

# IDENTIFIKASI DAERAH RAWAN LONGSOR DENGAN METODE MIKROTREMOR DI KECAMATAN BAGELEN KABUPATEN PURWOREJO

## IDENTIFICATION OF LANDSLIDE-PRONE AREA USING MICROTREMOR METHOD IN BAGELEN DISTRICT PURWOREJO REGENCY

Oleh: Gofur Dyah Ayu Gilang Pertiwi<sup>1)</sup>, Nugroho Budi Wibowo<sup>2)</sup>, Denny Darmawan<sup>1)</sup>

1) Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

2) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta

Email: [ayugofur@gmail.com](mailto:ayugofur@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik frekuensi dominan ( $f_0$ ), faktor amplifikasi ( $A$ ), ketebalan lapisan sedimen ( $H$ ) dan indeks kerentanan seismik ( $Kg$ ) di daerah rawan longsor di Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo menggunakan metode mikrotremor. Penelitian dilakukan pada 32 titik penelitian dengan spasi 1 Km. Data berupa sinyal mikrotremor yang kemudian diolah dengan metode HVSR untuk memperoleh kurva H/V dan metode *ellipticity curve* untuk memperoleh *ground profiles*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $f_0$  berkisar antara 0,77 – 17,43 Hz, nilai  $A$  berkisar antara 1,01 – 15,50, nilai  $H$  berkisar antara 3,09 – 100 m dan nilai  $Kg$  berkisar antara  $6,27 \times 10^{-5}$  –  $1,59 \times 10^{-3}$  s<sup>2</sup>/m. Daerah longsor Kecamatan Bagelen berada pada daerah yang didominasi batuan keras breksi-andesit, batuan lempung dan batuan pasir. Daerah dengan kemiringan curam serta berada pada topografi tinggi menyebabkan proses pelapukan terjadi lebih cepat dan mempermudah material lapuk untuk terlongsor.

Kata kunci: tanah longsor, mikrotremor, Kecamatan Bagelen

### Abstract

*The research aimed to identify the characteristics of predominant frequency ( $f_0$ ), amplification factor ( $A$ ), sediment layer thickness ( $H$ ), and seismic vulnerability index ( $Kg$ ) of landslide area in Bagelen District, Purworejo Regency using microtremor method. The research was done at 32 research points with 1 Km spacing. Data in the form of microtremor signals were then processed by HVSR method to obtain the H/V curve and then ellipticity curve method to obtain the ground profiles. The results of the research showed that the value of  $f_0$  in Bagelen district ranged from 0.77 to 17.43 Hz, the value of  $A$  ranged from 1.01 to 15.50, the value of  $H$  ranged from 3.09 to 100 m and the value of  $Kg$  ranged from  $6.27 \times 10^{-5}$  to  $1.59 \times 10^{-3}$  s<sup>2</sup>/m. The landslide area of Bagelen district were in areas dominated by breccia-andesite hard rock, clay rock and sandstone. Areas with a steep slope and on a high topography caused the weathering process occurred more quickly and then the weathered material were easier to cause a landslide.*

*Keywords: landslide, microtremor, Bagelen District*

### PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan salah satu jenis bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Pergerakan antarlempeng (Lempeng Pasifik, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Eurasia) menyebabkan terbentuknya zona penunjaman yang berakibat pada morfologi Indonesia yang beragam dari dataran rendah hingga pegunungan tinggi. Sebagai negara yang berada di khatulistiwa, Indonesia memiliki kondisi klimatologis dengan curah hujan tinggi. Curah hujan yang tinggi mampu melunakkan tanah yang

dapat menimbulkan gaya dinamis sehingga terjadi ketidakstabilan lereng.

Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang sering mengalami tanah longsor. Kecamatan Bagelen terletak di lereng barat Perbukitan Menoreh dan sebanyak 78,81% wilayah memiliki potensi tanah longsor dari sedang hingga tinggi. Hal ini dikarenakan Kecamatan Bagelen memiliki curah hujan tinggi yaitu >2200mm/tahun, memiliki kemiringan lereng dari curam hingga sangat curam, serta adanya aktivitas penduduk berupa penebangan

pohon, pemotongan lereng dan penambangan (Atmoko, 2017).

