

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi likuifaksi dapat diketahui berdasarkan karakteristik tanah yang diperoleh melalui pengujian propertis tanah. Likuifaksi merupakan fenomena alam di mana tanah berperilaku layaknya cairan akibat pengaruh beban siklik dalam durasi singkat (Hakam and Darjanto, 2013). Likuifaksi merupakan kejadian dimana tekanan air dalam pori-pori tanah meningkat secara drastis akibat adanya tegangan berulang saat gempa bumi berlangsung, sehingga tanah berubah menjadi seperti cairan. Fenomena ini terutama terjadi pada lapisan pasir halus lepas jenuh, dimana kekuatan getaran gempabumi melebihi kemampuan lapisan tanah untuk menahan goncangan tersebut. Akibatnya, dapat terjadi berbagai dampak, seperti kemiringan banunan dan penyebaran lateral. (Mangunpraja and Prihatiningsih, 2019). Dampak gempabumi menghasilkan kegagalan bangunan dan likuifaksi. Likuifaksi terjadi akibat berkurangnya tegangan efektif dan peningkatan tekanan air pori di dalam tanah, sehingga tanah berubah menjadi seperti cairan. (Prayoga et al., 2021). Parameter lain yang dapat mempengaruhi likuifaksi adalah kondisi tanah terhadap respon seismik yang sangat dipengaruhi oleh sifat rekayasa tanah, kondisi geologi dan kegempaan. Likuifaksi disebabkan oleh hilangnya kuat geser tanah secara tiba-tiba yang dipicu oleh peningkatan kelebihan tekanan air pori akibat beban dinamis, sehingga dapat menyebabkan tanah tidak mampu menahan beban struktur atas pada Jembatan Cot Ie Jue (Jalil, 2020).

Likuifaksi, fenomena dimana tanah kehilangan kekuatan geser akibat peningkatan tekanan air pori selama gempa, dapat menyebabkan tanah berperilaku seperti cairan. Kondisi ini tidak hanya mengurangi daya dukung tanah tetapi juga meningkatkan risiko deformasi lateral pada tiang fondasi. Studi oleh

(Bhattacharya and Hyodo, 2005) menunjukkan bahwa likuifaksi dapat menyebabkan keruntuhan tiang fondasi akibat hilangnya dukungan lateral dari tanah.

Likuifaksi merupakan peristiwa meningkatnya tekanan air pori secara signifikan pada tanah akibat tegangan siklik saat gempa bumi, sehingga tanah kehilangan kekuatannya dan berperilaku seperti cairan. Fenomena ini terjadi pada pasir lepas yang tercampur air, di mana kekuatan getaran gempa melebihi kemampuan lapisan tanah setempat untuk bertahan terhadap goncangan tersebut. Pada 26 Desember 2004, gempa bumi tektonik berkekuatan $9,2\text{ M}_w$ mengguncang Kota Banda Aceh, memicu serangkaian bencana seperti kerusakan parah pada infrastruktur, pergerakan tanah, likuifaksi, dan tsunami. Akibat dari gempa tektonik tersebut menyebabkan likuifaksi sehingga rusaknya rumah-rumah dan bangunan di Kota Banda Aceh (Jalil et al., 2020).

Kabupaten Bireun adalah salah satu daerah di Provinsi Aceh yang sangat rentan terhadap bencana alam gempabumi. Hal ini disebabkan oleh letak Kabupaten Bireun yang berada di zona pertemuan dua lempeng tektonik, yaitu lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Tingginya aktivitas tektonik di wilayah ini membuat Kabupaten Bireun memiliki risiko besar terhadap terjadinya gempabumi. Untuk memitigasi bencana penting dilakukan studi potensi likuifaksi pada situs Jembatan Cot Ie Jue.

Penelitian potensi likuifaksi pada Jembatan Cot Ie Jue dengan berpedoman pada SNI 03-1726-2019. Hasil Analisis Potensi likuifaksi menggunakan metode (Idriss and Boulanger, 2008) dengan mengasumsikan momen magnitudo M_w sebesar 7,5 dan PGA 0,7320 g didapatkan dari *website* puskim berdasarkan input koordinat lokasi uji CPT maka terjadi potensi likuifaksi dikedalaman 0,2 m sampai 8,4 m dibawah permukaan tanah.

