

Identifikasi Potensi Pergerakan Tanah Pada Lereng Yang Dipicu Gempabumi Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor

Urip Nurwijayanto Prabowo^{1*}, Ayu Fitri Amalia¹, F. Edwin Wiranata²

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
Jalan Kusumanegara No.157, Yogyakarta 55167, Indonesia

² Mahasiswa Prodi Ilmu Fisika, FMIPA Universitas Gadjah Mada
Sekip Utara, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

* Corresponding author. E-mail: urip.nurwijayanto@gmail.com (Urip Nurwijayanto P),

ABSTRAK

Tanah longsor merupakan bencana yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain kondisi lapisan sedimen permukaan yang lunak, adanya getaran dan kondisi topografi (kemiringan lereng). Pada penelitian ini potensi gerakan tanah pada lereng yang dipicu gempabumi diidentifikasi menggunakan pendekatan nilai *ground shear strain* dan pergerakan partikel yang diperoleh dari hasil analisis mikrotremor. Lokasi penelitian berada di Samigaluh, Kulon Progo yang merupakan daerah yang memiliki kerawanan tinggi mengalami tanah longsor. Data pengukuran mikrotremor sebanyak 15 titik diolah menggunakan software Geopsy. Hasil nilai *ground shear strain* bernilai antara 0,00045 – 0,00167 sehingga daerah penelitian rawan mengalami tanah longsor dengan potensi pergerakan tanah pada arah timur laut-barat daya.

Kata Kunci : Mikrotremor; Tanah Longsor; *Ground shear strain*; *particel motion*

ABSTRACT

The landslide is a disaster which is caused by some factors such as the condition of soft sediment layers, the tremor, and the topography (slope). In this research, the potential of ground movement of the slope triggered by earthquake was identified by using the approach of ground shear strain value and the particle motion analysis which was obtained from the analysis results of microtremor. The location of the research was in Samiguluh, Kulon Progo. It is the area that has high insecurity to landslide. The measurement of microtremor was in 15 points which were processed by using Geopsy software. The result of ground shear strain was about 0,00045 – 0,00167, so that the area of the research had landslide with the potential of ground movement in northeast-southwest.

Keywords : Microtremor; Landslide ; Ground shear strain; partikel motion

1. Pendahuluan

Tanah longsor yang terjadi pada suatu lereng merupakan proses dalam pencapaian keseimbangan baru untuk mencapai keadaan yang stabil akibat adanya gangguan terhadap pada lereng (Zakaria, 2010). Salah satu gangguan terhadap kesetimbangan lereng adalah gempa bumi yang memicu gerakan massa tanah/batuan sehingga mengubah kondisi lereng yang rentan/siap bergerak menjadi

kondisi kritis kemudian akhirnya bergerak (Karnawati, 2007).

Investigasi zona lemah yang berpotensi mengalami gerakan tanah yang dipicu gempa bumi pada lereng dapat dilakukan menggunakan pengukuran mikrotremor. Mikrotremor merupakan getaran konstan pada permukaan bumi (selain gempa bumi) yang disebabkan oleh sumber buatan atau fenomena alami seperti angin, ombak, lalu lintas, aktifitas pabrik dll (Thein, dkk., 2013).

Pengukuran mikrotremor merupakan metode yang efektif dalam penentuan kondisi geologi lokal lapisan tanah pada lereng (Warnana, dkk., 2011). Aplikasi mikrotremor pada penentuan potensi pergerakan tanah lereng pernah dilakukan berdasarkan nilai frekuensi (Meric, dkk., 2007), indeks kerentanan seismik (Soemitro, dkk., 2011), dan nilai *ground shear strain* (Yulianto, dkk., 2016). Selain itu, mikrotremor dapat digunakan untuk daerah rawan kerusakan gempabumi (Prabowo, 2017), rekahan tanah (Prabowo, dkk., 2016), ketebalan lapisan sedimen permukaan (Marjiyono dkk, 2014), kerentanan seismik bangunan (Sungkono dkk., 2011), dan pergerakan jembatan akibat gempabumi berdasarkan analisis pergerakan partikel (Brahmantyo, dkk., 2015)

