

Identifikasi Potensi Longsor di Kota Sawahlunto dengan Menggunakan Parameter Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kecepatan Gelombang Geser

Lathifah Fauziah, Ahmad Fauzi Pohan *

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 04 November 2022
Direvisi: 09 Desember 2022
Diterima: 22 Desember 2022

Kata kunci:

amplifikasi
frekuensi dominan
longsor
 V_{S30}

Keywords:

amplification
dominant frequency
landslide
 V_{S30}

Penulis Korespondensi:

Ahmad Fauzi Pohan
Email:
ahmadfauzipohan@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian terkait potensi tanah longsor di Kota Sawahlunto. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daerah mana saja yang berpotensi mengalami tanah longsor di Kota Sawahlunto. Daerah berpotensi longsor diidentifikasi dengan menggunakan parameter frekuensi dominan, amplifikasi, dan kecepatan gelombang geser V_{S30} yang dihubungkan dengan topografi dan formasi geologi. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa nilai frekuensi dominan daerah penelitian berkisar antara 0,6074 Hz – 11,4838 Hz, amplifikasi antara 0,4723 – 2,1598, dan V_{S30} antara 381,7644 m/s – 755,9333 m/s. Dari 27 titik akuisisi data, terdapat satu titik yang berpotensi tinggi mengalami tanah longsor, delapan titik berpotensi sedang, dan 18 titik berpotensi rendah. Daerah yang berpotensi tinggi mengalami tanah longsor adalah Kelurahan Durian I, Kecamatan Barangin dengan nilai frekuensi dominan 0,9182 Hz, amplifikasi 2,1598, V_{S30} 522,0777 m/s – 568,8488 m/s, dan berada dekat dengan struktur geologi sesar.

Research has been carried out regarding the potential for landslides in Sawahlunto City. This study aims to identify which areas have the potential to experience landslides in Sawahlunto City. Landslide potential areas were identified by using dominant frequency, amplification, and shear wave velocity V_{S30} parameters which were associated with topography and geological formations. The results of the study show that the dominant frequency values in the study area is between 0.6074 Hz – 11.4838 Hz, amplification between 0.4723 – 2.1598, and V_{S30} between 381.7644 m/s – 755.9333 m/s. Of the 27 data acquisition points, there is one point with a high potential for landslides, eight points with medium potential, and 18 points with low potential. Areas that have a high potential for landslides are Durian I Village, Barangin District with dominant frequency value of 0.9182 Hz, 2.1598 amplification, V_{S30} 522.0777 m/s – 568.8488 m/s, and are close to the geological structure of the fault.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan bencana alam yang dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar. Kerugian-kerugian tersebut dapat berupa rusaknya jalan yang dapat menghambat lalu lintas, rusaknya permukiman, jembatan, lahan pertanian, bahkan menimbulkan korban jiwa. Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Kota Sawahlunto dengan 123 kejadian tanah longsor pada tahun 2018, 136 kejadian pada tahun 2019, dan 55 kejadian pada tahun 2021 (BPS Kota Sawahlunto, 2021).

Tanah longsor berkaitan dengan karakteristik geologi dan struktur lapisan bawah permukaan tanah (Pertiwi, 2018). Nakamura (2000) mengungkapkan bahwa karakteristik lapisan bawah permukaan tanah dapat diidentifikasi dengan menganalisis mikrotremor. (Gosar, 2007) juga mengungkapkan bahwa survei mikrotremor terbukti efektif untuk mengetahui struktur geologi yang kompleks.

Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menganalisis mikrotremor. Namun metode yang sering digunakan adalah metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Metode HVSr memiliki kelebihan yaitu dapat menghilangkan efek sumber dan tidak bergantung pada ketersediaan *hard rock side* (Kumar *et al.*, 2021). Dari metode HVSr selanjutnya akan didapatkan dua parameter, yaitu frekuensi dominan dan amplifikasi.

