

**MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK  
BERDASARKAN ANALISIS MIKROTREMOR  
DI KECAMATAN JETIS, KABUPATEN BANTUL  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**S. Labertta<sup>1</sup>, N. B. Wibowo<sup>2</sup> dan D. Darmawan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia*

<sup>2</sup>*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*

*darmawan@uny.ac.id*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ) berdasarkan analisis mikrotremor dan membuat mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis. Penelitian dimulai dengan mengambil data mikrotremor dari 33 titik lokasi pengambilan data. Data mikrotremor kemudian 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 indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ). Berdasarkan hasil yang diperoleh, indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis adalah  $1,1 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup> sampai  $10,9 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup>. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis dalam satuan desa adalah Desa Trimulyo  $2,5 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup> sampai  $10,9 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup>, Desa Sumberagung  $1,8 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup> sampai  $10,6 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup>, Desa Patalan  $1,1 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup> sampai  $10,5 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup>, dan Desa Candan  $2,9 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup> sampai  $6,2 \times 10^{-6}$  /cm/s<sup>2</sup>. Area rusak ringan, sedang dan berat tersebar di sekitar Sesar Opak, hal ini terjadi karena jenis tanah di sekitar Sesar Opak memiliki frekuensi dominan ( $f_0$ ) antara 1,4 Hz sampai 6,7 Hz atau antara jenis tanah II sampai jenis tanah IV. Jenis tanah II sampai jenis tanah IV adalah tanah berpasir, tanah liat, dan tanah lumpur.

**Kata kunci:** Indeks kerentanan seismik, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr, mikrotremor, mikrozonasi, Jetis, Bantul, Yogyakarta

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang terletak di antara tiga lempeng aktif dunia, yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik. Letak geografis tersebut menyebabkan Indonesia menjadi kawasan yang rawan terhadap bencana besar, terutama bencana geologis. Gempabumi di Indonesia merupakan fenomena alam yang sudah sering terjadi akibat pengaruh negatif dari letak geografis negara Indonesia.

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu propinsi di bagian selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudra Hindia serta memiliki struktur geologi yang kompleks. Gempabumi yang terjadi pada 27 Mei 2006 di Yogyakarta dengan skala 6,3 Mw (*Magnitude Moment*) mengakibatkan kurang lebih 4500 orang meninggal dunia, 1800 orang terluka dan wilayah yang mengalami kerusakan bangunan paling parah adalah Kabupaten Bantul (USGS, 2006). Bencana alam tersebut merupakan salah satu akibat dari letak geografis Daerah Istimewa Yogyakarta yang berada di zona tumbukan aktif antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-

Australia. Selain rawan gempabumi akibat aktivitas tumbukan lempeng, wilayah Yogyakarta rawan gempabumi akibat aktivitas beberapa sesar lokal di daratan.

Struktur sesar terbentuk sebagai dampak desakan lempeng Indo-Australia pada bagian daratan Pulau Jawa (Daryono, 2010: 1). Sesar Opak merupakan salah satu sesar yang berpotensi mengakibatkan gempabumi di wilayah Yogyakarta. Sesar Opak merupakan patahan aktif yang memanjang di Sungai Opak dari pantai selatan ke utara Yogyakarta, namun informasi mengenai pengaruh sesar Opak terhadap gempabumi di Kabupaten Bantul, Yogyakarta pada 27 Mei 2006 yang meliputi Kecamatan Jetis masih terbatas.

Wilayah Yogyakarta yang memiliki potensi tinggi terhadap bencana gempabumi adalah Kecamatan Jetis di Kabupaten Bantul. Pada gempabumi 27 Mei 2006 di Kabupaten Bantul, jumlah bangunan rumah yang rusak berat dan hancur di Kecamatan Jetis sebanyak 13.966 bangunan, sedangkan untuk korban meninggal dunia adalah 646 orang dan korban luka berat 223 orang. Kecamatan Jetis merupakan kecamatan yang mengalami kerusakan bangunan rumah terparah kedua setelah Kecamatan Sewon dan merupakan kecamatan dengan korban jiwa terbanyak setelah Kecamatan Pleret (OCHA, 2006).