Berdasarkan data, Desa Ngargosari, Samigaluh Kulonprogo, D.I. Yogyakarta merupakan daerah rawan tanah longsor. Hal ini dikarenakan topografi yang berupa perbukitan dan mengalami intensitas gempabumi tinggi yang dapat memicu tanah longsor. Daerah ini berada di bagian selatan pulau Jawa dan dekat dengan pertemuan antara lempeng

tektonik Eurasia dengan lempeng Hindia-Australia yang memiliki aktifitas kegempaan yang tinggi. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa daerah kulonprogo memiliki intensitas gempabumi sebesar 6 MMI (Brotopuspito, dkk., 2006) dan percepatan getaran tanah (PGA) di batuan dasar antara 0,2 – 0,3g (Asrurifak, dkk, 2010).

Penelitian ini mengkaji potensi pergerakan tanah longsor yang dipicu oleh gempabumi di Desa Ngargosari, Samigaluh Kulonprogo, D.I. Yogyakarta berdasarkan nilai *ground shear strain* dan analisis pergerakan partikel hasil analisis mikrotremor. nilai *ground shear strain* (γ) menggambarkan kondisi dinamika tanah saat mengalami gempabumi. Analisis pergerakan partikel yang menggambarkan arah pergerakan tanah yang dipicu oleh gempabumi.

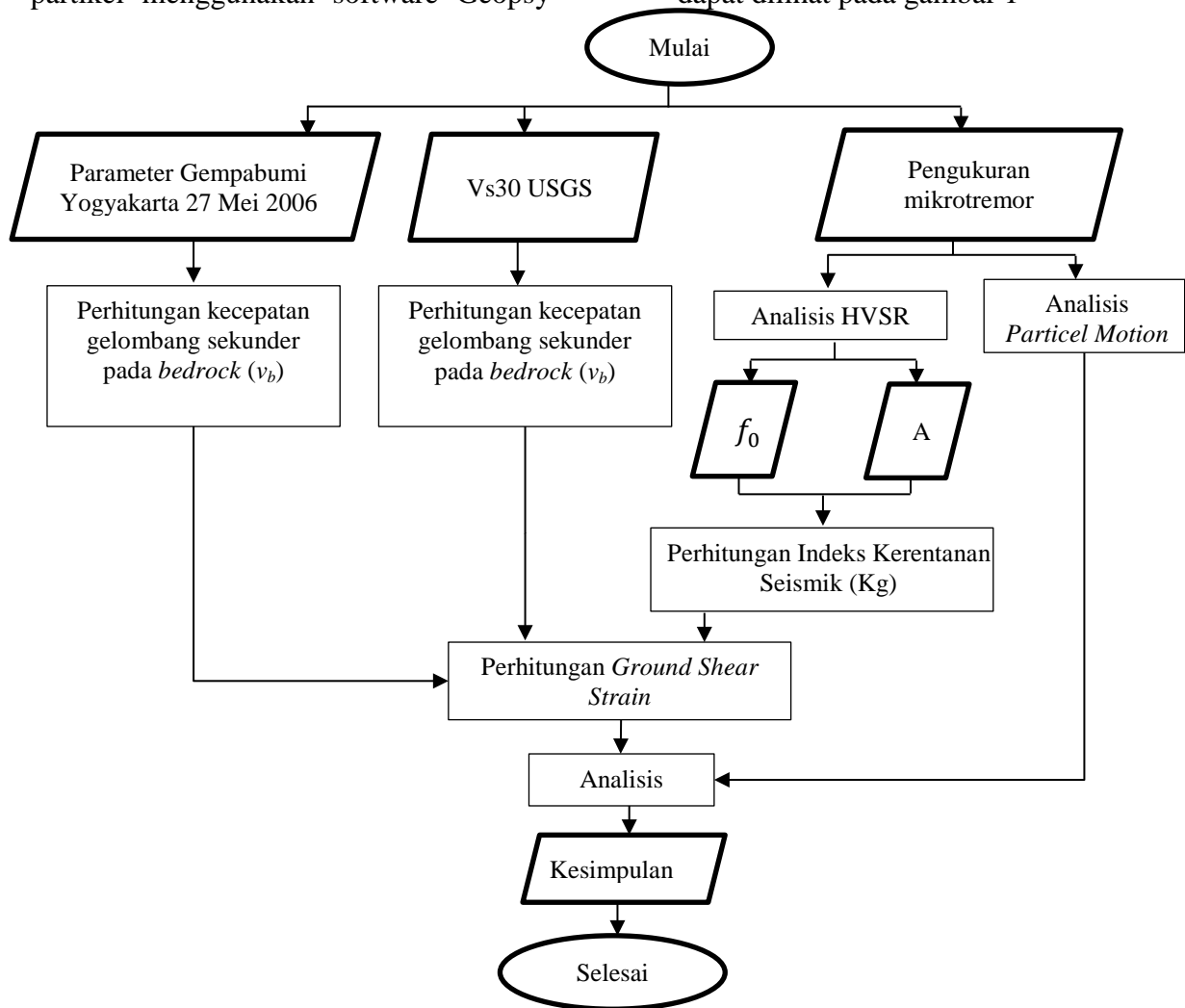
2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan melakukan pengukuran mikrotremor 3 komponen (vertikal, utara-selatan, dan barat timur) dilakukan pada daerah lereng dari bukit sebanyak 15 titik

