

Mikrozonasi Kawasan Potensi Longsor Menggunakan Metode Mikrotremor di Kabupaten Bengkulu Utara - Lebong

Ardika Panjaitan, Ronni Saragih, Anggiat Hutahuruk, Suhendra*

Program Studi Geofisika, FMIPA, Universitas Bengkulu, 38371, Bengkulu, Indonesia

Email korespondensi : suhendra@unib.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/14957>

Submitted: 05 Desember 2022; Accepted: 20 Juni 2023

ABSTRAK- Jalan lintas yang menghubungkan Kabupaten Bengkulu Utara menuju Kabupaten Lebong merupakan daerah yang memiliki frekuensi yang tinggi terjadinya tanah longsor di provinsi Bengkulu. Faktor terjadinya tanah longsor antara lain dapat disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, lereng bukit yang curam, tingkat kerentanan tanah yang tinggi, dan faktor lainnya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah pemetaan wilayah yang memiliki potensi longsor berdasarkan indikator dari parameter nilai frekuensi natural/dominan (f_0), faktor amplifikasi (A_0), dan indeks kerentanan seismik (K_g). Pengukuran dari penelitian ini menggunakan seismometer *PASI Mod Gemini 2 Sn-1405* selama ± 30 menit di 25 titik pengukuran. *Software geopsy* digunakan untuk pengolahan data mikrotremor untuk memperoleh kurva H/V. Hasil yang didapatkan dari pengolahan data tersebut adalah nilai dari frekuensi natural antara 1,3 – 7,6 Hz, nilai faktor amplifikasi antara 1,6 – 6,93, nilai indeks kerentanan seismik 0,5 – 8. Setelah mendapatkan nilai dari parameter tersebut, dibuatlah peta persebaran berdasarkan dari nilai tiap parameter, pembuatan peta persebaran menggunakan software *surfer* dengan menggabungkan nilai tiap parameter dan koordinat titik lokasi penelitian. Berdasarkan nilai dari parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa daerah yang memiliki potensi tanah longsor berada di daerah titik T3, T5, T11, dan T25.

KATA KUNCI: mikrozonasi, longsor, mikrotremor, Bengkulu Utara.

ABSTRACT- The road crosses the North Bengkulu district to the Lebong district is one of the areas where landslides frequently occur in Bengkulu province. The occurrence of landslides can be caused by high rainfall, steep hillsides, high levels of soil vulnerability, and others. This study aims to map landslide-prone areas build on indicators of the natural frequency value (f_0), the amplification value (A_0), and the soil vulnerability value (K_g). Measurements from this study used the *PASI Mod Gemini 2 Sn-1405* seismometer for ± 30 minutes at 25 measurement points. *Geopsy* software is used for microtremor data processing to obtain the H/V curve. The results obtained are dominant frequency values between 1.3 – 7.6 Hz, amplification factor values between 1.6 – 6.93, and seismic vulnerability index values 0.5 – 8. After getting the values of these parameters, a distribution map is made based on the values of each parameter, making distribution map using *surfer* software by merging the values of each parameter and the coordinates of the research location points. Based on the values of these parameters it can be concluded that the areas that have the potential for landslides are in the area of points T3, T5, T11, and T25.

KEYWORDS: seismic microzonation, landslide, microtremor, North Bengkulu

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki frekuensi kasus terjadinya tanah longsor yang tinggi. Faktor penyebabnya dikarenakan Indonesia adalah negara yang memiliki kawasan perbukitan yang curam. Tanah longsor merupakan salah satu peristiwa geologi dimana terjadinya seperti bongkahan besar tanah dan bebatuan

yang bergerak ke dasar lereng (Sugianto & Refrizon, 2021). Selain itu, iklim tropis yang dimiliki Indonesia membuat tingginya curah hujan di wilayah Indonesia, menjadi salah satu faktor sering terjadinya tanah longsor di Indonesia (Sunimbar *et al* 2022).

