Jurnal Fisika Unand (JFU)
Vol. 13, No. 4, Juli 2024, hal.511 – 517
ISSN: 2302-8491 (Print); 2686-2433 (Online)
https://doi.org/10.25077/jfu.13.4.511 – 517.2024

Open Access

Indeks Kerentanan Seismik Daerah Perbukitan dan Pemukiman di Bukit Nobita Kota Padang Menggunakan Data Mikrotremor

Fani Anjelina, Ahmad Fauzi Pohan*
Laboratorium Fisika Bumi, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:
Diajukan: 09 Januari 2024
Direvisi: 29 Februari 2024
Diterima: 29 Mei 2024

Kata kunci:
Frekuensi dominan
Amplifikasi
Indeks kerentanan seismik
HVSR

ABSTRAK

Penelitian mengenai indeks kerentanan seismik di bukit Nobita kota Padang telah dilakukan menggunakan metode mikrotremor. Penelitian dilakukan di dua daerah yaitu daerah perbukitan dan pemukiman warga disekitar bukit Nobita. Pengukuran dilakukan menggunakan geophone dengan tiga komponen yaitu komponen horizontal utara-selatan, komponen horizontal timur-barat dan komponen vertikal atas-bawah di 7 titik di daerah perbukitan dan 9 titik di daerah pemukiman warga dengan durasi perekaman selama 30 menit. Hasil pengukuran kemudian diolah dengan metode Horizontal to Vertical Spectral Rasio (HVSR) menggunakan software Geopsy dan dipetakan menggunakan Surfer 11. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah bukit Nobita maupun pemukiman di sekitar bukit tidak rentan terhadap seismik karena kedua daerah penelitian memiliki indeks kerentanan seismik berkategori kecil. Hal ini ditandai dengan nilai frekuensi dominan pada perbukitan berkisar dari 0,633 - 0,935 Hz, amplifikasi dari 0,905 - 1,306, dan indeks kerentanan seismik dari 1,234 - 2,622. Pada daerah pemukiman warga didapatkan nilai frekuensi dominan berkisar dari 0,645 - 2,983 Hz, amplifikasi dari 1,109 - 1,316, dan indeks kerentanan seismik dari 0,438-1,974, ini menandakan bahwa kedua penelitian aman bila terjadi gempa bumi.

Keywords:
seismic vulnerability index
dominant frequency
amplification
HVSR

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

Research on the seismic vulnerability index on Nobita Hill, Padang City uses the microtremor method. The study was conducted in two areas, namely hilly and residential areas around Nobita Hill. Measurements were carried out using a geophone with three components, a north-south horizontal component, an east-west horizontal component and an up-down vertical component at 7 points in hilly areas and 9 points in residential areas with a recording duration of 30 minutes. The measurement results were then processed using the Horizontal Vertical Spectral Ratio (HVSR) method using Geopsy software and mapped using Surfer 11. The research results show that the Nobita Hill area and the settlements around the hill are not vulnerable to seismicity because both research areas have a small category of seismic vulnerability index. This is characterized by dominant frequency values in the hills ranging from 0.633 - 0.935 Hz, amplification from 0.905 - 1.306, and seismic vulnerability index from 1.234 - 2.622. In residential areas, dominant frequency values were found ranging from 0.645 - 2.983 Hz, amplification from 1.109 - 1.316, and seismic vulnerability index from 0.438 - 1.974. This indicates that both studies are safe in the event of an earthquake.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Bukit Nobita merupakan salah satu bukit di Kota Padang yang terletak di kelurahan Kampung Jua XX, kecamatan Lubuk Begalung. Pada tahun 2019 bukit Nobita dibuka menjadi salah satu objek wisata yang menyajikan pemandangan Kota Padang dari ketinggian. Hal ini mengakibatkan adanya pembukaan lahan yang dialih fungsikan sebagai jalan dan lokasi objek wisata. Seiring berjalannya waktu terjadi banyak pengembangan di bukit Nobita yang akan sangat diperlukan banyak kajian pada kawasan ini untuk mengantisispasi berbagai bencana agar menjadi kawasan yang aman dan menarik untuk dijadikan tujuan wisata masyarakat.

