

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki wilayah dengan tingkat gempa yang tinggi. Ini karena Indonesia berada di tempat di mana empat lempeng tektonik utama bumi berkumpul Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina. Setiap perencanaan pembangunan di Indonesia harus sangat mempertimbangkan risiko gempa. Risiko ini mencakup risiko kegagalan struktur bangunan secara keseluruhan serta risiko kegagalan struktur tanah yang mendukung dan menopang beban di atasnya (Hutagalung et al., 2019).

Gempabumi terjadi sebagai respon alam terhadap akumulasi energi yang dilepaskan secara mendadak dari dalam bumi biasanya disebabkan oleh pergeseran lempeng tektonik. Energi yang terakumulasi di zona tumbukan antar lempeng dapat memicu retakan pada kerak bumi, aktivitas vulkanik, atau perubahan tekanan secara drastis. Gempabumi dapat mempunyai beragam dampak dari kerusakan yang ringan hingga bencana skala besar. Kerusakan infrastruktur seperti bangunan dan jalan serta potensi terjadinya tsunami jika gempa terjadi di laut adalah beberapa contoh dampaknya. Selain itu gempa bumi juga dapat menyebabkan tanah longsor dan kebakaran sebagai akibat dari kerusakan yang ditimbulkan.

Saat gempa terjadi struktur bangunan dapat mengalami kerusakan akibat hilangnya kekuatan dan kekakuan tanah. Gempabumi bisa menyebabkan penurunan bangunan, pergerakan tanah (*lateral spreading*) dan berbagai bencana lainnya. Salah satu fenomena yang sering terjadi dalam situasi ini adalah likuifaksi di mana tanah yang awalnya padat berubah menjadi keadaan cair akibat getaran dari gempa (Das, 1995).

Pembangunan jalan tol Sigli – Banda Aceh merupakan bagian dari proyek strategis nasional yang bertujuan meningkatkan konektivitas wilayah dan mendorong pertumbuhan ekonomi di Provinsi Aceh. Ruas tol sepanjang 74 kilometer ini dirancang untuk mempercepat waktu tempuh antara Sigli dan Banda Aceh, sekaligus mendukung pemerataan pembangunan sesuai Peraturan Presiden

No. 42 Tahun 2024. Lokasi proyek yang berada di wilayah rawan gempa dan dekat dengan zona subduksi lempeng Indo-Australia dan Eurasia menimbulkan tantangan serius terkait potensi likuifaksi.

Likuifaksi merupakan fenomena yang terjadi ketika sifat sedimen beralih dari keadaan padat menjadi keadaan cair akibat adanya tegangan siklik (tegangan geser bolak-balik) yang terjadi saat gempa bumi. Tanah yang memiliki potensi untuk mengalami likuifaksi umumnya terdiri dari tanah berpasir dalam kondisi jenuh serta memiliki sifat yang seragam (Alfaqikh & Zayadi, 2022). Frekuensi terjadinya likuifaksi di Indonesia khususnya di daerah Aceh mendorong perlunya penelitian dan analisis potensi likuifaksi tanah di kawasan pembangunan jalan tol Sigli - Banda Aceh.