dengan durasi 45 menit pada setiap titik dan sampling rate 100Hz. Pengukuran dilakukan pada kondisi tenang dengan menghindari adanya noise dari aktivitas manusia dan gangguan lainnya.

Hasil pengukuran mikrotremor selanjutnya diolah berdasarkan metode HVSR (Nakamura, 1989) dan analisis partikel menggunakan software Geopsy

dengan mengikuti kriteria dari Sesame Project (2004). Nilai *ground shear strain* yang menggambarkan kondisi dinamika tanah (Nakamura, 1997), dihitung berdasarkan hasil pengolahan HVSR dan percepatan getaran tanah maksimum di batuan dasar (Fukushima dan Tanaka, 1990). Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1



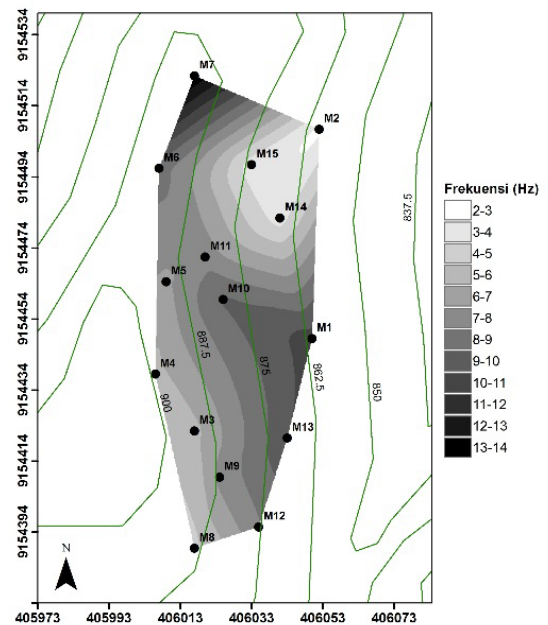
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis HVSR