Kajian-kajian terkait mitigasi bencana telah banyak dilakukan daerah perbukitan guna meminimalisir risiko bencana (Latue dkk., 2023; Wafa & Astuti, 2016; Yassar dkk., 2020). Terkhusus di bukit Nobita salah satu kajiannya yaitu menggunakan metode geofisika aktif yang dilakukan oleh Arif dkk., (2024) dengan menginvestigasi bidang gelincir tanah longsor di bukit Nobita. Hasil penelitian didapatkan bahwa longsor paling berpotensi pada bagian selatan bukit Nobita. Selain itu penelitian dengan metode geofisika pasif telah dilakukan Fadillah dan Budiman (2023) dengan mengidentifikasi pola redistribusi tanah sebagai pendugaan erosi di bukit Nobita, hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah tidak bervegetasi lebih berpotensi erosi dibandingkan dengan daerah bervegetasi. Namun penelitian mengenai indeks kerentanan seismik belum dilakukan pada daerah bukit Nobita tersebut, dimana penelitian ini dapat menggambarkan kerentanan suatu daerah terhadap getaran jika terjadi gempa.

Sejalan dengan hal di atas maka perlu dilakukan kajian mengenai indeks kerentanan seismik di bukit Nobita Kota Padang. Indeks kerentanan seismik merupakan tingkat kerentanan lapisan tanah permukaan terhadap deformasi saat terjadi getaran pada tanah. Indeks kerentanan seismik dapat di identifikasi menggunakan metode Mikrotremor. Nakamura, (1989) mengungkapkan bahwa metode mikrotremor banyak digunakan karena dapat menghasilkan data periode atau frekuensi resonansi utama untuk 2 lapisan tanah sedimen di atas batuan yang keras dengan perhitungan rasio spektral horizontal terhadap vertikal. Pengolahan data mikrotremor dapat diolah menggunakan beberapa metode, namun metode *Horizontal to Vertical Spectral Rasio* (HVSR) lebih banyak digunakan karena dapat menghilangkan efek sumber dan tidak tergantung pada ketersediaan batuan keras (Annisa & Pohan, 2023; Fauziah & Pohan, 2023). Metode ini didasarkan pada perbandingan antara amplitudo spektral komponen horizontal terhadap komponen vertikal (Kumar dkk., 2021). Dari metode HVSR selanjutnya akan didapatkan dua parameter fisis yaitu frekuensi dominan dan faktor amplifikasi, dimana kedua parameter tersebut akan digunakan untuk menghasilkan indeks kerentanan (*Kg*).

Beberapa kajian mengenai mikrotremor telah banyak dilakukan terkhususnya di Kota Padang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Saaduddin dkk., (2015) dan Lestari dkk., (2016) melakukan penelitian mengenai indeks kerentanan seismik Kota Padang. Hasil penelitian keduanya menunjukkan bahwa kota Padang terbagi menjadi 3 kategori indeks kerentanan seismik dan didapatkan bahwa wilayah Kuranji merupakan daerah dengan indeks kerentanan yang kecil, sedangkan Kecamatan Padang Barat memiliki nilai indeks kerentanan yang tinggi. Penelitian mengenai mikrozonasi seismik wilayah Kota Padang juga dilakukan oleh Tohari dan Wardhana, (2018) dan didapatkan beberapa zonasi kerentanan amplifikasi getaran disetiap kecamatan di Kota Padang sehingga diketahui bahwa Lubuk Begalung memiliki zonasi kerentanan amplifikasi rendah

