



PEKAN ILMIAH FISIKA XVII

HIMPUNAN MAHASISWA FISIKA

HIMA FISIKA UNY. Gelanggang Ormawa FMIPA UNY Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA

PUSAT PENGEMBANGAN INSTRUKSIONAL SAINS (P2IS)

Diterbitkan oleh :
Pusat Pengembangan Instruksional Sains (P2IS)

Bekerjasama dengan :
Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY dan Himpunan Mahasiswa Fisika UNY
dalam rangka Pekan Ilmiah Fisika (PIF) XVII

Alamat:
Jl. Colombo, Karangmalang, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 58618, Website: <http://www.uny.ac.id>
Koordinat GPS: S7 46 34.0 E110 23 15.3

ISBN : 978-602-99834-6-3

Edisi :
Oktober 2014

Reviewer :
Dr. Insih Wilujeng, M.Pd
Wipsar Sunu Brams Dwandaru, Ph.D.

Editor format :
Swaji Caraka Yogiswara
Muhammad Ihsanul Fikri

Desain Cover :
Widi Sulistia Nugraha
Sya'amzuri Hidayat

Penata Letak :
Muhammad Ihsanul Fikri

Makalah yang terdapat di dalam prosiding ini telah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika dalam rangka Pekan Ilmiah Fisika XVI bekerja sama dengan Jurusan Pendidikan Fisika yang diselenggarakan oleh himpunan Mahasiswa Fisika Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 18 Oktober 2014 bertempat di Ruang Seminar lantai 2 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

Indeks Kerentanan Seismik Kabupaten Kulon Progo Berdasarkan Data Mikrotremor

Destia Mayor Andika Putra¹, Nugroho Budi Wibowo², Denny Darmawan¹

¹Prodi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta, ²Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta

email: mayordesta@gmail.com; darmawan@uny.ac.id

Abstrak

Telah ditentukan nilai indeks kerentanan seismik (K_g) di Kabupaten Kulon Progo berdasarkan data mikrotremor dari 38 titik lokasi pengambilan data. Analisis data mikrotremor menggunakan metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) untuk mendapatkan frekuensi dominan dan faktor amplifikasi di setiap titik penelitian yang digunakan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik. Berdasarkan hasil yang diperoleh, indeks kerentanan seismik di Kabupaten Kulon Progo adalah $3,47 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$ sampai $117,3 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$ dengan nilai terendah berada di kecamatan Kokap dan tertinggi di Kecamatan Wates.

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

Abstract

Seismic vulnerability index (K_g) in Kulon Progo Regency had been determined using microtremor data from 38 sampling locations. The microtremor data were analyzed using Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) method to obtain the predominant frequency and amplification factor at the research point. The results of the microtremor analysis were used to determine the seismic vulnerability index (K_g). Based on the results, the seismic vulnerability index in Kulon Progo Regency is $3.47 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$ to $117.3 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$. The lowest value is in Kokap Subdistrict and the highest value is in Wates Subdistrict.

Keywords: Seismic vulnerability index, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, microtremor, Kulon Progo.

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan daerah pertemuan antara tiga lempeng bumi yang sangat aktif bergerak satu terhadap yang lainnya yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik. Pergerakan setiap lempeng tektonik tersebut sebesar 0-15 cm/tahun. Lempeng Indo-Australia di bagian Selatan relatif bergerak ke Utara dengan kecepatan sekitar 7 cm per tahun, lempeng Eurasia di bagian Utara relatif bergerak ke Selatan dengan kecepatan mencapai 13 cm per tahun, dan lempeng Pasifik di bagian Timur yang relatif bergerak ke Barat dengan kecepatan 10 cm per tahun (ESDM, 2009). Hal tersebut menimbulkan terbentuknya sesar-sesar regional yang menjadi sumber gempabumi di daerah pertemuan antar lempeng.

Pulau Jawa termasuk dalam zona subduksi karena merupakan daerah pertemuan antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Pertemuan lempeng tersebut menyebabkan wilayah Pulau Jawa sangat rentan terhadap gempabumi, terutama di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Menurut data dari Pusat Informasi Pengembangan Pemukiman dan Bangunan (PIP2B) Daerah Istimewa Yogyakarta, gempa besar di Yogyakarta terjadi pada tahun 1867, 1937, 1943, 1976, 1981, 2001, dan 2006, dengan jumlah korban besar terjadi pada tahun 1867, 1943, dan

2006. Pada tahun 2006 terjadi gempabumi di daerah Bantul yang berdampak rusaknya bangunan-bangunan di kawasan Bantul, Yogyakarta, Sleman, Gunungkidul, Kulon Progo, dan sebagian wilayah Jawa Tengah.

