadi salah satu dasar penting dalam mendukung upaya mitigasi.

Penelitian geofisika menggunakan data getaran alami bumi (mikrotremor) dapat mengidentifikasi karakteristik kondisi tanah secara efektif tanpa menimbulkan kerusakan pada lingkungan. Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) mengolah data mikrotremor untuk memperoleh nilai frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0) pada suatu wilayah (Jannah et al., 2024). Kedua parameter ini digunakan untuk menghitung indeks kerentanan seismik (K_g) yang menunjukkan tingkat kerentanan suatu lokasi terhadap guncangan gempa (Ortega et al., 2019).

Amirudin et al. (2023) menganalisis indeks kerentanan seismik di kawasan pesisir Teluk Palu Barat menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas Sesar Palu-Koro memiliki tingkat kerentanan seismik yang tinggi akibat kondisi sedimen lunak dan nilai amplifikasi besar, sehingga hasilnya dapat dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan peta mikrozonasi dan mitigasi bencana gempa bumi. Temuan yang serupa juga dilaporkan oleh Akkaya (2020) di wilayah Van, Turki Timur. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa aktivitas sistem sesar aktif, seperti Sesar Van, Sesar Çaldıran, Gürpınar, dan Erciș-Kocapınar, yang berinteraksi dengan endapan alluvial dan sedimen lunak menghasilkan kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 m (V_{s30}) yang tergolong rendah (<250 m/s) serta nilai indeks kerentanan seismik (K_g) yang tinggi. Nilai K_g tersebut berkorelasi kuat dengan tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi.

Berbagai penelitian terdahulu membuktikan bahwa metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) mampu mengidentifikasi karakteristik respons seismik lokal melalui analisis frekuensi dominan (f_0), faktor amplifikasi (A_0), dan indeks kerentanan seismik (K_g). Penelitian mengenai indeks kerentanan seismik

dan klasifikasi tanah di Kecamatan Lembah Gumanti yang berada pada jalur Segmen Suliti Sesar Sumatera masih sangat terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik seismik lokal secara spesifik di Kecamatan Lembah Gumanti. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi variasi spasial karakteristik getaran tanah berdasarkan frekuensi dominan (f_0), faktor amplifikasi (A_0), dan indeks kerentanan seismik (K_g) menggunakan metode HVSr serta menginterpretasikan keterkaitan dengan kondisi geologi dan Segmen Suliti dalam membentuk peta mikrozonasi seismik di Kecamatan Lembah Gumanti.

Informasi spasial mengenai tingkat kerentanan seismik yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi kerentanan wilayah terhadap guncangan gempa di Kecamatan Lembah Gumanti. Hasil penelitian ini dapat membantu pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang yang mempertimbangkan risiko gempa bumi. Informasi yang diperoleh dapat mendukung pengembangan kajian kebencanaan dan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan kerentanan tanah

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode observasi lapangan untuk menganalisis karakteristik respons dinamis tanah berdasarkan data mikrotremor. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, yang berada pada wilayah dengan aktivitas tektonik yang cukup tinggi. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada perlunya informasi mengenai tingkat kerentanan tanah wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas Sesar Sumatera. Penelitian ini memperoleh data melalui pengukuran mikrotremor secara langsung di lapangan untuk mendapatkan informasi karakteristik bawah permukaan pada daerah penelitian.

Akuisisi data mikrotremor dilakukan pada 20 titik pengukuran yang tersebar di wilayah kecamatan Lembah Gumanti. Jumlah titik pengukuran tersebut ditentukan untuk mencakup seluruh wilayah penelitian serta merepresentasikan variasi kondisi geologi dan struktur bawah permukaan di sekitar jalur aktif Segmen Suliti Sesar Sumatera. Jarak antar titik pengukuran ditetapkan sekitar 500 meter dengan mengacu pada pedoman *Site Effect Assessment Using Ambient Excitations* (SESAME, 2004), yang merekomendasikan spasi tersebut sebagai acuan awal dalam pelaksanaan survei mikrozonasi. Kombinasi jumlah titik dan spasi pengukuran menghasilkan sebaran data yang representatif terhadap karakteristik bawah permukaan,

sehingga distribusi parameter respons dinamis tanah dan indeks kerentanan seismik dapat dipetakan secara lebih menyeluruh di wilayah penelitian.

