

## PEMETAAN PERCEPATAN GETARAN TANAH MAKSIMUM DAN INTENSITAS GEMPABUMI DI KAWASAN JALUR SESAR SUNGAI OYO YOGYAKARTA

### *MICROZONATION OF PEAK GROUND ACCELERATION AND EARTHQUAKE INTENSITY IN OYO RIVER FAULT LINES AREA, YOGYAKARTA*

Oleh:

Meita Aulia Sari, Nugroho Budi Wibowo, Denny Darmawan  
[meitaulia17@gmail.com](mailto:meitaulia17@gmail.com)

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dan mikrozonasi dari percepatan getaran tanah maksimum (PGA) dan intensitas gempabumi di kawasan jalur sesar Sungai Oyo akibat gempa bumi Yogyakarta 27 Mei 2006. Pengambilan data mikrotremor dilakukan di 25 titik pengamatan yang terletak di Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunungkidul. Data mikrotremor diolah menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) untuk mendapatkan kurva H/V yang menghasilkan nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) di setiap titik pengamatan sebagai parameter untuk menghitung PGA menggunakan metode Kanai (1966) dan intensitas gempabumi menggunakan metode Wald (1999). Hasil penelitian menyatakan bahwa nilai PGA berkisar antara 84,74 – 363,1  $\text{cm/s}^2$  dengan intensitas gempa bumi berada pada skala VI, VII, dan VIII MMI. Mikrozonasi PGA dengan nilai relatif lebih tinggi berada di formasi Nglanggran (Kecamatan Imogiri bagian timur dan Kecamatan Dlingo bagian barat) dan formasi Sambipitu (Kecamatan Playen bagian barat). Sementara itu, mikrozonasi PGA dengan nilai relatif lebih rendah berada di formasi Wonosari (Kecamatan Panggang bagian Utara dan Kecamatan Playen bagian Barat daya, serta Kecamatan Imogiri bagian Tenggara dan Kecamatan Dlingo bagian Selatan).

**Kata kunci:** *PGA, Intensitas gempa bumi, Mikrotremor, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, Sesar Sungai Oyo*

#### **Abstract**

*The aims of this research were to determine and microzone the peak ground acceleration (PGA) and earthquake intensity in Oyo River Fault Line Area which was caused by May 27th, 2006 Yogyakarta earthquake. The research data were acquired from microtremor signal measurement in 25 observation points located in Bantul Regency and Gunungkidul Regency. Microtremor data were analyzed using Horizontal to Vertical Ratio (HVSR) method to determine predominant frequency for every observation point as parameter to determine PGA using Kanai method (1966) and earthquake intensity using Wald method (1999). The result showed that the value of peak ground acceleration was between 84,74 – 363,1  $\text{cm/s}^2$  with earthquake intensity of VI, VII and VIII MMI. Higher value of PGA was located in Nglanggran formation (eastern part of Imogiri sub district and western part of Dlingo sub district) and Sambipitu formation (western part of Playen sub district). In addition, microzonation of PGA with lower value located in Wonosari formation (northern part of Panggang sub district and southwestern part of Playen sub district, also southeastern part of Imogiri sub district and southern part of Dlingo sub district).*

**Keywords:** *PGA, Earthquake Intensity, Microtremor, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, Oyo river fault*

## PENDAHULUAN

Terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian selatan yang relatif bergerak ke utara, lempeng Eurasia di bagian utara yang relatif bergerak ke selatan, dan lempeng Pasifik di bagian timur yang relatif bergerak ke barat, menempatkan Indonesia sebagai negara yang sangat rawan terhadap gempabumi akibat dari aktivitas tektonik (ESDM, 2009).

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu Propinsi di bagian selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia tempat zona subduksi antara lempeng Eurasia dan Indo-Australia yang menjadikannya sebagai salah satu wilayah rawan terhadap gempabumi. Selain itu, aktivitas beberapa sesar lokal di daratan serta banyaknya patahan atau sesar yang aktif juga turut menyumbang kegempaan di Yogyakarta. Sejarah mencatat sedikitnya empat kali gempabumi merusak terjadi di wilayah Yogyakarta, yaitu gempabumi 10 Juni 1867, 27 September 1937, 23 Juli 1943 dan 27 Mei 2006. (Daryono, 2009; DEPKES RI, 2007).

Gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006 menjadi bencana gempabumi paling mematikan di pulau Jawa dengan mencatatkan sebanyak 5.774 jiwa meninggal dunia, 192.534 jiwa mengalami luka-luka, dan penduduk mengungsi mencapai 2.020.788 jiwa. Terdapat berbagai pendapat tentang penyebab terjadinya gempa ini. BMKG menyatakan bahwa pusat gempa berada pada koordinat 8.03 LS dan

110,32 BT dengan magnitudo 5,9 Skala Richter dan kedalaman 12 kilometer berada di sekitar garis imajiner perpanjangan patahan Opak. Sementara itu, EMSC, UNOSAT, dan USGS (revisi kedua) menyatakan pusat gempa berada di sekitar sesar geser minor dengan arah barat laut – tenggara di kawasan Sungai Oyo yang menjadi lokasi distribusi sebaran *aftershock* gempa tersebut dalam penelitian Walter *et al* (2008).

Setiap gempabumi yang terjadi akan memberikan satu nilai percepatan tanah di suatu tempat (*site*). Tempat-tempat tersebut juga akan memiliki satu nilai percepatan tanah terbesar akibat gempabumi yang pernah terjadi. Nilai percepatan tanah maksimum sangat penting diketahui untuk mengestimasi atau memprediksi seberapa kuat getaran tanah dan efek yang akan dirasakan ketika terjadi gempabumi. Sehingga penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai dan mikrozonasi dari percepatan getaran tanah maksimum dan intensitas gempabumi di kawasan jalur sesar Sungai Oyo yang menjadi lokasi distribusi sebaran *aftershock* gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 hasil penelitian Walter (2008).

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dimulai pada Desember 2015 dengan studi literatur dan diskusi. Pengambilan data lapangan dilakukan selama 3 hari pada tanggal 14-16 Maret 2016.

Pengambilan data mikrotremor secara langsung dilakukan pada 25 titik pengamatan

dikawasan jalur sesar Sungai Oyo yang melintasi dua kabupaten, yaitu Kabupaten Bantul (Kecamatan Imogiri dan Dlingo), dan Kabupaten Gunungkidul (Kecamatan Playendang dan Panggang).

### Langkah Penelitian

Penelitian ini meliputi 3 tahap, yaitu tahap pra-survei, survey lapangan, dan pengambilan data mikrotremor. Tahap pra-survei merupakan pembuatan desain survei berdasarkan lokasi yang telah ditetapkan yaitu berada di kawasan jalur sesar Sungai Oyo. Pembuatan desain survei dilakukan secara *gridding* untuk 25 titik pengamatan dengan interval 2 km menggunakan *software Surfer 12* yang telah *di overlay* dengan Peta Geologi Lembar Yogyakarta.

Tahapan kedua yaitu survei lapangan yang bertujuan untuk menemukan lokasi dan koordinat titik pengamatan yang telah dibuat pada desain survei. Survei lapangan juga digunakan untuk mencari posisi yang strategis saat pengambilan data sesuai aturan *SESAME European Research Project* (SESAME, 2004).

Tahap yang ketiga adalah tahap pengambilan data. Pengukuran mikrotremor di setiap titik penelitian dilakukan selama  $\pm 30$  menit dengan *sampling* frekuensi 100 Hz. Hasil pengukuran data mikrotremor berupa sinyal dalam domain waktu dengan tiga

komponen yaitu 2 komponen horizontal dan 1 komponen vertikal.

### Teknik Analisis Data

Data mikrotremor pertama kali dianalisis pada *software Sessaray Geopsy* untuk *filtering* sinyal tanpa *noise*. Sinyal tanpa *noise* yang dihasilkan kemudian dianalisis pada *software Matlab 2008a* untuk mengubah sinyal dalam domain waktu tersebut menjadi domain frekuensi menggunakan program *FFT* dan melakukan *smoothing* sinyal. Setelah itu, sinyal dianalisis menggunakan metode *HVSR* sehingga menghasilkan kurva *H/V*, nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A_0$ ). Frekuensi dominan ( $f_0$ ) digunakan untuk menghitung nilai periode dominan yang kemudian digunakan untuk mencari *PGA* menggunakan persamaan Kanai (1966) seperti berikut:

$$\alpha = \frac{a_1}{\sqrt{T_0}} 10^{a_2 M - P \log R + Q} \quad (1)$$

$$P = a_3 + a_4 / R \quad (2)$$

$$Q = a_5 + a_6 / R \quad (3)$$

dimana  $\alpha$  adalah nilai percepatan getaran tanah ( $\text{cm/s}^2$ ),  $M$  adalah magnitudo dalam skala Richter,  $R$  adalah jarak hiposenter (km), dan dengan konstanta-konstanta  $a_1 = 5$ ,  $a_2 = 0,61$ ,  $a_3 = 1,66$ ,  $a_4 = 3,60$ ,  $a_5 = 0,167$ ,  $a_6 = -1,83$  (Douglas, 2004).

Data gempa yang digunakan adalah *event* gempa bumi Yogyakarta 10 tahun terakhir dengan magnitudo  $\geq 3$  SR dan berepisenter di sebelah timur Sesar Opak berdasarkan hasil analisis *WGSN* yang dikeluarkan *BMKG*. Setelah itu *PGA* digunakan untuk mencari

nilai intensitas gempa berdasarkan persamaan Wald (1999) seperti berikut :

$$IMM = 3.6 \log \alpha - 1.66 \quad (4)$$

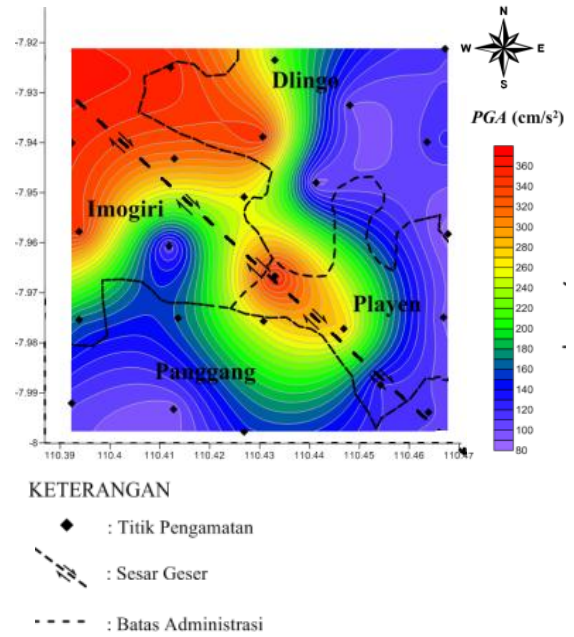
Nilai-nilai PGA dan Intensitas kemudian dipetakan dan dikorelasikan dengan ketebalan sedimen di lokasi penelitian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah percepatan getaran tanah maksimum (PGA) dan intensitas gempa dalam skala MMI di kawasan jalur sesar Sungai Oyo yang divisualisasikan dengan mikrozonasinya.

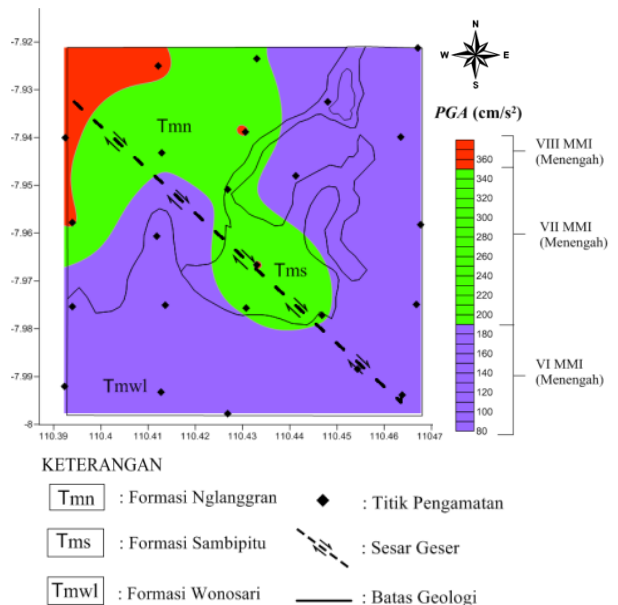
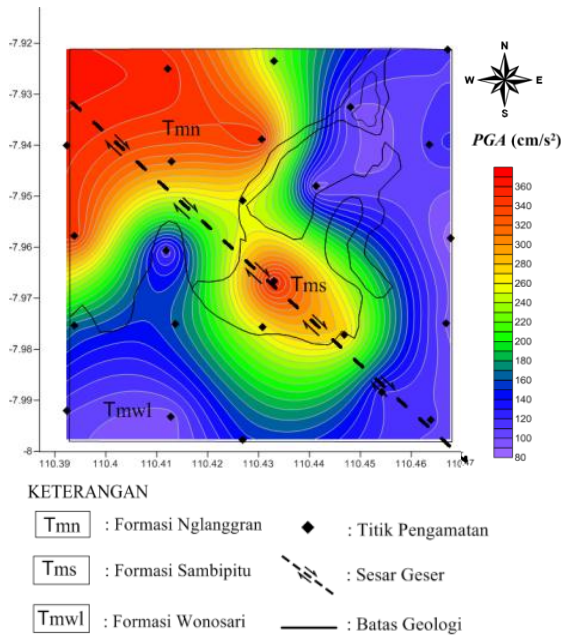
Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama 10 tahun terakhir (Mei 2006 – Januari 2016), percepatan getaran tanah maksimum di lokasi penelitian disebabkan oleh gempabumi 27 Mei 2006. Nilai PGA yang didapat sebesar 84,74 – 363,1 cm/s<sup>2</sup> seperti ditunjukkan Gambar 1 dan Gambar 2.