Kabupaten Kulon Progo menjadi salah satu daerah yang terkena dampak dari gempabumi tahun 2006 Bantul. Gempabumi tersebut mengakibatkan 2201 korban jiwa dan korban luka-luka, 16.210 bangunan rusak dan hancur, dan kerugian materi sebesar 683 miliar rupiah (BAPPENAS, 2006). Pada tahun 2014 terjadi gempabumi cukup besar dengan magnitudo 6,5 *skala Richter* berpusat di Kebumen yang memberikan dampak di wilayah Kulon Progo. Gempabumi tersebut mengakibatkan puluhan rumah rusak

dan kerusakan infrastruktur lain di Kulon Progo (ESDM, 2014).

Kabupaten Kulon Progo rawan terhadap gempa bumi karena menjadi salah satu wilayah yang terkena dampak gempa bumi Bantul dan Kebumen, tetapi belum ada penelitian untuk menentukan kerentanan gempa di Kabupaten Kulon Progo. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang indeks kerentanan seismik di Kabupaten Kulon Progo untuk menentukan tingkat kerentanan wilayah tersebut terhadap gempa bumi.

Indeks kerentanan seismik merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan permukaan tanah saat terjadi gempa bumi. Wilayah yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik tinggi berarti wilayah tersebut rentan terhadap gempa bumi, sebaliknya wilayah yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik rendah berarti kerentanan terhadap gempa bumi rendah. Indeks kerentanan seismik dapat ditentukan dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) dari data mikrotremor. Metode HVSr ini membandingkan antara rasio spektrum dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya. Parameter penting yang dihasilkan dalam metode HVSr adalah frekuensi dominan dan amplifikasi (Nakamura, 1989). Dengan mengetahui nilai frekuensi dominan dan amplifikasi maka dapat dibuat mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kabupaten Kulon Progo.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 24-28 November 2013. Sebelum dimulai penelitian, telah dilakukan survei di lokasi penelitian dan studi literatur. Pengukuran data mikrotremor secara langsung dilakukan di daerah Kabupaten Kulon Progo sebanyak 38 titik penelitian dengan jarak 4 km setiap titik penelitian pada area dengan koordinat geografis 110.069° BT – 110.274° BT dan 7.654° LS – 7.984° LS untuk mewakili seluruh wilayah Kabupaten Kulon Progo. Pengambilan data mikrotremor di 38 titik lokasi dilakukan selama ±30 menit mengacu pada aturan *SESAME European research project* (SESAME, 2004).

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah seismometer tiga komponen tipe TDV-23S, *digitizer* tipe TDL-303S *Digital Portable Seismograph*, *Global Positioning System* (GPS) merek Garmin, laptop, kompas, peta geologi Kabupaten Kulon Progo, dan lembar *check list* survei mikrotremor. Perangkat lunak yang digunakan

adalah *software* Microsoft Excel, MATLAB R2010a dan Surfer 10.

Teknik Analisis Data

Data mikrotremor dianalisis menggunakan metode HVSr dengan proses analisis HVSr dilakukan minimal pada 10 *window* dan data yang diambil antara 20 detik – 50 detik. Masing-masing *window* dari 2 komponen horizontal dan 1 komponen vertikal dianalisis menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT). Setelah itu dilakukan penghalusan data (*smoothing*) dengan menggunakan persamaan *moving average* sebanyak 40 poin data. Data yang sudah di-*smoothing*, dianalisis dengan metode HVSr yang didapat dari akar kuadrat amplitudo spektrum horizontal dibagi dengan spektrum vertikal menghasilkan nilai H/V untuk masing-masing *window*. Dari analisis HVSr akan diperoleh kurva HVSr yang menunjukkan nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi.

Selanjutnya ditentukan data kecepatan gelombang S dari web USGS sehingga diperoleh nilai pergeseran gelombang di permukaan tanah (V_{s30}). Nilai V_s dapat digunakan untuk menentukan nilai ketebalan lapisan sedimen (H). Nilai ketebalan lapisan sedimen (H) tersebut dapat digunakan untuk menentukan nilai pergeseran gelombang di bawah permukaan tanah (V_b). Ketiga nilai data tersebut digunakan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik. Persamaan yang digunakan untuk menentukan indeks kerentanan seismik adalah

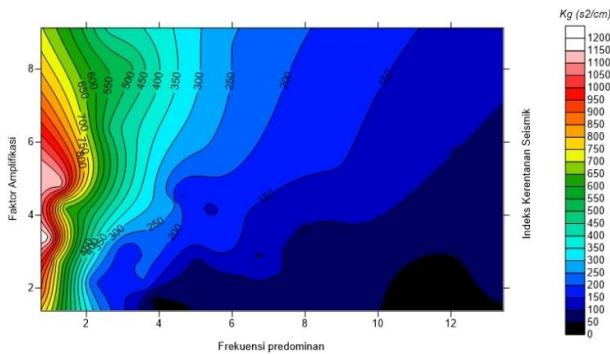
$$K_g = (A_g^2 / f_g) (1 / \pi^2 V_b) \quad (1)$$

