

PEMETAAN KETEBALAN LAPISAN SEDIMEN WILAYAH KLATEN DENGAN ANALISIS DATA MIKROTREMOR

Rizqi Prastowo^{1,a}, Urip Nurwijayanto Prabowo², Fitri Puspasari³, Rita Desiasni⁴, Melfa Utari⁴

¹Sekolah Tinggi Teknologi Nasional,

²Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Yogyakarta

³Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

⁴Alumni Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

^aemail: rizqi@sttnas.ac.id

Abstrak

Daerah Klaten dan sekitarnya secara geologi tertutup oleh endapan fluvial vulkanik Merapi, sehingga identifikasi struktur geologi bawah permukaan tidak nampak. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kedalaman lapisan sedimen di dataran klaten. Metode yang digunakan adalah Horizontal to Vertical Spectral Ratio (Metode Nakamura) dan pengukuran dilakukan secara grid sebanyak 31 titik. Hasil analisis frekuensi natural antara 0,67 – 10,655 Hz dan pemetaan lapisan sedimen yaitu mencapai 80-90m di kecamatan Kalikotes tepatnya desa Mojayan, Desa Gumulan dan Desa Kalikotes, sedangkan ketebalan lapisan sekitar 5-15m sebagian besar berada pada kecamatan Klaten Utara. Potensi kerusakan akibat efek ketebalan ini berakibat pada peningkatan ground shaking di permukaan akibat mikrozonasi.

Kata kunci: Mikrotremor, HVSR, Ketebalan Lapisan Sedimen, Klaten

Abstract

Klaten and the surrounding geology is covered by fluvial sediment Merapi volcanic, so the identification of subsurface geological structure is not visible. This study aims to mapping the depth of sediment layers in the klaten. The method is the Horizontal to Vertical Spectral Ratio (Nakamura method) and measurement is done in a grid as much as 31 points. The results of the analysis of natural frequencies between 0.67 to 10.655 Hz and mapping layers of sediment that is reaching 80-90m in the district Kalikotes precisely Mojayan village, village and village Gumulan Kalikotes, while the coating thickness around 5-15m mostly located in North Klaten districts. Potential damage from the effects of this thickness results in an increase in the surface of the ground shaking akibat microzonation.

