

ANALISIS GSS (*GROUND SHEAR STRAIN*) DENGAN METODE HVSR MENGGUNAKAN DATA MIKROSEISMIK PADA JALUR SESAR OPAK

ANALYSIS OF GSS (*GROUND SHEAR STRAIN*) USING HVSR METHOD FROM MICROSEISMIC DATA ON OPAK FAULTLINES

Oleh:

Yuni Setiawati, Nugroho Budi Wibowo, dan Denny Darmawan
yunisetiawati59@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang GSS (*Ground Shear Strain*) dengan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) menggunakan data mikroseismik pada jalur Sesar Opak. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai GSS sepanjang jalur Sesar Opak dan memprediksi fenomena berdasarkan nilai GSS di sepanjang jalur Sesar Opak. Data mikrotremor diambil di 39 titik pengamatan sebagai data primer dengan jarak antar titik 2 km dan penambahan data sekunder sebanyak 46 titik yang berasal dari peneliti sebelumnya dan BMKG. Data mikrotremor dianalisis menggunakan metode HVSR untuk memperoleh nilai faktor amplifikasi dan nilai frekuensi dominan. Data hasil pengolahan mikrotremor digunakan untuk menghitung nilai indeks kerentanan seismik dan nilai percepatan tanah maksimum (PGA). Nilai percepatan tanah maksimum ditentukan dengan metode Kanai, dengan parameter data gempabumi 27 Mei 2006. Nilai indeks kerentanan seismik dan nilai percepatan tanah maksimum digunakan untuk menentukan nilai GSS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai GSS di sepanjang jalur Sesar Opak berkisar $3,9 \times 10^{-5}$ sampai dengan $5,3 \times 10^{-3}$. Daerah yang memiliki GSS tertinggi berada di daerah Sanden dan terendah di daerah Piyungan. Fenomena yang mungkin terjadi yaitu getaran, keretakan tanah dan penurunan tanah.

Kata kunci: *Ground Shear Strain, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, mikrotremor*

Abstract

The research about GSS (Ground Shear Strain) using Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) method from microseismic data on Opak fault lines had been finished. The research aimed to determine GSS value along Opak fault lines and to predict phenomena based on GSS value along Opak fault lines. The microtremor data was taken on 39 observation points with 2 km spacing as primary data and 46 points added as secondary data from previous research and BMKG. Microtremor data was analysed using HVSR method to get amplification factor and predominant frequency. The data from microtremor signal were used to determine the seismic vulnerability index and peak ground acceleration (PGA). Peak ground acceleration value was determined using Kanai method, with parameter data taken from 27 Mei 2006 earthquake source. Seismic vulnerability index value and peak ground acceleration value were used to determine GSS value. The result of this research showed that GSS value along Opak fault lines was about $3,9 \times 10^{-5}$ to $5,3 \times 10^{-3}$. Area that has highest GSS was in Sanden area and the lowest one was in Piyungan area. The phenomena that can happen were vibration, cracked ground and land subsidence.

Keywords : *Ground Shear Strain, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, microtremor*

PENDAHULUAN

Daerah Yogyakarta merupakan bagian dari jalur gempabumi yang terbentang dari Pulau Sumatera, Jawa, Bali hingga Nusa Tenggara yang termasuk pada zona subduksi lempeng Indo-

Australia-Eurasia. Pertemuan dua lempeng ini menyebabkan wilayah ini sangat rentan terhadap gempa bumi. Selain rawan gempabumi akibat aktivitas tumbukan lempeng, daerah Yogyakarta rawan gempabumi akibat aktivitas beberapa sesar