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Bengkulu mendata ada

sekitar 122 titik rawan terjadinya tanah longsor yang tersebar di seluruh kabupaten/kota Provinsi Bengkulu. Data dari BPBD Provinsi Bengkulu menyebutkan bahwa dalam 5 tahun terakhir (2016 - 2021) provinsi Bengkulu dilanda longsor sebanyak 28 kali kejadian. Beberapa di antaranya berada di kabupaten jalan lintas Kabupaten Bengkulu Utara – Lebong. Jalan lintas ini menghubungkan wilayah antar kabupaten yang membuat jalan lintas ini menjadi salah satu jalur lintas yang penting. Jalan lintas Bengkulu Utara - Kabupaten Lebong diapit oleh lereng – lereng dari Bukit Resam yang terjal yang menjadikan potensi longsor di kawasan tersebut tergolong tinggi.

Tindakan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir risiko dari bencana tanah longsor yaitu dengan program mitigasi bencana. Salah satunya adalah dengan memetakan kawasan yang memiliki potensi terjadinya longsor. Metode geofisika menjadi metode yang baik digunakan untuk identifikasi daerah rawan longsor. Metode mikrotremor adalah salah satu metode geofisika yang dapat digunakan. Identifikasi menggunakan metode mikrotremor banyak memberikan sumbangsih untuk penelitian tentang mitigasi bencana, geoteknik maupun untuk perencanaan kota (Syahrudin et al., 2014). Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi intensitas suatu tanah berdasarkan nilai dari frekuensi natural/dominan (f_0) untuk mengetahui potensi longsor.

Penelitian menggunakan metode mikrotremor untuk menentukan potensi longsor sudah pernah dilakukan di Provinsi Bengkulu, yaitu salah satunya untuk survei kondisi geologi daerah potensi longsor di Kabupaten Bengkulu Tengah – Kepahiang (Suhendra et al 2018). Keunggulan dari metode mikrotremor adalah biaya yang dikeluarkan tergolong murah dan tidak merusak struktur lapisan tanah dibandingkan dengan metode lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan potensi longsor di jalan lintas Kabupaten Bengkulu Utara – Lebong.

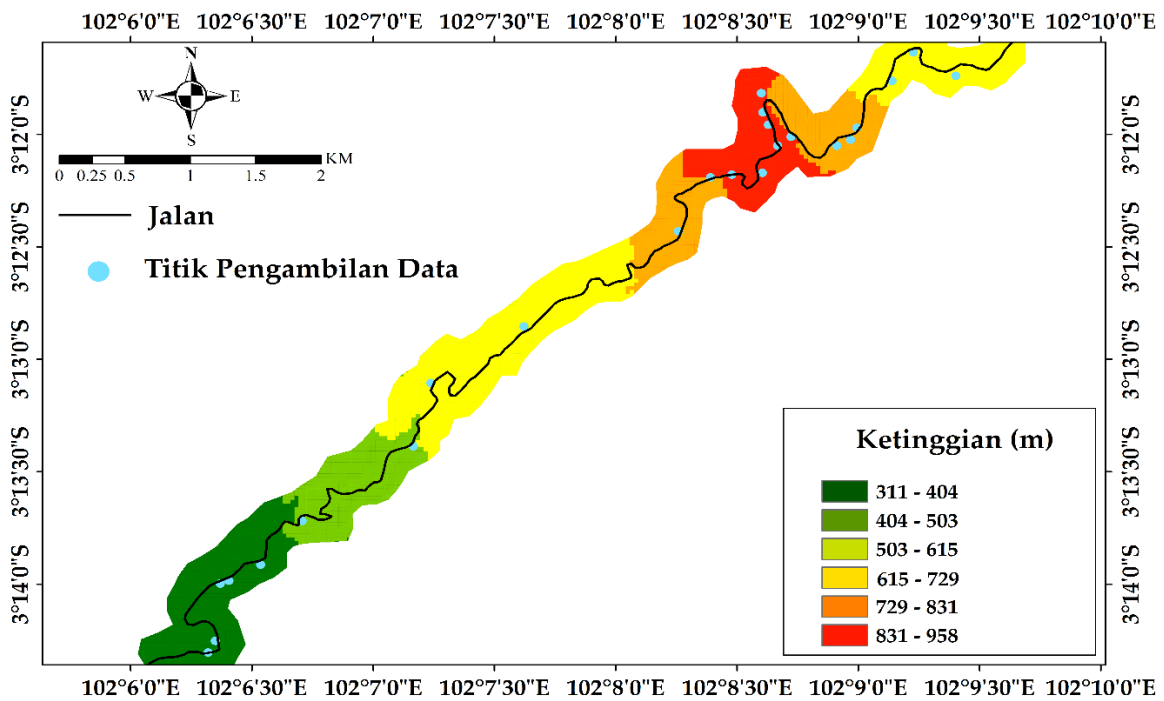
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di jalan lintas Bengkulu Utara – Lebong. Lokasi penelitian secara geografis terletak di antara $102^{\circ} 7' 9.9228''$ - $102^{\circ} 9' 24.0876''$ E dan $3^{\circ} 13' 23.1996''$ - $3^{\circ} 11' 44.3976''$ S yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pengambilan data mikrotremor terdiri dari 25 titik pengukuran yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat Titik Akuisisi Data

