

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Interaksi antar-lempeng tersebut menghasilkan sistem tektonik kompleks berupa subduksi, kolisi, serta aktivitas sesar regional yang berperan dalam pembentukan konfigurasi kerak dan evolusi cekungan di Indonesia (Hall & Spakman, 2015). Aktivitas tektonik ini mengontrol perkembangan sistem geologi bawah permukaan di Kalimantan Timur yang menjadi bagian dari Cekungan Kutai, salah satu cekungan sedimen terbesar yang berkembang sejak Paleogen hingga Neogen (Moss dkk., 1997; Satyana dkk., 1999).

Kajian struktur bawah permukaan di Kalimantan Timur telah banyak dilakukan menggunakan metode geofisika seperti seismik refleksi, magnetik, dan gravitasi terestrial untuk mengidentifikasi geometri cekungan, ketebalan sedimen, serta pola struktur geologi regional (Moss dkk., 1997; Sheriff & Geldart, 1995). Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada skala lokal atau cekungan tertentu dan belum banyak memanfaatkan data gravitasi satelit global yang memiliki cakupan regional luas serta homogenitas data yang lebih baik (Ramadhani, 2025; Trimulyati & Putra, 2022). Walaupun demikian, pendekatan regional diperlukan untuk memahami hubungan antara pola anomali gravitasi dengan konfigurasi kerak bumi dan perkembangan struktur geologi regional di Kalimantan Timur. Selain sebagai salah satu cekungan sedimen terbesar di Indonesia, Kalimantan Timur juga memiliki tatanan geologi yang kompleks akibat pengaruh aktivitas tektonik regional, proses sedimentasi yang intensif, serta keberadaan struktur sesar dan *lineament* yang berkembang pada berbagai fase tektonik. Hal tersebut menjadikan wilayah ini menarik untuk dikaji menggunakan pendekatan gravitasi regional guna memahami hubungan antara pola anomali gravitasi, struktur geologi bawah permukaan, dan konfigurasi kerak bumi secara lebih menyeluruh.

Metode gravitasi merupakan metode geofisika pasif yang memanfaatkan variasi medan gravitasi bumi akibat perbedaan densitas batuan di bawah permukaan (Blakely, 1995; Telford dkk., 1990). Anomali *Bouguer* yang telah dikoreksi dapat merepresentasikan distribusi densitas bawah permukaan sehingga banyak digunakan dalam interpretasi struktur geologi regional, delineasi cekungan sedimen, serta identifikasi zona sesar dan kontak litologi (Hinze dkk., 2005). Untuk meningkatkan resolusi interpretasi lateral, berbagai *edge detection* seperti *Horizontal Derivative* (HD), *First Vertical Derivative* (FVD), *Second Vertical Derivative* (SVD), *Analytic Signal* (AS), *Tilt Derivative* (TDR), dan THETA telah banyak diterapkan dalam studi medan potensial untuk menegaskan batas struktur geologi berdasarkan perubahan gradien medan gravitasi (Cooper & Cowan, 2008; Miller & Singh, 1994; Nabighian, 1972; Verduzco dkk., 2004; Wijns dkk., 2005). Metode-metode tersebut dinilai efektif dalam mendelineasi lineament, sesar, serta batas litologi karena mampu memperjelas respon anomali dangkal maupun perubahan lateral densitas bawah permukaan.

Perkembangan model gravitasi satelit global seperti *World Gravity Map* 2012 (WGM2012) yang dikembangkan oleh *Bureau Gravimétrique International* (BGI) memberikan kontribusi penting dalam studi gravitasi regional, khususnya untuk analisis kerak bumi. WGM2012 merupakan kumpulan peta dan grid anomali gravitasi global yang disusun melalui integrasi data gravitasi darat, laut, udara, dan satelit yang telah dikoreksi serta dihitung menggunakan pendekatan spherical geometry sehingga menghasilkan representasi medan gravitasi yang relatif homogen pada skala regional hingga global. Dataset ini dikembangkan dari model gravitasi global seperti EGM2008 dan DTU10 serta dilengkapi dengan koreksi topografi resolusi tinggi sehingga mampu merepresentasikan variasi medan gravitasi bumi secara konsisten, terutama pada wilayah yang memiliki keterbatasan data observasi lapangan (Bonvalot et al., 2012).