Pengukuran mikrotremor pada setiap titik menggunakan perangkat *Sysmatrek-M.AE* yang terhubung dengan seismometer tiga komponen tipe S3S. Seismometer tersebut merekam gerakan tanah secara bersamaan pada tiga arah pengukuran, yaitu komponen horizontal arah utara-selatan (*North-South*), komponen horizontal arah timur-barat (*East-West*), dan komponen vertikal (*Up-Down*). Penelitian ini merekam data pada setiap titik selama 40 menit dengan memperhatikan kondisi lingkungan sekitar untuk meminimalkan gangguan selama proses pengukuran.

Penelitian ini mengolah data sinyal mikrotremor yang telah direkam menggunakan perangkat lunak *Easy HVSR* untuk memperoleh parameter hasil analisis. Proses pengolahan data diawali dengan pemilihan segmen sinyal (*windowing*) menggunakan panjang jendela (*window length*) 20-30 detik agar sinyal getara ambien yang stabil dapat dipisahkan dari gangguan transien. Tahap pengendalian kualitas data dilakukan dengan menghilangkan segmen sinyal yang menunjukkan lonjakan amplitudo secara tiba-tiba akibat gangguan lokal, seperti kendaraan yang melintas atau aktivitas di sekitar lokasi pengukuran. Proses tersebut menerapkan algoritma *anti-trigger* untuk memastikan bahwa segmen sinyal yang digunakan untuk memenuhi kriteria kualitas analisis. Tahap berikutnya menerapkan fungsi pembobotan (*tapering*) pada sinyal terpilih untuk memperhalus bagian tepi sinyal dan mengurangi efek kebocoran spektral. Penelitian ini mentransformasikan data mikrotremor dari domain waktu ke domain frekuensi menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT).

Tahap pengolahan data berikutnya menerapkan metode *Konno-Ohmachi Smoothing* menggunakan fungsi jendela logaritmik dengan koefisien *bandwidth* (20-40) untuk menghasilkan spektrum H/V yang lebih stabil tanpa mengubah bentuk puncak spektrum maupun frekuensi dominan (Konno & Ohmachi, 1998). Analisis HVSR menggabungkan spektrum komponen horizontal (NS dan EW) menggunakan rata-rata geometrik, kemudian membandingkannya dengan spektrum komponen vertikal yang menghasilkan kurva *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi ditentukan melalui identifikasi puncak utama pada kurva *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR). Pemilihan puncak spektrum mengacu pada *clarity criteria* dan *reliability criteria* berdasarkan pedoman SESAME, sehingga hanya puncak yang memenuhi persyaratan kualitas, seperti amplitudo puncak ($A_0 > 2$) dan kurva dengan deviasi standar yang stabil. Parameter frekuensi dominan dan

faktor amplifikasi digunakan untuk menghitung indeks kerentanan seismik. Indeks kerentanan seismik dihitung menggunakan persamaan (Syamsuddin et al., 2024) :

$$K_g = \frac{A_0^2}{f_0} \tag{1}$$

dengan K_g adalah indeks kerentanan seismik, A_0 merupakan faktor amplifikasi dan f_0 adalah frekuensi dominan.

Penelitian ini menggunakan beberapa standar klasifikasi sebagai acuan untuk mengelompokkan karakteristik bawah permukaan dan tingkat kerentanan wilayah berdasarkan parameter yang diperoleh dari hasil analisis. Klasifikasi jenis tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan disajikan pada Tabel 1 (Siburian et al., 2024).