Metode HVSr pernah digunakan oleh (Sitorus *et al.*, 2017) untuk mengestimasi ketebalan lapisan sedimen dan amplifikasi. Dari penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa daerah yang berpotensi mengalami tanah longsor memiliki nilai frekuensi dominan yang rendah, amplifikasi yang tinggi, dan berada pada dataran tinggi berlereng curam. Penelitian terkait tanah longsor menggunakan metode HVSr juga pernah dilakukan oleh (Pertiwi, 2018). Lokasi longsor pada penelitian ini berada pada daerah yang didominasi batuan breksi-andesit, batuan lempung, batuan pasir dengan kemiringan curam, dan berada pada topografi tinggi.

Selain frekuensi dominan dan amplifikasi, parameter kecepatan gelombang geser hingga kedalaman 30 meter (V_{S30}) juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan. Dalam (Prasisila and Hadi, 2021), (McPherson and Hall, 2013) menggunakan V_{S30} sebagai parameter untuk menganalisis kondisi geologi. (Park *et al.*, 1999) dalam artikel yang sama juga menyatakan bahwa V_{S30} merupakan indikator yang baik untuk menggambarkan sifat karakteristik kekuatan dan kekakuan tanah yang disebabkan oleh sifat batuan yang ada dibawahnya.

(Natasya *et al.*, 2022) melakukan penelitian untuk mengetahui persebaran nilai V_{S30} di jalan lintas Bengkulu-Kepahiang sebagai upaya mitigasi bencana tanah longsor. Dari penelitian ini didapatkan nilai V_{S30} yang relatif sedang hingga tinggi yaitu berkisar antara 190 m/s – 1005 m/s. Tanah pada daerah penelitian merupakan tanah tipe B, C dan D yang terdiri atas tanah sedang, tanah keras, batuan lunak, dan batuan sedang sehingga kurang memungkinkan terjadinya tanah longsor di daerah tersebut.

Penelitian menggunakan metode HVSr pernah dilakukan oleh (Fitri *et al.*, 2018) di daerah *pasca* tambang PT Bukit Asam Tbk Kota Sawahlunto. Hasil penelitian didapatkan nilai frekuensi dominan antara 0,781 – 5,426 Hz, dan nilai amplifikasi antara 1,75 – 5,401. Dari penelitian ini juga didapatkan bahwa daerah penelitian disusun oleh batuan aluvial yang terbentuk dari sedimentasi delta, *topsoil*, lumpur, dan lain-lain. Penelitian yang dilakukan oleh (Fitri *et al.*, 2018) hanya berfokus pada kawasan *pasca* tambang saja. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian terbaru dengan cakupan daerah yang lebih luas untuk memprediksi daerah yang berpotensi terjadi tanah longsor di Kota Sawahlunto dengan menggabungkan analisis nilai frekuensi dominan, amplifikasi dan V_{S30} .

II. METODE

Akuisisi data mikrotremor dilakukan di empat kecamatan yang ada di Kota Sawahlunto yaitu Kecamatan Talawi, Kecamatan Barangin, Kecamatan Silungkang, dan Kecamatan Lembah Segar. Akuisisi data dilakukan pada koordinat $^{\circ}34'29,05''\text{LS}-0^{\circ}43'13,17''\text{LS}$ dan $100^{\circ}43'27,27''\text{BT}-100^{\circ}46'20,94''\text{BT}$ yang terbagi menjadi 27 titik pengukuran dengan jarak antar titik akuisisi data 2 km. Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari *geophone*, *data logger*, kabel penghubung, dan laptop.