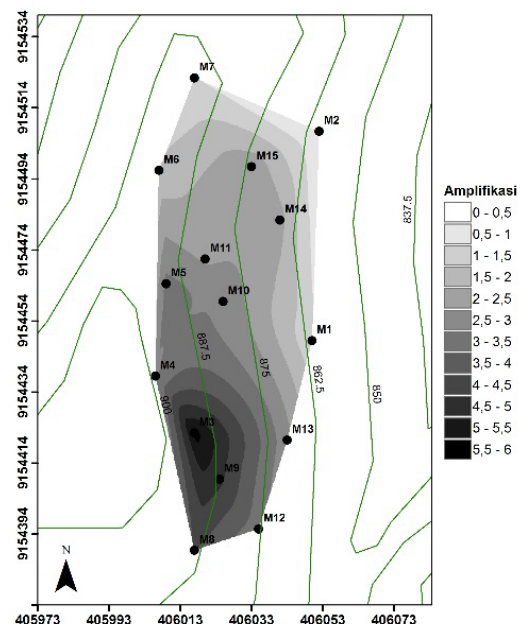
Hasil analisis HVSR adalah nilai puncak kurva HVSR yang menggambarkan nilai amplifikasi dan nilai frekuensi dominan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Sebaran nilai frekuensi dominan ditunjukkan pada Gambar 2.

Menurut Marjiono, dkk (2014), nilai frekuensi dominan berbanding terbalik dengan ketebalan sedimen/tanah. Menurut Meric dkk (2007) nilai frekuensi dominan hasil kurva HVSR berasosiasi dengan batas antara lapisan tak stabil dan lapisan stabil yang menjadi bidang gelincir longsoran/bedrock. Pada Gambar 2, nilai frekuensi yang rendah pada titik M2, M14 dan M15 menunjukkan pada titik tersebut memiliki lapisan tanah yang paling tebal



Gambar 2. Peta sebaran nilai frekuensi dominan

Peta sebaran nilai amplifikasi ditunjukkan pada Gambar 3.



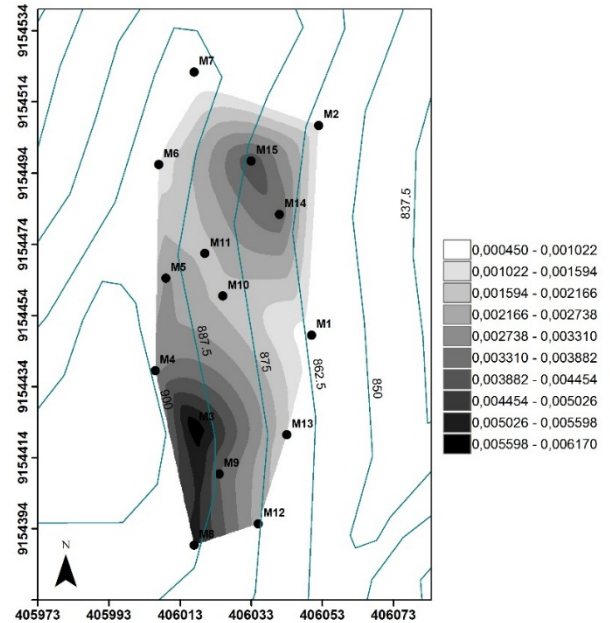
Gambar 3. Peta sebaran nilai amplifikasi

Pada Gambar 3, nilai amplifikasi tinggi berada di titik M3 dan M9. Menurut Soemitro dkk (2011) nilai amplifikasi lebih dominan dipengaruhi oleh kondisi geologi lokal. Amplifikasi merupakan nilai perbesaran gelombang gempabumi pada tanah permukaan disebabkan kontras impedansi antara lapisan tanah dan lapisan *bedrock* (Nakamura, 2000)

Ground Shear Strain (γ)

Pada perhitungan nilai *ground shear strain*, nilai PGA batuan dasar yang digunakan merupakan nilai PGA dari gempabumi Yogyakarta tanggal 27 Mei 2006 dengan magnitudo 6,3 Mw. Hasil

perhitungan *ground shear strain* ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 4.