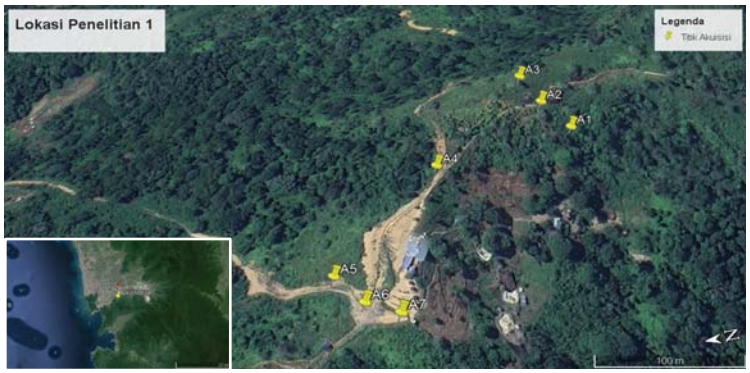
Merujuk dari penelitian-penelitian tersebut dan belum adanya penelitian mengenai indeks kerentan seismik di bukit Nobita Kota Padang, maka penelitian dilakukan agar dapat dilihat apakah objek wisata tersebut aman untuk pengunjung dan masyarakat setempat. Penelitian dilakukan dengan melihat nilai frekuensi dominan, faktor amplifikasi dan indeks kerentanan pada daerah perbukitan dengan daerah pemukiman warga di kelurahan Kampung Jua XX.

II. METODE

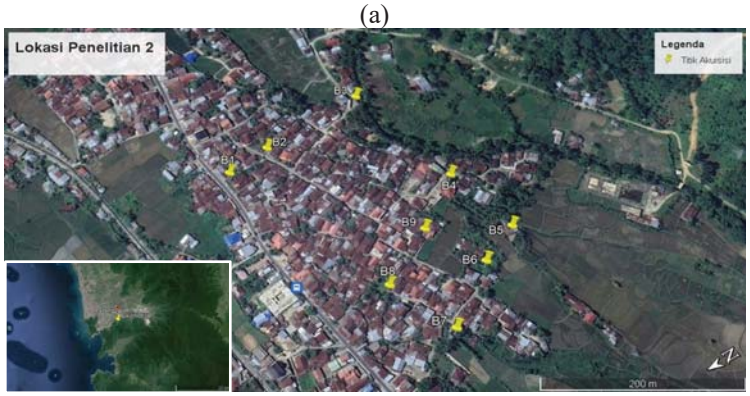
2.1 Pengambilan Data

Penelitian dilakukan secara langsung di bukit Nobita, Kota Padang. Teknik penelitian meliputi studi literatur, survei lokasi penelitian dan penentuan titik pengambilan data, pengambilan data, pengolahan data dan analisa hasil. Pengambilan data mikrotremor dilakukan di 16 titik, dimana pada perbukitan diambil 7 titik (A1 sampai A7) sedangkan pada pemukiman terdapat 9 titik (B1 sampai B9).

Pengambilan data dilakukan menggunakan *geophone* dengan tiga komponen yaitu komponen horizontal utara-selatan, komponen horizontal timur-barat dan komponen bertikal atas-bawah dengan durasi pengukuran selama 30 menit pada masing – masing titik akuisisi. Gambar 1(a) menunjukkan lokasi penelitian pada daerah bukit Nobita dan Gambar 1(b) menunjukkan lokasi penelitian pada daerah pemukiman.



(a)



(b)

Gambar 1 (a) Lokasi penelitian 1 di perbukitan (b) Lokasi penelitian 2 di pemukiman

2.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode HVSR, dimana pada metode ini dilakukan transformasi Fourier untuk mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi dengan menggunakan Persamaan 1.

$$F(f) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j2\pi ft} dt \qquad (1)$$

dengan F(f) adalah fungsi dalam domain frekuensi, F(t) adalah fungsi dalam domain waktu, f adalah frekuensi (Hz), t adalah waktu dan j merupakan bilangan imajiner (Brigham, 1988).