Selain WGM2012, model gravitasi global lain yang banyak digunakan adalah GGMPPlus yang dikembangkan oleh *Curtin University* melalui kombinasi data satelit GOCE, data topografi resolusi tinggi, dan teknik *forward gravity modelling* (Casenave dkk., 2016; Hirt dkk., 2013). GGMPPlus memiliki resolusi

spasial yang lebih tinggi dibandingkan dengan WGM2012 sehingga mampu menampilkan detail anomali gravitasi lokal secara lebih rinci (Hirt dkk., 2013). Namun, resolusi tinggi tersebut diperoleh melalui pendekatan pemodelan gravitasi berbasis topografi sehingga pada beberapa wilayah dapat dipengaruhi ketidakpastian model densitas dan efek topografi regional. Di sisi lain, WGM2012 lebih banyak digunakan dalam studi regional dan studi tektonik skala luas karena homogenitas data yang baik, cakupan global yang konsisten, serta representasi anomali regional yang lebih stabil untuk interpretasi struktur bawah permukaan berskala besar (Bonvalot et al., 2012). Oleh karena itu, penggunaan WGM2012 dalam penelitian ini lebih sesuai untuk mengidentifikasi pola struktur regional dan karakteristik kerak bumi di wilayah Kalimantan Timur.

Pemanfaatan data gravitasi global telah banyak dimanfaatkan untuk mengidentifikasi struktur regional, mendelineasi batas geologi, serta mengestimasi kedalaman diskontinuitas Moho melalui analisis medan potensial gravitasi. Selain itu, estimasi kedalaman sumber anomali dapat dilakukan secara kuantitatif menggunakan analisis spektral *Radially Averaged Power Spectrum* (RAPS) yang menghubungkan karakteristik spektrum daya dengan kedalaman sumber anomali (Spector & Grant, 1970). Analisis spektral tersebut telah banyak digunakan dalam studi regional untuk mengestimasi kedalaman *basement*, ketebalan sedimen, hingga diskontinuitas Moho berdasarkan karakteristik spektrum medan gravitasi (Solano-Acosta dkk., 2023).

Meskipun berbagai pendekatan lateral dan spektral telah banyak digunakan pada studi regional di berbagai wilayah dunia, pemanfaatannya di Kalimantan Timur masih relatif terbatas, khususnya menggunakan filter *edge detection* dan estimasi kedalaman Moho berbasis data gravitasi satelit global (Ramadhani, 2025). Penelitian gravitasi di wilayah ini masih berfokus pada interpretasi anomali *Bouguer* atau studi cekungan skala lokal tanpa memanfaatkan berbagai *edge detection* untuk menegaskan batas struktur geologi regional (Omietimi dkk., 2021). Selain itu, estimasi kedalaman Moho berbasis analisis spektral data gravitasi global juga masih jarang dilakukan di Kalimantan Timur, padahal pendekatan tersebut

dapat memberikan gambaran konfigurasi kerak bumi secara regional (Solano-Acosta dkk., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menginterpretasi struktur geologi bawah permukaan di Kalimantan Timur menggunakan data gravitasi WGM2012 melalui integrasi metode *edge detection* berupa HD, FVD, SVD, AS, TDR, dan THETA serta estimasi kedalaman rata-rata sumber anomali dan bidang Moho menggunakan metode *Radially Averaged Power Spectrum* (RAPS). Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai pola struktur regional secara lateral maupun vertikal sehingga dapat mendukung pemahaman terhadap konfigurasi kerak bumi dan perkembangan tektonik di Kalimantan Timur.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengestimasi kedalaman rata-rata sumber anomali dan Moho menggunakan metode *Radially Averaged Power Spectrum* (RAPS).
2. Mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan berdasarkan *edge detection* di Kalimantan Timur berbasis data WGM2012.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Menjadi informasi pendukung dalam kajian geodinamika regional di Kalimantan Timur.
2. Menghasilkan gambaran struktur geologi untuk memahami pola tektonik regional Kalimantan Timur.