Gambar 1. Peta Pemodelan PGA di-Overlay dengan Peta Geologi di Lokasi Penelitian.

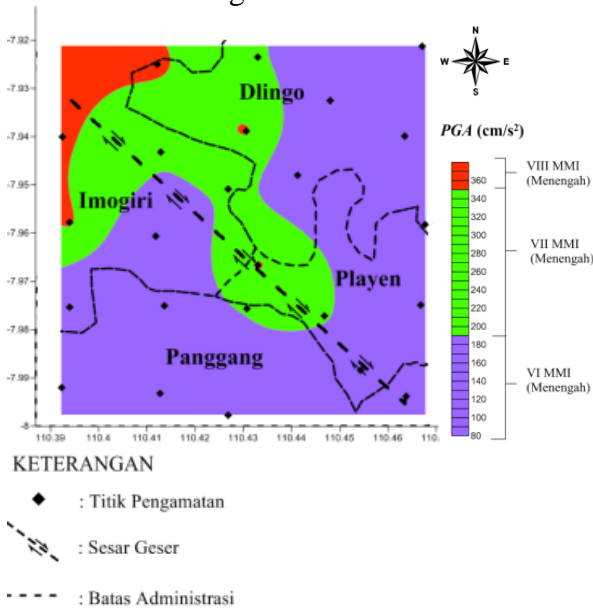


Gambar 2. Peta Pemodelan PGA di-Overlay dengan Peta Administrasi di Lokasi Penelitian.

Sementara itu, intensitas gempabumi berada pada skala VI, VII, dan VIII MMI yang termasuk dalam tingkat kerawanan terhadap gempabumi kategori menengah seperti ditunjukkan Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Peta Tingkat Kerawanan Terhadap Gempabumi Berdasarkan Peta Geologi di Lokasi Penelitian.



Gambar 4. Peta Tingkat Kerawanan Terhadap Gempabumi Berdasarkan Peta Administrasi di Lokasi Penelitian

PGA dengan nilai relatif lebih tinggi berkisar antara 232,7 – 363,1 cm/s<sup>2</sup> berada di formasi Nglanggran dan formasi Sambipitu dengan skala VII dan VIII MMI. Secara administratif lokasi pada formasi Nglanggran berada di Kabupaten Bantul tepatnya Kecamatan Imogiri bagian timur dan Kecamatan Dlingo bagian Barat, sedangkan formasi Sambipitu berada di Kabupaten Gunungkidul tepatnya Kecamatan Playen bagian Barat.

Sementara itu, PGA dengan nilai relatif lebih rendah berkisar antara 84,74 – 165,8 cm/s<sup>2</sup> berada di formasi Wonosari dengan skala VI MMI, dimana secara administratif terletak di Kabupaten Gunungkidul tepatnya Kecamatan Panggang bagian Utara dan Kecamatan Playen bagian Barat daya, serta

Kabupaten Bantul tepatnya Kecamatan Imogiri bagian Tenggara dan Dlingo bagian Selatan.