Akuisisi data mikrotremor dilakukan di setiap titik akuisisi data dengan durasi pengukuran selama 40 menit. Pengukuran sinyal mikrotremor dilakukan menggunakan tiga buah *geophone* yang

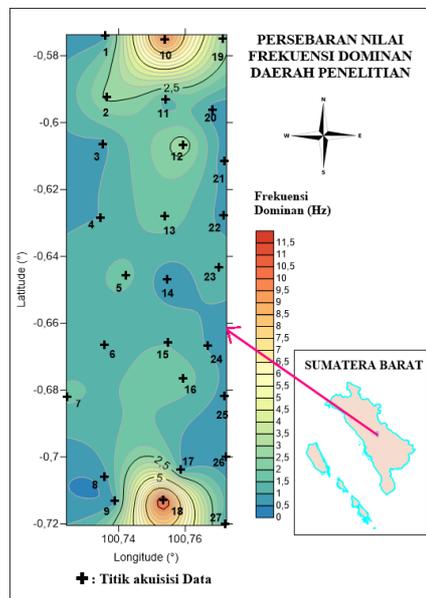
dipasang dengan arah vertikal, utara-selatan, dan timur-barat. *Geophone* yang sudah terpasang dihubungkan dengan *data logger* dan kemudian *data logger* dihubungkan dengan laptop. Sinyal mikrotremor akan direkam dan disimpan pada *software DataQ*. Data kecepatan gelombang geser V_{S30} diunduh dari *website* USGS (*United States Geological Survey*).

Pengolahan data mikrotremor dilakukan dengan menggunakan *software Geopsy* untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan dan amplifikasi. Kedua parameter tersebut dipetakan menggunakan *software surfer*, dan nilai V_{S30} dipetakan menggunakan *software ArcGIS*. Nilai frekuensi dominan, amplifikasi, dan V_{S30} yang sudah dipetakan selanjutnya dihubungkan dengan topografi dan formasi geologi untuk melihat potensi longsor di daerah penelitian.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Frekuensi Dominan

Dari pengolahan data didapatkan bahwa nilai frekuensi dominan daerah penelitian berkisar antara 0,6074 Hz – 11,4838 Hz. Peta sebaran nilai frekuensi dominan dapat dilihat pada Gambar 1. Tanah longsor cenderung terjadi pada daerah dengan lapisan sedimen yang tebal. Ketebalan lapisan sedimen berbanding terbalik dengan nilai frekuensi dominan (Syahputri and Sismanto, 2020).



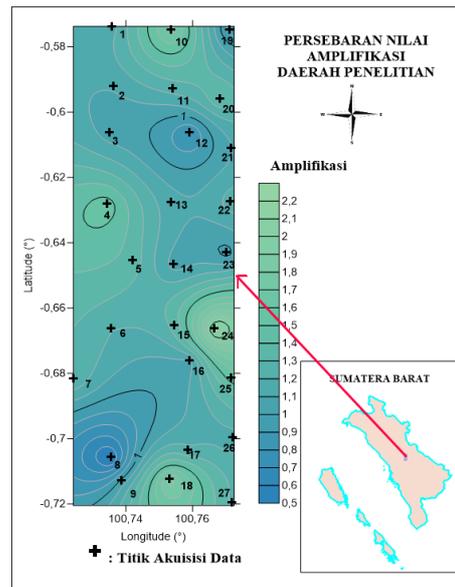
Gambar 1 Sebaran nilai frekuensi dominan daerah penelitian

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa daerah dengan warna biru hingga biru tua memiliki nilai frekuensi dominan lebih rendah dibandingkan dengan daerah lainnya. Daerah dengan nilai frekuensi dominan yang rendah memiliki lapisan yang tebal begitupun sebaliknya. Artinya daerah di sekitar titik T1, T3, T4, T8, T9, T14, T17, T20, T21, T22, T24, T25, T26, dan T27 lebih berpotensi mengalami tanah longsor dibandingkan daerah lainnya.

3.2 Amplifikasi

Amplifikasi menunjukkan perbesaran gelombang seismik akibat adanya perbedaan antar lapisan batuan. Nilai amplifikasi daerah penelitian berkisar antara 0,4723 – 2,1598. Peta sebaran nilai amplifikasi dapat dilihat pada Gambar 2. Daerah dengan nilai amplifikasi yang tinggi memiliki lapisan sedimen yang jauh lebih lunak dibandingkan lapisan yang ada di bawahnya (*bedrock*). Lapisan *bedrock* merupakan lapisan yang kedap air sehingga apabila terjadi hujan, maka air hujan akan terakumulasi di lapisan sedimen yang ada di atasnya dan bisa menyebabkan longsor (Pertwi, 2018).