Dari Pengolahan data menggunakan metode HVSR didapatkan nilai frekuensi dominan dan amplifikasi, dimana kedua parameter tersebut nantinya akan menghasilkan nilai indeks kerentanan seismik yang dihitung dengan Persamaan 2.

$$Kg = \frac{{A_0}^2}{f_0} \qquad (2)$$

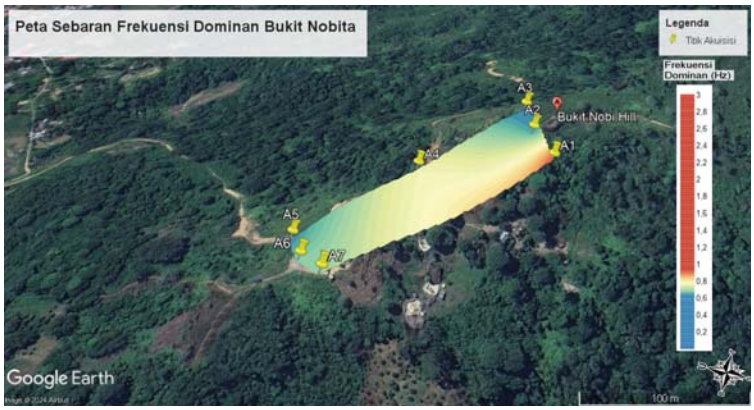
dengan Kg merupakan indeks kerentanan seismik, A_0 merupakan amplifikasi dan f_0 merupakan frekuensi dominan (Fäh et dkk., 2001).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Frekuensi Dominan

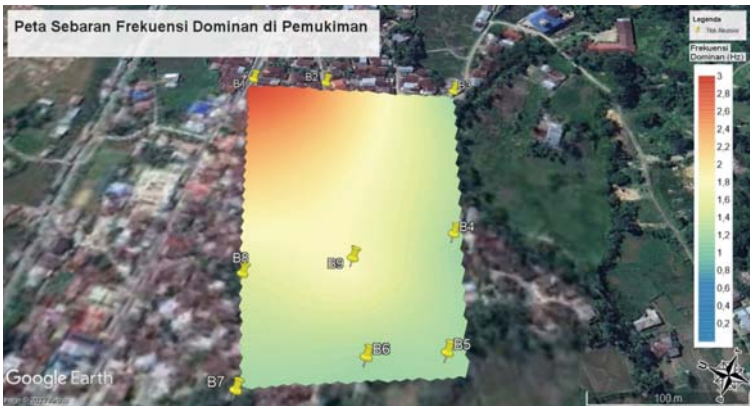
Hasil penelitian didapatkan nilai frekuensi dominan daerah perbukitan berkisar antara 0,633 - 0,935 Hz dengan frekuensi tertinggi berada pada titik akuisisi A1 seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Jika dibandingkan dengan tabel klarifkasi tanah menurut Kanai (1983) dapat dilihat bahwa bahwa daerah penelitian berada pada tanah jenis IV. Tanah jenis IV merupakan tanah yang terdiri dari batuan delta, *top soil,* lumpur dan lainnya dengan kedalaman 30 meter atau lebih. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa sebaran frekuensi dominan pada daerah perbukitan didominasi oleh warna biru hingga kuning muda, hal ini menandakan nilai frekuensi dominan pada beberapa titik akuisisi memiliki nilai frekuensi dominan bernilai kecil. Daerah dengan nilai frekuensi dominan rendah menunjukkan bahwa daerah tersebut mempunyai ketebalan sedimen yang tebal, begitupun sebaliknya (Syahputri & Sismanto, 2020).



Gambar 2 Peta sebaran nilai frekuensi dominan di bukit Nobita

Pada Gambar 3 dapat dilihat sebaran nilai frekuensi dominan yang cukup beragam pada daerah pemukiman. Pada daerah pemukiman nilai frekuensi dominan berkisar antara 0,645 - 2,983 Hz dengan frekuensi tertinggi berada pada titik akuisisi B1, dimana pada daerah ini didominasi oleh tanah jenis IV dan III. Tanah jenis III merupakan tanah yang terdiri dari batuan alluvial dengan ketebalan lebih dari 5 meter yang terdiri dari pasir berkerikil, lempung keras berpasir, tanah liat dan lainnya dengan ketebalan sekitar 10 – 30 meter (Kanai, 1983). Nilai frekuensi dominan yang didapatkan semakin mengecil ke arah barat penelitian dimana frekuensi tertinggi terletak pada titik akuisisi B1 dan B2 dengan nilai frekuensi dominan 2,983 Hz dan 2,636 Hz sedangkan frekuensi terendah terletak pada titik akuisisi B7 dengan nilai frekuensi dominan sebesar 0,645 Hz yang terletak pada perkebunan warga dan akses jalan masuk ke pemukiman.



