

# ANALISIS MIKROTREMOR UNTUK MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK DI KAWASAN JALUR SESAR SUNGAI OYO YOGYAKARTA

## MICROTREMOR ANALYSIS FOR SEISMIC VULNERABILITY INDEX MICROZONATION AROUND OYO RIVER FAULT YOGYAKARTA

Oleh: Ika kurniawati, Nugroho Budi Wibowo, Denny Darmawan  
ikakurniawati319@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dan mikrozonasi indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) di kawasan jalur Sesar Sungai Oyo. Data penelitian diperoleh melalui pengukuran sinyal mikrotremor di 25 titik lokasi dengan spasi 2 km. Data mikrotremor dianalisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) untuk mendapatkan frekuensi dominan dan faktor amplifikasi di setiap titik penelitian. Hasil dari analisis mikrotremor digunakan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ), sehingga diketahui bahwa nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) berkisar  $0,1 \times 10^{-6}$  sampai  $18,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan nilai tinggi berada pada formasi Wonosari yang menyebar di Kecamatan Panggang bagian Barat Laut, Kecamatan Playen bagian Barat Daya, dan Kecamatan Dlingo bagian Selatan. Sedangkan mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan nilai rendah berada pada formasi Nglanggran dan formasi Sambipitu yang menyebar di Kecamatan Playen bagian Barat, Kecamatan Imogiri bagian Timur dan Kecamatan Dlingo bagian Barat.

**Kata kunci:** *Indeks kerentanan seismik, mikrotremor, Horizontal to Vertical Spectral Ratio*

### Abstract

*The aims of this research was to determine the value and microzonation of seismic vulnerability index ( $K_g$ ) around Oyo River fault. Data were obtained by microtremor measurement at 25 location with 2 km spacing. The microtremor data were analyzed using Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) method to obtain the predominant frequency and amplification factor at each measurement point to determine the value of seismic vulnerability index ( $K_g$ ). The results showed that the seismic vulnerability index ( $K_g$ ) was around  $0,1 \times 10^{-6}$  to  $18,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Based on microzonation results, the highest seismic vulnerability index was on Wonosari formation that spread across the Northwestern part of Panggang sub district, the Southwestern part of Playen sub district, and the Southern part of Dlingo sub district. Meanwhile, the low seismic vulnerability index was on Nglanggran formation and Sambipitu formation that spread across the Western part of Playen sub district, the Eastern part of Imogiri sub district, and some locations in the Western part of Dlingo sub district.*

**Keywords:** *seismic vulnerability index, microtremor, Horizontal to Vertical Spectral Ratio*

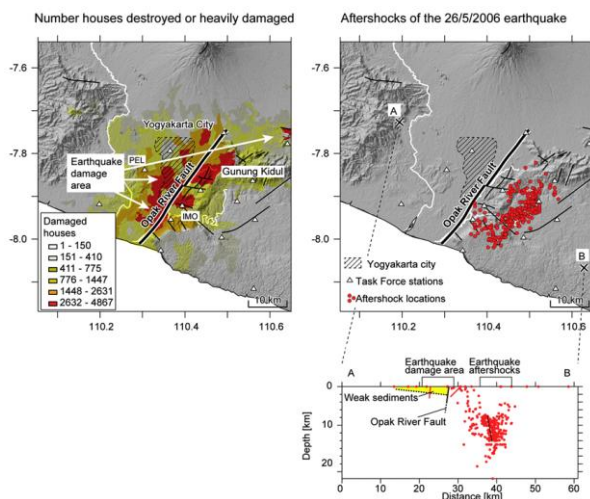
### PENDAHULUAN

Pergerakan relatif antar lempeng Indo-Australia yang terus mendesak ke Utara lempeng Eurasia menyebabkan Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi salah satu daerah di Selatan Pulau Jawa yang termasuk dalam kategori daerah seismik aktif. Tercatat dalam data sejarah kegempaan, Yogyakarta pernah digoncang gempa bumi berkekuatan

besar pada tahun 1867, 1943, 1981, dan 2006 dengan intensitas maksimum antara VII hingga IX MMI (Sulaeman, dkk, 2008).

