

ABSTRACT

Yogyakarta is located in the earthquake-prone areas of Indonesia. An earthquake hazard can be assessed by identifying the site conditions from shear wave velocity (V_{s30}) to estimate the potential amplification of ground shaking. Measuring V_{s30} in a large area with high-resolution data requires high costs and takes a long time. An empirical model equation is needed to estimate the value of V_{s30} . A landform based model of V_{s30} is useful for earthquake hazard assessment. These research objectives are to (1) assess the characteristics and spatial distribution of V_{s30} in each landform unit and (2) develop a landform based model of V_{s30} .

We used 545 site measurement data obtained by the MASW method (98 sites) and the microtremor (447 sites). Data inversion was performed to obtain a one-dimensional (1D) V_s model and estimate the V_{s30} value. The results are presented in the V_{s30} spatial distribution map and site classification. This spatial distribution was used to identify the relationship between the V_{s30} values with landform, topographic, and lithological characteristics. In addition, the V_{s30} model was obtained by multiple linear regression analysis using the V_{s30} measurement as a dependent variable. The Elevation (E_v), slope (s), main-landform unit (L_a) or sub-landform unit (L_b) were used as independent variables.

The result shows that the value of V_{s30} is varied in a range of 140 to 1092 m/s. The site classification ranges from SE (soft soil) to SB (rock). The V_{s30} value tends to be similar to the USGS model, except in the karst landform in the Gunungkidul area. Here, the site class ranges from SC (hard soil, dense and soft rock) to SB (rock), while the USGS model ranges from SD (medium soil) to SC (hard soil, dense and soft rock). This difference indicates that local conditions significantly affect the V_{s30} . Based on the landform analysis, the higher average values of V_{s30} are for karst, followed by structural, denudational, volcanic, fluvial, marine, and aeolian landforms. The higher the elevation, the steeper the slope, and the harder and solid/consolidated material, the larger the V_{s30} value.

The best V_{s30} model is obtained by 3 (three) independent variables (Elevation, Slope, and Landform unit). The estimated V_{s30} value of Model2 (sub-landform unit) is better than that Model1 (main landform unit). The RMS of their differences between the estimated V_{s30} to the site measurement is 60 (Model2) and 78 (Model1). The estimated V_{s30} value based on the landform unit is better than the USGS. The V_{s30} value of USGS in the Karst landform is smaller than the model. The landform unit greatly influences in estimating the V_{s30} value. The spatial distribution of earthquake intensity and damage was correlated with the local site or V_{s30} value and changes following the landform unit.

Keywords: V_{s30} , shear wave velocity, landform, earthquake hazard.

INTISARI

Yogyakarta terletak di daerah rawan gempa bumi di Indonesia. Bahaya gempa bumi dapat dikaji dengan mengidentifikasi kondisi site dari kecepatan gelombang geser (V_{s30}) untuk memperkirakan potensi amplifikasi getaran tanah. Mengukur V_{s30} di area yang luas memerlukan biaya mahal dan waktu yang lama. Persamaan model empiris diperlukan untuk mengestimasi nilai V_{s30} . Model V_{s30} berbasis bentuklahan berguna untuk penilaian bahaya gempa bumi. Tujuan penelitian ini adalah (1) mengkaji karakteristik dan sebaran spasial V_{s30} setiap satuan bentuklahan dan (2) mengembangkan model V_{s30} berbasis bentuklahan.

Kami menggunakan 545 data pengukuran site yang diperoleh dengan metode MASW (98 lokasi) dan mikrotremor (447 lokasi). Inversi data dilakukan untuk mendapatkan model V_s satu dimensi (1D) dan mengestimasi nilai V_{s30} . Hasilnya disajikan dalam peta distribusi spasial V_{s30} dan klasifikasi site. Distribusi spasial ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara nilai V_{s30} dengan karakteristik bentuklahan, topografi, dan litologi. Selain itu, model V_{s30} diperoleh dengan analisis regresi linier berganda dengan menggunakan pengukuran V_{s30} sebagai variabel terikat. Elevasi (E_v), kemiringan (s), satuan bentuklahan utama (L_a) atau satuan sub-bentuklahan (L_b) digunakan sebagai variabel bebas.

Hasil menunjukkan nilai V_{s30} bervariasi dari 140 hingga 1092 m/s. Klasifikasi site berkisar dari SE (tanah lunak) hingga SB (batuan). Nilai V_{s30} cenderung sama dengan model USGS, kecuali pada bentuklahan karst di kawasan Gunungkidul. Di sini, klasifikasi site berkisar dari SC (tanah keras, batuan padat dan lunak) hingga SB (batuan), sedangkan model USGS berkisar dari SD (tanah sedang) hingga SC (tanah keras, batuan padat dan lunak). Perbedaan ini menunjukkan bahwa kondisi lokal berpengaruh nyata terhadap V_{s30} . Berdasarkan analisis bentuklahan, nilai rata-rata V_{s30} yang lebih tinggi adalah untuk karst, diikuti oleh struktural, denudasional, vulkanik, fluvial, marin, dan aeolian. Semakin tinggi elevasi, semakin curam kemiringannya, dan semakin keras dan padat/konsolidasi material, semakin besar nilai V_{s30} .

Model V_{s30} terbaik diperoleh dari 3 (tiga) variabel bebas (Elevasi, Kemiringan, dan Satuan Bentuklahan). Estimasi nilai V_{s30} Model2 (satuan sub-bentuklahan) lebih baik daripada Model1 (satuan bentuklahan utama). RMS perbedaan antara perkiraan V_{s30} dengan pengukuran lokasi adalah 60 (Model2) dan 78 (Model1). Estimasi nilai V_{s30} berdasarkan satuan bentuklahan lebih baik dibandingkan dengan USGS. Nilai V_{s30} USGS pada bentuklahan Karst lebih kecil dari model. Satuan bentuklahan sangat berpengaruh dalam pendugaan nilai V_{s30} . Distribusi spasial dari intensitas gempa dan kerusakan berkorelasi dengan site lokal atau nilai V_{s30} dan perubahannya mengikuti satuan bentuklahan.

Kata kunci: V_{s30} , kecepatan gelombang geser, bentuklahan, bahaya gempa bumi