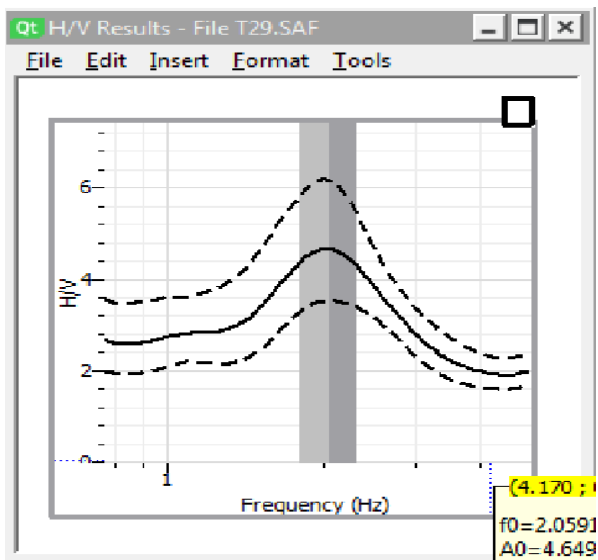
Titik	Longitude	Latitude
T1	102,1435729	- 3,2015964
T2	102,1444583	- 3,2008417
T3	102,1438258	- 3,1992891
T4	102,143446	- 3,1983512
T5	102,1433333	- 3,1969444
T6	102,1498866	- 3,1995118
T7	102,1494697	- 3,2003936
T8	102,1413046	- 3,2029735
T9	102,1398393	- 3,2031794
T10	102,1053185	- 3,2383838
T11	102,105815	- 3,2375222
T12	102,1061617	- 3,2332783
T13	102,1067478	- 3,2330655
T14	102,1089267	- 3,2318767
T15	102,1117889	- 3,2286389
T16	102,1566908	- 3,1956657
T17	102,1537778	- 3,1939167
T18	102,1523139	- 3,1960233
T19	102,1485299	- 3,2008367
T20	102,145375	- 3,200175
T21	102,1434084	- 3,2028497
T22	102,137635	- 3,2071667
T23	102,1270208	- 3,2142311
T24	102,120625	- 3,2184222
T25	102,1194235	- 3,2231105

Di setiap titik pengambilan data, proses akuisisi berlangsung selama ± 30 menit dan besar frekuensi sampling yang digunakan 200 Hz (SESAME, 2004). *Seismometer Portable Short Period* yaitu *Seismometer PASI Mod Gemini 2 Sn-1405* merupakan alat yang digunakan pada saat akuisisi data untuk merekam *ambient noise* tanah. Selain itu peralatan yang digunakan juga adalah laptop, kabel penghubung, GPS, kompas, kamera. Data rekaman akuisisi data berupa data sinyal dengan format *SAF (Pertiwi et al., 2018).