Hal ini sangat penting untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur pada bangunan serta mengurangi risiko kerugian yang dapat berdampak pada lingkungan dan masyarakat sekitar. Ketertarikan peneliti untuk menganalisis potensi likuifaksi tanah didasarkan pada penerapan metode yang dikembangkan oleh Idriss & W.Boulanger, (2008). Penelitian ini memanfaatkan data *Cone Penetration Test (CPT)* dan data *Standard Penetration Test (SPT)*. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui faktor keamanan dengan nilai *Cyclic Stress Ratio (CSR)*, *Cyclic Resistance Ratio (CRR)* dan *Liquefaction Potential Index (LPI)*. Dari kedua nilai parameter ini dapat menentukan faktor keamanan yang akan memberikan indikasi tentang kemungkinan terjadinya likuifaksi berdasarkan analisis data *CPT* dan *SPT*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian tentang potensi likuifaksi di jalan tol Sigli – Banda Aceh diatas maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah situs proyek jalan tol Sigli – Banda Aceh di STA 8+550, STA 8+650 dan STA 8+750 berpotensi likuifaksi berdasarkan data *CPT* dan *N-SPT*?
2. Seberapa besar nilai *Liquefaction Potential Index (LPI)*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis atau meneliti potensi terjadinya likuifaksi pada ruas jalan tol Sigli – Banda aceh. Diantaranya sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai faktor keamanan terhadap likuifaksi tiap lapisan tanah di jalan tol Sigli – Banda Aceh pada STA 8+550, STA 8+650, dan STA 8+750, dari pengolahan data *CPT* dan *SPT* terhadap potensi likuifaksi.
2. Untuk mengetahui potensi likuifaksi yang terjadi di jalan tol Sigli – Banda Aceh yang didapat dari perhitungan total *liquefaction potential index (LPI)*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi likuifaksi yang mungkin terjadi akibat gempa bumi dan adanya bahaya yang diakibatkan oleh likuifaksi pada proyek pembangunan Jalan Tol Sigli – Banda Aceh. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan kedalaman lapisan tanah yang rentan terhadap likuifaksi serta memberikan pemahaman mengenai fenomena likuifaksi kepada orang lain terutama bagi mahasiswa Universitas Malikussaleh. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya terkait likuifaksi.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Batasan-batasan permasalahan dalam penelitian analisis potensi likuifaksi pada ruas jalan tol Sigli - Banda Aceh tersebut adalah :

1. Data tanah yang digunakan adalah data hasil uji lapangan seperti data *CPT* dan *N-SPT*.
2. Metode yang digunakan pada perhitungan analisis potensi likuifaksi yaitu menggunakan metode empiris yang dikembangkan oleh Idriss & W.Boulanger, (2008).
3. Potensi likuifaksi hanya ditinjau pada STA 8 + 550, STA 8 + 650, dan 8 + 750 di lokasi Proyek pembangunan jalan tol Sigli – Banda Aceh.
4. Menggunakan *Software microsoft excel*

1.6 Metode Penelitian

Secara umum analisis potensi likuifaksi dapat dilakukan melalui dua pendekatan utama, yakni pengujian laboratorium dan evaluasi berdasarkan data lapangan. Penelitian ini menerapkan pendekatan perhitungan menggunakan data uji lapangan, khususnya data *Standard Penetration Test (N-SPT)* dan *Cone Penetration Test (CPT)*. Adapun kerangka perhitungan dan parameter evaluasi yang digunakan dalam studi ini mayoritas mengadopsi formulasi empiris yang dikembangkan oleh Idriss dan Boulanger, (2008).

1.7 Hasil Penelitian

Analisis potensi likuifaksi pada ruas Jalan Tol Sigli–Banda Aceh, khususnya pada segmen STA 8+550 sampai dengan STA 8+750, menunjukkan kerentanan tanah terhadap beban dinamis gempa bumi. Dengan menggunakan data parameter gempa desain yang disesuaikan dengan zonasi seismik wilayah Aceh, serta integrasi data penyelidikan tanah *CPT* dan *N-SPT*, studi ini mengidentifikasi nilai *Safety factor (SF)* di berbagai kedalaman stratigrafi tanah. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat zona likuifaksi (*liquefiable zone*) yang ditandai dengan nilai $SF < 1$, terutama pada lapisan pasir lepas hingga kepadatan sedang yang berada di bawah muka air tanah. Hal ini mengonfirmasi bahwa tegangan siklik yang ditimbulkan oleh gempa *CSR* melampaui kapasitas tahanan likuifaksi tanah (*CRR*).

Evaluasi tingkat keparahan risiko menggunakan parameter *Liquefaction Potential Index (LPI)* memberikan gambaran kuantitatif mengenai dampak manifestasi likuifaksi terhadap infrastruktur jalan tol. Pada pengujian *CPT* seluruh titik tinjauan (STA 8+550, STA 8+650, dan STA 8+750) masuk ke dalam kategori *Very high* dengan nilai *LPI* berkisar antara 28 hingga 142,854. Sedangkan pada hasil analisis berdasarkan data *N-SPT* menunjukkan variasi tingkat risiko yang lebih beragam, mulai dari kategori *Low* pada STA 8+550 ($LPI = 3,586$), *High* pada STA 8+750, hingga *Very high* pada STA 8+650. Perbedaan signifikan terlihat pada STA 8+750, di mana data *CPT* memprediksi potensi likuifaksi sangat tinggi, sedangkan data *SPT* memprediksi potensi rendah.