

INTISARI

PENGARUH AUGMENTASI DATA TERHADAP PROSES TRAINING DAN PREDIKSI PATAHAN SEISMIK 3D BERBASIS *DEEP LEARNING* DENGAN ARSITEKTUR UNET STUDI KASUS: LAPANGAN KERRY, CEKUNGAN TARANAKI, NEW ZEALAND

Oleh

TAUFIQURRAHMAN SAGAF KELREY

19/442442/PA/19191

Interpretasi patahan merupakan tahapan krusial dalam interpretasi seismik dan analisis struktur bawah permukaan, termasuk eksplorasi geotermal dan minyak bumi. Proses ini bersifat intensif, memakan waktu, dan sumber daya yang signifikan. Dalam beberapa tahun terakhir, *Artificial Intelligence* (AI) berbasis *supervised learning* banyak digunakan untuk mempercepat interpretasi stratigrafi dan struktur bawah permukaan. Pendekatan ini efektif karena mampu memetakan hubungan non-linear pada data seismik, sesuai dengan karakteristik keadaan geologi riil yang kompleks. Pengembangan metode *deep learning* memerlukan data dalam volume besar untuk meningkatkan generalisasi model. Sintesis data dan augmentasi data seismik telah banyak dimanfaatkan dalam penelitian sebelumnya untuk memperluas set data pelatihan dan terbukti meningkatkan performa model *deep learning* dalam prediksi patahan. Walau demikian, masih sedikit penelitian yang mengkaji dampak spesifik metode augmentasi terhadap pelatihan dan prediksi. Selain itu, justifikasi metode augmentasi berdasarkan prinsip deformasi geologi masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh metode augmentasi terhadap hasil pelatihan dan prediksi model *deep learning* pada data seismik riil. Variasi augmentasi tertinggi secara berurutan adalah eksperimen kedua, eksperimen ketiga, dan eksperimen pertama. Eksperimen pertama diterapkan hanya dengan transformasi numerik *mask standardization* dengan median *F1-Score* secara keseluruhan sebesar 0,7276. Eksperimen kedua melanjutkan eksperimen sebelumnya dengan 1 transformasi numerik dan 3 sekuen variasi transformasi rotasional yang diikuti oleh transformasi numerik dengan median *F1-Score* secara berurutan untuk 4 set transformasi adalah 0,7290, 0,7353, 0,7261, dan 0,7268. Eksperimen ketiga melanjutkan eksperimen sebelumnya dengan 1 transformasi numerik dan 1 sekuen transformasi rotasional yang diikuti oleh transformasi numerik dengan median *F1-Score* secara berurutan untuk kedua set transformasi adalah 0,8119 dan 0,8089. Dalam tahapan prediksi pada data lapangan Kerry, seluruh model eksperimen berhasil memprediksi patahan yang secara keseluruhan memiliki orientasi pada arah NE-SW dengan variasi augmentasi *scaling* pada masing-masing sumbu *INLINE*, *CROSSLINE*, dan *TIME/DEPTH*. Prediksi pada data Lapangan Kerry menunjukkan seluruh model berhasil memprediksi orientasi patahan NE-SW, dengan eksperimen 2 menghasilkan prediksi paling bersih (*noise minimal*) yang menunjukkan variasi augmentasi (eksperimen 2) lebih berpengaruh daripada peningkatan iterasi (eksperimen 3). Kompleksitas struktur di area tenggara bervariasi terhadap faktor penskalaan, menunjukkan *trade-off* antara resolusi spasial dan generalisasi.

Kata-kata kunci: seismik-3d, patahan seismik, *deep learning*, metode augmentasi

ABSTRACT

IMPACT OF DATA AUGMENTATION ON TRAINING AND PREDICTION PERFORMANCE FOR 3D SEISMIC FAULT DETECTION USING DEEP LEARNING UNET-ARCHITECTURE CASE STUDY: THE KERRY FIELD, TARANAKI BASIN, NEW ZEALAND

By

TAUFIQURRAHMAN SAGAF KELREY

19/442442/PA/19191

Fault interpretation is a crucial stage in seismic interpretation and subsurface structure analysis, including geothermal and oil exploration. This process is intensive, time-consuming, and requires significant resources. In recent years, Artificial Intelligence (AI) based on supervised learning has been widely used to accelerate stratigraphic and subsurface structure interpretation. This approach is effective because it can map non-linear relationships in seismic data, consistent with the characteristics of complex real geological conditions. The development of deep learning methods requires large volumes of data to improve model generalization. Data synthesis and seismic data augmentation have been widely utilized in previous research to expand training datasets and have proven to enhance the performance of deep learning models in fault prediction. However, few studies have examined the specific impact of augmentation methods on training and prediction. Additionally, justification of augmentation methods based on geological deformation principles remains limited. This study aims to evaluate the influence of augmentation methods on the training results and predictions of deep learning models using real seismic data. The highest variation in augmentation types occurred in the second experiment, followed by the third and first experiments. The first experiment applied only numerical transformation through mask standardization, achieving an overall median F1-Score of 0.7276. The second experiment continued from the previous one with 1 numerical transformation and 3 sequences of rotational transformations followed by numerical transformation, yielding median F1-Scores of 0.7290, 0.7353, 0.7261, and 0.7268 for the 4 transformation sets. The third experiment continued from the previous one with 1 numerical transformation and 1 sequence of rotational transformation followed by numerical transformation, achieving median F1-Scores of 0.8119 and 0.8089 for both transformation sets. In the prediction phase on Kerry Field data, all experimental models successfully predicted faults with an overall NE-SW orientation, using scaling augmentation variations along the *INLINE*, *CROSSLINE*, and *TIME/DEPTH* axes. Predictions on Kerry Field data showed all models successfully predicted NE-SW oriented faults, with Experiment 2 producing the cleanest predictions (minimal noise), demonstrating that augmentation variation (Experiment 2) had greater influence than iteration increase (Experiment 3). Structural complexity in the southeastern area varied with scaling factors, indicating a trade-off between spatial resolution and generalization.

Keywords: 3D-seismic, seismic faults, deep learning, augmentation methods