

Identifikasi Struktur Lapisan Tanah Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Banyubiru Kabupaten Semarang dengan Metode *Horizontal To Vertical Spectral Ratio (Hvsr)*

Ayu Shaleha[✉], Supriyadi, Ngurah Made Darma Putra

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Diterima April 2014
Disetujui Mei 2014
Dipublikasikan Juni 2014
***ADA TANGGALNYA**

Keywords:

*Landslide, Microtremor,
HVSr, Soil Vulnerability
Index*

Abstrak

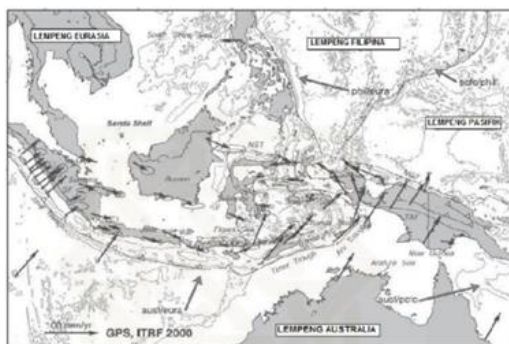
Kecamatan Banyubiru merupakan salah satu kecamatan yang diwaspadai Pemerintah Kabupaten Semarang sebagai kawasan rawan longsor, tepatnya pada Desa Wirogomo. Akan tetapi, kajian riset mengenai struktur lapisan tanah Desa Wirogomo belum diketahui. Adapun analisis mengenai riset tersebut dapat dilakukan salah satunya melalui pengukuran mikrotremor dengan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan struktur lapisan tanah, nilai indeks kerentanan tanah, nilai ketebalan lapisan lapuk, nilai percepatan getaran tanah, serta nilai pergeseran regangan tanah di Desa Wirogomo, Kecamatan Banyubiru. Hasil yang diperoleh adalah nilai indeks kerentanan tanah antara 0,14 sampai 5,24. Nilai pergeseran regangan tanah antara $10,5 \times 10^{-1} \gamma$ sampai $191,8 \times 10^{-1} \gamma$. Nilai percepatan getaran gempa antara 2,53 gal sampai 7,68 gal. Sedangkan nilai ketebalan lapisan lapuk antara 19,92 m sampai 182,97 m. Hal tersebut menunjukkan bahwa Desa Wirogomo memiliki tingkat keamanan yang cukup rendah di beberapa titik apabila dikaitkan dengan peristiwa tanah longsor. Sedangkan apabila dikaitkan dengan gempabumi, maka risiko yang dialami area tersebut tidak terlalu besar bahkan termasuk dalam kategori tingkat risiko sangat kecil. Untuk struktur lapisan tanah Desa Wirogomo tersusun atas batuan alluvial yang terdiri dari *sandy-gravel* (pasir berkerikil), *sandy hard clay* (lempung keras berpasir), tanah liat, lempung, *topsoil*, serta lumpur.

Abstract

Banyubiru Subdistrict is one of the subdistrict in Semarang that is wary as alandslide sensitive area, particularly the Wirogomo Village. A research study about the stucture of Wirogomo Village ground layer has not been conducted ever before. One the other side, an analysis regarding this kind of research can be done based on microtremor by using *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*. The goals of this research are to determine the ground layer structure, values of soil vulnerability index, thickness mildew layer, peak ground acceleration, and ground shear strain in the Wirogomo Village, Banyubiru Subdistrict. The obtained results were value of soil vulnerability index about 0,14 until 5,24. Value of ground shear strain about $10,5 \times 10^{-1} \gamma$ until $191,8 \times 10^{-1} \gamma$. Value of peak ground acceleration about 2,53 gal until 7,68 gal. And value of mildew layer thickness about 19,92 m until 182,97 m. It shows that Wirogomo Village has safety level that is low enough at some points related to landslide. Meanwhile, if it is related to earthquake, then the risk isn't too big, and it is even included in the category of very low risk. For the ground layer structure of Wirogomo Village, it is composed by alluvial rock that consist of *sandy-gravel*, *sandy hard clay*, *clay*, *topsoil*, and mud

PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia terletak pada wilayah pertemuan 3 (tiga) lempeng besar dunia yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, Pasifik, serta lempeng laut Filipina seperti yang terlihat pada **Gambar 1** di bawah ini.



