

ABSTRACT

CRUSTAL STRUCTURE IMAGING BENEATH WESTERN JAVA USING SEISMIC AMBIENT NOISE TOMOGRAPHY

By

Shindy Rosalia

Student ID: 32316303

(Doctoral Program in Geophysical Engineering)

The western part of Java, Indonesia, is an area prone to multiple geological hazards due to its proximity to the subduction of the Australia Plate beneath the Eurasian. In this area, there are several major urban agglomerations, including Jakarta, the capital city of Indonesia, and Bandung, the capital city of West Java Province, which are threatened by sources of seismic and volcanic activity. It is crucial to have a better understanding of the upper crustal structure to support seismic hazard and disaster mitigation efforts in this area. To image the upper crustal structure, we applied Ambient Noise Tomography to a new waveform dataset collected from 85 temporary seismometers deployed during 2016-2018. Cross-correlation of the waveform data was applied to retrieve empirical Rayleigh wave Green's functions between station pairs, and the spatial distribution of group velocity was obtained by inverting the dispersion curves. We compared two different methods for group velocity inversion: iterative, least-squares subspace optimization, and probabilistic sampling based on the Trans-dimensional Bayesian method. The results show that, although computationally expensive, the Trans-dimensional Bayesian approach offered important advantages over optimization, including more effective explorative of the model space and more robust characterization of the spatial pattern of Rayleigh wave group velocity. The Neighbourhood Algorithm was applied to depth invert the Rayleigh wave group velocity into a 1D shear-wave velocity profile, which then interpolated to produce the final 3D shear-wave velocity maps. The shear-wave velocity result imaged the geological structure up to 17 km depth. Our inversion of shear wave velocity showed that for shallow depth (1-6 km), shear velocity correlates well with surface geology, and for deeper depth (7-17 km), it correlates with crystalline crustal basement. The northern part of the study area has a thickening sediment layer to the north shown by low shear-wave velocity. The result from this study has important implications for the depth of the sediment layer in the western part of Java in relation to the seismic risk modeling. The 3D model could also be useful for the initial model of another seismological study in the area.

Keywords: Ambient Noise Tomography, shear-wave velocity structure, Upper Crustal, Western Java.

ABSTRAK

PENCITRAAN STRUKTUR KERAK BUMI DI JAWA BAGIAN BARAT MENGGUNAKAN SEISMIC AMBIENT NOISE TOMOGRAPHY

Oleh

Shindy Rosalia

NIM: 32316303

(Program Studi Doktor Teknik Geofisika)

Wilayah Jawa bagian barat, Indonesia, merupakan daerah yang rawan akan bencana geologi karena adanya subduksi Lempeng Australia di bawah Eurasia. Pada daerah ini, terdapat beberapa kota besar, termasuk Jakarta, ibu kota Indonesia, dan Bandung, ibu kota Provinsi Jawa Barat, yang terancam oleh sumber aktivitas seismik dan vulkanik. Pemahaman tentang struktur kerak bumi bagian atas yang lebih baik merupakan hal yang sangat penting untuk mendukung upaya mitigasi bahaya dan bencana gempa bumi di daerah tersebut. Untuk mencitrakan struktur kerak bagian atas, kami menerapkan Ambient Noise Tomography ke data waveform baru yang didapatkan dari 85 seismometer sementara yang dipasang selama 2016-2018. Korelasi silang dari data waveform diaplikasikan untuk mendapatkan fungsi empiris Green's dari gelombang Rayleigh antar pasangan stasiun. Distribusi spasial dari kecepatan grup kemudian diperoleh dengan melakukan inversi dari hasil kurva disperse. Kami membandingkan dua metode yang berbeda untuk inversi kecepatan grup: metode optimalisasi subspace least square, dan sampling probabilistik berdasarkan metode Trans-dimensional Bayesian. Hasil kami menunjukkan bahwa, meskipun secara komputasional pendekatan trans-dimensional Bayesian cukup mahal, metode ini memiliki kelebihan dibanding dengan metode optimisasi subspace least square dimana metode trans-dimensional Bayesian dapat dengan efektif mengeksplorasi ruang model dan dapat mengkarakterisasi pola spasial dari kecepatan grup gelombang Rayleigh dengan lebih baik. Untuk mendapatkan peta kecepatan gelombang S, kami menerapkan algoritma Neighbourhood dengan menginversi kecepatan grup gelombang Rayleigh ke dalam profil kecepatan gelombang S 1-D yang kemudian diinterpolasi untuk mendapatkan peta kecepatan gelombang S 3-D. Hasil dari kecepatan gelombang S dapat mencitrakan struktur geologi hingga kedalaman 17 km. Hasil inversi menunjukkan bahwa untuk kedalaman dangkal (1-6 km) kecepatan grup berkorelasi baik dengan geologi permukaan, dan untuk kedalaman yang lebih dalam (7-17 km) berkorelasi dengan batuan kristalin. Bagian utara dari daerah penelitian memiliki lapisan sedimen yang menebal ke arah utara yang ditunjukkan oleh kecepatan gelombang S yang rendah. Hasil dari penelitian ini memiliki implikasi yang penting untuk kedalaman lapisan sedimen di bawah Jawa bagian barat dalam kaitannya dengan pemodelan resiko bencana seismik. Selain itu,

model kecepatan gelombang S yang dihasilkan juga dapat dimanfaatkan sebagai model kecepatan awal untuk studi seismologi lainnya di wilayah penelitian.

Kata kunci: Ambient Noise Tomography, struktur kecepatan gelombang S, Kerak bagian atas, Jawa bagian barat.