Pada tahun 2011 sebanyak 12 kali gempabumi terasa terjadi di Propinsi Yogyakarta dan 6 kali diantaranya terjadi di wilayah Kabupaten Bantul yang meliputi Kecamatan Jetis, data ini diperoleh dari analisa WGSN (BMKG, 2011). Walaupun Kecamatan Jetis rawan terhadap bencana gempabumi, informasi mengenai indeks kerentanan seismik di wilayah ini masih terbatas. Data kuantitatif kerentanan seismik ini penting sebagai sarana informasi untuk memperkirakan dan meminimalisir dampak yang disebabkan oleh gempabumi. Selain itu mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis masih dalam skala kabupaten. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam pengembangan infrastruktur kota, sehingga pengembangan infrastruktur kota dapat diarahkan ke daerah yang memiliki indeks kerentanan seismik yang lebih rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis dan membuat mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis. Dengan data indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis diharapkan pengembangan infrastruktur dan tata kota dapat difokuskan pada wilayah yang memiliki indeks kerentanan seismik rendah, sedangkan wilayah yang memiliki indeks kerentanan seismik tinggi dapat dirancang agar kerusakan bangunan minimal pada saat terjadi gempabumi yang akan datang.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2012 sampai dengan bulan Desember 2012. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 11, 12, dan 13 Juni 2012. Sebelum dilakukan penelitian, telah dilakukan studi literatur dan diskusi yang dimulai pada bulan Mei 2012.

Pengambilan data mikrotremor ini dilakukan mengacu kepada aturan yang ditetapkan oleh *SESAME European research project*. Pengambilan data terbagi atas dua tahap yaitu menentukan titik pengambilan data mikrotremor dan pengambilan data. Pada tahap penentuan titik pengambilan data mikrotremor didasarkan pada kemudahan lokasi untuk pengambilan data dan pemerataan distribusi pengambilan data, penentuan titik dilakukan pada peta Google Earth.

Pada tahap perencanaan ditetapkan sebanyak 44 titik pengambilan data mikrotremor dan masing-masing titik memiliki jarak sebesar 1 km dalam sumbu vertikal dan horizontal, hal ini bertujuan supaya pengambilan data dapat mewakili keadaan seluruh wilayah Kecamatan Jetis. Hasil dari survei penentuan lokasi didapatkan 33 titik yang mungkin dijadikan tempat pengambilan data mikrotremor, sedangkan titik lainnya tidak dapat dijadikan tempat pengambilan data mikrotremor karena lokasinya tidak memungkinkan. Jarak 1 km antar titik dalam sumbu vertikal dan horizontal menjadi sedikit berubah karena alokasi titik  $\pm 250$  m, hal ini karena pada keadaan sebenarnya titik lokasi ada yang bertepatan dengan bangunan rumah, sarana umum atau berada di tengah persawahan. Pengukuran data mikrotremor disetiap titik dilakukan selama  $\pm 30$  menit, tergantung

pada keadaan disekitar lokasi pengambilan data.

Pada penelitian ini menggunakan pula 18 data sekunder. Data sekunder didapatkan dari penelitian sebelumnya di Kabupaten Bantul yang meliputi wilayah Kecamatan Jetis dan sekitarnya (Gunawan, 2011). Penggunaan data sekunder ini bertujuan untuk memperkuat hasil yang diperoleh dan hasil dari penelitian ini dapat dipertanggung jawabkan karena sudah mengacu pada penelitian yang sebelumnya.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Digital Portable Seismograph* tipe TDL-303S, Seismometer tipe TDV-23S, *Global Positioning System* (GPS) merk Garmin, Kompas dan Laptop ASUS K40IN dengan spesifikasi RAM 2GB, CPU, dan Core 2 Duo T5870. Perangkat lunak yang dipergunakan adalah program DATAPRO, Sasarray-Geopsy, ArcView GIS 3.3, Notepad, dan Microsoft Excel.