Gambar 1. Peta Pertemuan Lempeng Tektonik di Indonesia. (Daryono *et al.*, 2011)

Pada daerah pertemuan antar lempeng terjadi zona penunjaman atau *subduction zone* yang mengakibatkan pembentukan gunungapi dibusur kepulauan dengan kemiringan sedang hingga terjal. Jika terganggu keseimbangan hidrologinya, daerah tersebut akan rawan terhadap tanah longsor. Kondisi tersebut mengakibatkan wilayah yang berada dalam busur kepulauan bersifat rawan terhadap tanah longsor (Sutikno, 2001).

Desa Wirogomo yang terletak di Kecamatan Banyubiru Kabupaten Semarang merupakan salah satu desa yang diwaspadai oleh Pemerintah Kabupaten Semarang sebagai kawasan rawan longsor. Berdasarkan data BNPB (2016) sedikitnya telah terjadi delapan kali bencana tanah longsor dalam 7 tahun terakhir.

Metode mikrotremor merupakan metode yang didasarkan pada nilai frekuensi dominan tanah dan faktor amplifikasi, sehingga menghasilkan nilai indeks kerentanan tanah yang dapat diolah dengan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*)

dalam menentukan struktur lapisan tanah. Pengukuran mikrotremor sangat berpotensi dalam upaya mitigasi bencana alam baik gempa bumi maupun tanah longsor (Asrori, 2014). Prinsip dasar dari penerapan mikrotremor untuk studi efek bawah permukaan yaitu berdasarkan prinsip berikut: mikrotremor bergerak sebagai gelombang di bawah permukaan dan diamplikasikan pada periodanya yang dibuat sinkron dengan perioda alam di sub tanah (Syahrudin *et al.*, 2014)

Metode HVSR merupakan metode yang digunakan sebagai indikator struktur bawah permukaan tanah yang memperlihatkan hubungan antara perbandingan-perbandingan rasio spektrum *fourier* dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya (Nakamura, 1989).

Nilai frekuensi dominan dari pengolahan HVSR menyatakan bahwa apabila terjadi gempa atau gangguan berupa getaran yang memiliki frekuensi yang sama dengan frekuensi natural, maka akan terjadi resonansi yang mengakibatkan amplifikasi gelombang seismik di area tersebut. Sedangkan nilai indeks kerentanan tanah (K_g) dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$K_g = \frac{A^2}{f_0} \quad (1)$$

Nilai indeks kerentanan tanah dipengaruhi juga oleh nilai regang-geser permukaan tanah (γ) yang disebabkan karena adanya deformasi lapisan permukaan (δ) dan percepatan gelombang seismik pada batuan dasar (a) yang mengalami penguatan apabila merambat pada medium yang densitasnya lebih rendah.

Hubungan antara nilai kerentanan tanah dengan nilai regang-geser permukaan tanah yaitu semakin besar nilai kerentanan tanah (K_g) maka nilai regang-geser permukaan tanah (γ) akan semakin tinggi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Ukuran tingkat *strain* dan dinamika tanah (Nakamura *et al*, 1989)

Ukuran Strain	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
Fenomena	Gelombang getaran		Rekahan, penurunan tanah		Tanah longsor, kompaksi tanah, likuifaksi	
Bahan Bergerak	Elastik		Elasto Plastisitas		Runtuh efek perulangan, efek kecepatan ketika berproses	

Nilai frekuensi dominan tanah juga dapat digunakan untuk menentukan nilai ketebalan lapisan lapuk suatu daerah dengan menggunakan persamaan berikut:

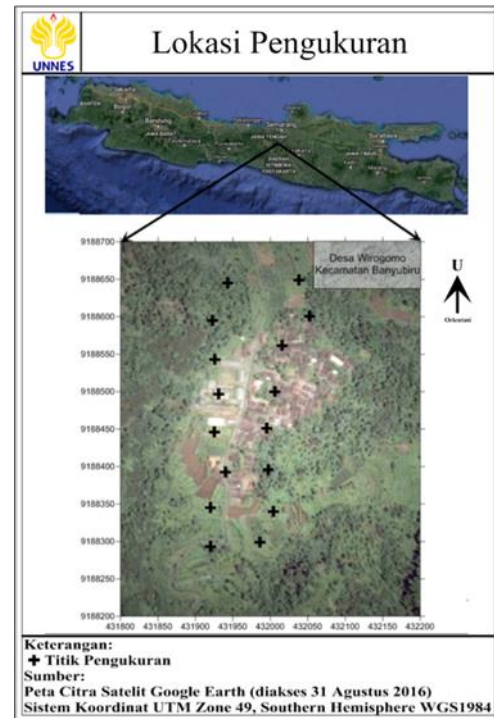
$$H = \frac{V_s}{4f_0} \quad (2)$$

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur lapisan tanah yang ada pada daerah penelitian serta mengetahui nilai indeks kerentanan tanah, nilai ketebalan lapisan lapuk, nilai pergeseran regangan tanah, dan nilai percepatan getaran tanah di lokasi penelitian.

METODE EKSPERIMEN

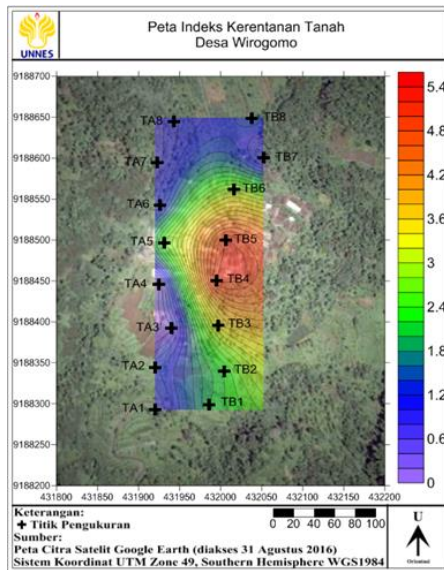
Penelitian ini dilakukan di Desa Wirogomo, Kecamatan Banyubiru, Kabupaten Semarang yang secara astronomis terletak antara 7,312149 LS-7,359627 LS dan 100,376873 BT-110,394211 BT. Data yang dipakai ialah data primer dan data sekunder. Untuk data primer dapat diperoleh dengan mengambil data langsung di lokasi penelitian, sedangkan data sekunder data yang diperoleh dari rekaman data USGS berupa data kecepatan gelombang S (V_{s30}) di sekitar wilayah penelitian dan data gempabumi Jogjakarta 11 November 2015. Data primer yang diambil dalam penelitian ini sebanyak 16 titik seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.

Pengambilan data primer menggunakan seismometer vibralog tipe MAE dengan 3 komponen. Data yang direkam pada seismometer berdurasi 30 menit, kemudian data tersebut diolah menggunakan *software* Geopsy dan dimodelkan menggunakan *software* Surfer yang menghasilkan peta kontur dari lokasi penelitian.

**Gambar 2.** Peta Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dalam penelitian ini ialah diperoleh keluaran berupa nilai frekuensi dominan tanah (f_0) dan nilai faktor amplifikasi (A_0) lokasi penelitian. Kedua nilai tersebut dihasilkan dari kurva H/V hasil pengolahan *software* Geopsy. Dimana kurva H/V merupakan perbandingan rasio antara komponen horizontal dan komponen vertikal. Berdasarkan pengukuran dan pengolahan data mikrotremor dengan metode HVSR dan data gempabumi Jogjakarta pada 11 November 2015 dengan 5,6 SR dapat diperoleh beberapa kondisi yang ada pada lokasi penelitian, antara lain:



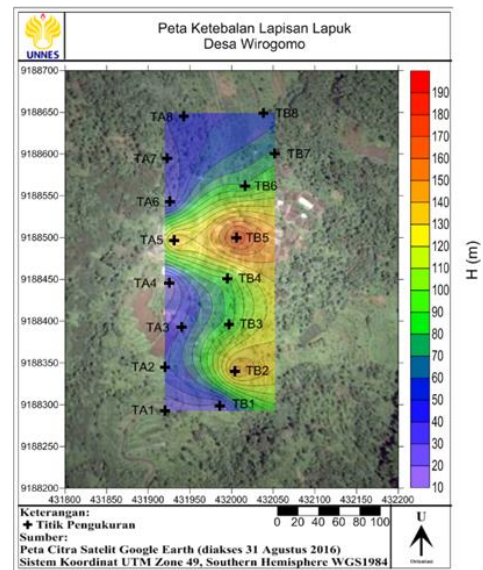
Gambar 3. Peta Nilai Indeks Kerentanan Tanah