Nilai indeks kerentanan seismik (K_g) dari semua titik lokasi digunakan sebagai data masukan untuk membuat mikrozonasi indeks kerentanan seismik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

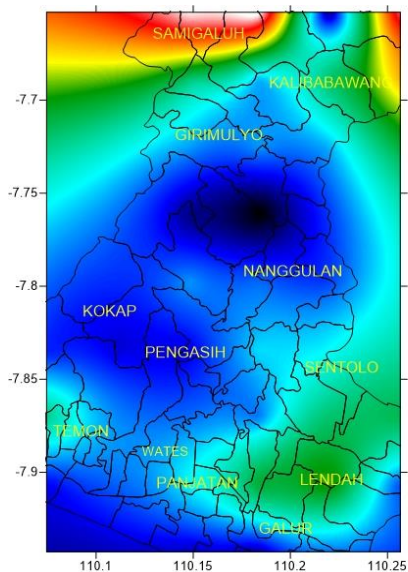
Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah indeks kerentanan seismik dan mikrozonasi indeks kerentanan seismik di Kabupaten Kulon Progo. Nilai indeks kerentanan seismik ini berkaitan dengan tingkat kerentanan wilayah Kabupaten Kulon Progo terhadap risiko bencana gempa bumi. Semakin besar nilai indeks kerentanan seismik di wilayah tersebut, maka tingkat kerentanan terhadap gempa bumi semakin besar. Hasil nilai indeks kerentanan seismik (K_g) ini dipengaruhi oleh frekuensi dominan (f_0), faktor amplifikasi (A) dan kecepatan pergeseran gelombang bawah permukaan tanah (V_b).

Perbedaan pengaruh dari frekuensi dominan (f_0) suatu wilayah terhadap amplifikasi (A) dan nilai indeks kerentanan seismik (K_g) berdasarkan hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 1. Pengaruh frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A) terhadap indeks kerentanan seismik (K_g) berdasarkan hasil penelitian.

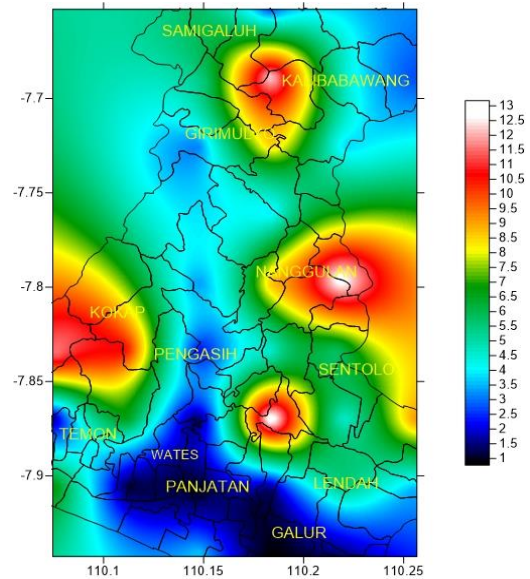
Berdasarkan peta kontur indeks kerentanan seismik pada Gambar 1, maka ketika nilai frekuensi dominan (f_0) besar dan faktor amplifikasi besar, indeks kerentanan seismik (K_g) akan bernilai besar. Jika frekuensi dominan (f_0) kecil dan faktor amplifikasi (A) besar maka indeks kerentanan seismik (K_g) akan bernilai besar, dan sebaliknya jika nilai frekuensi dominan (f_0) besar dan faktor amplifikasi (A) kecil maka indeks kerentanan seismik (K_g) akan bernilai kecil.



Gambar 2. Mikrozonasi faktor amplifikasi (A) di Kabupaten Kulon Progo.

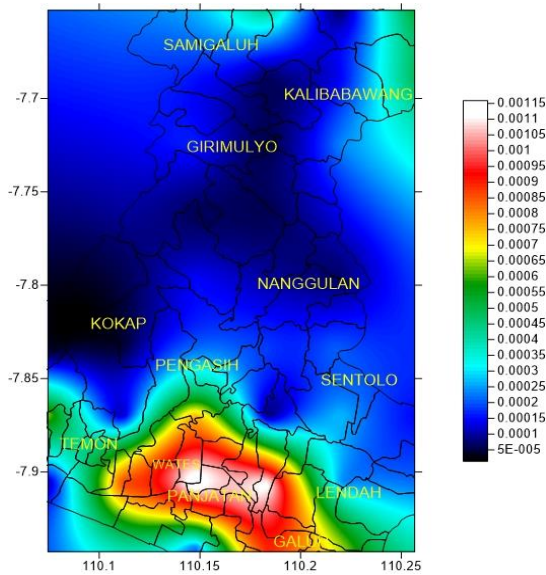
Nilai amplifikasi antara 1,5– 9 dengan zona warna hitam adalah daerah dengan nilai faktor amplifikasi rendah, sedangkan zona warna putih adalah daerah dengan nilai faktor amplifikasi tinggi. Nilai faktor amplifikasi tertinggi terdapat di titik 2 (Kecamatan Samigaluh) dan terendah terdapat di titik 14 (Kecamatan Girimulyo).

