

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Potensi gempa bumi di Indonesia sangat signifikan karena letaknya berada pada pertemuan empat lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, Pasifik, dan Filipina. Posisi ini menempatkan Indonesia dalam kawasan Cincin Api Pasifik, sehingga menjadikannya salah satu wilayah dengan aktivitas seismik paling tinggi di dunia. Interaksi antar lempeng tersebut menyebabkan proses seismik yang kompleks, termasuk zona subduksi, sesar aktif, dan aktivitas vulkanik (Irsyam *et al.*, 2020). Likuefaksi, yaitu fenomena ketika tanah jenuh air kehilangan kekuatannya akibat peningkatan tekanan air pori berlebih yang dipicu oleh gempa bumi, merupakan salah satu bahaya signifikan di Indonesia, terutama pada wilayah dengan tanah pasir lepas dan muka air tanah yang dangkal.

Gempa bumi Palu-Donggala tahun 2018 di Indonesia, dengan magnitudo 7,5, mengakibatkan guncangan tanah yang signifikan, likuefaksi, serta berbagai bahaya ikutan, sehingga menyebabkan kerusakan dan korban jiwa di Kota Palu serta wilayah sekitarnya. Gempa tersebut mencapai skala *Modified Mercalli Intensity* (MMI) maksimum sebesar 10 pada 375 lokasi, dengan nilai PGA yang diprediksi berkisar antara 0,6–1,1 (Cilia, Mooney and Nugroho, 2021). Likuefaksi di Palu terjadi pada kedalaman yang bervariasi, umumnya kurang dari 15 meter, yang menyebabkan penurunan tanah dan kerusakan signifikan. Khususnya di Petobo, kejadian likuefaksi paling parah memicu longsoran aliran (*flow-slide*) pada area seluas sekitar 1,64 km², sehingga mengakibatkan kerusakan besar dan korban jiwa (Rahmawati, Prakoso and Rahayu, 2020; Kusumawardani *et al.*, 2021; Tohari *et al.*, 2023). Studi lainnya terkait likuefaksi di Palu, diketahui bahwa percepatan tanah puncak (*Peak Ground Acceleration/PGA*) yang signifikan, gerakan tanah pada arah vertikal, serta kondisi geologi spesifik di wilayah tersebut merupakan faktor-faktor yang dapat memicu likuefaksi substansial pada kedalaman yang lebih dalam. Potensi dampak dari fenomena ini, terutama kemampuannya dalam menyebabkan deformasi dan perpindahan massa tanah secara tiba-tiba dan masif di permukaan, menjadi perhatian yang sangat penting (Mase, Tanapalungkorn, Likitlersuang, *et al.*, 2025).