Pada **Gambar 3.** di atas menunjukkan bahwa nilai indeks kerentanan tanah di lokasi penelitian sangat rendah. Hanya ada dua titik yang memiliki nilai indeks kerentanan tanah cukup besar yaitu terletak pada titik TB4 dan TB 5 yaitu sebesar 5,24 dan 5,22. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki tingkat kestabilan tanah yang cukup kecil. Berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh, pada lokasi penelitian terdapat lapisan material batuan breksiandesit atau andesit di permukaan serta material sedimen tipis seperti topsoil atau lempung.

Nilai ketebalan lapisan lapuk di setiap titik pengukuran dapat dilihat dalam peta persebaran seperti pada **Gambar 4** di bawah ini. Untuk nilai ketebalan lapisan lapuk paling besar terletak pada titik TB5 yaitu sebesar 182,97 m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa titik TB5 merupakan titik yang berpotensi longsor paling tinggi.

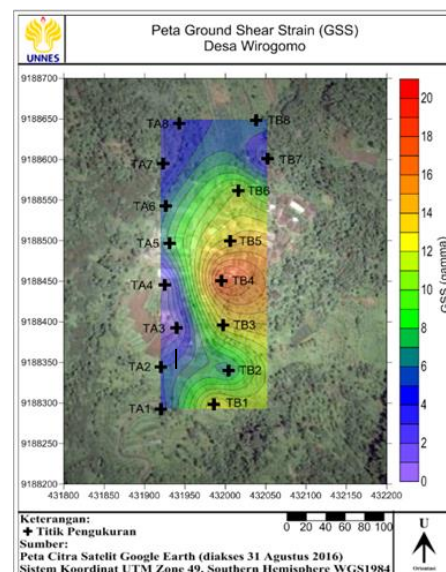
Berdasarkan klasifikasi tanah, lapisan lapuk di lokasi penelitian termasuk dalam kategori tebal dan sangat tebal karena nilai ketebalannya berada di atas 10 m, sehingga lokasi penelitian memiliki tingkat keamanan yang cukup rendah, terlebih daerah penelitian dekat dengan lereng-lereng yang tinggi dan curam. Nilai-nilai ketebalan lapisan lapuk tersebut menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki struktur lapisan jenis II, III, dan IV yang tersusun atas batuan alluvial yang terdiri

dari *sandy-gravel* (pasir berkerikil), *sandy hard clay* (lempung keras berpasir), tanah liat, lempung, sedimentasi delta, *topsoil*, serta lumpur.



Gambar 4. Peta Nilai Ketebalan Lapisan Lapuk

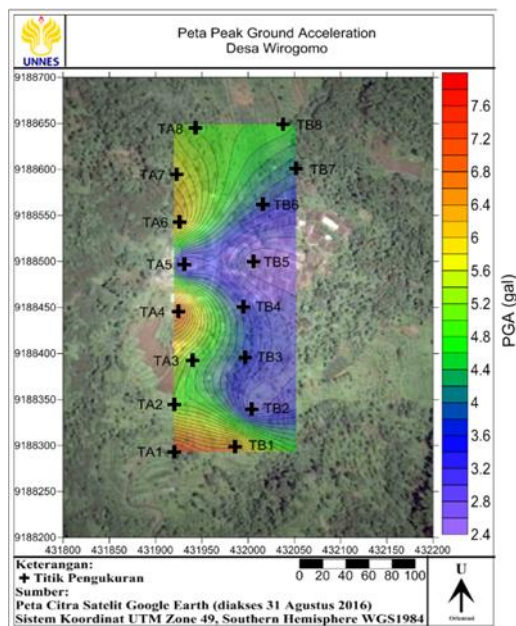
Selain itu, dengan diketahuinya nilai *ground shear strain* (pergeseran regangan tanah) juga dapat menentukan keadaan tanah di lokasi penelitian apakah berakibat longsor, likuifaksi, maupun kompaksi tanah atau hanya mengalami rekahan ataupun penurunan tanah. Nilai *ground shear strain* dapat dilihat pada **Gambar 5** di bawah ini.