Interaksi antara tanah dan tiang fondasi merupakan fenomena penting dalam geoteknik, khususnya dalam desain struktur fondasi yang mampu menahan beban secara stabil. Tiang fondasi berfungsi menyalurkan beban dari struktur ke lapisan tanah yang lebih dalam dan memiliki kestabilan tinggi. Dalam proses tersebut, respons tanah terhadap tiang dan respons tiang terhadap sifat tanah di sekitarnya

saling mempengaruhi. Interaksi tanah–tiang merupakan hubungan timbal balik antara perilaku tanah dan tiang fondasi dalam mentransfer beban struktur ke lapisan tanah yang lebih stabil. Jembatan Cot Ie Jue berada di dataran rendah timur laut Aceh dengan tanah permukaan dominan endapan aluvial (lempung, lanau, pasir halus) dan lapisan pasir jenuh pada kedalaman ±10–15 m. Wilayah ini memiliki muka air tanah dangkal serta aktivitas seismik tinggi, sehingga rentan terhadap likuifaksi, terutama di daerah dekat sungai atau pesisir. Kapasitas tiang diperoleh dari gabungan *end-bearing* dan *skin friction*, namun kondisi air tanah dangkal dan likuifaksi dapat menurunkan gesekan efektif serta meningkatkan risiko penurunan. Untuk memperoleh kapasitas optimal, tiang umumnya perlu menembus hingga lapisan keras di bawah 10–15 m, dan lokasi rawan gempa atau likuifaksi harus diuji secara khusus.

Pada kondisi tanah normal, interaksi tanah–tiang dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekanik tanah, seperti kepadatan, kohesi, sudut geser dalam, dan modulus elastisitas. Parameter lain, seperti tipe tiang (misalnya, tiang bor atau tiang pancang), geometri tiang (panjang dan diameter), serta sifat material tiang, juga memengaruhi perilaku struktur tersebut (BJennings, 1973). Namun, ketika tanah berada dalam kondisi kritis, seperti pada lokasi yang berpotensi likuifaksi, perilaku interaksi tanah–tiang menjadi lebih kompleks.

Untuk memahami interaksi tanah–tiang pada kondisi ekstrem seperti likuifaksi, pendekatan analisis numerik sering digunakan. Metode ini memungkinkan simulasi perilaku tanah dan tiang dengan berbagai parameter, sehingga dapat memprediksi respons struktur dengan lebih akurat. Selain itu, analisis numerik memberikan fleksibilitas dalam memodelkan kondisi tanah yang kompleks, termasuk efek tekanan air pori dan deformasi lateral (Plaxis BV, 2020).

Pemahaman yang komprehensif tentang interaksi tanah–tiang sangat penting, khususnya di daerah rawan gempa seperti Indonesia. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam perancangan fondasi tiang yang lebih aman dan efisien, sehingga potensi kerusakan struktur di wilayah yang berisiko likuifaksi dapat ditekan seminimal mungkin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang dapat disusun adalah sebagai berikut:

1. Apakah pada situs Jembatan Cot Ie Jue berpotensi likuifaksi apabila terjadi gempabumi?
2. Bagaimana perilaku interaksi antara tanah dan tiang fondasi pada lokasi yang berpotensi mengalami likuifaksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui potensi likuifaksi pada lapisan tanah di lokasi Jembatan Cot Ie Jue dengan membandingkan nilai *Cyclic Stress Ratio (CSR)* dan *Cyclic Resistance Ratio (CRR)*.
2. Untuk mengetahui interaksi tanah-tiang pada Jembatan Cot Ie Jue.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas maka di dapat manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Dengan mengetahui potensi likuifaksi pada lapisan tanah dapat memberikan gambaran mengenai potensi likuifaksi yang terjadi di lokasi Jembatan Cot Ie Jue.
2. Meningkatkan dan memberi masukan untuk mengecek kembali keamanan bangunan yang berdiri diatas tanah tersebut.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, perlu ada batasan masalah agar menghindari adanya pelebaran pembahasan maupun masalah pada penelitian ini. Adapun ruang lingkup dan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data penyelidikan tanah yang digunakan adalah data penyelidikan tanah pekerjaan pelebaran Jembatan Cot Ie Jue.

2. Parameter percepatan gempa didasarkan pada peraturan yang digunakan yaitu SNI 03-1726-2019 dan peta gempabumi Indonesia tahun 2017.
3. Jumlah data CPT yang digunakan 2titik yaitu pada lokasi S-01 dan S-02.
4. Pendekatan pemodelan matematis tiang tanah untuk memodelkan sistem tanah-tiang.

1.6 Metode Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian ini dimulai dari tahapan studi literatur berdasarkan buku-buku dan jurnal-jurnal. Langkah selanjutnya mencari data *Cone Penetration Test (CPT)*, kemudian di analisis menggunakan metode Idriss dan Boulanger Tahun 2008 dengan membandingkan antara Cyclic Resistance Ratio (*CRR*) dengan Cyclic Stress Ratio (*CSR*) untuk mendapatkan faktor keamanan likuifaksi. Oleh karena itu, setelah tahap pengelolaan data selesai, hasil akan dibahas dan diambil kesimpulan dan selesai.

1.7 Hasil Penelitian

Hasil penelitian potensi likuifaksi berdasarkan *CPT* pada kawasan Jembatan Cot Ie Jue, tanah tersebut memiliki potensi likuifaksi dikarenakan *factor safety* (F_S) < 1 pada terjadi dikedalaman 0,2 m sampai 8,4 m dibawah permukaan tanah. Hasil analisis interaksi tanah-tiang di Jembatan Cot Ie Jue, di dapat sebesar 0,44 mm.