

ABSTRAK

PENERAPAN *DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* UNTUK SISTEM *AUTO PICKING* SINYAL GEMPA MIKRO PADA DATA SEISMOGRAM PIGRAF

Oleh

Razki Alfatah Khairu Mahli

Energi panas bumi merupakan sumber energi terbarukan yang memerlukan pemantauan aktivitas gempa mikro untuk mendukung pengelolaan dan monitoring pada lapangan panas bumi yang telah beroperasi. Informasi aktivitas gempa mikro dapat diperoleh melalui proses *phase picking* untuk menentukan waktu kedatangan gelombang. Namun, metode *phase picking* secara manual memiliki beberapa keterbatasan dari sisi efisiensi, konsistensi, dan objektivitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem *auto picking* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) 1D untuk mendeteksi waktu kedatangan gelombang P dan S pada data gempa mikro. Model dilatih menggunakan dataset *STanford Earthquake Dataset* (STEAD) dan divalidasi menggunakan data gempa mikro riil lapangan panas bumi. Evaluasi model dilakukan menggunakan parameter akurasi, *loss*, dan *Mean Absolute Error* (MAE). Hasil pelatihan didapatkan akurasi sebesar 94% dengan nilai *loss* sebesar 0,1219. Pada pengujian data riil menggunakan 30 *event* gempa mikro, model berhasil mendeteksi 100% *event* gelombang P dengan MAE sebesar 26,42 ms serta 90% *event* gelombang S dengan MAE sebesar 312,67 ms. Hasil menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam mendeteksi gelombang P, namun masih terbatas dalam mendeteksi gelombang S akibat kompleksitas karakteristik sinyal. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan arsitektur model yang lebih optimal dalam menangkap pola temporal sinyal gempa mikro untuk meningkatkan akurasi deteksi gelombang S.

Kata kunci: *Auto Picking*, *Convolutional Neural Network*, Gempa Mikro, *Phase Picking*

ABSTRACT

APPLICATION OF DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR AN AUTOMATIC MICROEARTHQUAKE SIGNAL PICKING SYSTEM USING PIGRAF SEISMOGRAM DATA

By

Razki Alfatah Khairu Mahli

Geothermal energy is a renewable energy source that requires monitoring of microseismic activity to support the management and monitoring of operational geothermal fields. Information on microseismic activity can be obtained through phase picking to determine wave arrival times. However, manual phase picking methods have several limitations in terms of efficiency, consistency, and objectivity. This study aims to develop a 1D Convolutional Neural Network (CNN)-based auto-picking system to detect the arrival times of P- and S-waves in microearthquake data. The model was trained using the Stanford Earthquake Dataset (STEAD) and validated using real microearthquake data from geothermal fields. Model evaluation was conducted using accuracy, loss, and Mean Absolute Error (MAE) metrics. The training results yielded an accuracy of 94% with a loss value of 0.1219. In testing on real data using 30 microearthquake events, the model successfully detected 100% of P-wave events with an MAE of 26.42 ms and 90% of S-wave events with an MAE of 312.67 ms. The results indicate that the model performs well in detecting P-waves but is still limited in detecting S-waves due to the complexity of the signal characteristics. Therefore, the development of a more optimal model architecture is needed to capture the temporal patterns of microearthquake signals to improve the accuracy of S-wave detection.

Keywords: Auto Picking, Convolutional Neural Network, Microearthquake, Phase Picking