

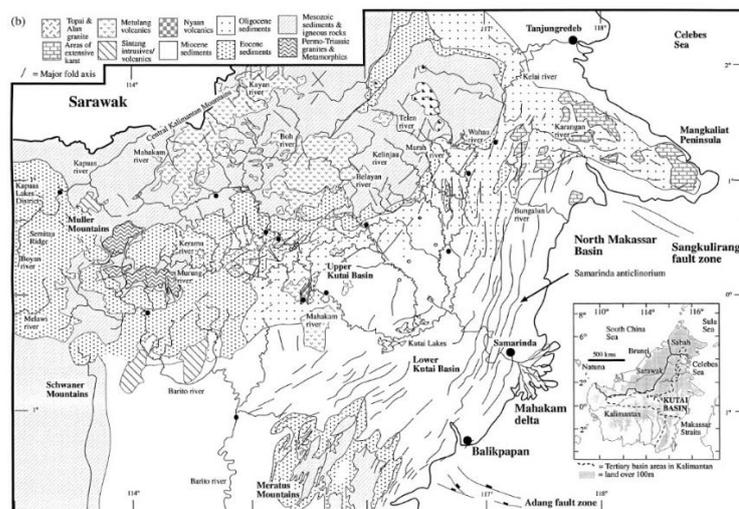
# BAB I

## PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dipaparkan lima hal pokok mengenai gambaran umum penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat dari hasil penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Kalimantan merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan struktur geologi dan litologi bawah permukaan yang unik. Secara geologis, Kalimantan terletak di Paparan Sunda (*Sunda Shelf*), bagian stabil dari lempeng Eurasia, dan didominasi oleh batuan sedimen Tersier dan Kuartar, seperti batupasir, batulempung, dan batubara, yang terbentuk dari sedimentasi di lingkungan sungai, delta, dan rawa purba. Meskipun aktivitas tektoniknya relatif rendah, sesar minor, lipatan, dan patahan lokal memengaruhi distribusi litologi bawah permukaan. Lapisan tanahnya terdiri dari tanah residu hasil pelapukan batuan sedimen dan endapan aluvial di sepanjang sungai, menciptakan variasi sifat fisik dan mekanik tanah, dari tanah lunak di rawa dan aluvial hingga tanah padat di daerah berbukit. Salah satunya di kawasan Kalimantan Timur, kondisi geologi dan litologinya didominasi oleh batuan sedimen Tersier dan Kuartar seperti batupasir, batulempung, dan batubara, yang terbentuk dari proses sedimentasi di lingkungan sungai, delta, dan rawa purba (Gambar 1.1) (Moss & Chambers, 1999; Satyana & Purwaningsih, 2011).



Gambar 1. 1 Peta sederhana cekungan kutai (Moss & Chambers, 1999)

Kalimantan Timur saat ini tengah mengalami percepatan pembangunan infrastruktur secara signifikan setelah ditetapkannya sebagai lokasi Ibu Kota Negara baru Indonesia yang disebut sebagai Ibu Kota Nusantara (IKN). Pembangunan IKN dan berbagai proyek pendukung, termasuk jaringan jalan tol, menjadi prioritas utama dalam pembangunan infrastruktur di IKN. Pembangunan infrastruktur skala besar seperti jalan tol memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai sifat tanah dan batuan bawah permukaan untuk menjamin stabilitas, keamanan, dan efisiensi dari biaya konstruksi. Perbedaan jenis litologi di lokasi pembangunan dapat menyebabkan variasi daya dukung tanah, potensi kelongsoran, dan respons terhadap beban struktur di atasnya (Das & Sobhan, 2013). Dalam hal ini, studi terkait bawah permukaan akan menjadi hal yang penting dengan tujuan untuk memperoleh gambaran terkait kondisi litologi bawah permukaan. Studi bawah permukaan merupakan penelitian yang bertujuan untuk memahami kondisi fisik dan karakteristik lapisan tanah atau batuan yang ada di bawah permukaan. Metode geofisika, khususnya metode seismik, memungkinkan pemetaan sifat fisik batuan untuk memberikan informasi mengenai kondisi litologi bawah permukaan di daerah penelitian. Dari data seismik, dapat mengetahui juga parameter elastisitas batuan yang sangat penting untuk analisis stabilitas. Parameter ini mendeskripsikan bagaimana batuan akan meregang, memampat, atau berubah bentuk ketika dikenai gaya, dalam hal ini, beban dari konstruksi jalan tol dan lalu lintas di atasnya.

Metode geofisika, yang dapat digunakan untuk menganalisis kondisi litologi bawah permukaan adalah metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis Surface Wave* (MASW). Metode seismik refraksi merupakan metode yang memanfaatkan pembiasan gelombang seismik untuk mempelajari kondisi bawah permukaan bumi. Prinsipnya adalah penerapan waktu tiba pertama gelombang (*firstbreak time*) yang direkam oleh geofon setelah merambat melalui medium di bawah permukaan (Abakar et al., 2015; Sheriff & Geldart, 1995). Jika kecepatan gelombang meningkat dengan kedalaman, maka sebagian gelombang akan dibiaskan kembali ke permukaan dan dapat direkam oleh sensor (Telford et al., 1990). Dari data ini, dapat dihitung kecepatan gelombang primer ( $V_p$ ) dan diinterpretasikan jenis material bawah permukaan, seperti batuan lempung, batupasir, atau batuan dasar (*bedrock*). Sedangkan metode MASW adalah metode

yang memanfaatkan gelombang permukaan secara langsung dengan pengukuran utamanya. Gelombang yang dihasilkan adalah penjalaran dari gelombang *Rayleigh* (Rusydy et al., 2016). Dari data yang dihasilkan, metode transformasi gelombang digunakan untuk mengubah data menjadi kurva dispersi. Transformasi ini mengumpulkan semua gelombang seismik yang bergerak secara horizontal. Kemudian, energi yang terkumpul dibuang pada titik tertentu dalam ruang kecepatan fase frekuensi. Dari kecepatan tersebut, kurva dispersi diambil dan diubah untuk menghasilkan profil  $V_s$  (Xia et al., 1999).