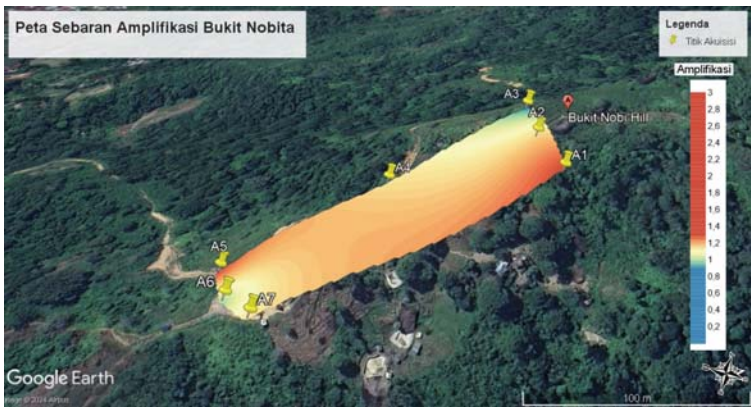
Gambar 3 Peta sebaran nilai frekuensi dominan di Pemukiman

Hasil nilai frekuensi dominan yang didapatkan dari kedua daerah penelitian menunjukkan bahwa kedua daerah memiliki nilai frekuensi dominan yang rendah. Jika dilihat dari nilai frekuensi dominan saja maka dapat diketahui bahwa daerah bukit Nobita maupun pemukiman warga rentan terhadap seismik. Semakin rendah frekuensi dominan maka semakin rentan daerah tersebut terhadap seismik (Fäh dkk., 2001).

3.2 Amplifikasi

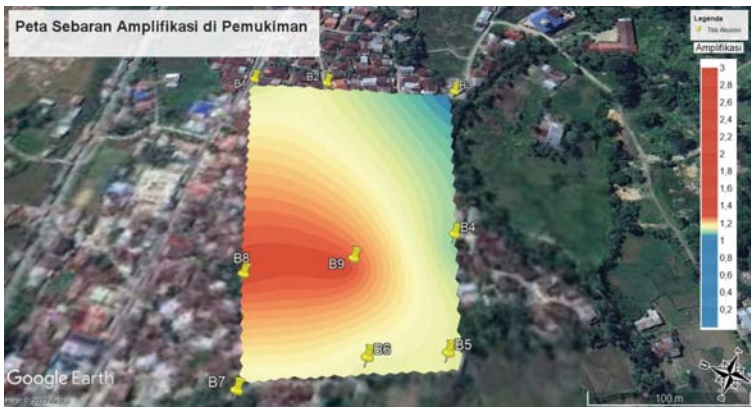
Nilai amplifikasi dapat menggambarkan apakah suatu daerah rentan terhadap seismik. Hasil penelitian didapatkan nilai amplifikasi pada daerah perbukitan berkisar antara 0,905 – 1,307 sedangkan pada daerah pemukiman nilai amplifikasi berkisar antara 1,063 – 1,289. Dari nilai amplifikasi yang

didapatkan menandakan bahwa daerah bukit Nobita maupun pemukiman memiliki nilai amplifikasi yang rendah yaitu kecil dari 3 (Ratdomopurbo dkk., 2008). Ini dikarenakan daerah Lubuk Begalung terletak diwilayah perbukitan yang tersusun atas lapisan material vulkanik yang memiliki nilai amplifikasi rendah (kecil dari 4,0) (Tohari dan Wardhana, 2018).



Gambar 4 Peta sebaran amplifikasi di bukit Nobita

Gambar 4 menggambarkan sebaran amplifikasi pada daerah bukit Nobita, dimana persebaran amplifikasi didominasi dengan warna jingga dengan nilai amplifikasi 1,074 – 1,168. Pada pemukiman nilai amplifikasinya didominasi rentang nilai 1,142 – 1,175 yang diwakilkan dengan warna kuning seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan nilai amplifikasi terendah terletak pada titik B3 yang berada di selatan daerah penelitian dengan nilai 1,063. Namun pada daerah pemukiman nilai amplifikasi semakin tinggi kearah tengah pemukiman yaitu pada titik B8 dan B9 yang ditandai dengan warna merah.