Tabel 1. Klasifikasi jenis tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan

Klasifikasi Tanah	Frekuensi Dominan	Deskripsi
Tipe I	$6,67 \leq f_0 \leq 20$	Batuan tersier atau yang lebih tua. Terdiri dari batuan berpasir keras, kerikil, dll.
Tipe II	$4 \leq f_0 < 6,67$	Batuan alluvial, dengan ketebalan 5 m, terdiri dari kerikil berpasir, lempung keras berpasir, tanah liat berpasir.
Tipe III	$2,5 \leq f_0 < 4$	Batuan alluvial, dengan ketebalan >5 m, terdiri dari kerikil berpasir, lempung keras berpasir, tanah liat berpasir, dll.
Tipe IV	$f_0 < 2,5$	Batuan alluvial yang berasal dari endapan sedimen permukaan, seperti pasir, lanau, lempung, lumpur, dengan ketebalan sekitar 30 m atau lebih.

Tingkat penguatan gelombang seismik berdasarkan rentang nilai faktor amplifikasi. Klasifikasi tersebut disajikan pada Tabel 2 (Poudyal, 2024).

Tabel 2. Klasifikasi Nilai Faktor Amplifikasi

Zona	Klasifikasi	Nilai Faktor Amplifikasi
1	Rendah	$A_0 < 3$
2	Sedang	$3 \leq A_0 \leq 5$
3	Tinggi	$A_0 > 5$

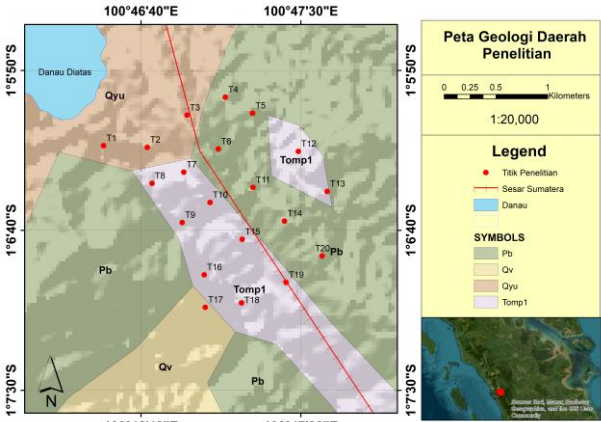
Klasifikasi tingkat kerentanan wilayah berdasarkan nilai indeks kerentanan seismik disajikan pada Tabel 3 (Akkaya, 2020).

Tabel 3. Klasifikasi nilai indeks kerentanan seismik

Zona	Klasifikasi	Nilai K_g
1	Rendah	$K_g \leq 3$
2	Sedang	$3 < K_g \leq 5$
3	Tinggi	$5 < K_g \leq 10$
4	Sangat Tinggi	$K_g > 10$

Hasil dan Pembahasan

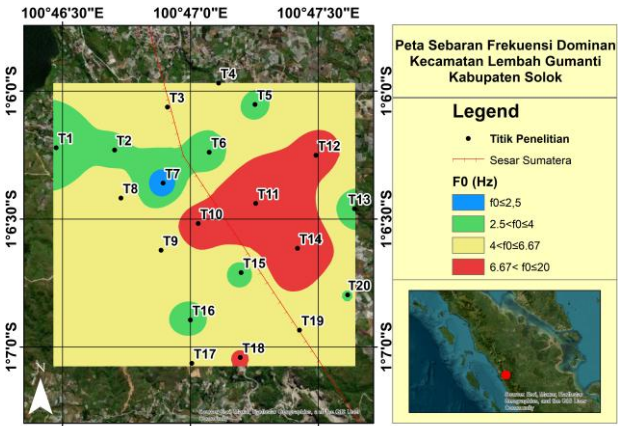
Hasil analisis data mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) pada 20 titik pengamatan menunjukkan adanya karakteristik respons dinamis tanah di Kecamatan Lembah Gumanti. Berdasarkan peta geologi daerah penelitian (Gambar 1), wilayah ini dilalui oleh jalur aktif Segmen Suliti Sesar Sumatera dan tersusun atas beberapa satuan batuan utama. Satuan batuan Pb merupakan batuan dasar yang bersifat relatif keras dan kompak. Satuan Tmp1 berkembang disekitar jalur sesar dan didominasi oleh material batuan yang juga relatif keras serta kompak. Daerah penelitian tersusun atas endapan alluvial kuarter muda (Qyu) yang terdiri atas pasir, lanau, lempung, lumpur, dan kerikil berpasir dengan ketebalan yang bervariasi, serta satuan batuan gunung api kuarter (Qv).