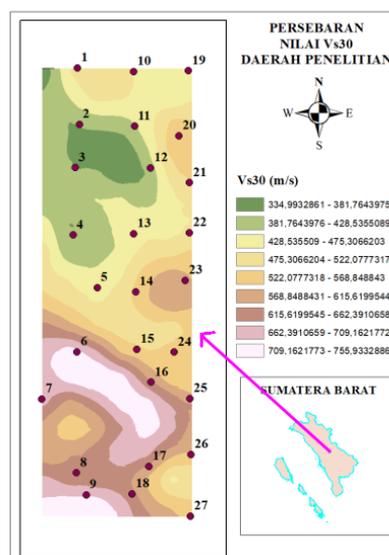
Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa daerah di sekitar dengan warna hijau sampai hijau muda memiliki nilai amplifikasi yang lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Daerah yang memiliki nilai amplifikasi yang tinggi adalah daerah di sekitar titik T4, T5, T10, T18, T20, T24, dan T25. Oleh karena itu, daerah-daerah tersebut lebih berpotensi mengalami tanah longsor dibandingkan daerah lainnya karena memiliki perbedaan antar lapisan yang lebih besar.



Gambar 2 Sebaran nilai amplifikasi daerah penelitian

3.3 Kecepatan Gelombang Geser V_{S30}

V_{S30} merupakan kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter dari permukaan. Nilai V_{S30} daerah penelitian berkisar antara 381,7644 m/s – 709,1622 m/s. Peta Sebara nilai V_{S30} dapat dilihat pada Gambar 3. Daerah dengan nilai V_{S30} yang rendah memiliki risiko yang tinggi terhadap guncangan. Hal ini disebabkan kecepatan gelombang seismik yang melalui batuan tergantung pada sifat kekakuannya. Semakin rendah nilai V_{S30} maka semakin lunak batuan tersebut begitupun sebaliknya. Batuan yang lunak memiliki kandungan fluida didalamnya dan karena gelombang geser (gelombang S) tidak bisa merambat dalam fluida, maka menyebabkan nilai V_{S30} batuan tersebut menjadi rendah. Guncangan gempa pada daerah dengan V_{S30} rendah beresiko mengalami kerusakan yang parah, dan jika terjadi pada daerah lereng maka bisa menyebabkan tanah longsor (Susilanto *et al.*, 2019)

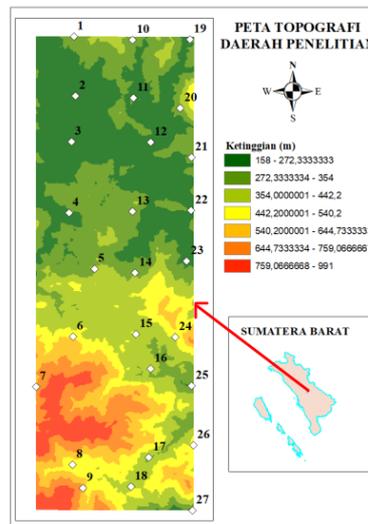


Gambar 3 Sebaran nilai V_{S30} daerah penelitian

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa bagian utara daerah penelitian memiliki nilai V_{S30} yang lebih rendah dibandingkan bagian selatan. T2, T3, T4, T11, dan T12 merupakan daerah dengan nilai V_{S30} yang paling rendah dari keseluruhan daerah penelitian. Jika terjadi guncangan yang diakibatkan oleh gempa bumi maupun aktivitas lainnya, maka daerah-daerah tersebut berpotensi mengalami kerusakan yang lebih besar dibandingkan daerah lainnya.