lokal di daratan (Daryono, 2009). Struktur sesar terbentuk sebagai dampak desakan lempeng Indo-Australia pada bagian daratan Pulau Jawa. Beberapa sistem sesar yang diduga masih aktif adalah Sesar Opak, Sesar Oyo, Sesar Dengkeng, Sesar Progo, serta sesar mikro lainnya yang belum teridentifikasi. Gempa Yogyakarta 2006 adalah salah satu gempa dengan korban terbanyak di Indonesia sejak tahun 1612. Selain itu kawasan Prambanan yang memiliki sedimen lunak mengalami guncangan tanah yang kuat dengan percepatan tanah $2 - 3 \text{ m/s}^2$ atau $200 - 300 \text{ gal}$ yang termasuk model heterogen. Percepatan yang tinggi ini telah mengakibatkan retakan tanah dan gejala likuifaksi di wilayah sekitar candi dan kerusakan pada candi, yakni bergesernya pasangan batu pondasi candi secara tegak dan mendatar, dan jatuhnya stupa yang mengelilingi mahkota candi (ESDM, 2006).

Resiko yang ditimbulkan oleh bencana gempabumi berpengaruh terhadap kehidupan manusia karena dapat berdampak korban jiwa. Perencanaan wilayah dan penyediaan media informasi, kemudian komunikasi yang kritis dan terkini (*up to date*) diperlukan sebagai sarana untuk meningkatkan respon terhadap bencana yang bisa saja berdampak korban jiwa. Mitigasi bencana merupakan upaya untuk menanggulangi resiko bencana, baik dengan cara pembangunan fisik, kesadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana (Bakornas PBP, 2007). Mitigasi gempabumi mencakup konsep pemodelan dan rencana awal mitigasi bencana yang harus diimplementasikan untuk resiko bencana gempabumi. Konsep pemodelan dapat dilakukan dengan menganalisis nilai GSS (*Ground Shear Strain*), dimana GSS adalah kemampuan suatu

lapisan tanah untuk meregang dan menggeser apabila terjadi gempabumi. GSS dapat digunakan untuk mengkarakterisasi dampak yang terjadi saat gempa bumi, seperti likuifaksi, tanah retak, penurunan tanah, tanah longsor dan bergetarnya tanah.

Data mikrotremor dengan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) dapat digunakan untuk menentukan nilai GSS. Hasil analisis HVSR menunjukkan spektrum frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A) yang menggambarkan karakteristik dinamis tanah (Nakamura, 2000). Metode analisis HVSR dikembangkan untuk menghitung rasio spektrum Fourier dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya (Nakamura, 1989). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai GSS sepanjang jalur Sesar Opak dan memprediksi fenomena berdasarkan nilai GSS di sepanjang jalur Sesar Opak.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian telah dilakukan pada bulan Januari sampai November 2016. Pengambilan data telah dilakukan pada tanggal 20 sampai 26 Januari 2016. Telah dilakukan studi literatur dan diskusi yang dimulai pada bulan Oktober 2015. Pengambilan data primer berupa pengukuran mikrotremor secara langsung di jalur Sesar Opak dari Kecamatan Bambanglipuro Kabupaten Bantul sampai dengan Kecamatan Kalasan Kabupaten Sleman sebanyak 39 titik penelitian. Setiap titik diberikan jarak 2 km, pengukuran dilakukan selama 30 menit untuk setiap titik dengan frekuensi *sampling* 100Hz.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *Digital Portable Seismograph* tipe TDL-303S, Seismometer tipe TDV-23S, *Global Positioning System* (GPS), Kabel, Kompas, Laptop, Lembar *check list* survey mikrotremor.

Teknik Pengambilan Data

Tahapan yang dilakukan sebelum pengambilan data mikrotremor di lokasi penelitian adalah membuat desain survei untuk menentukan lokasi pengambilan data mikrotremor. Titik sampel penelitian terdapat di sekitar jalur Sesar Opak. Desain survei dibuat dengan mengacu pada peta geologi Yogyakarta dengan skala 1:100.000. Setelah lokasi titik sampel ditentukan, tahap berikutnya dilakukan survei lokasi pengambilan data untuk mempermudah proses saat pengambilan data. Pengambilan data sesuai dengan persyaratan teknis SESAME.

