

ABSTRAK

Pencitraan seismik pada struktur karbonat kompleks sering kali mengalami distorsi berupa fenomena *pull-up effect* akibat kontras kecepatan lateral yang ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk analisis profil kecepatan interval yang representatif dan meningkatkan hasil citra struktur karbonat *build-up* di Lapangan X melalui implementasi Kirchhoff *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM) dengan pemodelan anisotropi *Vertical Transverse Isotropy* (VTI). Model kecepatan awal dibangun menggunakan metode *Constrained Velocity Inversion* (CVI) yang mengintegrasikan data sumur sebagai *constraint* fisis untuk memitigasi isu ambiguitas kecepatan-kedalaman. Pembaruan distribusi kecepatan dilakukan secara sistematis melalui empat iterasi tomografi berbasis horizon, yang terdiri dari dua iterasi isotropik dan dua iterasi anisotropi VTI. Analisis pada *common image gathers* menunjukkan bahwa pendekatan isotropi gagal mengoreksi *residual moveout* berbentuk *hockey stick* pada *far offset*, yang mengonfirmasi keberadaan sifat anisotropi intrinsik pada lapisan *shale* Formasi Gumai. Integrasi parameter Thomsen (δ dan ϵ) pada iterasi keempat berhasil mencapai konvergensi model kecepatan dengan indikator *flatness gather* yang menyeluruh di semua rentang *offset*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PSDM Anisotropi VTI secara efektif mengoreksi efek *pull-up* dan memperbaiki posisi reflektor Formasi Baturaja ke posisi akurat pada kedalaman sekitar 2.000 m. Lebih lanjut, distribusi kecepatan interval akhir berhasil mengidentifikasi anomali kecepatan rendah sekitar 2.800–3.200 m/s di dalam tubuh karbonat yang berkecepatan tinggi sekitar 4.000–4.500 m/s, yang secara geofisika mengindikasikan keberadaan zona saturasi fluida. Penelitian ini membuktikan bahwa strategi pencitraan kedalaman anisotropi sangat krusial untuk mereduksi ketidakpastian struktural dan meningkatkan akurasi target pemboran pada reservoir karbonat kompleks.

Kata Kunci: PSDM, Anisotropi VTI, Parameter Thomsen, *Carbonate Build-up*, *Horizon Based Tomography*.

ABSTRACT

Seismic imaging in complex carbonate structures often experiences distortion in the form of a pull-up effect caused by extreme lateral velocity contrast. This study aims to analyze a representative interval velocity profile and improve the imaging results of carbonate build-up structures in Field X through the implementation of Kirchhoff Pre-Stack Depth Migration (PSDM) with Vertical Transverse Isotropy (VTI) anisotropic modeling. The initial velocity model was constructed using the Constrained Velocity Inversion (CVI) method, which integrates well data as a physical constraint to mitigate the velocity-depth ambiguity issue. Velocity distribution updating was carried out systematically through four horizon-based tomography iterations, consisting of two isotropic iterations and two VTI anisotropic iterations. Analysis of common image gathers indicates that the isotropic approach failed to correct residual moveout in the form of a hockey stick at far offsets, confirming the presence of intrinsic anisotropic properties within the shale layer of the Gumai Formation. The integration of Thomsen parameters (δ and ϵ) in the fourth iteration successfully achieved velocity model convergence with comprehensive flatness gather indicators across all offset ranges. The results show that VTI Anisotropic PSDM effectively corrected the pull-up effect and repositioned the Baturaja Formation reflector to an accurate position at a depth of approximately 2,000 m. Furthermore, the final interval velocity distribution successfully identified a low-velocity anomaly of approximately 2,800–3,200 m/s within the high-velocity carbonate body of approximately 4,000–4,500 m/s, which geophysically indicates the presence of a fluid saturation zone. This study demonstrates that anisotropic depth imaging strategies are crucial for reducing structural uncertainty and improving drilling target accuracy in complex carbonate reservoirs.

Keywords: PSDM, VTI Anisotropy, Thomsen Parameters, Carbonate Build-up, Horizon Based Tomography