Gambar 1. Peta topografi jalan lintas Bengkulu Utara - Lebong

Selanjutnya untuk mendapatkan kurva HVSR yang ditunjukkan pada Gambar 2, *software Geopsy* digunakan untuk mengolah data mikrotremor, yang kemudian disimpan dalam format *.hv.



Gambar 2. Contoh kurva HVSR dari titik akuisisi data

Metode Mikrotremor

Mikrotremor adalah gelombang getaran kecil yang terus menerus terjadi, dan terperangkap di dalam lapisan sedimen permukaan lalu memantul karena adanya pembatas susunan dengan frekuensi stabil, getaran mikro di bawah permukaan menjadi

penyebabnya dan aktivitas external lainnya. Mikrotremor merupakan getaran *ambient* yang berasal secara alami seperti hembusan angin, ombak lautan, aktivitas lalu lintas, dan aktivitas pabrik (Maimun *et al* 2020). Analisis mikrotremor untuk survei respon tanah dilakukan dengan penerapan metode HVSR. Metode ini diakui mudah untuk digunakan dan hasilnya juga sesuai dengan kondisi tanah (A. Fatimah *et al.*, 2022). Nogoshi dan Iragashi adalah yang memperkenalkan metode HVSR, yang mengatakan elemen horizontal dan vertikal memiliki hubungan perbandingan antara kurva eliptisitas pada gelombang *rayleigh* yang kemudian disempurnakan oleh Nakamura. HVSR digunakan untuk metode pengolahan data mikrotremor dengan tujuan mengidentifikasi bawah permukaan seperti frekuensi dominan/natural dan amplifikasi dengan mengukur *ambient noise* pada daerah penelitian pada 3 elemen arah yaitu, Utara - Selatan, Timur - Barat dan Vertikal (Mursiantyo *et al* 2019).

Parameter pendukung dihasilkan dari data mikrotremor yang diolah menggunakan metode HVSR yaitu frekuensi dominan, faktor amplifikasi. Frekuensi dominan adalah parameter yang dapat menggambarkan kondisi tanah, karena nilai frekuensi dominan

dengan kedalaman suatu bidang dapat saling berhubungan, karena dapat merefleksikan suatu gelombang di bawah permukaan (Arintalofa et al., 2020). Frekuensi dominan akan berpengaruh terhadap kecepatan gelombang bawah permukaan dan ketebalan lapisan sedimen.

Hasil dari frekuensi dominan dapat disimpulkan menjadi nilai frekuensi dari lapisan bawah permukaan dan dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi jenis dan sifat batuan (Arifin et al., 2014). Frekuensi dominan ini dihitung menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) dimana dalam kurva HVSR domain waktu akan diubah menjadi domain frekuensi (Lantu et al., 2018). Amplifikasi (A_0) adalah variasi besaran gelombang seismik yang diakibatkan perbedaan jenis material yang signifikan antar lapisan bawah permukaan (Wulandari et al., 2020). Sifat sinyal horizontal dengan sinyal vertikal akan sebanding dengan peningkatan gelombang ketika melewati suatu medium (Tanjung et al., 2019)

Lapisan batuan akan terdeformasi oleh gelombang gempa bumi, hal itu terjadi karena permukaan tanah yang rentan, hal tersebut diartikan juga sebagai indeks kerentanan seismik (Aditama et al 2020). Parameter yang menunjukkan tingkat kerawanan terhadap gempa bumi berdasarkan kondisi bawah permukaan pada suatu kawasan disebut nilai kerentanan seismik (K_g). Nilai kerentanan seismik ini sebanding terhadap dampak yang ditimbulkan (R. Fatimah et al., 2019). Nilai dari kerentanan seismik ini berbeda-beda di setiap daerah, sehingga rujukan dari nilai K_g akan selalu dibandingkan dengan titik lain di daerah penelitian. Nilai dari K_g ini didapatkan berdasarkan rumus :

$$\frac{(A_0)^2}{f_0} \quad (1)$$

Dimana :