Gambar 4. Peta sebaran nilai *ground shear strain*

Tabel 1. Hasil analisis HVSR, perhitungan PGA dan *Ground Shear Strain*

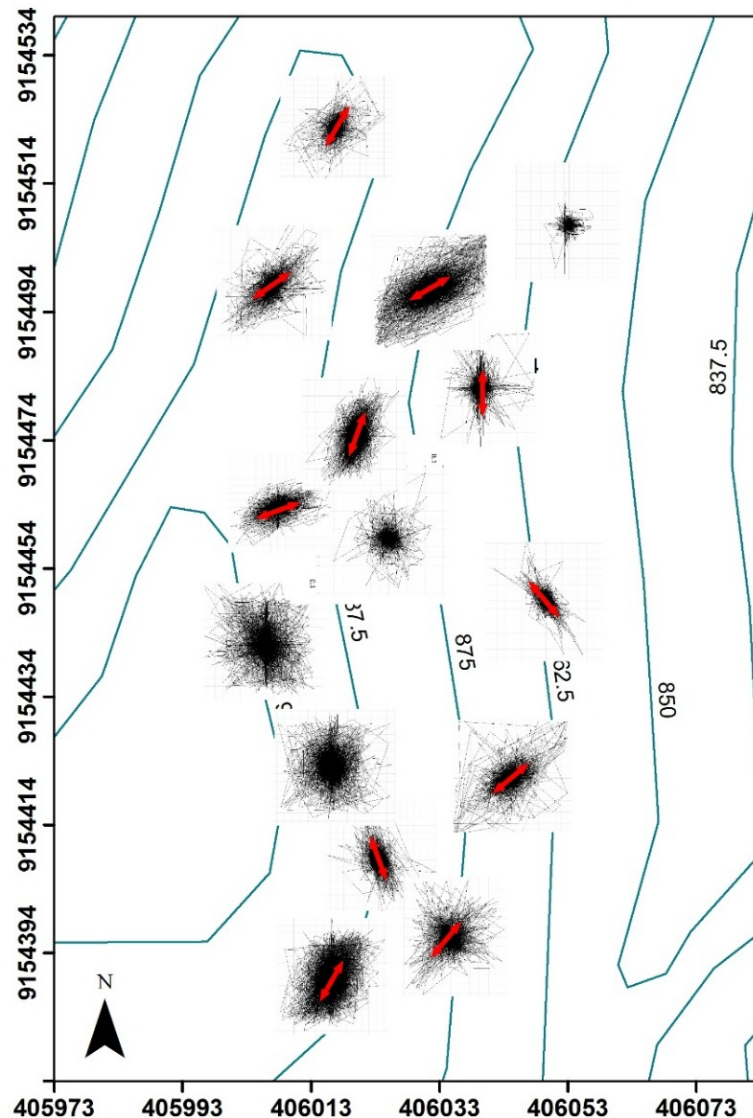
Titik Pengukuran	f_0 (Hz)	A	v_{s30}	v_b	PGA (gal)	γ
M1	10.47	1.11	760.09	843.70	76.10	0.00065
M2	2.77	0.46	760.08	349.64	76.01	0.00101
M3	5.63	5.702	760.16	4334.43	76.12	0.00617
M4	5.64	2.94	760.16	2234.87	76.10	0.00318
M5	6.79	3.153	760.16	2396.78	76.05	0.00283
M6	8.49	1.64	760.16	1246.66	76.00	0.00118
M7	13.82	1.03	760.16	782.965	75.96	0.00045
M8	4.68	4.04	760.11	3070.84	76.17305	0.00526
M9	7.31	4.64	760.11	3526.91	76.14504	0.00387
M10	9.14	2.92	760.16	2219.67	76.06758	0.00195
M11	7.59	2.43	760.16	1847.189	76.04664	0.00195
M12	7.88	3.186	760.09	2421.647	76.17187	0.00247
M13	9.85	2.69	760.09	2044.642	76.13651	0.00166
M14	3.47	2.17	760.14	1649.504	76.03901	0.00381
M15	3.34	2.39	760.08	1816.591	76.01205	0.00435