Pada 27 Mei 2006, gempa bumi tektonik berkekuatan 6,3 skala richter dengan kedalaman 17 km di bawah permukaan tanah telah menggoncang wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Diketahui gempa bumi tersebut banyak

menelan korban dan menyebabkan kerugian yang sangat besar. Diduga pemicu terjadinya gempa bumi adalah sebuah sesar yang terbentang dari kecamatan Imogiri-Panggang. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan beberapa sumber yang menduga bahwa pusat gempa bumi 27 Mei 2006 berada pada kedalaman 10 km dan sekitar 10 km di sebelah Timur Sesar Opak atau di sekitar Kali Oyo (UNOSAT, 2006), selama 3 bulan lebih di daerah tersebut juga terekam kira-kira 2000 kejadian gempa susulan (Luehr,*et.al.*, 2008) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Distribusi *aftershock* gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 (Walter, 2008)

Untuk kesiapsiagaan dalam menghadapi gempa bumi di kawasan jalur Sesar Sungai Oyo, diperlukan informasi indeks kerentanan seismik dengan melakukan penelitian kondisi tanah di kawasan tersebut.

Indeks kerentanan seismik merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan lapisan permukaan tanah terhadap deformasi tanah saat terjadi gempa bumi. Nilai indeks kerentanan seismik dapat diketahui berdasarkan hasil analisis data mikrotremor.

Data mikrotremor yang terukur berupa sinyal gelombang seismik dalam domain waktu yang kemudian dianalisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) yaitu metode perbandingan antara rasio spektrum sinyal mikrotremor komponen horizontal dengan komponen vertikalnya (Nakamura, 1989), sehingga diperoleh nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi. Dimana kedua parameter tersebut dimanfaatkan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai indeks kerentanan seismik dan mikrozonasi indeks kerentanan seismik di kawasan jalur Sesar Sungai Oyo.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 14 sampai 16 Maret 2016 di kawasan jalur Sesar Sungai Oyo, yaitu mulai dari Kecamatan Imogiri dan Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul, serta Kecamatan Playen dan kecamatan Panggang, Kabupaten Gunungkidul.

### Langkah Penelitian

Pengukuran sinyal mikrotremor dilakukan secara langsung pada 25 titik lokasi penelitian dengan spasi antar titik sebesar 2 km. Tahap awal sebelum melakukan pengukuran adalah membuat desain survei untuk menentukan titik penelitian berdasarkan lokasi episenter gempa bumi susulan setelah gempa bumi 2006. Setelah itu dilakukan survei

lokasi penelitian dengan bantuan GPS. Tahap selanjutnya yaitu pengambilan data yang dilakukan dengan pengukuran sinyal mikrotremor di 25 titik sampel selama  $\pm 30$  menit dengan frekuensi *sampling* 100 Hz. Data mikrotremor hasil pengukuran berupa data mentah getaran tanah dalam fungsi waktu.

### Teknik Analisis Data

Data mentah yang diperoleh dari hasil pengukuran diolah menggunakan *software Sessary – Geopsy* dengan tujuan untuk mendapatkan data mikrotremor berupa sinyal yang tidak mengandung *noise* (*windowing*). Namun saat dilakukan proses pengolahan data, terdapat satu titik sampel penelitian (titik 21) yang dihilangkan karena hanya memiliki 5 *window*. Merujuk pada standar yang ditetapkan oleh *SESAME European Research Project* (2004) jumlah minimal *window* adalah 10 *window* pada tiap titik penelitian, sehingga titik sampel penelitian yang digunakan berjumlah 24 titik. Selanjutnya dilakukan *cut* gelombang berdasarkan jumlah *window* tiap titik.