## PEMBAHASAN

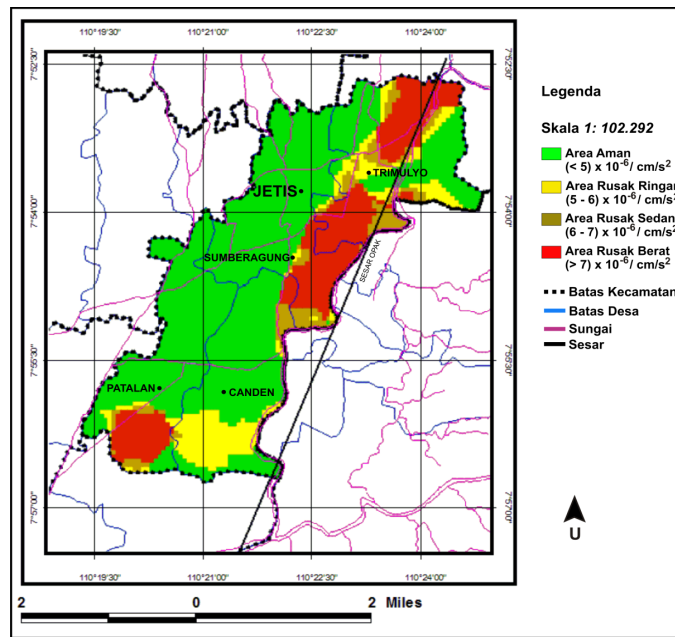
Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis dan mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis. Indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis adalah  $1,1 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$  -  $10,9 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ . Hubungan antara indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis dalam satuan desa dengan jumlah total kerusakan bangunan di Kecamatan Jetis akibat gempa bumi 27 Mei 2006 (Kec. Jetis, 2006) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis dalam satuan desa jumlah total kerusakan bangunan di Kecamatan Jetis akibat gempa bumi 27 Mei 2006 (Kec. Jetis, 2006)

| Desa        | Indeks kerentanan seismik<br>$\times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ | Jumlah total kerusakan<br>bangunan di Kecamatan<br>Jetis akibat gempa bumi<br>27 Mei 2006<br>(Kec. Jetis, 2006) |
|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trimulyo    | 2,5 – 10,9                                                    | 4.518                                                                                                           |
| Sumberagung | 1,8– 10,6                                                     | 3.585                                                                                                           |
| Patalan     | 1,1 – 10,5                                                    | 3.273                                                                                                           |
| Canden      | 2,9– 6,2                                                      | 3.137                                                                                                           |

Berdasarkan data pada tabel 1 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil indeks kerentanan seismik suatu daerah, semakin kecil jumlah kerusakan bangunan yang ditimbulkan saat terjadi gempa bumi. Sebaliknya, jika semakin besar indeks kerentanan seismik suatu daerah maka semakin besar jumlah kerusakan bangunan yang ditimbulkan saat terjadi gempa bumi. Hal ini terjadi karena semakin besar indeks kerentanan seismik suatu daerah maka tingkat kestabilan struktur tanah pada daerah semakin kecil, sehingga saat terkena getaran dari gempa bumi kemungkinan kerusakan bangunan yang ditimbulkan akan semakin besar.