K_g : Indeks kerentanan seismik

A_0 : Amplifikasi

f_0 : Frekuensi dominan

(Maimun, Silvia and Ariyanto, 2020)

Nilai indeks kerentanan seismik didapatkan dari nilai parameter tersebut. Setelah mendapatkan nilai dari ketiga parameter tersebut, dapat dilakukan pemetaan sebaran spasial dengan menginterpolasi data dengan menggunakan *software Surfer* berdasarkan nilai dari ketiga data parameter tersebut. Lalu menginterprestasikan berdasarkan distribusi nilai dari parameter – parameter tersebut (Kurniawan et al 2017).

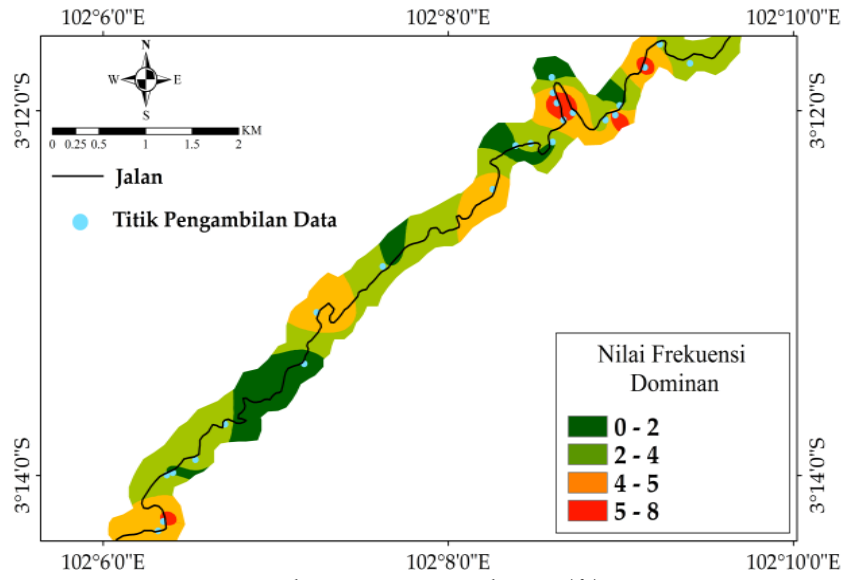
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil f_0 , A_0 , K_g

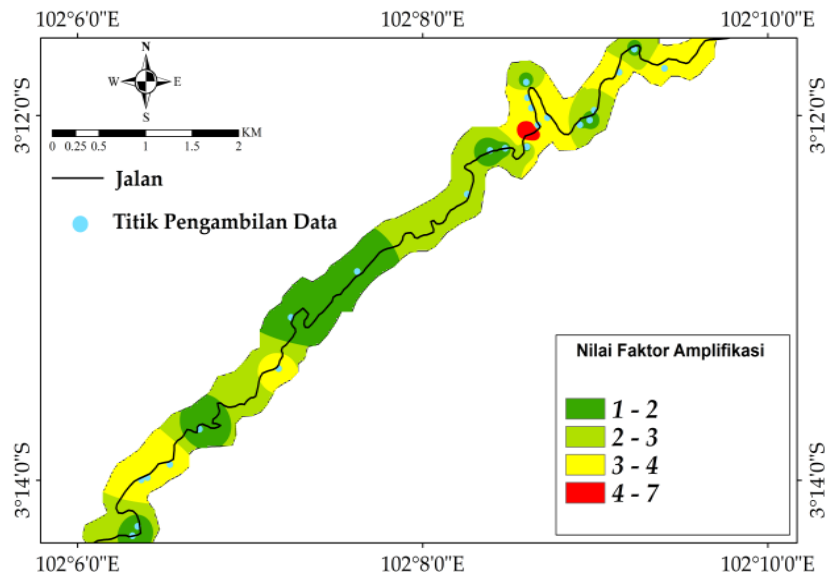
Titik Data	f_0 (Hz)	A_0	K_g
T1	5,97	6,93	8,04437
T2	5,81	3,76	2,43332
T3	6,39	2,94	1,35268
T4	5,57	3,94	2,787
T5	1,61	1,74	1,8805
T6	1,33	3,17	7,55556
T7	7,6	2	0,52632
T8	2,9	2	1,37931
T9	2,2	1,7	1,31364
T10	3,8	2,2	1,27368
T11	5,9	2	0,67797
T12	2,3	3,6	5,63478
T13	2,2	3,2	4,65455
T14	2,8	3,5	4,375
T15	2,4	1,7	1,20417
T16	2,5	3,4	4,624
T17	3,5	2,1	1,26
T18	6,2	3,2	1,65161
T19	3,2	2,2	1,5125
T20	5,8	3,3	1,87759
T21	2,2	1,9	1,64091
T22	4,9	2,5	1,27551
T23	2,3	1,8	1,4087
T24	5,1	1,6	0,50196
T25	1,3	3,1	7,39231

