

Kerangka Kerja Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi di Tempat Menggunakan Sensor Akselerometer untuk Estimasi Spektrum Respons Percepatan SA(T) Berbasis Variational Autoencoder (VAE) = Variational Autoencoder (VAE)-Based On-site Earthquake Early Warning System Framework Using Accelerometer for Estimating Acceleration Response Spectra

Muhammad Fadli, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920575237&lokasi=lokal>

Abstrak

Sistem Peringatan Dini Gempa Bumi (EEWS) memiliki peran penting dalam mengurangi risiko yang terkait dengan aktivitas seismik. Penelitian ini telah mengembangkan sebuah kerangka kerja EEWS berbasis deep learning untuk mengestimasi spektra respons percepatan SA(T) langsung dari spektrogram sinyal gempa berdurasi pendek setelah kedatangan gelombang-P dari sensor akselerometer. Kerangka kerja yang diusulkan menawarkan metode estimasi tanpa langkah-langkah ekstraksi ciri konvensional setelah pemilihan fase dan memanfaatkan model Variational Autoencoder (VAE) untuk merekonstruksi nilai SA(T) dari input visual spektrogram log-Mel. Dataset disusun dari data gempa bumi Indonesia (BMKG) dan Italia (INSTANCE) dengan eksperimen menggunakan potongan sinyal berdurasi 2, 2,5, dan 3 detik. Evaluasi menunjukkan bahwa CNN-DNN VAE dengan durasi 3 detik memberikan performa rata-rata terbaik, dengan skor R² sebesar 0,9460 pada INSTANCE dan 0,8633 pada BMKG. Sementara itu, performa tertinggi untuk periode pendek T pada 0,01 detik dicapai oleh CNN-LSTM VAE pada data BMKG dengan nilai R² sebesar 0,9749. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun CNN-DNN VAE umumnya lebih stabil, arsitektur CNN-LSTM VAE efektif pada kondisi tertentu, terutama untuk periode pendek yang cocok untuk bangunan rendah. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan spektrogram mampu menghasilkan estimasi SA(T) yang cukup akurat serta dapat diterapkan pada EEWS di Indonesia.

.....Earthquake Early Warning System (EEWS) possess an important role in reducing risk involving seismic activity. This research has developed a deep learning-based EEWS framework for estimating acceleration response spectra SA(T) straight from the spectrogram of a trimmed earthquake signal shortly after the arrival of P-wave of an accelerometer. The proposed framework offers alternative method without the step of conventional feature extraction after a phase-picking process and uses Variational Autoencoder (VAE) model to reconstruct the SA(T) value from the input of log-Mel spectrogram. The dataset consists of Indonesian earthquake data (BMKG) and Italy (INSTANCE), with the experiment conducted using trimmed signal with 2, 2.5, 3 seconds of time window. The evaluation shows that CNN-DNN VAE with a duration of 3 seconds provides the best average performance, with an R² score of 0.9460 on INSTANCE and 0.8633 on BMKG. Meanwhile, the highest performance for the short period T at 0.01 second is achieved by CNN-LSTM VAE on BMKG data with an R² of 0.9749. These results indicate that although CNN-DNN VAE is generally more stable, the CNN-LSTM VAE architecture is effective under certain conditions, especially for short periods suitable for low-rise buildings. This research shows that the spectrogram approach could produce SA(T) estimation quite accurate and can be applied on EEWS in Indonesia.