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian

Frekuensi Dominan

Nilai frekuensi dominan yang tinggi menunjukkan keberadaan lapisan sedimen yang tipis atau batuan yang lebih keras sehingga respons tanah terhadap guncangan gempa cenderung kecil. Nilai frekuensi dominan yang rendah mengindikasikan keberadaan lapisan sedimen yang lebih tebal dan material tanah yang lebih lunak (Zaenudin et al., 2024). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai frekuensi dominan (f_0) di daerah penelitian berkisar antara 1,3 Hz-14,8 Hz, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Sebaran Nilai Frekuensi Dominan

Berdasarkan Gambar 2 daerah penelitian terdiri atas beberapa tipe tanah. Tanah Tipe I dijumpai pada titik T10, T11, T12, T14, dan T18 dengan nilai frekuensi berkisar antara 6,8-14,8 Hz. Peta geologi daerah penelitian menunjukkan bahwa titik T10, T11, T12, dan T18 berada pada satuan batuan Tmp1, sedangkan titik T14 berada pada satuan batuan Pb. Nilai frekuensi dominan yang tinggi pada titik-titik tersebut sama dengan kondisi geologi, karena satuan batuan Tmp1 dan Pb didominasi oleh material yang relatif keras.

Tanah Tipe II teridentifikasi pada titik T3, T4, T8, T9, T17, dan T19 dengan nilai berkisar antara 4,7-6,5 Hz. Tanah tipe II umumnya terdiri dari endapan alluvial dengan ketebalan sekitar 5 m yang tersusun oleh kerikil berpasir, lempung keras berpasir dan tanah liat berpasir. Peta geologi daerah penelitian menunjukkan bahwa titik T3 berada pada satuan alluvial kuarter muda (Qyu), T4 berada pada satuan batuan Pb, sedangkan T8, T9, dan T19 berada pada satuan batuan Tmp1 dan T17 berada pada satuan batuan gunung api kuarter (Qv).

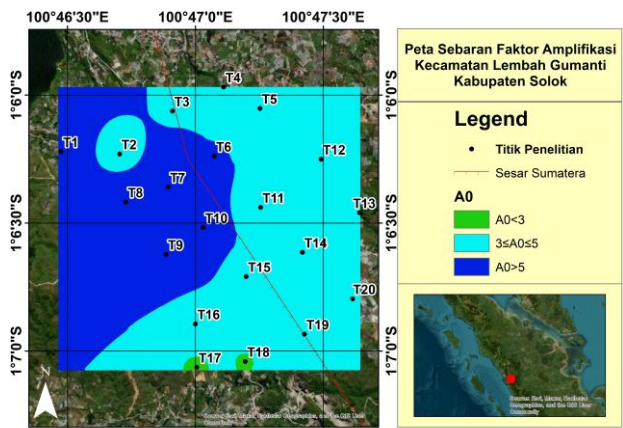
Tanah tipe III ditemukan pada titik T1, T2, T5, T6, T13, T15, T16, dan T20 dengan nilai berikisar antara 2,5-3,9 Hz. Berdasarkan klasifikasi frekuensi dominan, tipe tanah ini umumnya berupa endapan alluvial dengan ketebalan lebih dari 5 m yang tersusun atas kerikil berpasir, lempung keras berpasir, dan tanah liat berpasir. Peta geologi daerah penelitian menunjukkan bahwa titik T1 dan T2 berada pada satuan batuan Qyu, titik T5, T6, dan T20 berada pada satuan batuan Pb, sedangkan T13, T15, dan T16 berada pada satuan batuan Tmp1. Tanah Tipe IV hanya ditemukan pada titik T7 dengan nilai sebesar 1,3 Hz. Tanah tipe IV umumnya berupa endapan alluvial lunak dengan ketebalan sekitar 30 m atau lebih yang tersusun atas pasir, lanau, lempung, lumpur dan material lepas lainnya. Peta geologi regional menunjukkan bahwa titik T7 berada pada satuan batuan Tmp1.