Peta Persebaran Frekuensi Dominan

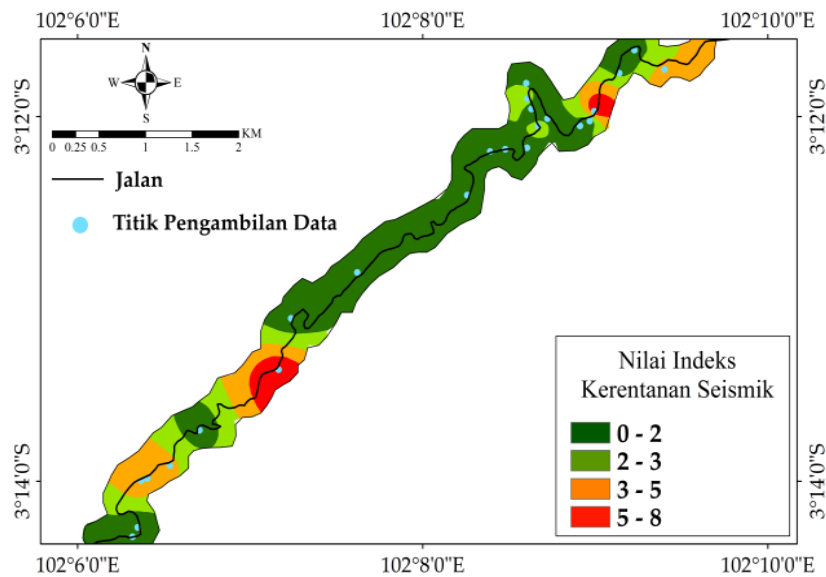
Variasi nilai frekuensi dominan (f_0) bervariasi dari rentang nilai 1,3 – 7,6 Hz yang ditunjukkan pada Tabel 2. Jenis batuan memiliki nilai frekuensi dominan yang berbeda – beda. Variasi dari nilai frekuensi



Gambar 3. Peta persebaran (f_o)



Gambar 4. Peta Persebaran Faktor Amplifikasi (A_o)



Gambar 5. Peta Persebaran Indeks Kerentanan Seismik (K_g)

dominan di sekitar kawasan penelitian pada umumnya adalah tipe 4 jenis dan 2 nilai frekuensi 4–10 (Arifin et al., 2014). Berdasarkan klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan oleh Kanai (1983) dimana menggambarkan tebal sedimen yang permukaannya masuk dalam kategori menengah 5–10 meter yang dimana tersusun dari batuan alluvial (batuan endapan), yang memiliki ketebalan 5 meter. Terdiri atas *sandy-gravel*, *sandy hard clay*, *loam*, dan lainnya. Di Gambar 3 terlihat bahwa daerah T3, T5, T7, T11, dan T25 memiliki periode dominan berada di rentang 5,8–7,6 Hz yang dimana di peta ditunjukkan dengan warna merah. Terbukti di lapangan titik – titik tersebut merupakan daerah yang pernah terjadi longsor.