Keywords: Mikrotremor, HVSR, Ketebalan Lapisan Sedimen, Klaten

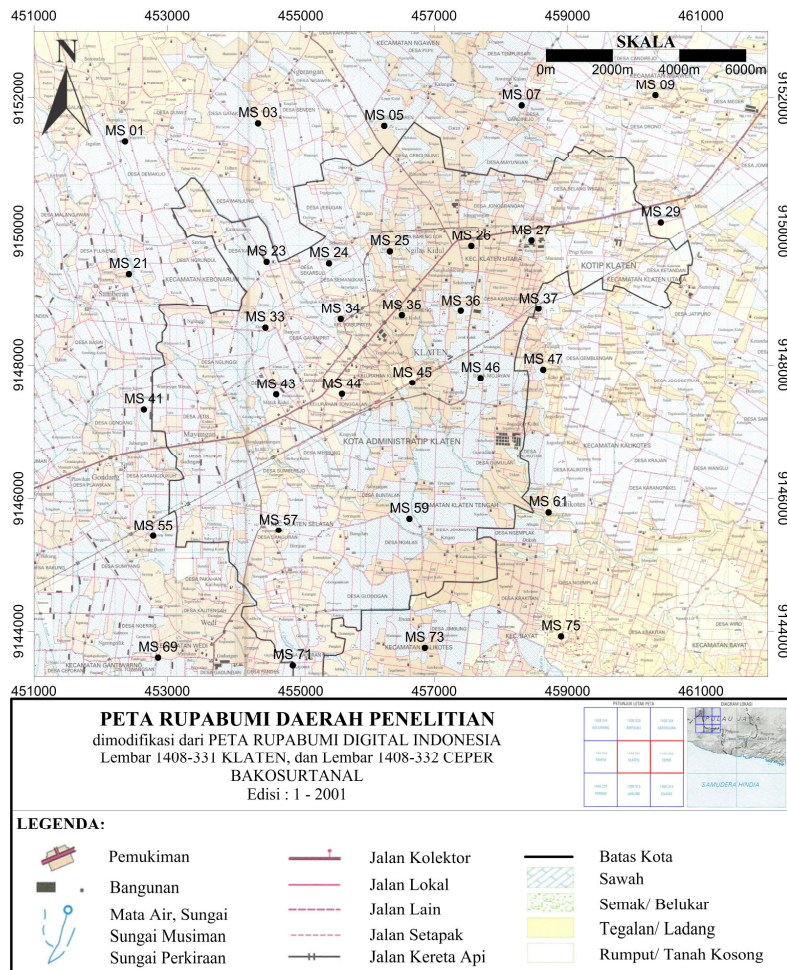
1. Pendahuluan

Klaten dan sekitarnya secara umum merupakan daerah hamparan endapan alluvial vulkanik Merapi. Ketebalan endapan tersebut memungkinkan terjadinya penguatan gelombang permukaan gempa bumi yang berakibat sangat merusak, apabila terjadi gempa yang cukup dekat. Ketebalan Lapisan lunak di permukaan sangat berperan terhadap saat terjadi gempa yaitu efek amplifikasi/ penguatan gelombang gempa bumi.

Penentuan kedalaman lapisan lunak cukup penting karena memegang peranan dalam pembentukan gelombang Reyligh dan Love yang merusak [1]. Disamping lapisan lunak, ketebalan dan bentuk dari lapisan kera di bawah permukaan juga sangat menentukan daerah yang mengalami puncak percepatan tanah (PGA) tertinggi, sehingga dapat merusak bangunan.

2. Metode Penelitian

Data mikrotremor diperoleh dengan menggunakan beberapa peralatan yaitu Seismometer short period, Lennartz LE-3D Lite MkII 1 s (1 Hz). Lokasi penelitian mencakup Kecamatan Ngawen, Kecamatan Kebonarum, Kecamatan Klaten Utara, Kecamatan Klaten Selatan, Kecamatan Wedi, Kecamatan Gantiwarno dan Kecamatan Kalikotes. Data diperoleh dari pengukuran mikrotremor yang tersebar secara merata di daerah Klaten meliputi tujuh Kecamatan dengan jumlah titik pengukuran 31 titik (titik hitam) dengan spasi antar titik secara regional 2 km dan spasi antar titik di daerah pusat kota 1 km (Gambar 1).

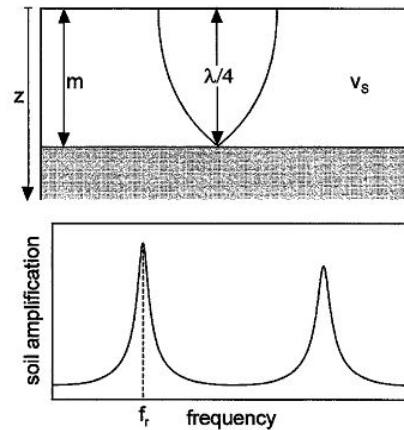


Gambar 1. Peta Sebaran Titik Pengukuran

Akuisisi dilakukan pada kondisi daerah yang relatif sepi dari aktivitas warga sekitar (pada dini hari). Sensor alat mikroseismik diletakkan diatas permukaan tanah yang datar dan ditinggalkan selama 70-75 menit setelah dihubungkan dengan laptop yang berisi Software Scream 4.5. Pada penelitian ini digunakan lebar window 15s, dan tipe smoothing menggunakan tipe konno & Ohmachi.