Metode mikrotremor dapat diterapkan untuk mengetahui karakteristik suatu lapisan tanah yang berpotensi mengalami longsor seperti yang terjadi di Kecamatan Bagelen. Penelitian dengan metode mikrotremor ini pernah dilakukan untuk mengetahui efek lokal dari daerah longsor di Kabupaten Jember dan Kabupaten Malang (Warnana, *et al.*, 2011), untuk mengidentifikasi struktur lapisan tanah daerah rawan longsor di Kecamatan Banyubiru, Kabupaten Semarang (Shaleha, *et al.*, 2016), serta memetakan daerah rawan longsor di Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara (Ramadhan, 2016). Oleh karena itu, penelitian dengan metode mikrotremor ini dapat memberikan tambahan informasi mengenai daerah yang rawan terjadi longsor di Kecamatan Bagelen, terlebih belum ada penelitian dengan metode mikrotremor di wilayah tersebut, sehingga penelitian ini dapat bermanfaat untuk mengurangi resiko bencana yang terjadi serta sebagai acuan untuk mitigasi atau pembangunan wilayah yang aman dari bencana tanah longsor.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data dengan metode mikrotremor dilakukan pada tanggal 6 – 9 September 2017. Lokasi pengambilan data berada di Desa Kalirejo, Clapar, Soko, Sokoagung, Semagung, Semono, Hargorejo dan Somorejo yang dibatasi pada koordinat  $7^{\circ}46'40,58''$ - $7^{\circ}49'23,99''$  LS dan  $110^{\circ}1'22,65''$ - $110^{\circ}3'33,46''$  BT.

### Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan satu set alat *Digital Portable Seismograph* merk Taide tipe TDL-3035 pada 32 titik penelitian dengan spasi 1 Km. Teknik pengambilan data mengikuti petunjuk SESAME (2004). Waktu pengambilan data setiap titik penelitian rata-rata 30-45 menit. Sinyal mikrotremor yang ditangkap oleh seismometer secara otomatis tersimpan dalam *datalogger*

(*digitizer*) yang terekam dalam 3 komponen, yaitu komponen vertikal (*up-down*), komponen horizontal *north-south*, dan komponen horizontal *east-west*. Setelah pengukuran selesai, data yang tersimpan dalam *digitizer* kemudian diunduh dalam laptop dan disimpan dalam format *file .MSD*.

### Teknik Analisis Data

Sinyal mikrotremor diolah dengan metode HVSR. Pengolahan dilakukan dengan *software Geopsy* melalui proses *windowing* dan *cutting*. Hasil dari pengolahan merupakan kurva H/V yang menunjukkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A$ ) pada setiap titik pengukuran.

Kurva H/V digunakan sebagai masukan di *Dimver* untuk diolah dengan metode *ellipticity curve*. Pengolahan ini memerlukan pengisian parameter kondisi geologi seperti kecepatan gelombang primer, kecepatan gelombang sekunder, *Poisson ratio*, dan kerapatan tanah di masing-masing titik penelitian. Kecocokan antara kurva H/V dengan parameter-parameter yang dimasukkan dapat diketahui dari *misfit* yang bernilai  $< 1$ . Hasil dari pengolahan adalah *ground profiles* yang menunjukkan nilai kecepatan gelombang geser ( $v_s$ ) dan kedalaman lapisan.

Nilai  $f_0$ ,  $A$ ,  $H$  dan  $K_g$  kemudian dimikrozonasi dengan menggunakan *software Surfer* dengan metode *gridding*. Nilai-nilai dari parameter yang dimasukkan akan diinterpolasi dan ditampilkan dalam peta kontur. Hasil mikrozonasi tersebut kemudian dianalisis bagaimana persebaran nilai ketiga parameter tersebut di titik longsor Kecamatan Bagelen.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

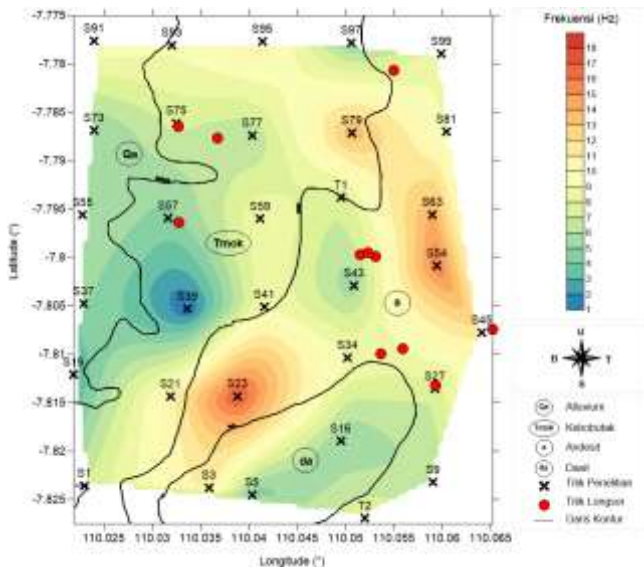
### Frekuensi Predominan

Nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) di Kecamatan Bagelen berkisar antara 0,78 – 17,44 Hz. Mikrozonasi nilai frekuensi dominan ditunjukkan pada Gambar 1.