Gambar 5 Peta sebaran amplifikasi di Pemukiman

Nilai amplifikasi pada kedua daerah penelitian memiliki nilai yang hampir sama karena daerah penelitian memiliki formasi geologi yang sama. Semakin tinggi nilai amplifikasi yang diperoleh maka semakin rentan daerah tersebut terhadap getaran (Irham dkk., 2021). Hal ini disebabkan oleh sedimen lunak yang memperlambat durasi gelombang yang merambat di kawasan tersebut sehingga mengakibatkan guncangan pada bangunan di sekitarnya, begitupun sebaliknya (Asri dkk., 2018).

3.3 Indeks Kerentanan Seismik

Indeks kerentanan seismik menyatakan kemampuan lapisan permukaan tanah menahan deformasi. Nilai indeks kerentanan dipengaruhi oleh Amplifikasi dan Frekuensi dominan. Nilai indeks kerentanan seismik di bukit Nobita berkisar antara 1,237 – 2,622, sedangkan pada daerah pemukiman nilai indeks kerentanan berkisar antara 0,437 – 1,974.



Gambar 6 Peta sebaran indeks kerentanan seismik di bukit Nobita

Persebaran nilai indeks kerentanan seismik pada bukit Nobita dapat dilihat pada Gambar 6, dimana indeks kerentanan tertinggi terletak pada titik akuisisi A5 yang ditandai dengan warna jingga tua dan berada di daerah bawah penelitian. Pada daerah bukit Nobita persebaran nilai indeks kerentanan seismik lebih merata dikarenakan nilai yang didapatkan hampir sama dan ditandai dengan semua daerah penelitian berwarna jingga hingga jingga tua. Pada pemukiman nilai indeks kerentanan lebih kecil dibandingkan dengan di perbukitan. Terlihat dari Gambar 7 pada titik B1 dan B2 memiliki nilai indeks kerentanan yang kecil yang ditandai dengan warna biru muda.



Gambar 7 Peta sebaran indeks kerentanan seismik di Pemukiman

Namun nilai indeks kerentanan seismik pada kedua daerah penelitian menunjukkan nilai indeks kerentanan seismik yang kecil, salah satu faktor yang menyebabkan tingginya indeks kerentanan seismik suatu daerah yaitu apabila nilai frekuensi dominan yang didapatkan bernilai rendah dan nilai amplifikasinya tinggi. Pada penelitian ini, pada kedua daerah penelitian didapatkan nilai frekuensi dominan yang cukup rendah, namun nilai amplifikasinya juga rendah, sehingga nilai indeks kerentanan seismik dari kedua daerah penelitian menghasilkan nilai kg yang rendah yaitu berkisar antara 0,437 - 2,622. Hal ini menandakan kedua daerah penelitian termasuk kedalam indeks kerentanan seismik berkategori kecil dengan nilai indeks kerentanan seismik lebih kecil dari 3 (< 3) (Refrizon dkk., 2013).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kedua daerah penelitian tidak rentan terhadap seismik dan dalam keadaan aman jika terjadi gempa. Hal ini dikarenakan nilai indeks kerentanan seismik dari kedua daerah penelitian tergolong kedalam kategori kecil yaitu kecil dari 3 (< 3). Nilai indeks kerentanan seismik pada bukit Nobita berkisar antara 1,234 – 2,622 sedangkan pada pemukiman penduduk nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara 0,437 – 1,974.

DAFTAR PUSTAKA

Annisa, N., and Pohan, A. F., 2023, Evaluasi Kondisi Jembatan Kuranji dengan Metode Horizontal To Vertical Spectral Ratio dan Pergerakan Partikel, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 12, No. 3, hal. 381–387.