Perambatan gelombang gempabumi dari *bedrock* (lapisan yang berada di bawah lapisan lunak permukaan) ke lapisan lunak permukaan menyebabkan terjadinya perubahan guncangan gempabumi berupa pembesaran atau amplifikasi [2]. Amplifikasi oleh lapisan sedimen permukaan pada awalnya diketahui menggunakan metode *classical spectral ratio* yang dinyatakan oleh [6], yaitu perbandingan spektrum komponen horizontal data mikrotremor di atas lapisan lunak dengan spektrum komponen horizontal pada lapisan *bedrock*. Akan tetapi, [4] mengembangkan suatu metode baru penentuan amplifikasi yang menggambarkan karakteristik lapisan sedimen permukaan dengan menggunakan pengukuran mikrotremor hanya di atas lapisan sedimen permukaan yang disebut HVSR.

Ketebalan sedimen berhubungan dengan frekuensi dominan yang merupakan frekuensi resonansi lapisan sedimen permukaan saat mencapai nilai amplifikasi maksimum. Hubungan ketebalan dan frekuensi dominan dapat diketahui berdasarkan kaidah pipa organa tertutup [5].



Gambar 2. Hubungan antara amplitudo dengan ketebalan sedimen [6]

Saat ketebalan lapisan sedimen (H) bernilai $\lambda/4$, amplifikasi bernilai maksimum pada frekuensi tertentu yang disebut frekuensi resonansi. λ merupakan panjang gelombang sekunder dalam meter yang dinyatakan $\lambda = \frac{V_s}{f}$, maka hubungan ketebalan lapisan sedimen dan frekuensi dominan dapat juga dinyatakan dalam persamaan [6].

$$f_0 = \frac{V_s}{4H}, \quad (1)$$

dengan f_0 adalah frekuensi dominan, V_s adalah kecepatan gelombang sekunder dan H adalah ketebalan lapisan sedimen permukaan. Berdasarkan hasil penelitian Suharna (2008) dalam [3], parameter kecepatan gelombang geser untuk endapan fluvial vulkanik Merapi berdasarkan data pembaran di daerah Pranti, Srihardono, Pundong, Bantul adalah 241,96 m/s.

3. Hasil dan Analisis

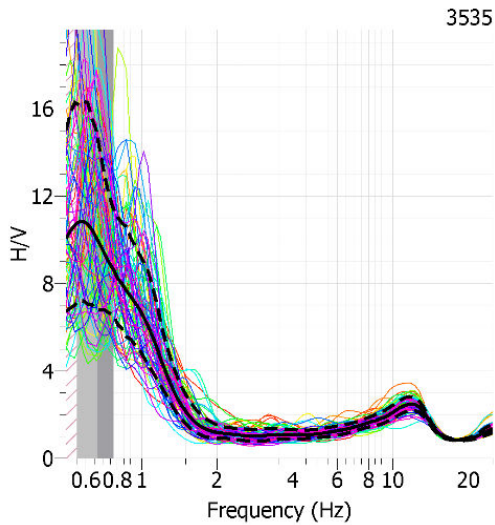
Mikrotremor adalah gelombang geser yang terjebak dalam media berimpedansi rendah, sehingga mengalami pemantulan ganda (*multiple reflection*). Dalam kasus ini media dimodelkan dua lapis dimana lapisan permukaan mewakili endapan fluvial vulkanik Merapi dan lapisan kedua mewakili batuan yang mengalasi endapan fluvial ini. Endapan fluvial vulkanik Merapi didominasi oleh material pasiran yang bersifat lepas, sedangkan batuan yang mengalasinya kemungkinan merupakan batuan sedimen Tersier yang muncul di pematang Baturagung [3].

Berdasarkan rekaman *ambient noise* (mikrotremor) yang diperoleh dari 31 titik pengukuran yang tersebar di daerah kota Klaten diperoleh spektra hasil analisis dengan menggunakan teknik H/V (teknik Nakamura). Lokasi 31 titik pengukuran tersebar secara grid pada wilayah kota Klaten (

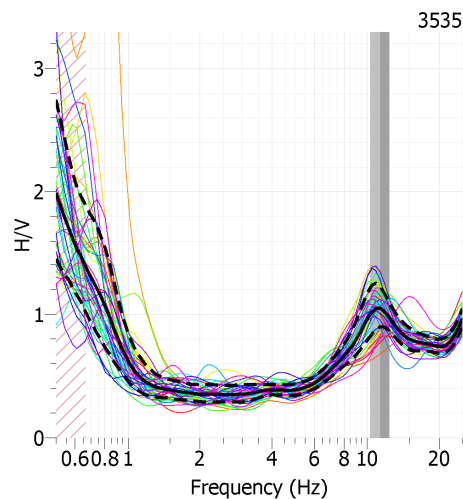
Gambar 1).