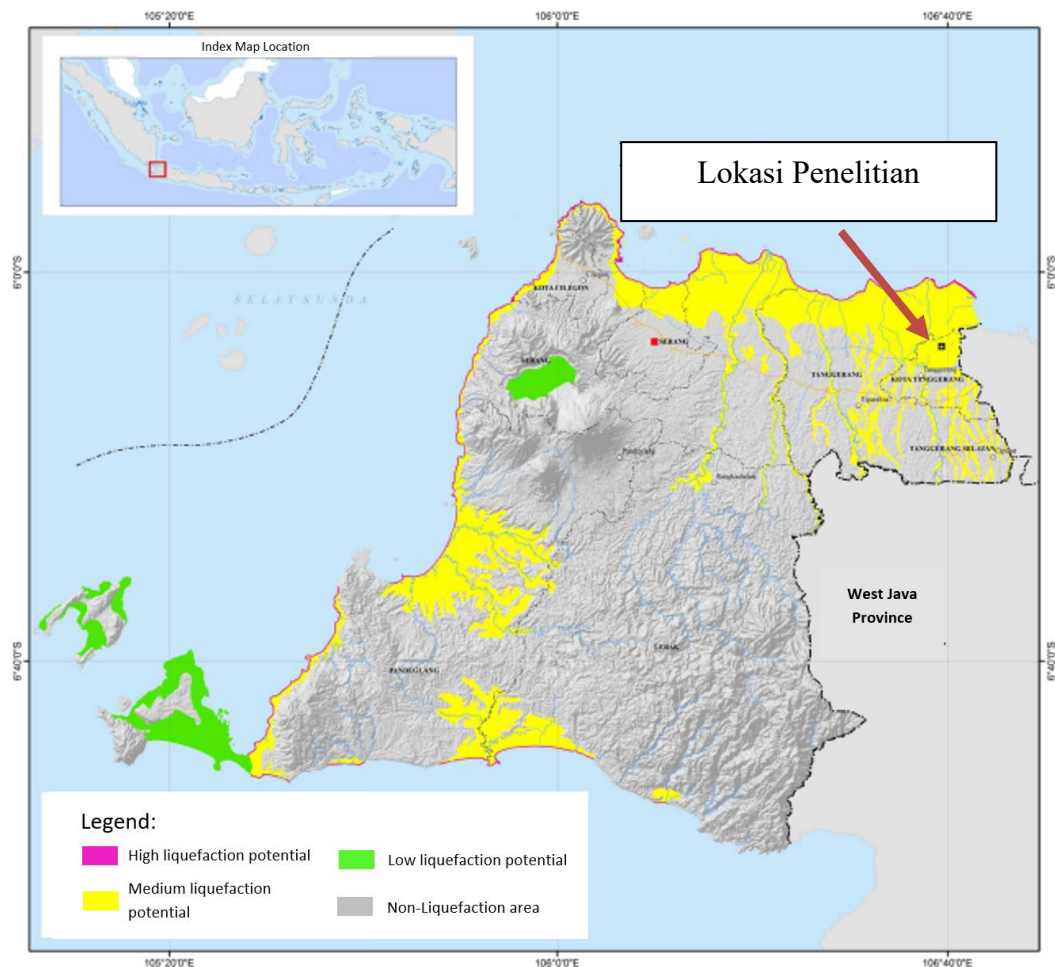
Kerentanan likuefaksi yang tinggi juga berpotensi di Kota Bengkulu, Indonesia. Hal ini telah banyak dibuktikan dalam studi geoteknik setelah Gempa Bengkulu–Mentawai Mw 8,6 memicu kejadian likuefaksi. Bengkulu didominasi oleh tanah berpasir yang sangat rentan

terhadap likuefaksi. Tanah pasir lepas, khususnya di wilayah pesisir dan alur sungai, menunjukkan potensi likuefaksi yang tinggi (Mase, Tanapalungkorn, Anussornrajkit, *et al.*, 2025). Nilai percepatan tanah puncak (*Peak Ground Acceleration/PGA*) saat gempa dapat mencapai hingga 0,342 g. Selain itu, kedalaman muka air tanah di Bengkulu berkisar antara 0,35 hingga 3,51 meter di bawah permukaan, sehingga meningkatkan risiko terjadinya likuefaksi saat peristiwa seismik (Mase *et al.*, 2023; Misliniyati *et al.*, 2025). Estimasi percepatan tanah puncak di Bengkulu dapat mencapai intensitas VII–IX pada skala *Modified Mercalli Intensity* (MMI), yang menunjukkan guncangan kuat dan kerentanan likuefaksi yang tinggi saat gempa bumi. Tanah di Kelurahan Tanah Patah, yang terutama tersusun atas campuran pasir jenuh air hingga kedalaman 20 meter, sangat rentan terhadap likuefaksi. Struktur tanah yang jenuh air dan lepas ini mudah mengalami pemadatan akibat aktivitas seismik, sehingga memungkinkan tekanan air pori meningkat dan memicu terjadinya likuefaksi (Farid, Mase and Fathani, 2024; Mase, Tanapalungkorn, Ueda, *et al.*, 2025).