Hasil analisis menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara karakteristik litologi dan klasifikasi tanah berdasarkan frekuensi dominan pada

beberapa titik pengukuran. Secara geologi, satuan batuan $Tomp1$ dan Pb memiliki nilai frekuensi dominan yang tinggi. Pada titik $T7$ yang terletak di satuan batuan $Tomp1$ memiliki nilai frekuensi terendah, yaitu 1,3 Hz. Nilai tersebut mengindikasikan keberadaan lapisan sedimen penutup yang tebal di atas batuan dasar, karena frekuensi dominan yang rendah berkaitan dengan sedimen lunak yang lebih tebal (Astuti et al., 2026). Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh aktivitas tektonik Segmen Suliti Sesar Sumatera. Deformasi pada jalur sesar menghasilkan zona rekahan dan ruang akomodasi yang menjadi tempat berlangsungnya pelapukan batuan, penggerusan batuan dan pengendapan sedimen kuarter. Proses tersebut mengubah karakteristik batuan serta menyebabkan batuan dasar tertutupi oleh sedimen yang relatif lunak (Sieh & Natawidjaja, 2000).

Faktor Amplifikasi

Hasil analisis data mikrotremor menunjukkan bahwa nilai faktor amplifikasi (A_0) di Kecamatan Lembah Gumanti berikisar antara 2,8 hingga 10,6. Nilai faktor amplifikasi menggambarkan tingkat penguatan gelombang seismik ketika merambat dari batuan dasar menuju lapisan permukaan. Penguatan gelombang tersebut dipengaruhi oleh perbedaan fisik atau kontras impedansi seismik antar lapisan batuan (Minardi et al., 2023). Semakin besar nilai faktor amplifikasi, semakin besar potensi penguatan gelombang seismik yang terjadi pada suatu lokasi.



Gambar 3. Peta Sebaran Nilai Faktor Amplifikasi

Berdasarkan peta sebaran faktor amplifikasi pada Gambar 2, zona amplifikasi sedang yang ditunjukkan oleh warna biru muda mendominasi sebagian besar wilayah penelitian. Zona tersebut mencakup titik $T2, T3, T4, T5, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T19,$ dan $T20$ dengan nilai faktor amplifikasi (A_0) berkisar antara 3 hingga 5. Zona amplifikasi rendah yang ditunjukkan oleh warna hijau hanya terdapat pada titik $T17$ dan $T18$ dengan nilai (A_0) kurang dari 3.