Kurva spektral rasio dari teknik perbandingan H/V yang merupakan teknik Nakamura dilakukan untuk seluruh titik pengukuran pada daerah sedimen. Berikut adalah contoh kurva spektra komponen horisontal daerah sedimen pada titik MS26 dan MS46, dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Gambar 3 merupakan hasil spektra horisontal pada titik ukur MS46. Spektra menunjukkan frekuensi natural (f_0) sebesar 0,67 Hz. Sedangkan pada Gambar 4 merupakan hasil spektra horisontal pada titik ukur MS26. Spektra menunjukkan frekuensi natural (f_0) sebesar 10,655 Hz.



Gambar 3 Kurva Spektra Horizontal pada Titik MS46



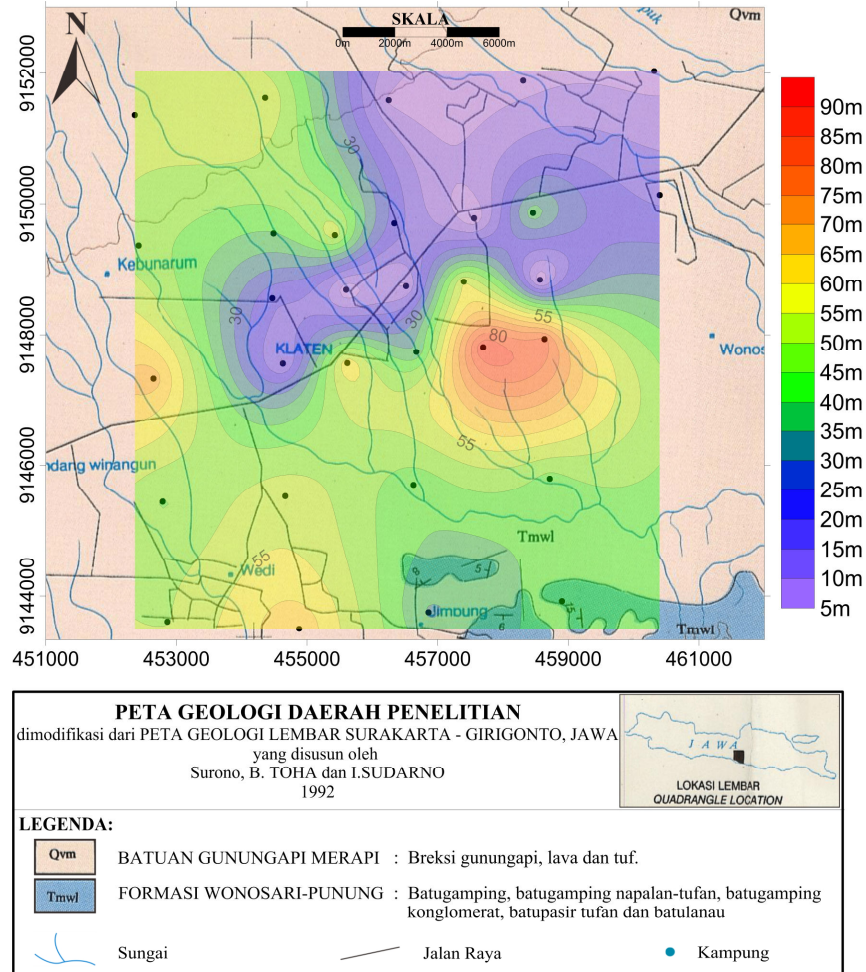
Gambar 4 Kurva Spektra Horizontal pada Titik MS26

Keseluruhan kurva spektra komponen horizontal (NS dan EW) dari rekaman pada daerah sedimen dan kurva spektra komponen horizontal dari tujuh titik yang terletak di daerah referensi. Nilai dari masing-masing spektra ini kemudian digunakan untuk menghitung nilai frekuensi resonansi menggunakan persamaan (1).

