UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Pengaruh Variabilitas Hasil Inversi HVSR Terhadap Respons Situs Menggunakan Validasi Data
Bor di Kota Palu**
Siti Marwah, Ir. Hendy Setiawan, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM; Ir. Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Kota Palu merupakan wilayah dengan tingkat bahaya seismik yang tinggi akibat keberadaan Sesar Palu–Koro dan kondisi geologi berupa cekungan sedimen yang berpotensi memperkuat guncangan gempa melalui efek situs lokal. Meskipun inversi *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) banyak digunakan untuk memperoleh profil kecepatan gelombang geser (V_s), sifat *non-unique solution* menyebabkan beberapa model bawah permukaan dapat memberikan kecocokan yang sama terhadap data observasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kesesuaian model inversi HVSR menggunakan data bor sebagai kontrol geologi, menganalisis variabilitas model V_s dan $V_{s,30}$, serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap estimasi parameter respons situs berupa *Peak Ground Acceleration* (PGA) dan *Spectral Acceleration* (S_a). Penelitian menggunakan 231 data mikrotremor *single station* di Kota Palu, dengan 15 titik dipilih untuk proses inversi variabilitas $V_{s,30}$ menggunakan perangkat lunak *Dinver*, setiap titik diinversi sebanyak tujuh kali untuk menghasilkan sekumpulan model yang merepresentasikan ketidakpastian hasil inversi. Validasi dilakukan dengan membandingkan tren profil V_s hasil inversi terhadap data bor. Nilai $V_{s,30}$ dari setiap model selanjutnya digunakan sebagai parameter kondisi situs pada tiga model *Ground Motion Prediction Equation* (GMPE) NGA-West2, yaitu Boore et al. (2014), Campbell dan Bozorgnia (2014), serta Chiou dan Youngs (2014), untuk menghitung PGA, S_a periode 0,2 detik, dan S_a periode 1,0 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil V_s hasil inversi memiliki kesesuaian dengan perubahan litologi berdasarkan data bor sehingga mampu merepresentasikan karakteristik stratigrafi bawah permukaan. Pendekatan *ensemble model* menghasilkan rentang nilai $V_{s,30}$ dengan koefisien variasi sebesar 4,47–17,11%. Variasi $V_{s,30}$ tersebut memengaruhi estimasi parameter respons situs, dengan perubahan terkecil terjadi pada PGA yang berkisar antara 0,07–3,38%, sedangkan nilai koefisien variasi S_a (0,2 s) sebesar 0,17–6,42%, dan S_a (1,0 s) sebesar 1,45–8,53%, hasil ini menunjukkan bahwa struktur berperiode lebih panjang lebih sensitif terhadap variasi kondisi tanah dibandingkan struktur berperiode pendek. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan pendekatan *ensemble* model mampu merepresentasikan ketidakpastian hasil inversi HVSR secara lebih baik dibandingkan penggunaan satu model deterministik. Temuan ini menunjukkan bahwa propagasi ketidakpastian model V_s hasil inversi perlu dipertimbangkan dalam analisis respons situs berbasis GMPE, terutama pada wilayah cekungan sedimen dengan kondisi geologi yang kompleks. Pendekatan yang dikembangkan dalam penelitian ini berpotensi diterapkan pada wilayah rawan gempa lainnya untuk meningkatkan keandalan analisis bahaya seismik dan mendukung perencanaan infrastruktur berbasis risiko.

Kata kunci: HVSR, inversi, data bor, $V_{s,30}$, variabilitas, respons situs, GMPE, *Peak Ground Acceleration*, *Spectral Acceleration*, Gempa Palu.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Evaluasi Pengaruh Variabilitas Hasil Inversi HVSR Terhadap Respons Situs Menggunakan Validasi Data
Bor di Kota Palu**
Siti Marwah, Ir. Hendy Setiawan, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM; Ir. Ashar Saputra, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN.Eng
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRAK

Palu City is a region with a high level of seismic hazard due to the presence of the Palu–Koro Fault and geological conditions characterized by a sedimentary basin that has the potential to amplify earthquake ground motions through local site effects. Although the Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSR) inversion method is widely used to estimate shear-wave velocity (V_s) profiles, its inherent non-unique solution allows multiple subsurface models to produce equally acceptable fits to the observed data. This study aims to evaluate the consistency of HVSR inversion models using borehole data as geological constraints, analyze the variability of V_s models and $V_{s,30}$, and assess their influence on site response parameters, namely Peak Ground Acceleration (PGA) and Spectral Acceleration (S_a). The study utilized 231 single-station microtremor measurements collected in Palu City, from which 15 sites were selected for $V_{s,30}$ variability analysis using the Dinver inversion software. Each site was inverted seven times to generate an ensemble of models representing inversion uncertainty. The inversion results were validated by comparing the trends of the inverted V_s profiles with borehole lithological data. The $V_{s,30}$ values obtained from each model were subsequently used as site-condition parameters in three NGA-West2 Ground Motion Prediction Equation (GMPE) models, namely Boore et al. (2014), Campbell and Bozorgnia (2014), and Chiou and Youngs (2014), to estimate PGA, S_a at 0.2 s, and S_a at 1.0 s. The results indicate that the inverted V_s profiles are consistent with lithological variations observed in the borehole data, demonstrating that the inversion models adequately represent the subsurface stratigraphy. The ensemble approach produced $V_{s,30}$ coefficients of variation ranging from 4.47% to 17.11%. Variations in $V_{s,30}$ propagated into the estimated site response parameters, with the smallest variability observed in PGA (0.07–3.38%), while the coefficients of variation for S_a (0.2 s) and S_a (1.0 s) ranged from 0.17–6.42% and 1.45–8.53%, respectively. These findings indicate that structures with longer natural periods are more sensitive to variations in local soil conditions than short-period structures. This study concludes that the ensemble-model approach provides a more reliable representation of HVSR inversion uncertainty than the conventional single deterministic model. The findings highlight the importance of incorporating the propagated uncertainty of inverted V_s models into GMPE-based site response analyses, particularly in sedimentary basins with complex geological settings. The proposed approach has the potential to be applied in other earthquake-prone regions to improve the reliability of seismic hazard assessment and support risk-informed infrastructure planning.

Keywords: *HVSR, inversion, borehole data, $V_{s,30}$, variability, site response, GMPE, Peak Ground Acceleration, Spectral Acceleration, Palu Earthquake*