Formasi Nglanggran dan Sambipitu memberikan nilai PGA yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan formasi Wonosari. Apabila dikorelasikan dengan penelitian Kurniawati (2006) maka Formasi Nglanggran dan Sambipitu dengan nilai PGA yang relatif lebih tinggi memiliki lapisan sedimen yang lebih tipis. Lapisan sedimen yang lebih tipis menyebabkan PGA pada formasi Nglanggran dan Sambipitu lebih tinggi dan apabila terjadi gempabumi lokasi tersebut akan mengalami guncangan yang lebih cepat namun dalam durasi yang lebih singkat. Sementara itu, lapisan sedimen yang lebih tebal akan menyebabkan PGA pada formasi Wonosari lebih rendah, dengan guncangan yang terasa lebih lambat namun kuat (teramplifikasi) dan berlangsung dalam durasi yang lebih lama dan dapat menyebabkan kerusakan parah pada bangunan.

Meskipun peta tingkat kerawanan akibat gempabumi yang diperoleh berdasarkan persamaan Wald pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa lokasi dengan nilai PGA tinggi akan lebih rawan terhadap guncangan gempabumi, namun PGA yang rendah juga bukan menjadi jaminan suatu lokasi lebih aman saat terjadi gempabumi. Hal ini disebabkan karena lokasi dengan PGA rendah juga dapat mengalami kerusakan berat akibat gempabumi, mengingat kecenderungan lokasi tersebut mengamplifikasi guncangan saat terjadi gempabumi akibat dari tebalnya

lapisan sedimen. Selain itu, PGA juga bukan satu-satunya parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan suatu wilayah terhadap gempabumi.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil penelitian menyatakan bahwa nilai percepatan getaran tanah maksimum berkisar antara 84,74 – 363,1 cm/s<sup>2</sup> dengan intensitas gempabumi berada pada skala VI, VII, dan VIII MMI yang termasuk dalam tingkat kerawanan terhadap gempabumi kategori menengah. Mikrozonasi PGA dengan nilai relatif lebih tinggi berada di formasi Nglanggran (Kecamatan Imogiri bagian timur dan Kecamatan Dlingo bagian barat) dan formasi Sambipitu (Kecamatan Playen bagian barat). Sementara itu, mikrozonasi PGA dengan nilai relatif lebih rendah berada di formasi Wonosari (Kecamatan Panggang bagian Utara dan Kecamatan Playen bagian Barat daya, serta Kecamatan Imogiri bagian Tenggara dan Kecamatan Dlingo bagian Selatan).

### Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan pengambilan titik sampel lebih dekat agar hasil penelitian benar-benar mewakili karakter dari lokasi tersebut. Selain itu, perlu dilakukan penelitian untuk mencari data bor, sehingga dapat digunakan untuk mengkorelasi dan mengkarakterisasi lapisan

permukaan dan bawah tanah di lokasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryono, Sutikno. dan Prayitni, Bambang Setio. 2009. *Data Mikrotremor dan Pemanfaatannya untuk Pengkajian Bahaya Gempabumi*. Yogyakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- DEPKES RI. 2007. *Lesson Learnt Penanganan Krisis Kesehatan Akibat Gempabumi di Provinsi D.I. Yogyakarta dan Jawa Tengah 27 Mei 2006*. Jakarta: DEPKES RI.
- Douglas. 2004. *Ground Motion Estimation Equation 1964-2003*. London: South Kensington Campus Press.
- ESDM. 2009. *Gempa di Indonesia Akibat Interaksi Lempeng Utama Dunia*. <http://www.esdm.go.id/berita/geologi/4-geologi/2849-gempa-di-indonesiaakibat-interaksi-lempeng-utama-dunia-.html>, pada tanggal 27 Agustus 2016.
- Kanai, K. 1966. *Improved Empirical Formula for Characteristics of Stray [sic] Earthquake Motions*. Pages 1–4 of: Proceedings of the Japanese Earthquake Symposium. Not seen. Reported in Trifunac & Brady (1975).
- Kurniawati, Ika. 2016. *Analisis Mikrotremor Untuk Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Di Kawasan Jalur Sesar Oyo Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY
- SESAME.(2004). *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*. Europe: SESAME European research project.
- Wald d. J., Quitoriano V., Heaton T. H., and Kanamori H. 1999. *Relationships between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California*. *Earthquake Spectra*, 15, No.3.

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.