Hasil *cut* gelombang digunakan untuk analisis data dengan program MATLAB 2008a. Terdapat tiga komponen sinyal mikrotremor yaitu komponen vertikal (*Up and Down*), horizontal (*North - South*), dan horizontal (*East - West*) yang terekam saat pengukuran data. Kemudian ketiga komponen sinyal mikrotremor dianalisis menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT), setelah itu dilakukan *smoothing* dengan menggunakan filter *smoothing* Konno dan

Ohmachi. Selanjutnya data mikrotremor tersebut dianalisis dengan metode HVSR yang didapat dari akar kuadrat spektrum Fourier mikrotremor komponen horizontal (*North – South* dan *East – West*) dibagi dengan spektrum Fourier mikrotremor komponen vertikal menghasilkan nilai H/V untuk masing-masing *window*. Dari analisis HVSR diperoleh kurva H/V yang menunjukkan nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi. Kedua parameter tersebut digunakan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik dengan menggunakan persamaan berikut:

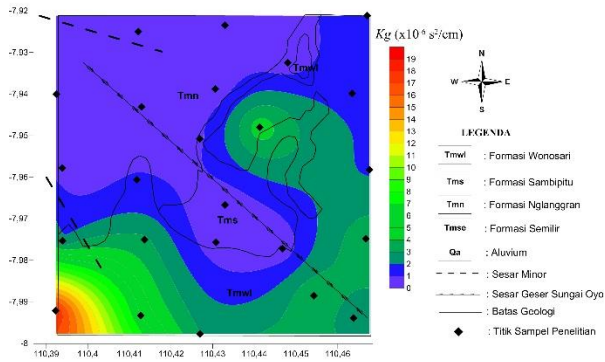
$$K_g = \left( \frac{A_g^2}{\pi^2 f_g V_b} \right) \quad (1)$$

dengan  $A_g$  adalah faktor amplifikasi,  $f_g$  adalah frekuensi dominan (Hz), dan  $V_b$  adalah kecepatan gelombang geser di bawah permukaan tanah (m/s).

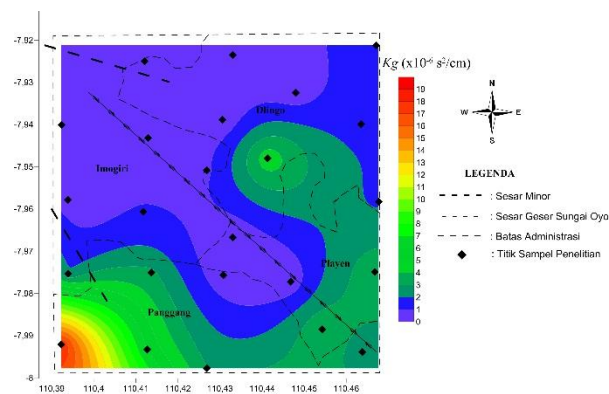
Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dibuat dengan menggunakan nilai indeks kerentanan seismik dari semua titik penelitian yang diproses menggunakan *software Surfer12*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis mikrotremor menggunakan metode HVSR menunjukkan nilai indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) di daerah penelitian bervariasi antara  $0,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  hingga  $18,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Mikrozonasi nilai indeks kerentanan seismik ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dioverlay dengan peta geologi di kawasan jalur Sesar Sungai Oyo



Gambar 3. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dioverlay dengan peta administrasi di kawasan jalur Sesar Sungai Oyo

Daerah yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik rendah yaitu kurang dari  $1,0 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  berada pada perbukitan formasi Nglanggran dan formasi Sambipitu, sehingga daerah yang termasuk dalam Kecamatan Imogiri bagian Timur dan sebagian lokasi di wilayah Kecamatan Dlingo bagian Barat hingga Kecamatan Playen bagian Barat memiliki potensi kerusakan yang rendah. Rendahnya nilai indeks kerentanan seismik disebabkan karena kondisi geologi di kawasan ini pada lapisan permukannya tersusun dari material batuan breksi andesit maupun batu pasir kasar atau kerikil yang memiliki sifat batuan lebih kompak. Jenis batuan keras

tersebut secara fisis memiliki nilai regangan yang sangat rendah jika terjadi guncangan gempa bumi, sehingga secara tapak lokal lokasi ini relatif aman terhadap guncangan gempa bumi (Sunardi,dkk., 2012).