Pengambilan data mikrotremor di 39 Titik Amat (TA) digunakan sebagai data primer dalam penelitian. Kemudian terdapat tambahan data sekunder sebanyak 46 TA yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya dari BMKG. Penentuan titik amat yang berjarak 2 km antara setiap titik dikarenakan setiap lokasi memiliki frekuensi dominan dan amplitudo yang berbeda, sehingga akan memberikan pengaruh terhadap besar atau kecilnya nilai percepatan getaran tanah maksimum dan indeks kerentanan seismik di jalur Sesar Opak dari Kecamatan Bambanglipuro Kabupaten Bantul sampai dengan Kecamatan Kalasan Kabupaten Klaten.

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode HVSR. Dari data mikrotremor terdapat 2 komponen sinyal yaitu

komponen vertikal dan horizontal, sedangkan komponen horizontal terdiri dari horizontal utara-selatan dan barat-timur. Data mikrotremor dianalisis dengan *Sessary Geopsy* yaitu dengan melakukan *windowing* dan *cutting* untuk pemilihan sinyal tanpa *noise*. Analisis selanjutnya menggunakan program *Matlab 2010a* dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk memperoleh grafik HVSR. Hasil dari analisis digunakan untuk menentukan nilai GSS (γ).

Dalam menentukan nilai GSS diperlukan nilai indeks kerentanan seismik dan juga nilai percepatan tanah *basement*. Nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai faktor amplifikasi (A_0) yang diperoleh dari analisis HVSR digunakan sebagai data masukan untuk menghitung nilai kerentanan seismik (K_g). Percepatan tanah (a_b) diperoleh dengan cara memasukkan parameter gempa berupa periode dominan (T_0), magnitudo (M), lintang-bujur dan jarak hiposenter (R). Selanjutnya dilakukan mikrozonasi nilai GSS (γ). Fenomena yang terjadi dari GSS (γ) sesuai dengan tabel hubungan antara regangan dengan sifat dinamis tanah. Setelah mikrozonasi didapatkan kemudian menghubungkannya dengan data elevasi Sesar Opak untuk pemodelan 3D *surface* menggunakan program *Surfer 12*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

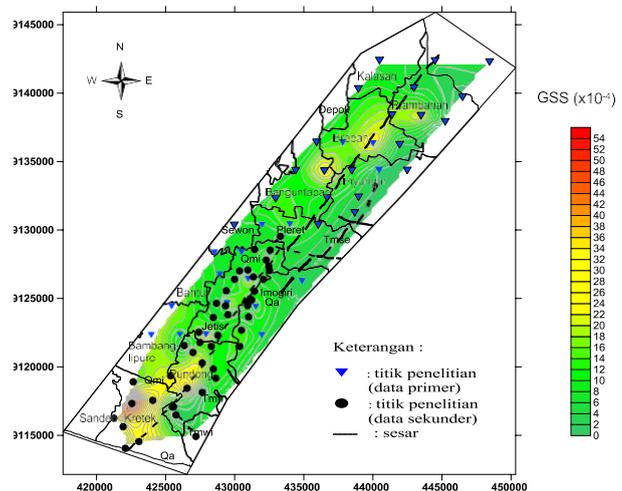
Berdasarkan pengukuran mikrotremor diperoleh nilai GSS (*Ground Shear Strain*) di sepanjang jalur Sesar Opak dan mikrozonasi GSS (γ) di sepanjang jalur Sesar Opak. Nilai GSS berdasarkan penelitian ini berkisar antara. Semakin besar nilai GSS menyebabkan lapisan tanah mengalami deformasi seperti likuifaksi, rekahan tanah, dan longsor.

Nilai GSS dipengaruhi oleh nilai indeks kerentanan seismik (K_g) dan nilai percepatan tanah maksimum (a_b), karena nilainya saling berbanding lurus. Semakin besar nilai indeks kerentanan seismik (K_g) dan nilai percepatan tanah maksimum (a_b), maka nilai GSS akan semakin tinggi juga.

