

PEMETAAN TINGKAT RESIKO GEMPABUMI BERDASARKAN DATA MIKROTREMOR DI KOTAMADYA DENPASAR, BALI

Urip Nurwijayanto Prabowo

Prodi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta
urip.nurwijayanto@gmail.com

Abstrak

Kotamadya Denpasar dan sekitarnya termasuk dalam kawasan subduksi lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia sehingga merupakan daerah yang memiliki potensi kerusakan yang tinggi akibat gempabumi. Penelitian ini telah dilakukan untuk memetakan daerah yang memiliki potensi mengalami kerusakan akibat gempabumi di Kotamadya Denpasar dan sekitarnya berdasarkan data pengukuran mikrotremor yang diolah menggunakan metode HVSR. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data pengukuran mikrotremor 3 komponen tahun 2014 yang direkam sebanyak 176 titik menggunakan seismometer Mark tipe L4C-3D. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Kotamadya Denpasar dan sekitarnya memiliki nilai frekuensi dominan tanah berkisar antara 1,04-14,90 Hz dan nilai amplifikasi berkisar antara 1,73-11,80. Daerah yang memiliki potensi tinggi mengalami kerusakan akibat gempabumi berada di sebelah selatan Kotamadya Denpasar, karena memiliki nilai indeks kerentanan seismik tinggi antara 7,38-33,09.

Kata Kunci: Denpasar, gempabumi, mikrotremor, HVSR, indeks kerentanan seismik.

Abstract

Denpasar municipality and its vicinity were an area of subduction zone between Indo-Australia and Eurasia tectonic plates, therefore it is an earthquake hazardous area. Microtremor data that analyzed using HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) method were developed in this area to mapped the high risk earthquake hazardous area. The 3 components microtremor data of 176 points was measured in 2014 using Mark L4C-3D seismometer. The results of this research show that Denpasar municipality and its vicinity area has site ground dominant frequency 1,04-14,90 Hz and amplification 1,73-11,80 where the high risk earthquake hazardous area located at the south of research area because of it has high seismic vulnerability index (K_g) 7,38-33,09.

Keywords: denpasar, earthquake, microtremor, HVSR, seismic vulnerability index.

1. Pendahuluan

Kotamadya Denpasar dan sekitarnya termasuk dalam kawasan subduksi lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia di selatan Indonesia yang telah menghasilkan efek berupa struktur geologi sesar aktif [1]. Kondisi tektonik ini menyebabkan kotamadya Denpasar memiliki intensitas gempabumi antara VI-VII MMI [5], sehingga merupakan daerah yang memiliki potensi kerusakan tinggi akibat gempabumi.

Kotamadya Denpasar merupakan ibukota provinsi Bali dan merupakan pusat pariwisata di Bali sehingga diperlukan peta yang dapat menggambarkan daerah rawan kerusakan akibat gempabumi sebagai acuan keperluan tata ruang dan mitigasi bencana. Salah satu peta yang bisa menggambarkan tingkat potensi kerusakan akibat gempabumi adalah peta indeks kerentanan seismik yang menggambarkan pengaruh geologi lokal (*site effect*) terhadap bangunan di suatu daerah saat terjadi gempabumi.

Mikrotremor merupakan getaran konstan pada permukaan bumi yang sangat lemah dengan amplitudo antara 10^{-4} – 10^{-2} m yang bersumber dari aktivitas manusia seperti aktivitas mesin industri, lalu lintas dan fenomena alam seperti aliran air sungai, angin, variasi tekanan atmosfer, gelombang laut [4].

Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR) yang dapat digunakan untuk menggambarkan karakteristik lapisan sedimen permukaan dengan menggunakan pengukuran mikrotremor [2]. Asumsi yang digunakan [2] dalam metode HVSR adalah

- Gelombang Rayleigh merupakan noise yang mempengaruhi pengukuran mikrotremor di lapisan sedimen permukaan tetapi tidak mempengaruhi pengukuran mikrotremor di lapisan *bedrock*.
- Spektrum komponen vertikal mikrotremor tidak mengalami amplifikasi oleh lapisan sedimen.
- Gelombang Rayleigh diasumsikan memiliki efek yang sama pada komponen vertikal dan horizontal mikrotremor di lapisan sedimen.
- pektum komponen horizontal mikrotremor sama dengan spektrum komponen vertikal mikrotremor di lapisan *bedrock*.