Hasil dari mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis

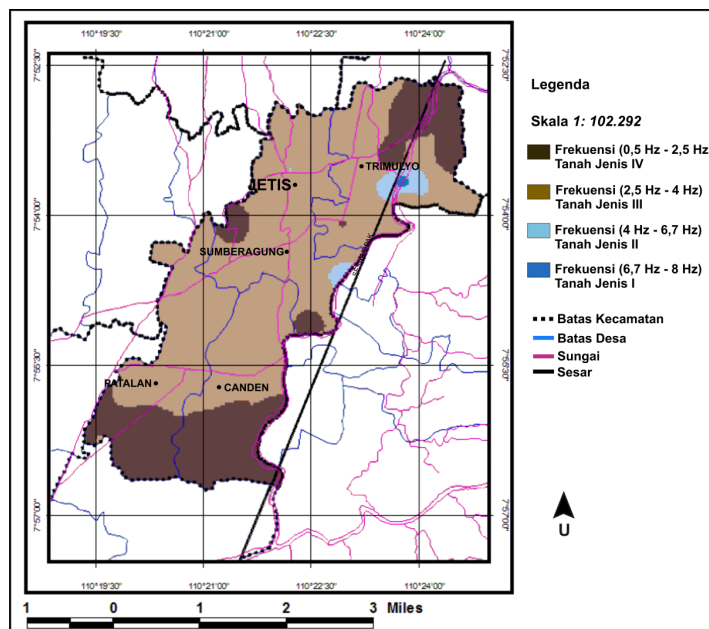
Mikrozonasi indeks kerentanan seismik bertujuan untuk memberikan informasi suatu daerah berdasarkan kerentanannya terhadap gempabumi. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik yang dihasilkan kemudian divalidasi dengan peta distribusi kerusakan gempabumi di Kabupaten Bantul pada 27 Mei 2006 (UNOSAT, 2006) sebagai acuan keadaan real di lokasi tersebut. Hasil validasi menunjukkan kecocokan antara mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan peta distribusi kerusakan gempabumi di Kabupaten Bantul pada 27 Mei 2006 (UNOSAT, 2006) sebesar 62,5 %.

Tingkat persentase kecocokan ini bergantung pada lamanya waktu gempabumi yang dijadikan sebagai acuan validasi, pada penelitian ini gempabumi yang dijadikan sebagai acuan adalah gempabumi 27 Mei 2006 di Kabupaten Bantul. Ada selang waktu 6 tahun dengan penelitian yang dilakukan sehingga struktur tanah sudah tidak seperti pada tahun 2006 saat gempabumi terjadi, hal tersebut yang mempengaruhi persentase dari validasi mikrozonasi indeks kerentanan seismik. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan validasi diatas 50 % dengan data acuan lebih dari 6 tahun sudah valid untuk dijadikan sumber informasi. Kecocokan antara mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan peta distribusi kerusakan gempabumi 27 Mei 2006 di Kabupaten Bantul (UNOSAT, 2006) ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kecocokan antara mikrozonasi indeks kerentanan seismik dengan peta distribusi kerusakan gempabumi 27 Mei

| Desa                                            | Rusak Berat  | Rusak Sedang | Rusak Ringan | Aman  |
|-------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| Peta distribusi kerusakan gempabumi 27 Mei 2006 | 11,3%        | 16,5%        | 5,9%         | 66,3% |
| Mikrozonasi indeks kerentanan seismik           | 18,3%        | 8,7%         | 8,2%         | 64,8% |
| <b>KECOCOKAN</b>                                | 38,3%        | 53%          | 61%          | 98%   |
| <b>TOTAL KECOCOKAN</b>                          | <b>62,5%</b> |              |              |       |

Pengaruh jenis tanah di sekitar Sesar Opak terhadap besarnya kemungkinan area kerusakan yang ditimbulkan dapat diketahui dengan membuat mikrozonasi nilai frekuensi dominan ( $f_0$ ). Hasil mikrozonasi nilai frekuensi dominan di Kecamatan Jetis ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 21. Mikrozonasi nilai frekuensi dominan di Kecamatan Jetis