Arif, M., Pujiastuti, D., and Pohan, A. F., 2024, Pemodelan 3D Bidang Gelincir Tanah Longsor Menggunakan Metode Geolistrik di Bukit Nobita Padang, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 13, No. 1, hal. 15–21.

Asri, W., Suharno, S., and Rustadi, R., 2018, Pemetaan mikrozonasi daerah rawan gempabumi menggunakan metode hvsr daerah painan sumatera barat, *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, Vol. 4, No. 1, hal. 31–45.

Brigham, E. O., 1988, *The fast Fourier transform and its applications* Prentice-Hall, Inc.

Fadillah, A., and Budiman, A., 2023, Identifikasi Pola Redistribusi Tanah Untuk Pendugaan Erosi Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik di Daerah Bukit Nobita Kota Padang, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 12, No. 4, hal. 639–645.

Fäh, D., Kind, F., and Giardini, D., 2001, A theoretical investigation of average H/V ratios, *Geophysical Journal International*, Vol. 145, No. 2, hal. 535–549.

Fauziah, L., and Pohan, A. F., 2023, Identifikasi Potensi Longsor di Kota Sawahlunto dengan Menggunakan Parameter Frekuensi Dominan, Amplifikasi, dan Kecepatan Gelombang Geser, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 12, No. 3, hal. 342–348.

Irham, M. N., Zainuri, M., Yuliyanto, G., and Wirasatriya, A., 2021, Measurement of ground response of Semarang coastal region risk of earthquakes by Horizontal To Vertical Spectral Ratio (HVSR) microtremor method, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1943, No. 1, hal. 12033.

Kanai, K., 1983, *Engineering Seimology* University Of Tokyo.

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, hal. 134–142.

Latue, P. C., Sihasale, D. A., and Rakuasa, H., 2023, Pemetaan Daerah Potensi Longsor di Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah, Menggunakan Metode Slope Morphology (SMORPH), *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, Vol. 2, No. 3, hal. 486–495.

Lestari, F. P., Pujiastuti, D., and Arifin, H., 2016, Analisis Indeks Kerentanan Tanah di Wilayah Kota Padang (Studi Kasus Kecamatan Padang Barat dan Kuranji), *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 5, No. 1, hal. 42–46.

Nakamura, Y., 1989, A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, *Railway Technical Research Institute Quarterly Reports*, Vol. 30, No. 1.

Ratdomopurbo, A., Subandriyo, S. Y., and Suharna, 2008, Pedoman Pemetaan Mikrozonasi, *Badan Geologi Dapertemen Energi Dan Sumberdaya Mineral*.

Refrizon, R., Hadi, A. I., Lestari, K., and Oktari, T., 2013, Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu, *Prosiding SEMIRATA 2013*, Vol. 1, No. 1.

Saaduddin, Sismanto, and Marjiyono, 2015, Pemetaan Indeks Kerentanan Seismik Kota Padang Sumatera Barat dan Korelasinya Dengan Titik Kerusakan Gempabumi 30 September 2009, *Seminar Nasional Kebumian Ke-8, Universitas Gajah Mada*.

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, hal. 66–71.

Tohari, A., and Wardhana, D. D., 2018, a Mikrozonasi seismik wilayah Kota Padang berdasarkan pengukuran mikrotremor, *RISET Geologi Dan Pertambangan*, Vol. 28, No. 2, hal. 205–220.

Tohari, A., and Wardhana, D. D., 2018, b Seismic Microzonation of Padang City Based On Microtremor Measurements, *Riset Geologi Dan Pertambangan*, Vol. 28, No. 2, hal. 205–220.

Wafa, A., and Astuti, E. S., 2016, Pemetaan Daerah Rawan Longsor Berbasis GIS di Kota Batu, *Jurnal Informatika Polinema*, Vol. 2, No. 4, hal. 144.

Yassar, M. F., Nurul, M., Nadhifah, N., Sekarsari, N. F., Dewi, R., Buana, R., Fernandez, S. N., and Rahmadhita, K. A., 2020, Penerapan Weighted Overlay Pada Pemetaan Tingkat Probabilitas Zona Rawan Longsor di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat, *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, Vol. 1, No. 1, hal. 1–10.