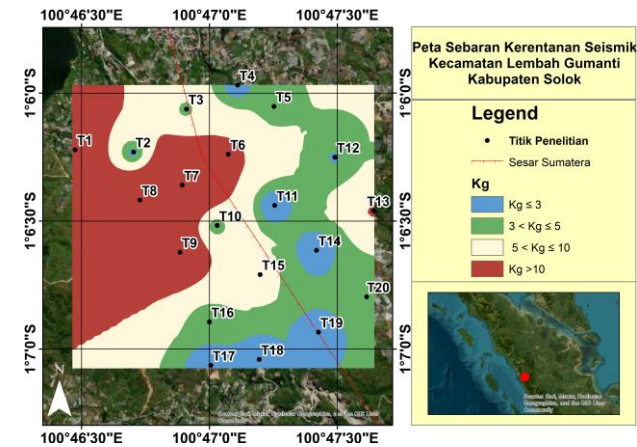
Zona amplifikasi tinggi ditunjukkan oleh warna biru tua tersebar pada titik $T1, T6, T7, T8, T9$ dan $T10$ dengan nilai faktor amplifikasi (A_0) antara 5 hingga 10,6. Titik $T8$ memiliki nilai faktor amplifikasi tertinggi, yaitu sebesar 10,6. Nilai amplifikasi yang tinggi mengindikasikan keberadaan lapisan sedimen yang lebih tebal dan material bawah permukaan yang lebih lunak sehingga potensi penguatan gelombang seismik menjadi lebih besar (Ariyanto et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa wilayah dengan amplifikasi tinggi lebih berpotensi mengalami guncangan yang kuat dibandingkan wilayah dengan nilai amplifikasi yang rendah.

Indeks Kerentanan Seismik

Indeks kerentanan Seismik merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap dampak guncangan gempa bumi. Nilai indeks kerentanan seismik dipengaruhi oleh faktor amplifikasi dan frekuensi dominan suatu lokasi. Nilai indeks kerentanan seismik memiliki hubungan berbanding lurus dengan faktor amplifikasi dan berbanding terbalik dengan frekuensi dominan.

Berdasarkan klasifikasi indeks kerentanan seismik (K_g), daerah penelitian dikelompokkan ke dalam zona kerentanan, yaitu rendah sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Pengelompokkan tersebut didasarkan pada rentang nilai K_g yang mencerminkan tingkat kerentanan suatu lokasi terhadap guncangan gempa bumi. Klasifikasi indeks kerentanan seismik yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel 3.

Hasil pengolahan data mikrotremor menunjukkan bahwa nilai indeks kerentanan seismik di Kecamatan Lembah Gumanti berikisar antara 0,96 hingga 36,5. Nilai K_g yang tinggi menunjukkan potensi kerusakan yang lebih besar akibat aktivitas seismik, sedangkan nilai K_g rendah mengindikasikan tingkat kerentanan yang lebih kecil terhadap guncangan gempa.



Gambar 4. Peta Sebaran Indeks Kerentanan Tanah

Berdasarkan peta sebaran indeks kerentanan seismik, pada gambar 3, zona kerentanan rendah mendominasi titik T2, T4, T11, T12, T14, T17, T18, dan T19 dengan nilai Kg berkisar 0,96 hingga 2,89 yang ditunjukkan oleh warna biru. Titik T3, T5, T16, dan T20 termasuk ke dalam zona kerentanan sedang dengan nilai Kg antara 3,2 hingga 4,6 yang ditunjukkan oleh warna hijau. Nilai Kg yang rendah mengindikasikan keberadaan batuan penyusun yang relatif kuat dan stabil sehingga potensi kerusakan akibat guncangan gempa menjadi lebih kecil (Tanjung et al., 2019).

Peta sebaran indeks kerentanan seismik menunjukkan bahwa zona kerentanan tinggi yang ditandai warna krem hanya dijumpai pada titik T15, sedangkan zona kerentanan sangat tinggi ditunjukkan oleh warna merah tersebar pada titik T1, T6, T7, T8, T9, dan T13. Titik T7 memiliki nilai indeks kerentanan seismik (Kg) tertinggi, yaitu sebesar 36,5. Nilai Kg tinggi mengindikasikan kondisi bawah permukaan yang didominasi oleh lapisan sedimen lunak sehingga potensi amplifikasi gelombang seismik menjadi lebih besar (Sunardi et al., 2025). Berdasarkan peta geologi, titik-titik tersebut berada pada satuan batuan yang telah mengalami