Data yang diperoleh berupa hasil rekaman mikrotremor dalam fungsi waktu yang selanjutnya diolah menjadi data domain frekuensi menggunakan *Fast Fourier transform (FFT)* dari software Geopsy. Hasil FFT dianalisis dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spektral Rasio (HVSr)* yaitu membandingkan spektrum komponen horizontal dan spektrum komponen vertical.

Hasil pengolahan data mikrotremor secara umum menunjukkan spektrum dengan peak yang tegas dan amplitudo yang cukup besar, hal ini mencirikan kontras impedansi antara endapan permukaan dan batuan yang mengalasinya cukup tinggi.

Nilai frekuensi resonansi dominan (f_0) pada pengukuran mikrotremor wilayah Klaten berkisar antara 0,67 – 10,655 Hz, dengan rata-rata berada di bawah 2 Hz.. Nilai ketebalan sedimen dipengaruhi oleh frekuensi resonansi dan kecepatan gelombang sekunder, berdasarkan persamaan (1). Hasil ketebalan sedimen berkisar antara 5.68 m hingga 90.28m.



Gambar 5. Peta Ketebalan Sedimen

Pemetaan lapisan sedimen daerah Klaten ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan pemetaan pada gambar 5 dan gambar 4, terdapat lapisan sedimen dengan ketebalan 5-60 m meliputi desa Tegalyoso, desa Bareng Lor, desa Bareng, Desa Jograngan, desa Kwaren, desa Mayungan, desa Drono, desa Gondang, desa Karang Dukuh, dan desa Kajoran. Sedangkan dengan ketebalan lapisan 66-90m berada pada desa Mojyan, desa Kalokotes, desa Gemblengan, desa Tonggalan.

4. Kesimpulan

Frekuensi natural antara 0,67 – 10,655 Hz dan pemetaan lapisan sedimen yaitu mencapai 80-90m di kecamatan Kalikotes tepatnya desa Mojyan, Desa Gumulan dan Desa Kalikotes, sedangkan ketebalan lapisan sekitar 5-15m sebagian besar berada pada kecamatan Klaten Utara. Potensi kerusakan akibat efek ketebalan ini berakibat pada peningkatan ground shaking di permukaan akbat mikrozonasi.

Daftar Pustaka

- [1] Aki, K., Space and Time Spectra of Stationary Stochastic Waves, with Special Reference to Microtremors. 1957. *Earthquake Research Institute Japan*.
- [2] Aisyah, V., Suharna, dan Agus S., Ground Amplification Mapping Using HVSr Method (Horizontal To Vertical Spectral Ratio) In Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta (Indonesia). *Proceedings JCM Makassar 2011, The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition*, Makassar. 2011.

- [3] Marjiono, Ratdomopurbo, Suharna, M.H.H Zajuli, dan R. Setianegara, Geologi Bawah Permukaan Dataran Klaten Berdasarkan Interpretasi Data Mikrotremor. 2014. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 15, 1, 3-9.
- [4] Nakamura, Y. A Method for Dynamic Characteristic Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. 2014. *QR Railway Technical Research Institute*, 30, 1, 25-33.
- [5] Prabowo, U.N. Pemetaan Daerah Rawan Rekahan Tanah Berdasarkan Analisis Mikrotremor Di Kotamadya Denpasar Dan Kabupaten Badung, Bali. Thesis. Yogyakarta: Postgraduate UGM; 2015.
- [6] Seht, M.I, dan J. Wohlenberg. Microtremor Used To Map Thickness Of Soil. 1999. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 89, 1, 250-259.