Selain faktor amplifikasi, didapatkan juga nilai frekuensi dominan. Dari 38 titik hasil pengukuran dan pengolahan data, nilai frekuensi dominan diperoleh antara 1 Hz – 13 Hz. Distribusi nilai frekuensi dominan tersebut berhubungan dengan kondisi geologi dan jenis tanah wilayah tersebut. Mikrozonasi nilai frekuensi dominan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Mikrozonasi frekuensi dominan (f_0) di Kabupaten Kulon Progo.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa frekuensi dominan tinggi berada pada zona warna putih dan frekuensi dominan rendah berada pada zona warna hitam. Nilai frekuensi dominan terbesar terdapat di titik 27 (Kecamatan Pengasih) dengan nilai 13,44 Hz. Sedangkan nilai frekuensi dominan terendah terdapat di titik 37 (Kecamatan Galur). Berdasarkan besarnya nilai frekuensi dominan, dapat diketahui perbedaan karakteristik tanah dan kondisi geologi di daerah penelitian.



Gambar 3. Mikrozonasi indeks kerentanan seismik (K_g) di Kabupaten Kulon Progo.

Hasil mikrozonasi pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai indeks kerentanan seismik tinggi terdapat pada zona warna putih dan nilai indeks kerentanan seismik rendah terdapat pada zona warna hitam. Nilai indeks kerentanan seismik terbesar terdapat pada titik 32 (Kecamatan Wates) dengan nilai $117,3 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$, sedangkan nilai indeks kerentanan seismik terendah terdapat pada titik 19 (Kecamatan Kokap) dengan nilai $3,47 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$. Berdasarkan hasil yang diperoleh, indeks kerentanan seismik dengan nilai rendah antara $3,47 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm} - 26,96 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$ berada di Kecamatan Kokap, Girimulyo, Nanggulan, dan Sentolo. Indeks kerentanan seismik dengan nilai sedang antara $42,7 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm} - 64,14 \times 10^{-5}$ berada di Kecamatan Samigaluh, Kalibawang, Lendah, Temon, dan Pengasih. Indeks kerentanan seismik dengan nilai tinggi antara $76,21 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm} - 117,27 \times 10^{-5}$ berada di Kecamatan Wates, Galur, dan Panjatan.

KESIMPULAN & SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan bahwa nilai frekuensi dominan (f_0) di Kabupaten Kulon Progo adalah 0,76 Hz – 13,44 Hz sedangkan nilai faktor amplifikasi (A) adalah 1,37 cm – 9,13 cm sehingga didapatkan nilai indeks kerentanan

seismik (K_g) $3,47 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm} - 117,3 \times 10^{-5} \text{ s}^2/\text{cm}$. Dari hasil mikrozonasi nilai indeks kerentanan seismik dapat disimpulkan bahwa daerah di Kabupaten Kulon Progo yang memiliki kerentanan tertinggi terhadap gempa bumi adalah di Kecamatan Wates, sedangkan daerah dengan kerentanan terendah terdapat di Kecamatan Kokap.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (2014). *Data Bencana Kabupaten Kulon Progo*. Kulon Progo: BPBD Kabupaten Kulon Progo.
- Bappenas. 2006. *Penilaian Awal dan Kerusakan Bencana Alam di Yogyakarta dan Jawa Tengah*. Public Disclosure Authorized.
- ESDM. (2014). *Tanggapan Gempa Bumi Kebumen 27 Januari 2014*. Diakses dari <http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/gempabumi-i-a-tsunami/kejadian-gempabumi-a-tsunami/306-tanggapan-gempa-bumi-kebumen-27-januari-2014>, pada tanggal 11 Mei 2014.
- ESDM. (2009). *Gempa di Indonesia Akibat Interaksi Lempeng Utama Dunia*. Diakses dari <http://www.esdm.go.id/berita/geologi/42-geologi/2849-gempa-di-indonesia-akibat-interaksi-lempeng-utama-dunia.html>, pada tanggal 11 Mei 2014.
- SESAME European Research Project. (2004). *Guidelines for The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibration: Measurements, Processing and Interpretation*.
- 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).