Berdasarkan hasil Mikrozonasi nilai frekuensi dominan  $f_0$ , dapat diketahui jenis tanah yang dilewati Sesar Opak memiliki frekuensi antara 1,4 Hz – 6,7 Hz atau antara tanah jenis II – tanah jenis IV. Hasil tersebut membuktikan bahwa daerah di sekitar Sesar Opak lebih rentan terhadap gempa bumi, karena jenis tanah di daerah tersebut adalah tanah berpasir, tanah liat dan tanah lumpur sehingga mudah mengalami likuifaksi dan longsor saat menerima getaran yang disebabkan oleh gempa bumi. Hasil dari analisis mikrozonasi frekuensi dominan ( $f_0$ ) sesuai dengan hasil dari mikrozonasi indeks kerentanan seismik, dimana jalur dari area rusak berat, area rusak sedang, dan sebagian kecil area rusak ringan berada di sepanjang jalur Sesar Opak.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis adalah  $1,1 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$  sampai  $10,9 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ .
2. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kecamatan Jetis dalam satuan desa adalah Trimulyo  $2,5 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$  sampai  $10,9 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ , Sumberagung  $1,8 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$  sampai  $10,6 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ , Patalan  $1,1 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$  sampai  $10,5 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ , dan Candan  $2,9 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$  sampai  $6,2 \times 10^{-6} / \text{cm/s}^2$ . Area rusak berat, rusak sedang dan rusak ringan tersebar di sepanjang Sesar Opak. Hal ini terjadi karena jenis tanah yang dilewati Sesar Opak memiliki frekuensi dominan antara 1,4 Hz sampai 6,7 Hz atau antara tanah jenis II – tanah jenis IV. Tanah jenis II – tanah jenis IV adalah tanah berpasir, tanah liat dan tanah lumpur sehingga mudah mengalami likuifaksi dan longsor saat menerima getaran yang disebabkan oleh gempa bumi.

## DAFTAR PUSTAKA

- BMKG, Regional Wilayah X Manado. 2012. *Gempabumi*. Diakses dari [http://www.bmkg.go.id/RBMKG\\_Wilayah\\_10/Geofisika/gempabumi.bmkg](http://www.bmkg.go.id/RBMKG_Wilayah_10/Geofisika/gempabumi.bmkg) pada tanggal 2 November 2012, jam 19.00 WIB.
- Daryono. 2010. *Aktivitas Gempabumi Tektonik di Yogyakarta Menjelang Erupsi Merapi 2010*. Yogyakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Gunawan, Arif. 2011. *Kajian Aspek geologi dalam Perencanaan Ruang Kawasan Gempa di Kabupateb Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta (Studi Kasus Kecamatan Bantul, Jetis, Imogiri, dan Kretek)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nakamura, Y. 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface*. Japan: Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI), Vol. 30, No.1.
- Nakamura, Y. 2000. *Real Time Information Systems for Seismic Hazards Mitigation UrEDAS, HERAS and PIC*. Japan: Quarterly Report of RTRI, Vol. 37, No. 3, 112-127.
- Nakamura, Y. 1997. *Seismic Vulnerability Indices for Ground and Structures Using Microtremor*. Florence: World Congress on Railway Research.
- Nakamura, Y., Sato, T., and Nishinaga, M. 2000. *Local Site Effect of Kobe Based on Microtremor Measurement*. Palm Springs California: Proceeding of the Sixth International Conference on Seismic Zonation EERI.
- Nakamura, Y. 2008. *On the H/V Spectrum*. Beijing: The 14th World Conference on Earthquake Engineering.
- OCHA. 2006. *Number of Earthquake Victim Bantul District, Yogyakarta*. Indonesia: OCHA Country Office.
- UNOSAT. 2006. *Preliminary Damage Assessment Java Earthquake*. Diakses dari: [http://maps.unosat.org/ID/UNOSAT\\_Java\\_EQ\\_damage30may06\\_highres.jpeg](http://maps.unosat.org/ID/UNOSAT_Java_EQ_damage30may06_highres.jpeg) pada tanggal 16 Oktober 2012, jam 19.30 WIB.
- USGS. 2006. *M6.3 Java Earthquake of 26 May 2006*. United States: U.S Geological Survey.