Sedangkan pada formasi Wonosari, nilai indeks kerentanan seismik berkisar  $1,0 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  hingga  $18 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  dengan material penyusunnya berupa lapisan sedimen tebal seperti *topsoil*, lumpur, dan lain-lain. Dibandingkan dengan dua formasi lainnya, formasi Wonosari lebih berbahaya saat terjadi gempa bumi karena gelombang yang melewati daerah tersebut mengalami penguatan amplifikasi sehingga berpotensi mengalami guncangan kuat disertai kerusakan tinggi. Daerah-daerah tersebut meliputi Kecamatan Playen bagian Barat Daya dan Kecamatan Panggang bagian Utara hingga sebagian lokasi di wilayah Kecamatan Dlingo bagian Selatan. Bahkan pada formasi Wonosari terdapat satu lokasi di Kecamatan Panggang bagian Barat Laut yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik mencapai angka  $18 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ , angka tersebut menunjukkan bahwa pada formasi Wonosari juga terdapat lokasi yang sangat berbahaya saat terjadi gempa bumi.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Nilai indeks kerentanan seismik di kawasan Sesar Sungai Oyo berkisar  $0,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  hingga  $18,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$ . Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan nilai tinggi yaitu  $18,1 \times 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$  berada pada formasi Wonosari tepatnya di Kecamatan Panggang

bagian Barat Laut, Kabupaten Gunungkidul. Sedangkan mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan nilai rendah berada pada formasi Nglanggran dan formasi Sambipitu dan menyebar di Kabupaten Bantul (Kecamatan Imogiri bagian Timur dan sebagian wilayah Kecamatan Dlingo bagian Barat) hingga Kabupaten Gunungkidul (Kecamatan Playen bagian Barat).

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar penentuan spasi antar titik lokasi lebih dekat supaya hasil indeks kerentanan seismik yang dihasilkan lebih akurat. Pengaruh faktor geologi daerah penelitian terhadap nilai indeks kerentanan seismik perlu dikaji lebih lanjut..

### DAFTAR PUSTAKA

Luehr, B.G., Walter, Th., Wassermann, J., Wang, R., Wagner, D., Anggraini, A., Parolai, S., Zschau, J., Prih Harjadi, P.J., Brotopuspito, Kirbani Sri. 2008. The Surprising Mw 6,5 Bantul Earthquake 2006: *Geophysical Research Abstract Vol. 10*. Germany: GFZ

Nakamura, Y. (1989). *A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the*

*ground surface*, Quarterly Report of the Railway Technology Research Institute, Japan.

SESAME European Research Project. 2004. *Guidelines for The implementation of The H/V Spectral ratio Technique on Ambient Vibration: Measurements, Processing and Interpretation*.

Sulaeman, C., Dewi, L.C., dan Triyoso, W. 2008. *Karakterisasi Sumber Gempa Yogyakarta 2006 Berdasarkan Data GPS*. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3, No. 1. Bandung

Sunardi, B., Daryono, Arifin, J., Susilanto, P., Ngadmanto, D., Nurdiyanto, B., Sulastri. 2012. *Kajian Potensi Bahaya Gempabumi Daerah Sumbawa Berdasarkan Efek Tapak Lokal*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, Vol. 13, No. 2.

UNOSAT.2006. *Satellite Mapping Response to Java Earthquake*.Universite de Lausanne

Walter, *et al.* 2008. *The 26 May 2006 Magnitude 6.4 Yogyakarta earthquake South of Mt. Merapi Vulcano: Research Letter, Vol. 9, No. 5*. Germany: GeoForschungsZentrum Postdam