Tingginya nilai indeks kerentanan seismik (Kg) di daerah penelitian dipengaruhi oleh karakteristik litologi, ketebalan sedimen, faktor amplifikasi dan aktivitas tektonik Segmen Suliti Sesar Sumatera. Lapisan sedimen yang lebih tebal dan telah mengalami pelapukan meningkatkan respons dinamis tanah. Deformasi pada jalur sesar membentuk zona rekahan yang mempengaruhi kondisi bawah permukaan. Nilai amplifikasi yang tinggi meningkatkan kemampuan lapisan tanah memperkuat gelombang seismik. Kombinasi nilai amplifikasi yang tinggi dan frekuensi dominan yang rendah menghasilkan nilai indeks kerentanan seismik yang lebih tinggi

Hasil penelitian ini memberikan informasi mengenai tingkat kerentanan seismik tanah di Kecamatan Lembah Gumanti yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi. Pemerintah daerah dapat menggunakan informasi tersebut untuk menentukan wilayah prioritas dalam penyusunan program risiko bencana, khususnya pada zona yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik tinggi. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam penyusunan rencana tata ruang wilayah. Informasi ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan jenis bangunan, sehingga bangunan yang akan dibangun pada wilayah dengan nilai indeks kerentanan seismik tinggi menerapkan desain struktur tahan gempa dan sistem fondasi yang sesuai dengan kondisi tanah.

Kesimpulan

Analisis data mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) menunjukkan bahwa kondisi bawah permukaan di Kecamatan Lembah Gumanti memiliki karakteristik yang bervariasi. Nilai frekuensi dominan berkisar antara 1,3-14,8 Hz. Nilai faktor amplifikasi berada pada rentang 2,8-10,6 dan indeks kerentanan seismik berkisar antara 0,96-36,5. Zona kerentanan seismik sangat tinggi teridentifikasi pada titik T1, T6, T7, T8, T9, dan T13 dengan potensi kerusakan akibat guncangan gempa yang lebih tinggi. Variasi karakteristik tersebut dipengaruhi oleh litologi, ketebalan sedimen, faktor amplifikasi dan aktivitas tektonik Segmen Suliti Sesar Sumatera. Hasil penelitian ini memberikan informasi karakteristik bawah permukaan dan kerentanan seismik sebagai dasar pendukung mitigasi bencana, perencanaan bangunan tahan gempa di Kecamatan Lembah Gumanti. Penelitian selanjutnya perlu mengintegrasikan metode HVSr dengan metode geofisika lainnya untuk meningkatkan akurasi interpretasi kondisi bawah permukaan.

Daftar Pustaka

- Akkaya, İ. (2020). Availability of seismic vulnerability index (Kg) in the assessment of building damage in Van , Eastern Turkey. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, 19(1), 189–204.
- Akmam, A., Amir, H., & Putra, A. (2020). Implementation of Robust Constraint Inversion Method on Resistivity Geoelectric Data to Study Landslide Precursors (Case Study : Sungai Lasi District and Gunung Talang Solok District, West Sumatera). *Journal of Physics : Conference Series*, 1481(1), 012003 (1-11). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012003>
- Akmam, Amir, H., Putra, A., Anshari, R., & Jalinus, N. (2019). Implementation of Least-Square Constraint Inversion Method of Geoelectrical Resistivity Data Wenner-Schlumberger for Investigation the Characteristics of Landslide. *IOP Conference Series : Journal of Physics*, 1185(1), 012013 (1-10).
- Amirudin, Madrinovella, I., & Sofian. (2023). Seismic Vulnerability Analysis Using the Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) Method on the West Palu Bay Coastline. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 08(02), 23–34. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2023.8.02-2.13879>
- Ariyanto, A., Farduwin, A., Styawan, Y., Putri, I. A., Junian, W. E., Prasetyo, N., Rizki, R., & Wulandari, R. (2024). Pemetaan Kerentanan Seismik Melalui Analisis Mikrotremor Hvsr Di Wilayah Kecamatan Kemiling Dan Sekitarnya. *JGE (Jurnal Geofisika*