Menurut Ishihara (1982), lapisan sedimen akan bersifat plastis dan mengalami deformasi permukaan berupa retakan dan penurunan tanah pada nilai $\gamma = 1000 \times 10^{-6}$ dan lapisan sedimen akan mengalami deformasi yang masif berupa longsor dan likuifaksi jika nilai $\gamma = 10.000 \times 10^{-6}$. Nilai *ground shear strain* pada gambar 3 menunjukkan nilai $> 1000 \times 10^{-6}$ kecuali pada titik M1 dan M7 sehingga hampir seluruh wilayah penelitian rawan mengalami deformasi dan pergerakan tanah jika dipicu oleh gempabumi. Nilai *ground shear strain* yang rendah pada titik M1 dan M7 kemungkinan disebabkan oleh lapisan tanah yang tipis (nilai frekuensi tinggi).

Pergerakan Partikel

Hasil analisis pergerakan partikel ditunjukkan pada Gambar 5. Pada titik M2, M3, M4, dan M10 terlihat nilai yang hampir sama antara arah utara-selatan dan barat-timur. Hal ini menunjukkan

pergerakan partikel pada titik pengukuran tersebut lebih stabil yang kemungkinan disebabkan oleh lapisan tanahnya yang lebih kompak (solid) atau pengukuran mikrotremor yang dilakukan pada kondisi tenang/sepi sehingga getaran mikrotremor kurang dapat memicu pergerakan dari lapisan tanah. Menurut Brahmantyo dkk (2014), analisis pergerakan partikel digunakan pada data pengukuran mikrotremor di kondisi ramai/banyak aktivitas akan tetapi komponen vertikal hasil mikrotremor akan memiliki nilai yang sangat tinggi disebabkan oleh noise (gangguan) aktivitas yang ramai. Noise ini juga akan berpengaruh pada nilai amplifikasi dan frekuensi pada hasil analisis HVSR. Berdasarkan hasil yang didapatkan, pengukuran mikrotremor pada kondisi tenang dapat cukup baik menggambarkan arah pergerakan tanah yang didominasi pada arah timur laut-barat daya.



Gambar 5. Hasil analisis pergerakan partikel

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mikrotremor merupakan metode yang efektif dalam identifikasi potensi pergerakan tanah yang dipicu gempa bumi berdasarkan nilai

ground shear strain dan analisis pergerakan partikel. Daerah penelitian mayoritas memiliki nilai $\gamma = 1000 \times 10^{-6}$ rawan mengalami deformasi dan potensi pergerakan tanah pada arah timur laut-barat daya jika mengalami gempa bumi.

Sehingga perlu dilakukan langkah mitigasi bencana tanah longsor pada daerah penelitian seperti reboisasi dan rekayasa teknik penguatan lereng untuk menghindari atau meminimalisir kerugian dan korban akibat kejadian tanah longsor.

5. Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada DPRM DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Dosen Pemula 2017.

6. Referensi

1. Asrurifak M, Irsyam M, Budiono B, Triyoso W, Hendriyawan. (2010). Development of Spectral Hazard Map for Indonesia with a Return Period of 2500 Years using Probabilistic Method. *Civil Engineering Dimension* 12(1): 52-62.
2. Brahmantyo, A., Setiawan, M.R dan Wahyudi. (2016). Microtremor analysis to test the durability of Jumoyo Bridge, Central Java. *New York, AIP Conf Proc* 1708.
3. Broptopuspito, K., Prasetya, T. dan Widigdo, F. (2006). Percepatan Getaran Tanah Maksimum Daerah

Istimewa Yogyakarta 1943-2006. *Jurnal Geofisika*, 1: 19-22.