Kota Padang, yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatra, juga merupakan salah satu wilayah yang sangat rentan terhadap likuefaksi akibat kondisi geologi dan hidrologinya, yang diperkuat oleh aktivitas seismik di wilayah tersebut. Padang rawan mengalami kejadian gempa bumi signifikan, seperti gempa berkekuatan 7,6 SR pada 30 September 2009 yang memicu terjadinya likuefaksi di kawasan tersebut. Tanah berpasir di Kota Padang, khususnya di sepanjang wilayah pesisir, memiliki gradasi yang buruk dan didominasi oleh pasir halus dengan konsistensi sangat lepas, sehingga sangat rentan terhadap likuefaksi (Hakam and Suhelmidawati, 2013; Hakam *et al.*, 2018; Yuliet *et al.*, 2023). Peta digital yang terintegrasi dengan Google Maps telah dikembangkan untuk menampilkan potensi likuefaksi di Kota Padang, dengan klasifikasi wilayah menjadi tidak berpotensi likuefaksi, potensi likuefaksi sedang, dan potensi likuefaksi tinggi/parah. Sekitar 45% titik koordinat pada peta tersebut diklasifikasikan memiliki potensi likuefaksi tinggi, dengan Kecamatan Koto Tangah memiliki persentase tertinggi (Liliwarti *et al.*, 2020).

Lokasi penelitian pada laporan ini, yaitu di Banten Utara, terletak di kawasan aktif secara seismik yang dipengaruhi oleh zona subduksi Jawa, sehingga berpotensi memicu gempa bumi signifikan. Kajian likuefaksi di wilayah Banten Utara masih sangat terbatas. Selain itu, peta zona likuefaksi Indonesia yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia menyatakan bahwa bagian utara Banten dikategorikan memiliki potensi likuefaksi sedang (Buana *et al.*, 2019). Terlihat pada Gambar 1, peta tersebut dikembangkan

dengan menggabungkan faktor kegempaan, meliputi penentuan periode ulang dan PGA, serta faktor geologi, meliputi geomorfologi, litologi, dan hidrogeologi.



Gambar 1. 1 Peta potensi likuefaksi Provinsi Banten

Studi di sepanjang Jalan Tol Serang–Panimbang, sebagai salah satu proyek infrastruktur penting di Banten, telah memanfaatkan uji Standard Penetration Test (SPT) dan survei seismik downhole untuk mengklasifikasikan kondisi situs tanah. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah dengan tanah lempung tidak menunjukkan potensi likuefaksi. Namun, pada beberapa segmen tertentu yang mengandung lensa pasir, teridentifikasi nilai Liquefaction Severity Index pada tingkat rendah (Heykal, Ismanti and Setiawan, 2024). Selain itu, menurut penelitian dari wilayah selatan, tanah berpasir merupakan jenis tanah yang dominan, yang secara khusus rentan terhadap likuefaksi ketika mengalami gaya seismik (Qodri, Anggorowati and Mase, 2022).

1.2. TUJUAN DAN MANFAAT

1.2.1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi likuefaksi di lokasi penelitian, tepatnya di landasan pacu 3 Bandara Internasional Soekarno-Hatta, Jakarta. Selain itu, penelitian juga membandingkan 3 metode penilaian risiko likuefaksi mencakup metode LPI (*Liquefaction Potential Index*), LSI (*Liquefaction Severity Index*), dan LSN (*Liquefaction Severity Number*).

1.2.2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan pemahaman mengenai perbedaan hasil penilaian risiko likuefaksi dari masing-masing metode, sehingga dapat membantu menentukan metode yang paling sesuai dalam menggambarkan potensi dan tingkat keparahan likuefaksi pada suatu wilayah. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar pertimbangan bagi perencana, pemerintah, dan praktisi geoteknik dalam mitigasi bencana, perencanaan tata ruang, desain infrastruktur, serta penentuan prioritas investigasi dan penanganan pada kawasan rawan likuefaksi.

1.3. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pengumpulan dan analisis data geoteknik, seperti data tanah dan parameter hasil pengujian lapangan, untuk mengevaluasi potensi likuefaksi pada lokasi penelitian. Penilaian risiko dilakukan menggunakan tiga metode, yaitu *Liquefaction Potential Index* (LPI), *Liquefaction Severity Index* (LSI), dan *Liquefaction Severity Number* (LSN), kemudian hasil dari masing-masing metode dibandingkan untuk melihat perbedaan klasifikasi tingkat risiko likuefaksi. Penelitian ini juga mencakup interpretasi zona rawan likuefaksi sebagai dasar dalam perencanaan infrastruktur dan mitigasi bahaya geoteknik.