Gambar 5. Peta Nilai *Ground Shear Strain*

Gambar tersebut menunjukkan nilai pergeseran regangan tanah (*ground shear strain*) yang diperoleh berkisar antara $10,5 \times 10^{-1}\gamma$ sampai dengan $191,8 \times 10^{-1}\gamma$. Semakin besar nilai pergeseran regangan tanah (*ground shear strain*) maka lapisan permukaan tanah akan mengalami deformasi, dan nilai pergeseran regangan tanah (*ground shear strain*) yang kecil menunjukkan lapisan permukaan tanah tersebut semakin kokoh (Dewi, 2013). Dari nilai *ground shear strain* yang diperoleh lokasi penelitian berpotensi mengalami fenomena tanah longsor, kompaksi tanah, serta likuifaksi.

Nilai percepatan getaran tanah berkaitan dengan risiko bahaya gempabumi. Nilai *peak ground acceleration* rendah mengindikasikan bahwa risiko bahaya gempabumi cukup kecil, sedangkan nilai *peak ground acceleration* yang besar mengindikasikan risiko bahaya gempabumi yang tinggi. Nilai *peak ground acceleration* dapat dilihat pada **Gambar 6**. di bawah ini.



Gambar 6. Peta Nilai *Peak Ground Acceleration*

Gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai *peak ground acceleration* di lokasi penelitian relatif kecil yang berarti bahwa pada titik-titik tersebut akan mengalami risiko bahaya gempa bumi yang cukup ringan, sehingga apabila pada lokasi penelitian terjadi longsor yang diakibatkan karena adanya gempabumi, maka

lokasi tersebut akan mengalami kerusakan yang tidak terlalu berisiko, bahkan masuk dalam kategori rendah.

SIMPULAN

Nilai indeks kerentanan tanah di Desa Wirogomo berkisar antara 0,14 sampai dengan 5,24. Nilai pergeseran regangan tanah (*ground shear strain*) berkisar antara $10,5 \times 10^{-1}\gamma$ sampai dengan $191,8 \times 10^{-1}\gamma$. Nilai percepatan getaran tanah (*peak ground acceleration*) berkisar antara 2,53 gal sampai dengan 7,68 gal. Sedangkan nilai ketebalan lapisan lapuknya berkisar antara 19,92 m sampai dengan 182,97 m.

Dari hasil perhitungan nilai-nilai yang diperoleh dapat dilihat bahwa daerah penelitian, Desa Wirogomo, memiliki struktur lapisan tanah yang kestabilannya cukup kecil dan tanahnya termasuk dalam jenis II, III, dan IV. Tanahnya tersusun atas batuan alluvial yang terdiri dari *sandy-gravel* (pasir berkrikil), *sandy hard clay* (lempung keras berpasir), tanah liat, lempung, sedimentasi delta, *topsoil*, serta lumpur, sehingga Desa Wirogomo memiliki potensi longsor yang cukup tinggi di beberapa titik, sedangkan apabila terdapat gempa bumi, risiko yang dialami area tersebut tidak terlalu besar bahkan termasuk dalam kategori tingkat risiko sangat kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrori, A. D. H. 2014. *Solusi Mitigasi Daerah Rawan Gempa Bumi dan Longsor di Indonesia*. Surabaya: Institut Teknologi Indonesia.
- BNPB. 2016. *Data Kejadian Tanah Longsor Kecamatan Banyubiru*. Tersedia di <http://dibi.bnpb.go.id> [diakses 11-03 2016].
- Daryono. 2011. *Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor pada Setiap Satuan Bentuk Lahan di Zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Dewi, E. R. 2013. *Analisis Ground Shear Strain di Wilayah Kecamatan Jetis Kabupaten Bantul Berdasarkan Pengukuran*

Mikrotremor. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Yogyakarta.

Nakamura, Y. 1989. A Methode for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on The Ground Surface. Railway Technical Research Institute, Quarterly Reports, 30(1): 25-33.

Sutikno. 2001. Mengenal Tanah Longsor. Bandung: Geologi Tata Lingkungan – Departemen Pertambangan dan Energi.

Syahrudin H. M., S. Aswad, E. F. Palullungan, Maria & Syamsuddin. 2014. Penentuan Profil Ketebalan Seimen Lintasan Kota Makassar dengan Mikrotremor. Jurnal Fisika 4 (1).