Kecamatan Bagelen berada pada empat formasi geologi. Formasi Aluvium memiliki nilai  $f_0$  antara 2,57-9,94 Hz yang termasuk tanah jenis I, II, dan III. Tanah jenis I merupakan batuan pasir, sedangkan tanah jenis II dan III merupakan

pasir lempung keras, pasir kerikil, tanah liat dan lempung. Formasi Kebobotak memiliki nilai  $f_0$  antara 0,78-13,96 Hz yang termasuk tanah jenis I, II, dan IV. Tanah jenis IV merupakan material endapan yang terbentuk dari tanah lembek seperti humus dan lumpur. Formasi Andesit memiliki nilai  $f_0$  antara 5,14-17,44 Hz dan pada Formasi Dasit bernilai antara 4,34-11,48 Hz. Kedua formasi tersebut merupakan tanah jenis I dan II atau didominasi batuan keras seperti batuan andesit, breksi-andesit, dan tuf.

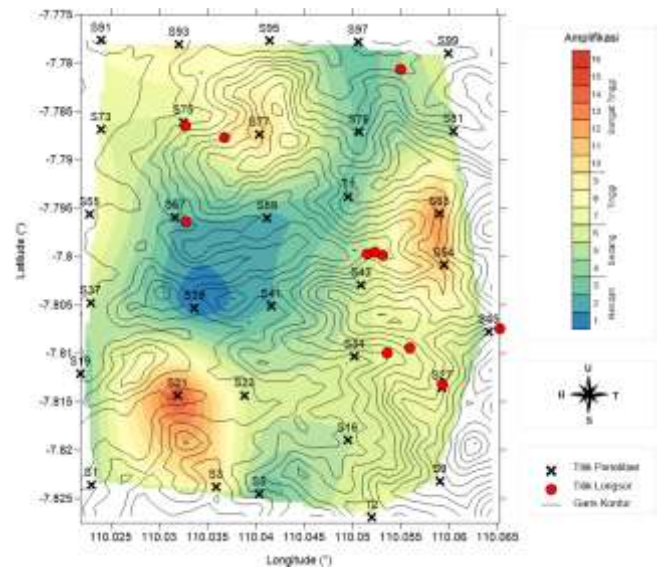
Berdasarkan persebaran nilai  $f_0$ , dapat diketahui bahwa daerah longsor di Kecamatan Bagelen berada di kisaran nilai 6-8 Hz. Titik longsor tersebar di Formasi Kebobotak dan Andesit.



Gambar 1. Mikrozonasi Nilai Frekuensi Predominan

**Faktor Amplifikasi**

Nilai faktor amplifikasi ( $A$ ) di Kecamatan Bagelen berkisar antara 1,01 – 15,50. Nilai  $A$  rendah bernilai 1,02-2,97 yang tersebar di Formasi Dasit dan Kebobotak. Nilai  $A$  sedang bernilai 3,39-5,88 yang tersebar pada semua formasi geologi. Nilai  $A$  tinggi bernilai 6,20-8,26 yang tersebar di Formasi Aluvium, Kebobotak, dan Andesit. Nilai  $A$  sangat tinggi bernilai 9,22-15,50 yang tersebar di semua formasi geologi. Hal ini menunjukkan bahwa pada formasi geologi yang sama, wilayah satu dengan yang lain dapat memiliki kondisi geologi yang berbeda akibat adanya proses deformasi (pelapukan). Oleh karena itu, nilai faktor amplifikasi pada formasi yang sama dapat bervariasi dari rendah hingga sangat tinggi.

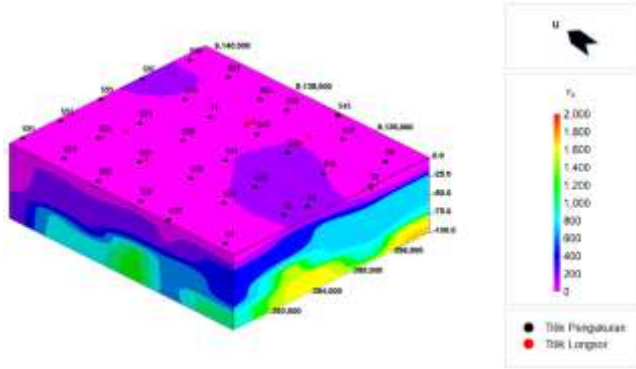


Gambar 2. Mikrozonasi Nilai Faktor Amplifikasi

Berdasarkan mikrozonasi pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa nilai  $A$  tinggi dominan berada di wilayah yang memiliki kemiringan lereng curam, kecuali di sekitar titik penelitian S21. Nilai  $A$  tinggi tersebut juga berkorelasi dengan kejadian longsor yang ada di Kecamatan Bagelen.