Metode HVSR dilakukan dengan cara menghitung rasio spektrum komponen horizontal dengan komponen vertikal mikrotremor. Secara matematis dinyatakan sebagai

$$HVSR = \frac{S_{HS}}{S_{VS}} \quad (1)$$

dengan $HVSR$ adalah perbandingan spektrum, S_{HS} merupakan spektrum komponen horizontal dari data mikrotremor dan S_{VS} merupakan spektrum komponen vertikal dari data mikrotremor

Metode HVSR menghasilkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan nilai puncak HVSR/amplifikasi (A) yang merepresentasikan karakteristik geologi lokal atau karakteristik dinamis lapisan sedimen.

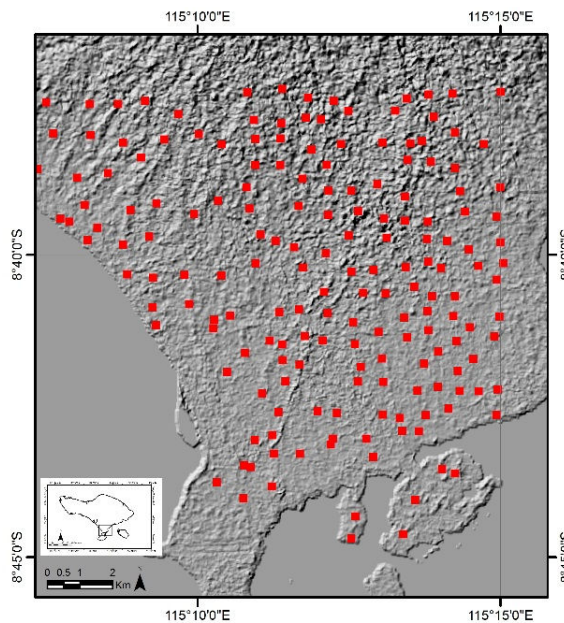
Indeks kerentanan seismik (K_g) merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan suatu lapisan tanah permukaan mengalami deformasi saat gempa bumi dan tingkat deformasi lapisan tanah permukaan juga berhubungan dengan kerusakan struktur bangunan yang ada di atasnya. Nilai indeks kerentanan seismik menggunakan persamaan [3]

$$K_g = \frac{A^2}{f_0} \quad (2)$$

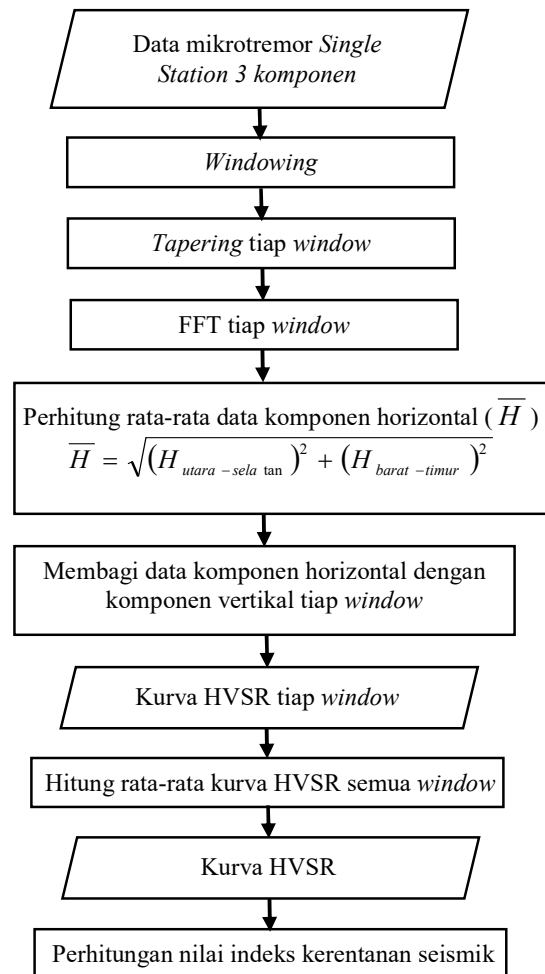
dengan K_g merupakan nilai indeks kerentanan seismik, A merupakan amplifikasi dan f_0 merupakan frekuensi dominan.