3.4 Kondisi Topografi

Tanah longsor sering terjadi pada daerah pegunungan dan perbukitan. Unsur topografi yang sangat berpengaruh terhadap bencana tanah longsor adalah kemiringan lereng. Semakin curam suatu lereng maka semakin besar potensi daerah tersebut mengalami tanah longsor (Kurniawan *et al.*, 2018). Peta topografi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Peta topografi daerah penelitian

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa daerah penelitian terdiri dari dataran rendah dan dataran tinggi. Semakin merah warna pada peta menunjukkan semakin tinggi daerah tersebut. Daerah di sekitar titik T6, T7, T8, T9, T20, T24, dan T26 merupakan daerah yang terletak di dataran tinggi, artinya daerah disekitar titik-titik tersebut lebih berpotensi mengalami tanah longsor dibandingkan daerah-daerah lainnya.

3.5 Kondisi Geologi

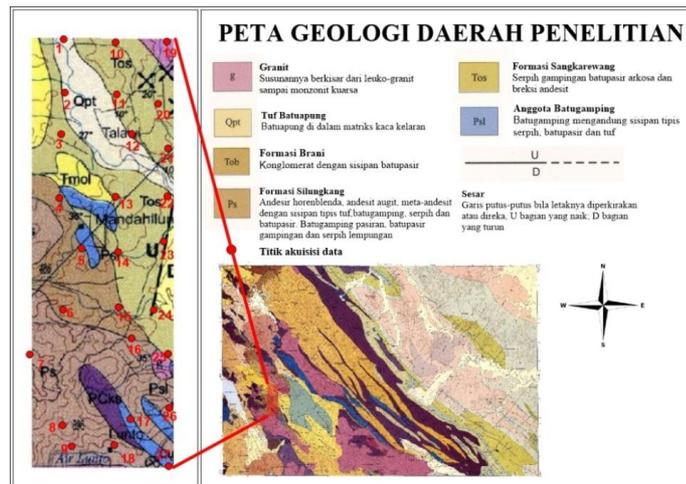
Keberadaan struktur geologi juga dapat mempengaruhi potensi terjadinya pergerakan tanah. Air yang masuk melalui rekahan yang terbentuk akibat struktur geologi dapat mempercepat proses pelapukan batuan. Rekahan tersebut juga dapat mengurangi daya ikat batuan yang menyebabkan berkurangnya tingkat resistensi pada batuan. Semakin dekat dengan zona struktur geologi maka tingkat kerawanan longsor akan semakin tinggi (Sunan and Gibran, 2019). Peta Geologi Daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa di daerah sekitar T22, T23 dan T24 terdapat struktur geologi berupa sesar. Keberadaan sesar ditandai dengan adanya garis hitam tebal putus-putus pada peta. Adanya sesar di sekitar T22, T23, dan T24 menunjukkan bahwa daerah di sekitar titik-titik tersebut lebih berpotensi mengalami tanah longsor dibandingkan daerah lainnya.

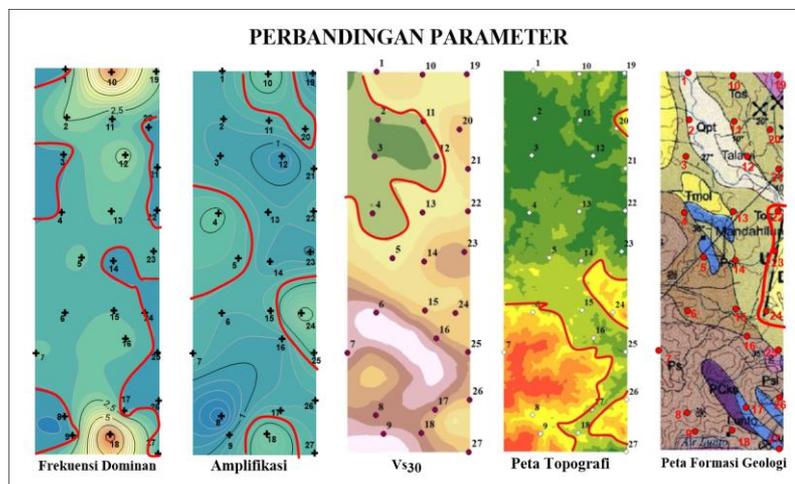
3.6 Potensi Tanah Longsor di Kota Sawahlunto