Peta persebaran faktor amplifikasi

Berdasarkan klasifikasi nilai amplifikasi oleh (Setiawan, 2009) kecepatan gelombang yang merambat di suatu medium menjadi faktor pengaruh nilai amplifikasi, pada saat gelombangnya memiliki kecepatan yang kecil maka amplifikasinya akan semakin besar dan begitu juga sebaliknya. Hal ini menjelaskan bahwa tingkat kepadatan batuan berkaitan dengan faktor amplifikasi (Syahputri & Sismanto, 2020). Karena sedimen yang lunak akan memperlama waktu gelombang yang menjalar di daerah tersebut.

Nilai dari faktor amplifikasi di wilayah penelitian mempunyai nilai dari rentang 1,6 – 6,93. Peta persebaran di daerah penelitian dengan nilai dari faktor amplifikasi di tunjukkan pada gambar 5. Peta sebaran nilai amplifikasi menggambarkan lokasi penelitian bahwa sebagian besar nilai amplifikasinya kecil yang dapat dilihat dengan warna hijau dan kuning dengan nilai 1–4. Warna merah pada peta menunjukkan nilai amplifikasi yang sedang sampai tinggi dengan nilai dari 4–7, yang dimana ditunjukkan di daerah T11.

Peta persebaran indeks kerentanan seismik

Selain peta persebaran nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi, juga memplot peta persebaran nilai indeks kerentanan seismik. Pada peta sebaran ditunjukkan bahwa terdapat beberapa kawasan memiliki nilai

indeks kerentanan seismik yang besar dengan nilai 5–8 di daerah T3, T5, T11, dan T25 yang dimana pada peta ditunjukkan dengan warna merah. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa jenis tanah di lokasi yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik yang besar merupakan daerah yang memiliki jenis tanah yang rawan terhadap guncangan gempa.

KESIMPULAN

Nilai frekuensi dominan di jalan lintas Kabupaten Bengkulu Utara – Lebong mempunyai nilai terendah yaitu 1,3 dan nilai tertinggi adalah 7,6 Hz, nilai faktor amplifikasi terendah yakni 1,6 serta tertinggi 6,93, nilai indeks kerentanan seismik paling rendah adalah 0,5 dan yang tertinggi adalah 8. Dari analisis data mikrotremor untuk nilai frekuensi dominan, faktor amplifikasi, dan indeks kerentanan seismik, daerah yang memiliki kemungkinan terjadi tanah longsor tinggi berada di daerah T3, T5, T11, dan T25.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih atas dukungan dan bantuan dari Bapak Suhendra S.Si., MT sebagai dosen pembimbing, serta teman – teman geofisika 19 yang selalu memberikan semangat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S. S., Mulyatno, B. S., Marjiyono, & Setianegara, R. (2014). Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi Hvsr Mikrotremor Dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa Dan Sekitarnya. *Geofisika Eksplorasi*, 2(1), 17.
- Arintalofa, V., Yulianto, G., & Harmoko, U. (2020). Analisa Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR untuk Mengetahui Karakteristik Bawah Permukaan Manifestasi Panas Bumi Diwak dan Derekan Berdasarkan Nilai Vp. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(2), 54–61.
<https://doi.org/10.14710/jebt.2020.9276>
- Fatimah, A., Sriyanto, S. P. D., Sunardi, B., (2022). Identifikasi Karakteristik Tanah dan Struktur Kecepatan Gelombang