Nilai GSS mempengaruhi kemungkinan suatu wilayah mengalami kerusakan saat terjadi gempa, karena pengertian GSS sendiri adalah kemampuan suatu material untuk menggeser atau meregang pada saat terjadi gempabumi. Oleh karena itu pendekatan nilai GSS ini sangat penting, dimana semakin besar nilai GSS maka akan semakin besar pula kemungkinan kerusakan suatu wilayah pada saat gempabumi dan sebaliknya semakin kecil nilai GSS maka semakin kecil pula kemungkinan kerusakan yang terjadi di suatu wilayah pada saat gempabumi. Sesuai tabel klasifikasi nilai GSS dengan sifat dinamis tanah, saat nilai GSS akan terjadi gelombang dan getaran, saat nilai GSS akan terjadi retak dan penurunan tanah, kemudian saat nilai GSS di atas akan terjadi tanah longsor pada wilayah yang memiliki topografi kelereng tinggi dan likuifaksi pada wilayah yang memiliki dataran rendah dan cekungan. Klasifikasi fenomena nilai GSS sepanjang jalur Sesar Opak belum berada diatas, sehingga fenomena yang terjadi akibat gempa tidak sampai terjadi tanah longsor ataupun likuifaksi. Mikrozonasi nilai GSS ditunjukkan pada Gambar 1. Daerah yang memiliki nilai GSS terendah berada di kawasan Piyungan dan daerah yang memiliki nilai GSS tertinggi berada di kawasan Sanden. Di kawasan Piyungan jika ditinjau dari geologi merupakan batuan andesit dan

breksi vulkanik, sedangkan pada daerah Sanden merupakan tanah lempung dan pasir yang tergolong lebih lunak. Tanah yang lunak memiliki amplitudo gelombang yang lebih tinggi dibandingkan tanah yang keras, sehingga tanah yang lebih lunak akan menjadi lebih mudah mengalami kerusakan dibandingkan tanah yang lebih keras.

Saat nilai magnitudo berada di atas SR sehingga nilai GSS sepanjang jalur Sesar Opak mencapai nilai di atas , maka fenomena yang mungkin muncul adalah tanah longsor dan likuifaksi. Fenomena akibat gempabumi tidak lepas dari faktor geologi. Sebagian besar jalur Sesar Opak memiliki geologi berupa tanah lempung dan pasir yang tergolong lunak dibandingkan andesit dan breksivulkanik.



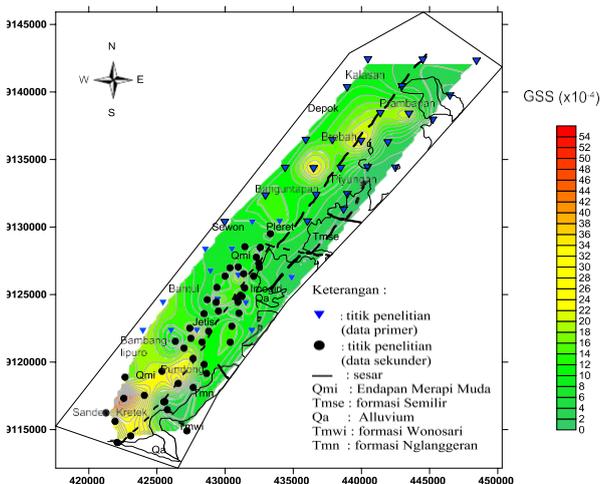
Gambar 1. Mikrozonasi nilai GSS.

Daerah penelitian berada pada formasi Nglanggran, formasi Semilir, formasi Wonosari, Alluvium, dan formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda. Formasi Nglanggran tersusun atas batuan breksi vulkanik dengan fragmen dominan batuan andesit, sedangkan Formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda, tersusun oleh material lepas dominan pasir. Formasi penelitian ditunjukkan pada Gambar1. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat kesesuaian antara formasi

geologi terhadap nilai GSS dimana untuk kawasan Piyungan jika ditinjau dari geologi merupakan batuan andesit dan breksi vulkanik, sedangkan pada daerah Sanden merupakan tanah lempung dan pasir yang tergolong lebih lunak.