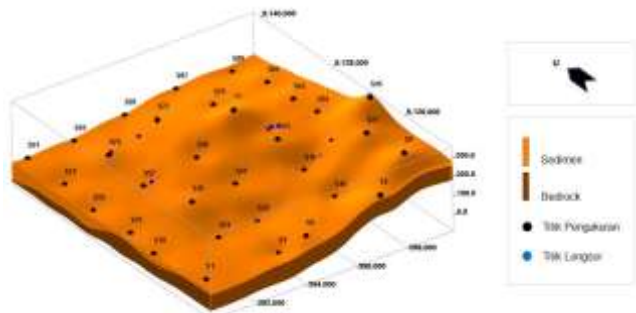
**Ketebalan Lapisan Sedimen**

Lapisan sedimen diketahui berdasarkan pemodelan *ground profiles* dan mengacu pada kategorisasi nilai  $v_s$  Badan Standar Nasional. Berdasarkan hasil pemodelan pada Gambar 3, lapisan pertama ditunjukkan oleh spektrum warna ungu muda dengan nilai  $v_s$  antara 47,11–174,93 m/s yang merupakan tanah lunak yang terdiri atas tanah humus, pasir dan kerikil. Lapisan kedua ditunjukkan oleh spektrum warna ungu tua dengan nilai  $v_s$  antara 176,19 – 301,66 m/s yang merupakan tanah sedang yang terdiri atas lempung, tuf, dan tuf-lapili. Lapisan ketiga ditunjukkan oleh spektrum warna biru tua dengan nilai  $v_s$  antara 357,42–690,52 m/s yang merupakan tanah keras seperti batuan pasir dan batuan lempung. Lapisan keempat ditunjukkan oleh spektrum warna biru muda dan hijau dengan nilai  $v_s$  antara 760,82–1454,72 m/s yang merupakan batuan breksi dan aglomerat. Lapisan paling bawah ditunjukkan oleh spektrum warna hijau muda hingga merah dengan nilai  $v_s$  antara 1535,7–3215,25 m/s yang merupakan batuan keras andesit dan dasit.

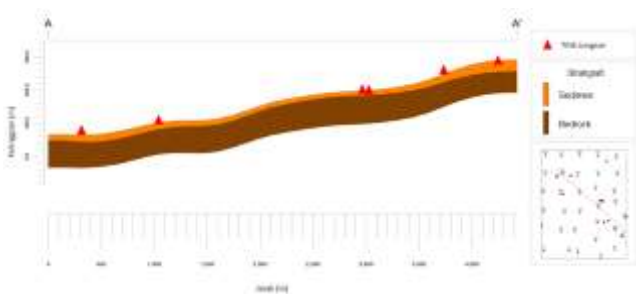


Gambar 3. Pemodelan 3D Nilai  $v_s$

Lapisan sedimen berkorelasi dengan jenis tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras yang berada pada interval nilai  $v_s$  kurang dari 750 m/s. Lapisan sedimen ditunjukkan oleh spektrum warna ungu muda hingga biru tua dengan nilai  $v_s$  antara 47,11 m/s hingga 690,52 m/s. Lapisan sedimen di Kecamatan Bagelen ditunjukkan oleh pemodelan stratigrafi yang disesuaikan dengan topografi wilayah penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Ketebalan lapisan sedimen ( $H$ ) daerah longsor diperoleh dari hasil penyayatan yang ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan penyayatan tersebut, dapat diketahui bahwa daerah longsor di Kecamatan Bagelen memiliki nilai  $H$  antara 15-50 m.