2. Metode penelitian

Data mikrotremor daerah penelitian berasal dari Pusat Survei Geologi berjumlah 176 titik (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan menggunakan seismometer Mark Tipe L4C-3D. Pengolahan data dilakukan dengan perangkat lunak Geopsy berdasarkan metode HVSR. Diagram alir proses pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi titik Pengukuran yang ditandai dengan kotak berwarna merah



Gambar 2. Diagram alir metode HVSR

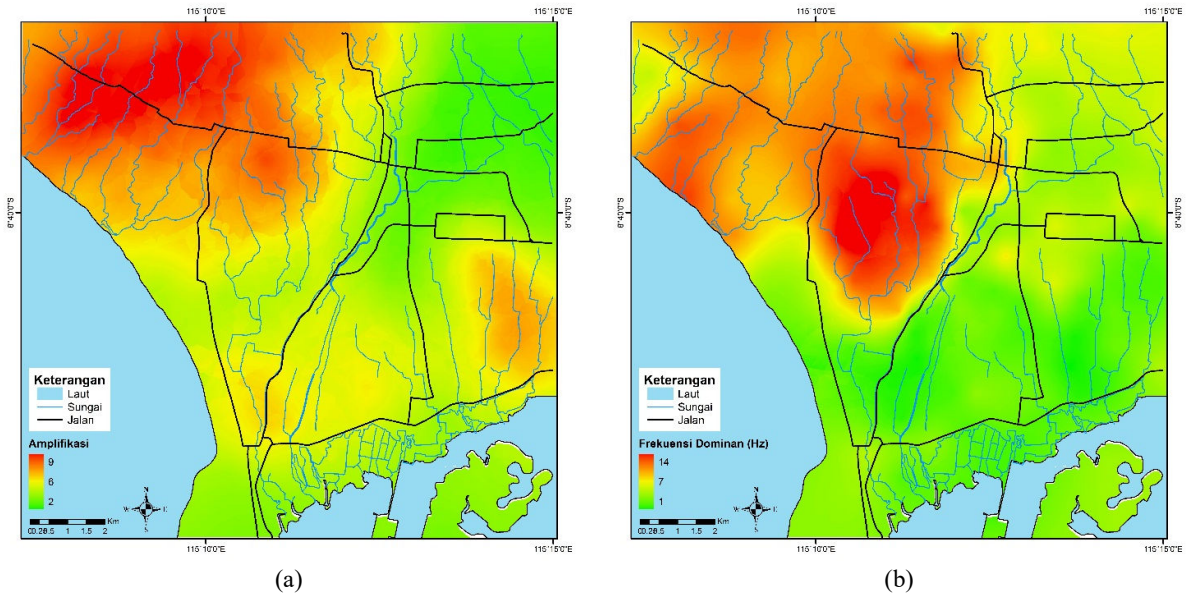
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data mikrotremor menunjukkan hasil kurva HVSR yang memiliki puncak jelas dan amplitudo yang cukup besar antara 1,73-11,80 (Gambar 3.a). Amplitudo kurva ini merupakan nilai amplifikasi yang menggambarkan perbedaan kontras impedansi antara lapisan sedimen permukaan dengan lapisan dibawahnya yang lebih keras.

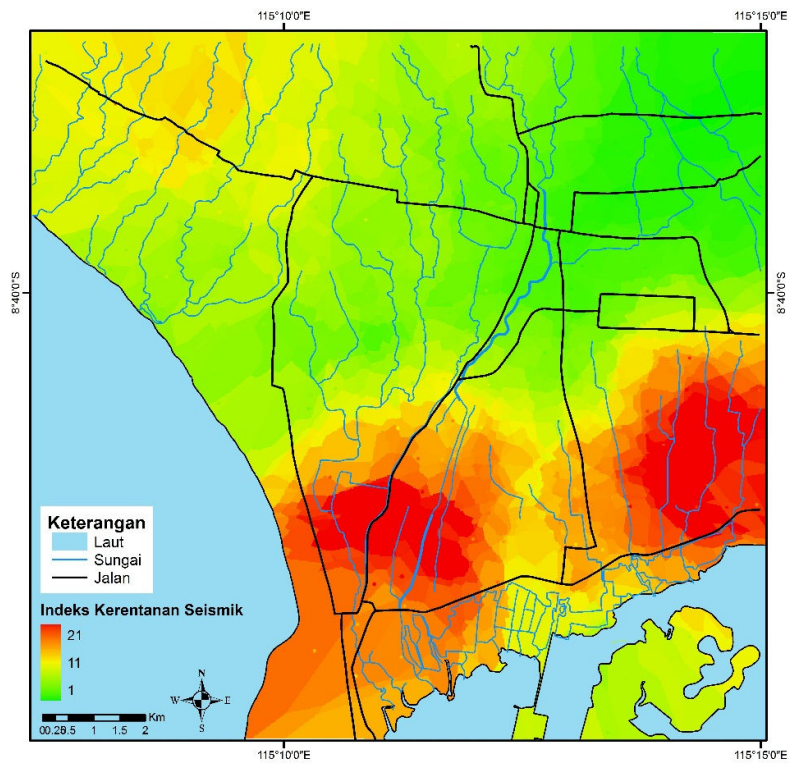
Nilai frekuensi dominan daerah penelitian berkisar antara 1,04-14,90 Hz. Distribusi sebaran nilai frekuensi dominan (Gambar 3.b) menunjukkan nilai frekuensi dominan yang tinggi disebelah utara daerah penelitian yang termasuk dalam formasi Buyan Bratan yang keras. Nilai frekuensi yang rendah berada di selatan daerah penelitian yang merupakan formasi aluvium. Nilai indeks kerentanan seismik hasil perhitungan berkisar antara 0,50-33,09 (Gambar 4). Nilai antara 1,00-2,00 berada di Kecamatan Denpasar Timur, sebagian kecil Kecamatan Denpasar Barat dan Kecamatan Kuta. Indeks kerentanan seismik yang lebih kecil di daerah ini disebabkan daerah ini memiliki nilai amplifikasi sangat kecil.

