

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis pada penelitian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan metode Seed et al. (1985), potensi likuifaksi teridentifikasi pada lapisan tanah jenuh air. Zona rentan likuifaksi dominan ditemukan pada kedalaman 6–20 m serta 26–40 m di beberapa titik pengujian. Peningkatan magnitudo gempa dari Mw 6,0 menjadi Mw 7,0 menyebabkan peningkatan nilai CSR sehingga jumlah lapisan yang mengalami likuifaksi menjadi lebih besar. Metode ini menunjukkan bahwa lapisan tanah dengan nilai N-SPT rendah hingga sedang memiliki kapasitas tahanan siklik yang tidak mampu menahan tegangan gempa.
2. Berdasarkan metode Youd & Idriss (2001), potensi likuifaksi menunjukkan pola yang lebih konservatif dibandingkan metode Seed et al. (1985). Nilai CSR yang dihasilkan cenderung lebih tinggi sehingga menghasilkan lebih banyak lapisan dengan *Safety Factor* di bawah 1,0. Zona likuifaksi dominan terjadi pada lapisan tanah jenuh di bawah muka air tanah, terutama pada kedalaman menengah hingga dalam. Peningkatan magnitudo gempa memberikan pengaruh langsung terhadap kenaikan tegangan siklik dan memperluas zona rentan likuifaksi.
3. Berdasarkan metode Idriss & Boulanger (2008), potensi likuifaksi menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap perubahan magnitudo gempa dan kondisi tanah. Metode ini menghasilkan nilai CRR yang lebih rendah dibandingkan metode Seed et al. (1985) dan Youd & Idriss (2001), terutama pada lapisan tanah dengan nilai fines content tinggi. Zona rentan likuifaksi teridentifikasi pada kedalaman 14–40 m di sebagian besar titik pengujian. Peningkatan magnitudo gempa menyebabkan penurunan *Safety Factor* secara signifikan akibat meningkatnya tegangan siklik gempa.
4. Berdasarkan metode Cetin et al. (2004), potensi likuifaksi menunjukkan tingkat kerentanan paling tinggi dibandingkan metode lainnya. Metode ini

menghasilkan nilai CRR paling rendah dan nilai CSR paling tinggi akibat pengaruh Magnitude Scaling Factor (MSF) yang lebih sensitif terhadap peningkatan magnitudo gempa. Lapisan tanah pada kedalaman 14–40 m menunjukkan kondisi sangat rentan terhadap likuifaksi, terutama pada magnitudo Mw 7,0. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Cetin et al. (2004) memberikan estimasi paling konservatif dalam mengevaluasi potensi likuifaksi. Saran

5. Berdasarkan perbandingan keempat metode, diperoleh perbedaan hasil potensi likuifaksi pada setiap titik dan kedalaman akibat perbedaan formulasi perhitungan CRR, CSR, koreksi SPT, dan pengaruh *Magnitude Scaling Factor* (MSF). Metode Seed et al. (1985) menghasilkan estimasi potensi likuifaksi paling rendah, sedangkan metode Cetin et al. (2004) menghasilkan estimasi paling tinggi. Metode Cetin menjadi paling kritis karena pendekatannya probabilistik. Jadi, metode ini tidak hanya melihat FS, tetapi juga memperhitungkan peluang terjadinya likuifaksi dan ketidakpastian data lapangan. Akibatnya, lapisan yang kondisinya mendekati batas kritis bisa lebih cepat teridentifikasi sebagai berpotensi likuifaksi, terutama jika tanahnya pasir jenuh, N-SPT rendah, dan tegangan efektifnya kecil. Dengan adanya parameter ( $P_L$ ), nilai CRR menjadi lebih sensitif terhadap kondisi tanah. Jika CRR yang dihasilkan lebih kecil, maka nilai Safety Factor (SF) juga akan menurun (Cetin et al., 2004). Metode Youd & Idriss (2001) serta Idriss & Boulanger (2008) menunjukkan hasil yang berada di antara kedua metode tersebut. Secara umum, peningkatan magnitudo gempa dari Mw 6,0 menjadi Mw 7,0 menyebabkan penurunan nilai *Safety Factor* pada seluruh metode, sehingga potensi likuifaksi meningkat pada seluruh titik pengujian.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Dalam membandingkan potensi terjadinya likuifaksi tidak hanya dibandingkan dengan cara analitis atau perhitungan saja. Namun, perlu adanya

perbandingan dengan menggunakan software bantu geoteknik yang dapat membantu mendeteksi terjadi likuifaksi seperti LiqIT.

2. Analisis potensi likuifaksi sebaiknya dikembangkan hingga evaluasi dampak seperti penurunan tanah, deformasi lateral, dan penurunan daya dukung tanah.
3. Pada titik yang masih memiliki potensi likuifaksi hingga kedalaman sekitar 40 m, pembangunan pondasi perlu direncanakan berdasarkan evaluasi geoteknik lanjutan, terutama terhadap daya dukung, penurunan, dan stabilitas pondasi saat gempa. Apabila lapisan berpotensi likuifaksi berada dekat dengan zona pondasi, maka disarankan dilakukan penyesuaian desain pondasi atau perbaikan tanah dalam untuk mengurangi risiko penurunan dan deformasi struktur.
4. Pada area yang memiliki potensi likuifaksi tinggi, disarankan untuk dilakukan kajian lebih lanjut terhadap metode perbaikan tanah dan sistem fondasi yang sesuai guna mengurangi risiko kerusakan akibat gempa. Berdasarkan hasil analisis, potensi likuifaksi terjadi pada lapisan tanah dangkal maupun dalam, sehingga penanganannya perlu disesuaikan dengan kedalaman, ketebalan, dan posisi lapisan tanah yang berpotensi mengalami likuifaksi. Untuk lapisan kritis yang berada pada kedalaman dangkal, disarankan penggunaan metode penggantian tanah, pemadatan, atau densifikasi untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan, dan stabilitas tanah dasar. Sementara itu, untuk lapisan berpotensi likuifaksi yang berada pada kedalaman lebih dalam, metode vibro compaction dapat dipertimbangkan karena mampu diterapkan pada kondisi muka air tanah dangkal maupun dalam dengan kedalaman perbaikan maksimum mencapai 40 m. Penggunaan vibro compaction dengan tenaga vibrator minimal 75 kW dapat meningkatkan kepadatan relatif ( $D_r$ ) hingga 70%, sehingga nilai N-SPT terkoreksi dan CRR meningkat, nilai FS likuifaksi dapat mencapai lebih dari 1,1, dan zona tanah yang diperbaiki tidak lagi menunjukkan potensi likuifaksi (Muntaha et al., 2023).