Berdasarkan analisis frekuensi dominan, amplifikasi, V_{S30} , topografi, dan formasi geologi, daerah yang berpotensi tinggi mengalami tanah longsor memenuhi 4-5 parameter, daerah yang berpotensi sedang memenuhi 2-3 parameter, sedangkan daerah yang berpotensi rendah hanya memenuhi satu parameter atau tidak sama sekali. Perbandingan parameter potensi tanah longsor dapat dilihat pada Gambar 6. Daerah yang dilingkari oleh warna merah pada peta menunjukkan bahwa daerah tersebut berpotensi mengalami tanah longsor.

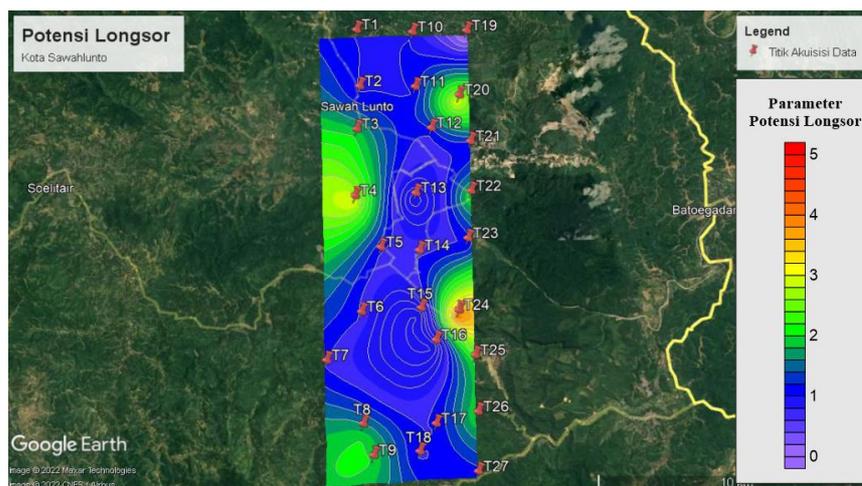
Dari Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa daerah yang berpotensi tinggi mengalami tanah longsor adalah daerah di sekitar T24 karena daerah tersebut memenuhi empat dari lima parameter yang ada, dan dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa T24 terletak di atas Formasi Sangkarewang yang tersusun atas serpih gampingan batupasir arkosa dan breksi andesit. Persebaran potensi longsor dapat dilihat pada Gambar 7. Warna yang semakin jingga pada peta menunjukkan semakin tinggi potensi longsor di daerah tersebut. Daerah yang berpotensi tinggi mengalami tanah longsor terletak di Kelurahan Durian I, Kecamatan Barangin, Kota Sawahlunto.



Gambar 5 Peta geologi daerah penelitian (Pusat Survey Geologi, 2007)



