

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Metode seismik refleksi merupakan salah satu teknik geofisika dalam eksplorasi hidrokarbon untuk memetakan struktur geologi bawah permukaan secara presisi. Namun, keakuratan posisi reflektor pada penampang seismik sering kali terdistorsi oleh kompleksitas propagasi gelombang dalam medium heterogen (Yilmaz, 2001). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, tahapan migrasi menjadi krusial dalam mereposisi reflektor ke posisi akurat di bawah permukaan, baik melalui pendekatan domain waktu maupun domain kedalaman serta menghilangkan efek difraksi (Tristiyoherni dkk., 2010).

Pengolahan data seismik konvensional berbasis *Pre-Stack Time Migration* (PSTM) menghadapi keterbatasan algoritma dalam memitigasi ketidaktepatan posisi reflektor pada lingkungan geologi kompleks, terutama akibat asumsi propagasi gelombang satu dimensi (1D) yang mengabaikan variasi kecepatan lateral secara signifikan. Pada struktur geologi seperti karbonat *build-up*, kontras kecepatan yang ekstrem antara tubuh karbonat dan medium klastik di sekitarnya memicu terjadinya fenomena *pull-up effect*, sehingga menyebabkan reflektor di bawah karbonat tampak terangkat sebagai efek semu (Marfurt & Alves, 2015). Kondisi ini secara langsung mengurangi kualitas citra seismik serta memicu kesalahan dalam kalkulasi *True Vertical Depth* (TVD) yang meningkatkan risiko ketidakpastian pada target pemboran (Kessler & Klokov, 2016). Guna mengatasi ambiguitas kecepatan-kedalaman tersebut, diperlukan implementasi *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM) yang mampu memodelkan pembiasan sinar (*ray bending*) secara realistis dalam domain kedalaman. Implementasi algoritma PSDM Kirchhoff dalam penelitian ini merujuk pada Fagin (2002) mengenai fleksibilitas metode tersebut terhadap geometri akuisisi yang tidak reguler, sekaligus kemampuannya dalam menghasilkan pencitraan struktur bawah permukaan dengan resolusi tinggi pada medium yang memiliki heterogenitas kecepatan lateral.

Keberhasilan hasil PSDM memiliki ketergantungan terhadap kualitas model kecepatan interval yang representatif secara geologi. Dalam penelitian ini, model

kecepatan interval awal dikonstruksi melalui metode *Constrained Velocity Inversion* (CVI) yang mengintegrasikan informasi geologi sebagai *constraint* fisis guna memitigasi isu ambiguitas kecepatan-kedalaman (Koren & Ravve, 2006). Model tersebut kemudian disempurnakan secara iteratif melalui tomografi refleksi berbasis analisis *residual moveout* (RMO) guna mencapai konvergensi model yang optimal. Selain variasi kecepatan lateral, asumsi sifat medium dalam pemodelan merupakan faktor krusial, penggunaan asumsi isotropik konvensional sering kali mengurangi keakuratan posisi reflektor karena mengabaikan variasi kecepatan terhadap sudut datang gelombang (Cholik, 2008). Analisis pada *common image gathers* di Lapangan X menunjukkan fenomena fisis berupa *residual moveout* yang persisten pada *far offset* (*hockey stick effect*) pasca aplikasi koreksi isotropik. Indikasi fisis ini secara geologis selaras dengan keberadaan lapisan shale pada Formasi Gumai yang bersifat *Vertical Transverse Isotropy* (VTI) akibat laminasi mineral lempung yang kuat (Tsvankin, 2001). Oleh karena itu, implementasi strategi PSDM Kirchhoff anisotropi VTI melalui estimasi parameter Thomsen ( $\delta$  dan  $\epsilon$ ) menjadi keharusan teknis untuk menyelaraskan *gather* hingga *far offset* dan menghasilkan citra reservoir Formasi Baturaja yang baik (Alkhalifah & Tsvankin, 1995).

Lapangan X secara geologi memiliki struktur karbonat *build-up* pada Formasi Baturaja yang menghadapi tantangan pencitraan akibat fenomena *pull-up effect* pada penampang PSTM. Keterbatasan pendekatan domain waktu dalam merepresentasikan variasi kecepatan lateral yang ekstrem mengakibatkan geometri struktur karbonat tersebut tidak terpetakan secara baik. Oleh karena itu, implementasi metode PSDM Kirchhoff dengan pendekatan anisotropi VTI melalui empat iterasi tomografi kecepatan ditujukan untuk mengoreksi distorsi tersebut guna menghasilkan citra reservoir yang lebih akurat. Hal ini memecahkan keterbatasan kecepatan RMS berbasis pendekatan Dix (1955) yang tidak mampu mengakomodasi heterogenitas kecepatan lateral.

Penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa penerapan strategi iterasi tomografi bertahap dari isotropi menuju anisotropi VTI dalam alur kerja PSDM Kirchhoff untuk pencitraan struktur karbonat *build-up* Formasi Baturaja yang diapit

oleh Formasi Gumai di bagian atas dan Formasi Talang Akar di bagian bawah pada data seismik 2D lapangan tersebut. Adapun keterbatasan penelitian ini meliputi penggunaan data seismik 2D yang terbatas pada Line 15 di Lapangan X serta data sumur yang hanya tersedia dalam bentuk *well marker*, sehingga estimasi parameter Thomsen ( $\delta$  dan  $\epsilon$ ) dilakukan sepenuhnya berbasis analisis *residual moveout* tanpa validasi *well log*. Metode PSDM secara umum memiliki ketergantungan tinggi terhadap kualitas model kecepatan interval yang berdampak langsung pada kualitas citra yang dihasilkan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan kualitas pencitraan reservoir karbonat *build-up* Formasi Baturaja di Lapangan X sebagai acuan eksplorasi hidrokarbon lebih lanjut.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis model kecepatan interval isotropi dan anisotropi VTI pada data seismik di lapangan X.
2. Mencitrakan struktur karbonat *build-up* pada domain kedalaman menggunakan metode *Pre-Stack Depth Migration* (PSDM) anisotropi VTI.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

### a. Manfaat Akademis

- 1) Memberikan kontribusi ilmiah dalam penerapan metode PSDM Kirchhoff anisotropi VTI untuk pencitraan struktur karbonat dibandingkan metode konvensional PSTM.
- 2) Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang menerapkan pembaruan model kecepatan iteratif pada medium anisotropi VTI.

b. Manfaat Praktis

- 1) Menyediakan model kecepatan interval dan pencitraan struktur karbonat *build-up* Formasi Baturaja sebagai acuan eksplorasi di Lapangan X.
- 2) Meningkatkan akurasi penentuan kedalaman target pemboran sehingga mengurangi risiko kegagalan dan meningkatkan efisiensi biaya eksplorasi.