Penggabungan antara kedua metode yaitu metode seismik refraksi dan MASW menghasilkan sifat gelombang yang berbeda yaitu gelombang-P dan gelombang-S. Perbedaan kecepatan rambat ini memungkinkan untuk menentukan parameter elastisitas batuan, seperti nilai *Poisson's ratio*, yang diketahui sensitif terhadap jenis litologi dan tingkat saturasi fluida dalam batuan (Telford et al., 1990; Sheriff & Geldart, 1995). Nilai *Poisson's ratio* dapat digunakan sebagai acuan tingkat elastisitas dan saturasi fluida pada material bawah permukaan (Prakoso et al., 2016). Hal tersebut dikarenakan nilai *Poisson's ratio* menunjukkan hubungan antara deformasi lateral dan longitudinal suatu material saat mengalami tekanan. Parameter ini memberikan informasi mengenai kekuatan batuan. Bantuan yang padat dan keras biasanya memiliki nilai *poisson's ratio* yang rendah, artinya batuan tersebut tidak akan mudah berubah saat dibebani. Sebaliknya, material yang lunak, tidak terkonsolidasi dengan baik, atau memiliki kandungan fluida (air) yang tinggi akan menunjukkan nilai *poisson's ratio* yang tinggi, yang mengindikasikan kelemahan dan potensi ketidakstabilan. Dengan memetakan nilai  $V_p$ ,  $V_s$ , dan *poisson's ratio* di lokasi penelitian, dapat membantu untuk mengidentifikasi zona-zona kritis yang memerlukan perlakuan khusus dalam perancangan infrastruktur, seperti penggantian tanah, pemadatan, atau penggunaan pondasi dalam. Upaya tersebut dilakukan untuk perencanaan desain yang lebih tepat, memitigasi risiko kegagalan struktur seperti amblas atau longsor, dan mengoptimalkan biaya konstruksi (Telford et al., 1990).

## 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang diangkat berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik litologi bawah permukaan berdasarkan hasil profil nilai kecepatan menggunakan metode seismik refraksi dan MASW di lokasi penelitian?
2. Bagaimana sifat elastisitas material bawah permukaan di lokasi penelitian berdasarkan nilai *Poisson's Ratio* dari hasil pengukuran gelombang seismik?
3. Bagaimana analisis dan implikasi kondisi litologi bawah permukaan di lokasi penelitian berdasarkan nilai kecepatan Gelombang Primer ( $V_p$ ), kecepatan Gelombang geser ( $V_s$ ), dan *Poisson's Ratio*?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan keakuratan dan relevansi penelitian, beberapa batasan ditetapkan guna membatasi cakupan analisis pada aspek-aspek tertentu, yaitu:

1. Data yang digunakan merupakan data hasil akuisisi oleh Lembaga ESDM - Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan yang diperuntukan untuk pengerjaan tugas akhir dan tidak boleh dipublikasikan tanpa seizin pihak terkait.
2. Data seismik yang digunakan merupakan hasil akuisisi yang dilakukan pada tahun 2024.
3. Penelitian ini difokuskan pada area spesifik Jalan Tol Segmen 3B Kariangau – Tempadung, Kalimantan Timur. Interpretasi dan rekomendasi yang dihasilkan berlaku spesifik untuk area ini dan tidak dapat digeneralisasi secara langsung untuk area lain tanpa studi lebih lanjut.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan yang ada, adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan dan mendapatkan gambaran karakteristik litologi bawah permukaan di lokasi penelitian berdasarkan hasil profil nilai kecepatan gelombang menggunakan metode seismik refraksi dan *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW).

2. Mendapatkan gambaran dan menganalisis sifat elastisitas material berdasarkan nilai *Poisson's Ratio* pada lapisan bawah permukaan di lokasi penelitian.
3. Menganalisis dan mengkaji implikasi kondisi litologi bawah permukaan dari hasil nilai kecepatan gelombang primer dan gelombang geser ( $V_p$  dan  $V_s$ ) serta *Poisson's Ratio*.

### 1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang dapat digunakan untuk berbagai kepentingan. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam perkembangan studi geofisika. Penelitian ini akan wawasan dan referensi ilmiah terkait penerapan metode Seismik Refraksi dan MASW dalam analisis litologi bawah permukaan. Selain itu, hasil dari penelitian ini dapat menjadi acuan bagi penelitian lebih lanjut yang berkaitan dengan parameter seismik dan aplikasinya.

#### 2. Manfaat Praktis

- a. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam perencanaan pembangunan infrastruktur di daerah Kariangau – Tempadung untuk memastikan keamanan dan kestabilan geologi serta memberikan data geoteknik yang dapat membantu dalam mitigasi risiko geologi, seperti penurunan tanah, ketidakstabilan lereng, atau zona rawan bencana.
- b. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi penelitian selanjutnya sebagai bahan analisis maupun rujukan untuk perkembangan lebih lanjut terkait hubungan antara parameter seismik ( $V_p$ ,  $V_s$ , dan *Poisson's Ratio*) dalam mengidentifikasi karakteristik litologi bawah permukaan.