- Geser Menggunakan Data Mikrotremor di Daerah Lembang, Jawa Barat. *Jurnal Geofisika*, 20(01), 38–44.
- Fatimah, R., Ardianto, T., & Qomariyah, N. (2019). Mikrozonasi Gempabumi Di Desa Medana Dan Jenggala Kecamatan Tanjung Kabupaten Lombok Utara Menggunakan Metode Mikroseismik. *Indonesian Physical Review*, 2(1), 18. <https://doi.org/10.29303/ipr.v2i1.19>
- Kurniawan, R., Eva, M. N., Tinggi, S., Adisutjipto, T., Fisika, J., Geologi, P. S., Geologi, B., Seismik, K., & Strain, G. S. (2017). Pemetaan Daerah Rawan Resiko Gempa Bumi Menggunakan Metode Hvsr di Kotamadya Denpasar Dan Sekitarnya, Bali. *Kurvatek*, 2(1), 21–30.
- Lantu, L., Aswad, S., Fitriani, F., & Marjiyono, M. (2018). Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Gempabumi Berdasarkan Data Mikrotremor Dan Data Bor. *Jurnal Geocelebes*, 2(1), 20. <https://doi.org/10.20956/geocelebes.v2i1.3721>
- Maimun, A. K., Silvia, U. N., & Ariyanto, P. (2020). Analisis Indeks Kerentanan Seismik, Periode Dominan, Dan Faktor Amplifikasi Menggunakan Metode Hvsr Di Stageof Tangerang. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 7(2), 24–30. <https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/jmkg/article/view/194>
- Maulana, R., Achmad S., (2020). Invesitagasi Kerentanan Tanah Berpotensi Likuefaksi Menggunakan Metode Mikroseismik di Wilayah Prambanan, Yogyakarta. *Dinamika Rekayasa*, 16(2), 105–112.
- Mursitanyo, Adityo, Komang, S., (2019). *Analisis Efek Tapak Lokal Dari Geologi Tanah di Bandung Selatan Dan Kota Denpasar Dengan Survei Mikrotremor (Studi Kasus Gempa Bumi Nusadua 13 Oktober 2011)*, 1(2), 88–93.
- Pertiwi, G., Wibowo, N., & Darmawan, D. (2018). Identifikasi Daerah Longsor Kecamatan Bagelan menggunakan Metode Mikrotremor. *Wahana Fisika*, 3(2), 102–110.
- SESAME. (2004). Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique On Ambient Vibrations Measurments, Processing And Interpretation. *Interpretation A Journal Of Bible And Theology*, D23.12(December), 169.
- Setiawan Januar Herry. (2009). *Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya*. Institut Teknologi Bandung, Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Sugianto, N., & Refrizon, R. (2021). Struktur Kecepatan Gelombang Geser (Vs) di Daerah Rawan Gerakan Tanah (Longsor) Jalan Lintas Kabupaten Bengkulu Tengah-Kepahiang. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 11(2), 134. <https://doi.org/10.13057/ijap.v11i2.41699>
- Suhendra, Zul Bahrum, C., & Sugianto, N. (2018). Geological condition at landslides potential area based on microtremor survey. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(8), 3007–3013.
- Sunimbar, Ignasius Suban Angin, E. I. G. (2022). *Analisis Geologi Kejadian Longsor di Desa Wolotolo Kecamatan Detusoku Kabupaten Ende*. 9(2), 10–24. <https://doi.org/10.20527/jjag.v9i2.13471>
- Syahputri, A., & Sismanto, S. (2020). Identifikasi Potensi Tanah Longsor Menggunakan Metode Mikrotremor Di Dusun Tegalsari Desa Ngargosari Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Fisika Indonesia*, 24(2), 66–71. <https://doi.org/10.22146/jfi.v24i2.53636>
- Syahrudin, M. H., Aswad, S., & Palullungan, E. F. (2014). *Penentuan Profil Ketebalan Sedimen Lintasan Kota Makassar Dengan Mikrotremor*. 4(1), 17–25.
- 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), 60. <https://doi.org/10.12962/j25023659.v5i2.5726>
- Wulandari, A., Suharno, S., & Rustadi, R. (2020). Pemetaan Mikrozonasi Daerah Rawan Gempabumi Menggunakan

Metode Hvsr Daerah Painan Sumatera
Barat. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*,

4(1),31–45.

<https://doi.org/10.23960/jge.v4i1.5>