Gambar 6 Perbandingan parameter potensi tanah longsor daerah penelitian



Gambar 7 Sebaran potensi longsor daerah penelitian

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan bahwa daerah yang berpotensi tinggi mengalami tanah longsor adalah daerah di sekitar T24. T24 terletak di Kelurahan Durian I, Kecamatan Barangin, Kota Sawahlunto dengan nilai frekuensi dominan 0,9182 Hz, amplifikasi 2,1598, V_{S30} 522,0777 m/s – 568,8488 m/s, dan terletak di atas batuan yang tersusun atas serpih gampingan batupasir arkosa dan breksi andesit.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Sawahlunto. (2021), “Banyaknya Kejadian Bencana Alam di Kota Sawahlunto 2018-2021”, www.sawahluntokota.bps.go.id, available at: <https://sawahluntokota.bps.go.id/indicator/152/120/1/banyaknya-kejadian-bencana-alam-di-kota-sawahlunto.html>.
- Fitri, D.A., Octova, A. and Anaperta, Y.M. (2018), “Pemetaan Zonasi Indeks Kerentanan Seismik pada Daerah Pasca Tambang di PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Unit Penambangan Ombilin, Sawahlunto”, *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 3 No. 2.
- Gosar, A. (2007), “Microtremor HVSR Study for Assessing Site Effects in The Bovec Basin (Nw Slovenia) Related To 1998 Mw5.6 And 2004 Mw5.2 Earthquakes”, *Engineering Geology*, Vol. 91 No. 2–4, pp. 178–193.
- Kumar, S., Singh, P., Sushil, R., Singh, P. and Tiwari, A. (2021), “Microtremor Measurement to Evaluate Site Characteristics by Horizontal to Vertical Spectral Ratio Technique In Sikkim, Northeast Himalayas, India”, *Quaternary International*, Vol. 585 No. November 2020, pp. 134–142.
- Kurniawan, Y., Miswar, D. and Nugraheni, I. (2018), “Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat Tahun 2017”, *Jurnal Penelitian Geografi*, Vol. 6 No. 3.
- McPherson, A. and Hall, L. (2013), “Site Classification for Earthquake Hazard and Risk Assessment In Australia”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 103 No. 2 A, pp. 1085–1102.
- Nakamura, Y. (2000), “Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura ’ S””, *The 12nd World Conference on Earthquake Engineering*.
- Natasya, I.D., Puspa, M., Elona, L., Gatra, G. and Refrizon, P. (2022), “Upaya Mitigasi Bencana Longsor Jalan Lintas Bengkulu-Kepahiang Berdasarkan Kecepatan Gelombang Geser (Vs)”, *Newton-Maxwell Journal of Physics*, Vol. 3 No. 1, pp. 33–37.
- Park, C.B., Miller, R.D. and Xia, J. (1999), “Multichannel Analysis of Surface Waves”, *Geophysics*, Vol. 64 No. 3, pp. 800–808.
- Pertiwi, G.D.A.G.P. (2018), *Identifikasi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Metode Mikrotremor di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Prasisila, M. and Hadi, A.I. (2021), “Klasifikasi Kelas Situs Tanah dengan Nilai V_{S30} Di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu Menggunakan Metode Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW)”, *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, Vol. 7 No. 0, pp. 277–282.
- Pusat Survey Geologi. (2007), “Peta Geologi Lembar Solok, Sumatera”, www.geologi.esdm.go.id, available at: <https://geologi.esdm.go.id/geomap/pages/preview/peta-geologi-lembar-solok-sumatera> (accessed 14 July 2022).
- Sitorus, N.M.H., Purwanto, M.S. and Utama, W. (2017), “Estimasi Ketebalan Lapisan Sedimen dan Amplifikasi Desa Olak Alen Blitar Menggunakan Metode Mikrotremor HVSR”, *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, available at: <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.27344>.
- Sunan, H.L. and Gibran, A.K. (2019), “Analisis Jenis Struktur Geologi Implikasinya Terhadap Bencana Longsor Daerah Kandangserang Kecamatan Kandangserang Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah”, *Pengembangan Sumber Daya Perdesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX*, Vol. 4, pp. 75–81.
- Susilanto, P., Ngadmanto, D., Sunardi, B. and Rohadi, S. (2019), “Analisis Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gempabumi di Kulonprogo, DIY”, *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, Vol. 10 No. 2, pp. 41–50.
- Syahputri, A. and Sismanto, S. (2020), “Identifikasi Potensi Tanah Longsor Menggunakan Metode Mikrotremor Di Dusun Tegalsari Desa Ngargosari Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo”, *Jurnal Fisika Indonesia*, Vol. 24 No. 2, pp. 66–71.