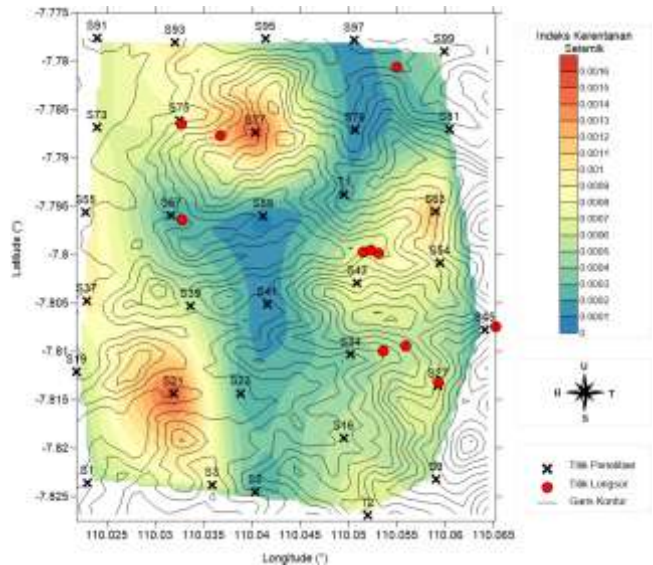
Gambar 4. Pemodelan Stratigrafi Lapisan Sedimen-Bedrock



Gambar 4. Cross-section Pemodelan Stratigrafi Lapisan Sedimen-Bedrock

### Indeks Kerentanan Seismik

Indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) di Kecamatan Bagelen berkisar antara  $6,27 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{m}$  hingga  $1,59 \times 10^{-3} \text{ s}^2/\text{m}$ . Nilai  $K_g$  rendah berkisar antara  $6,27 \times 10^{-5} - 4,95 \times 10^{-4} \text{ s}^2/\text{m}$ , nilai  $K_g$  sedang berkisar antara  $5,26 \times 10^{-4} - 9,76 \times 10^{-4} \text{ s}^2/\text{m}$  dan nilai  $K_g$  tinggi berkisar antara  $1,00 \times 10^{-3} - 1,57 \times 10^{-3} \text{ s}^2/\text{m}$ . Persebaran nilai  $K_g$  ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik

Daerah longsor di Kecamatan Bagelen memiliki nilai  $K_g$  antara  $5 \times 10^{-4} - 1,1 \times 10^{-3} \text{ s}^2/\text{m}$  yang berada di sekitar titik penelitian S63 dan S77. Daerah tersebut berada di dataran tinggi dan berlereng yang didominasi batuan keras, batuan pasir, lempung, dan andesit. Daerah tersebut memiliki nilai  $A$  yang tinggi karena terdapat proses pelapukan yang menyebabkan densitas lapisan di permukaan berkurang. Lapisan dengan densitas rendah merupakan lapisan yang belum terkonsolidasi dengan baik sehingga mudah mengalami pergeseran.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Daerah rawan longsor di Kecamatan Bagelen berada pada persebaran nilai frekuensi dominan 6–8 Hz, nilai faktor amplifikasi 6–8, nilai ketebalan sedimen 15–50 m, dan nilai indeks kerentanan seismik  $5 \times 10^{-4} - 1,1 \times 10^{-3} \text{ s}^2/\text{m}$ . Daerah tersebut didominasi oleh batuan keras breksi-

andesit, batuan lempung dan batuan pasir, dengan kemiringan curam serta berada pada topografi tinggi yang menyebabkan proses pelapukan terjadi lebih cepat dan mempermudah material lapuk untuk terlongsorkan.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian dan analisis tambahan dengan metode lain, khususnya metode yang terkait dengan sifat fisis batuan serta fenomena tanah longsor seperti metode geolistrik dan elektromagnetik.

### DAFTAR PUSTAKA

Atmoko, Dadang Tri. 2017. *Analisis Bahaya Longsor di Wilayah Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Ramadhan, Faiz Deja. 2016. *Analisis Data Mikroseismik untuk Pemetaan Area Rawan Longsor di Daerah Dieng Kulon, Desa Karangtengah, Kecamatan Batur, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

SESAME. 2004. *Guidelines for the Implementation Of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME European Research Project.

Shaleha, Ayu, Supriyadi & Ngurah Made Darma Putra. 2016. Identifikasi Struktur Lapisan Tanah Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Banyubiru, Kabupaten Semarang dengan Metode HVSR. *Unnes Physics Journal* 5 (2) 2016.

Warnana, Dwa Desa, Ria Asih Aryani Soemitro & Widya Utama. 2011. Application of Microtremor HVSR Method for Assessing Site Effect in Residual Soil Slope. *International Journal of Basic and Applied Sciences IJBAS-IJENS Vol 11 No 4*.

Warnana, Dwa Desa, Ria Asih Aryani Soemitro & Widya Utama. 2011. Local Site Effect of a Landslide in Jember based on Microtremor Measurement. *The Second International Conference on Earthquake Engineering and Disaster Mitigation (ICEEDM-2) Surabaya 19-20 July 2011*.