

INTISARI

MODIFIKASI MODEL BERBASIS TRANSFORMER UNTUK DETEKSI SINYAL GEMPA BUMI DAN PICKING FASE DENGAN PELABELAN BERDASARKAN SPEKTROGRAM

Oleh

Muhammad Fajrul Haqqi

22/500517/PPA/06355

Pengembangan model dalam picking fase gempa bumi dari gelombang seismik memiliki banyak pendekatan dari menggunakan metode konvensional hingga pendekatan dengan model berbasis *deep neural network*. Model berbasis *deep neural network* mulai dikembangkan untuk meningkatkan akurasi hasil picking fase dikarenakan rekaman data seismik yang semakin meningkat dan kompleks sehingga dirasa perlu adanya model yang dapat melakukan picking fase seakurat interpretasi manual oleh ahli seismologi.

Penelitian ini memperkenalkan algoritma pelabelan berbasis spektrogram untuk pengambilan CODA dan arsitektur transformator yang dimodifikasi yang disebut LEQNet+. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah Iquique yang terletak diseluruh wilayah Iquique Chile Utara yang direkam pada bulan Maret-Mei di tahun 2014. Data terdiri dari 411 event gempa bumi yang direkam dari sekitar 51 stasiun disekitar lokasi gempa hingga diperoleh sekitar 11.288 sampel sinyal gempa. Seluruh stasiun perekaman menggunakan instrument 3 komponen dengan sampling rate 100Hz.

Model ini mengungguli model LEQNet, meningkatkan akurasi picker P sebesar 0,091 dan akurasi picker S sebesar 0,004, dengan tetap mempertahankan efisiensi ukuran model. Selain itu, penelitian ini membandingkan algoritma pelabelan dengan metode rasio dan menemukan bahwa CODA lebih tepat dalam fase peluruhan sinyal gempa bumi. Lebih lanjut, distribusi rasio signal-to-noise (SNR) diuji dan menunjukkan bahwa distribusi tersebut mengikuti distribusi normal, tidak seperti metode rasio. Secara keseluruhan, penelitian ini mengusulkan pendekatan yang efektif untuk pengambilan fase dalam analisis gempa bumi.

Kata Kunci: Deteksi Sinyal Gempa, Picking Fase, Pelabelan Data, Spektrogram, *Pre-LN Transformer*, *Multi-Head Attention*

ABSTRACT

MODIFICATION OF TRANSFORMER-BASED MODEL FOR EARTHQUAKE SIGNAL DETECTION AND PHASE PICKING WITH SPECTROGRAM-BASED LABELING

Oleh

Muhammad Fajrul Haqqi

22/500517/PPA/06355

The development of models in earthquake phase picking from seismic waves has many approaches from using conventional methods to approaches with deep neural network-based models. Deep neural network-based models began to be developed to improve the accuracy of phase picking results due to the increasing and complex seismic data recordings, so it was deemed necessary to have a model that could perform phase picking as accurately as manual interpretation by seismologists. phase picking as accurate as manual interpretation by seismologists.

This study introduces a spectrogram-based labeling algorithm for CODA picking and a modified transformer architecture called LEQNet+. The dataset used in this study is Iquique which is located throughout the Iquique region of Northern Chile recorded in March-May in 2014. The data consists of 411 earthquake events recorded from about 51 stations around the earthquake site to obtain about 11,288 earthquake signal samples. All recording stations used a 3-component instrument with a sampling rate of 100Hz.

This model outperforms the LEQNet model, improving picker P accuracy by 0.091 and picker S accuracy by 0.004, while maintaining model size efficiency. Additionally, the study compares the labeling algorithm to the ratio method and finds that CODA is more precise in the decay phase of earthquake signals. Furthermore, the signal-to-noise ratio (SNR) distribution is tested and shows that it follows a normal distribution, unlike the ratio method. Overall, this research proposes an effective approach for phase picking in earthquake analysis.

Keyword: Earthquake Signal Detection, Phase Picking, Data Labeling, Pre-LN Transformer, Multi-Head Attention