- Eksplorasi*, 10(2), 82–99.
<https://doi.org/10.23960/jge.v10i2.393>
- Astuti, D., Hadi, A. I., Najib, M., & Muqtadir, S. (2026). Analysis of Rock Layering Structure Using Shear Wave Velocity from HVSR Inversion. *Journal of Technomaterial Physics*, 08(01), 68–82.
<https://doi.org/10.32734/jotp.v8i1.25203>.This
- BMKG. (2018). *Gempabumi Tektonik M5,5 Mengguncang Kabupaten Solok Tidak Berpotensi Tsunami*. BMKG.
<https://www.bmkg.go.id/siaran-pers/gempabumi-tektionik-m5-5-mengguncang-kabupaten-solok-tidak-berpotensi-tsunami>
- Irsyam, M., Cummins, P. R., Asrurfak, M., Faizal, L., Natawidjaja, D. H., Widiyantoro, S., Meilano, I., Triyoso, W., Rudiyanto, A., Hidayati, S., Ridwan, M., Hanifa, N. R., & Syahbana, A. J. (2020). Development of the 2017 national seismic hazard maps of Indonesia. *Earthquake Spectra*, 10.
<https://doi.org/10.1177/8755293020951206>
- Jannah, D. M., Khoirunnisa, S., Rosyida, H., & Christalianingsih, F. E. (2024). Analisis Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Nilai Vs30 Pada Zona Terdampak Gempa Bumi (Studi Kasus: Gempa Cianjur 21 November 2022). *Kurvatek*, 9(2), 107–116.
<https://doi.org/10.33579/krvtk.v9i2.4972>
- 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.
- Minardi, S., Ardianto, T., Alaydrus, A. T., Tawakal, M. I., & Adi, A. (2023). Investigation of Sediment Thickness Beneath the Mandalika Circuit And Its Surroundings Based on Microtremor Data. *International Jurnal of Geomate*, 25(112), 40–47.
- Natawidjaja, D. H., & Triyoso, W. (2007). The sumatran fault zone – from source to hazard. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 1(1), 21–47.
- Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodrigues, H., & Correia, M. (2019). A vulnerability index formulation for the seismic vulnerability assessment of vernacular architecture. *Engineering Structures*, 197(July), 109381.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109381>
- Poudyal, D. (2024). Spatial mapping of the seismic vulnerability index in Kathmandu Valley : insight from dominant. *Journal of Geophysics and Engineering*, June, 1272–1285.
<https://doi.org/10.1093/jge/gxae069>
- SESAME. (2004). Guidelines For The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations-Measurements, Processing and Interpretation, SESAME European Research Project. In *SESAME : Site EffectS Assessment Using AMBient Excitations* (Issue December).
- 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*.
<https://doi.org/10.1186/s40677-024-00268-7>
- 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>
- Sunardi, B., Hartantyo, E., & Nukman, M. (2025). Seismic Vulnerability in Yogyakarta Basin Based on HVSR Frequency Domain Window Rejection Algorithm. *Internation Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 20(4), 813–823.
- Syamsuddin, E., Maulana, A., Hamzah, A., & Irvan, U. R. (2024). Assessing soil vulnerability in Petobo post-liquefaction zone , Palu , Central Sulawesi : A microzonation study utilizing microtremor measurements. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(3), 5805–5816.
<https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.113.5805>
- Tanjung, N. A. F., Yuniarto, H. P., & Widyawarman, D. (2019). Analisis Amplifikasi dan Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan FMIPA UGM Menggunakan Metode HVSR. *Jurnal Geosaintek*, 5(2).
- Zaenudin, A., Farduwin, A., & Darmawan, G. I. B. (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>