Nilai antara 2,00-7,38 berada di sebelah barat laut daerah penelitian meliputi Kecamatan Mengwi, Kecamatan Kuta dan Kecamatan Denpasar Barat.

Nilai K_g yang tinggi antara 7,38-33,09 berada di selatan daerah penelitian meliputi Kecamatan Kuta dan Kecamatan Denpasar Selatan. Nilai K_g yang tinggi disebabkan oleh geologi daerah tersebut yang berupa alluvium lunak terdiri atas kerikil, pasir, lanau dan lempung dengan campuran endapan sungai, danau dan pantai, dengansebagian besar daerah pantai merupakan daerah reklamasi. Nilai indeks kerentananseismik menggambarkan tingkat kerusakan tanah dan bangunan saat mengalami gempabumi yang nilainya akan semakin tinggi pada daerah dengan sedimen lunak yang tebal.



Gambar 3. (a) Peta nilai amplifikasi daerah penelitian (b) Peta nilai frekuensi dominan daerah penelitian



Gambar 4 Peta nilai indeks kerentanan seismik (K_g) daerah penelitian

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

- a. Kotamadya Denpasar dan sekitarnya memiliki nilai frekuensi dominan tanah berkisar antara 1,04-14,90 Hz dan nilai amplifikasi berkisar antara 1,73-11,80.
- b. Daerah sebelah selatan kotamadya Denpasar meliputi Kecamatan Kuta dan Kecamatan Denpasar Selatan, memiliki potensi yang tinggi mengalami kerusakan akibat gempa bumi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai indeks kerentanan seismik tinggi antara 7,38-33,09 di daerah tersebut. **Saran**

Pembuatan bangunan maupun infrastruktur di Kotamadya Denpasar dan sekitarnya hendaknya memiliki frekuensi diri lebih besar dari frekuensi dominan tapak sehingga jumlah kerusakan dan korban saat terjadi gempa bisa diminimalisir. Pembangunan pemukiman dan objek bangunan vital seperti kantor pemerintahan, rumah sakit dll dilakukan pada daerah yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik rendah.

5. Ucapan terima kasih

Data mikrotremor pada penelitian ini merupakan data Pusat Survey Geologi. Sehubungan dengan itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi dan tim lapangan Pusat Survei Geologi Divisi Patahan Aktif.

6. Daftar pustaka

- [1] Daryono, "Identifikasi Sesar Naik Belakang Busur (Back arc Thrust) Daerah Bali Berdasarkan Seismisitas dan Solusi Bidang Sesar," 2011. [Online]. Available: www.bmg.go.id. [Accessed 5 Januari 2011].
- [2] Y. Nakamura, "A Method for Dynamic Characteristic Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface," *QR Railway Technical Research Institute*, vol. 30, no. 1, pp. 25-33, 1989.
- [3] Y. Nakamura, "Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and its Applications," *Proc XII World Conf Earthquake Engineering*, pp. 26-56, 2000.
- [4] H. Okada, *The Microtremor Survey Method (Geophysical Monograph Series Number 12)*, Amerika: Society of Exploration Geophysicists, 2003.
- [5] Supartoyo, S. G and Djaja, *Peta Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Pulau Bali*, Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2009.