4. Fukushima, Y. dan Tanaka, T. (1990). A New Attenuation Relation for Peak Horizontal Acceleration of Strong Earthquake Ground Motion in Japan. *Bull of the Seismological Society of America*, (80): 757-783.
5. Ishihara, K. (1982). Evaluation of Soil Properties for Use in Earthquake Response Analysis. *Proc. Int. Symp. On Numerical Model in Geomech.*
6. Karnawati, D. (2007). Mekanisme Gerakan Massa Batuan Akibat Gempabumi; Tinjauan Dan Analisis Geologi Teknik. *Dinamika Teknik Sipil*.179-190.
7. Marjiono, Ratdomopurbo, Suharna, Zajuli, M.H.H. dan Setianegara, R, (2014). Geologi Bawah Permukaan Dataran Klaten Berdasarkan Interpretasi Data Mikrotremor. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*; 1(15): 3-9.
8. Meric, O, Garambois, S., Malet, J.P., Cadet, H., Gueguen, P., Jongmans. (2007). Seismic Noise Based Methods for Soft Rock Landslide Characterization. *Bull. Soc. Geol.*

- 137-148
9. Nakamura Y. (1989). A Method for Dynamic Characteristic Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface, *QR Railway Technical Research Institute*, 30(1): 25-33.
 10. Nakamura Y. (1997). Seismic Vulnerability Indices for Ground And Structures Using Microtremor. World Congress on Railway Research, Florence; 1997 Nov, 1-7.,
 11. Nakamura, Y. (2000). Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and its Applications. New Zealand: Proc XII World Conf. Earthquake Engineering.
 12. Prabowo, U.N., Marjiyono, Sismanto. (2016). Amplifikasi dan Atenuasi Gelombang Seismik di Lapisan Sedimen Permukaan. *Jurnal Science Tech.*; 112-116.
 13. Prabowo, U. N. (2017). Pemetaan Tingkat Resiko Gempa Bumi Berdasarkan Data Mikrotremor Di Kotamadya Denpasar, Bali, *Jurnal Kurvatek*; 1(2); 55-59
 14. Sesame. (2004). Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibration measurements and interpretation. European Commision Research General Directorate: SESAME European Research Project.
 15. Soemitro, R.A.A., Warnana, D.D., Utama, W., Asmaranto, R. (2011). Assesment to the Local Site Effects during Earthquake Induced Landslide Using Microtremor Measurement (Case Study: Kemuning Lor, Jember Regency-Indonesia). *Journal of Basic and Applied Scientific Research*; 1(5): 412-417
 16. Sungkono, Warnana, D., Triwulan dan Utama, W. (2011). Evaluation of Buildings Strength From Mikrotremor Analyses. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 11(5): 93-99.
 17. Thein, P., Pramumijoyo, S., Brotopuspito, K.S., Wilopo, W., Kiyono, J., dan Setianto, A.. (2013). Estimation of Sediment Thickness by Using Microtremor Observations at Palu City, Indonesia. Chiang Mai, Thailand, ASEAN 2013 Moving



Foward, ASEAN Forum on Cleaning
Coal Technology.

18. Warnana D, Soemitro R, Utama W.
(2011). Application of Microtremor
HVSr Method for Assesing Site
Effect in Residual Soil Slope.
International Journal of Basic &
Applied Sciences IJBAS-IJENS. 73-
78
19. Yulianto, G., Harmoko, U. &
Widada, S. (2016). Identification of
Potential Ground Motion Using the
HVSr Ground Shear Strain
Approach in Wirogomo Area,
Banyubiru Subdistrict, Semarang
Regency. International Journal of
Applied Environmental Sciences;
11(6): 1497-1507.
20. Zakaria, Z. (2010). Model Starlet,
suatu Usulan untuk Mitigasi Bencana
Longsor dengan Pendekatan
Genetika Wilayah (Studi Kasus:
Longsoran Citatah, Padalarang,
Jawa). Jurnal Geologi Indonesia,
5(2): 93-112.