Titik data dengan nilai GSS tertinggi berada di formasi Endapan Vulkanik Gunung Merapi Muda (Qmi), tersusun atas material lepas dengan material yang berbutir lempung hingga kerakal. Namun pada lokasi penelitian, hanya dijumpai material-material lepasan dengan ukuran butir mayoritas pasir yang sebagian besar lahannya difungsikan sebagai lahan bangunan rumah warga dansawah.

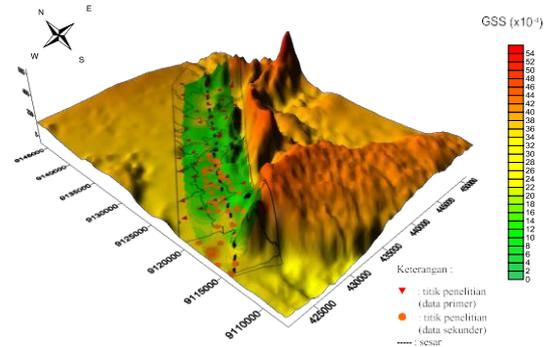
Dari nilai GSS yang diperoleh dapat dibuat 3D-Surface dengan peta topografi Sesar Opak, yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 nampak bahwa topografi jalur Sesar Opak sebagian besar berada di dataranrendah.



Gambar 2. Mikrozonasi nilai GSS dioverlay dengan Formasi geologi di kawasan Sesar Opak

Fenomena yang muncul berdasarkan nilai GSS dari penelitian ini dapat memberikan informasi daerah yang lebih direkomendasikan untuk dilakukan pembangunan, yaitu kawasan yang memiliki nilai GSS yang lebih kecil seperti kawasan sekitar Piyungan, Pleret, Sewon. Daerah yang kurang direkomendasikan untuk dilakukan

pembangunan yaitu yang memiliki nilai GSS yang lebih tinggi seperti Sanden, Pundong, Banguntapan, Brebah, dan Prambanan. Fenomena yang ada saat terjadi gempa bumi di seluruh jalur Sesar Opak menunjukkan potensi yang sama, hanya saja jika kekuatan lebih tinggi kerusakan yang diakibatkan akan semakin besar.



Gambar 3. 3D-Surface nilai GSS (Ground Shear Strain) untuk magnitudo 5,9SR

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis data maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Besarnya nilai GSS (Ground Share Strain) di sepanjang jalur Sesar Opak berkisar antara.
2. Fenomena yang mungkin terjadi di sepanjang jalur Sesar Opak adalah getaran, keretakan tanah dan penurunan tanah.

Saran

Untuk penelitian berikutnya sebaiknya memperluas batasan penelitian agar mencakup seluruh wilayah, tidak hanya di sepanjang jalur Sesar Opak. Selain itu, perlu penelitian tentang metode lain pada PGA untuk menentukan GSS (Ground Share Strain).

DAFTAR PUSTAKA

- BAKORNAS PBP (Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana dan Penanganan Pengungsi). (2006). Laporan Perkembangan Penanganan Bencana Gempa Bumi Di Jogjakarta Dan Jawa Tengah. Jakarta: BAKORNASBPB.
- Daryono dkk. (2009). Data Mikrotremor dan Pemanfaatannya untuk Pengkajian Bahaya Gempabumi. Yogyakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- ESDM. (2006). [Misteri Patahan Sumber GempaYogya 2006](http://geomagz.geologi.esdm.go.id/misteri-patahan-sumber-gempa-yogya-2006/). Diakses dari [http://geomagz.geologi.esdm.go.id/misteri-patahan-sumber-gempa-yogya-2006/.html](http://geomagz.geologi.esdm.go.id/misteri-patahan-sumber-gempa-yogya-2006/), pada tanggal 15 Mei 2016.
- 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). Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application. Japan: Tokyo University.

