

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Hasil analisis potensi likuifaksi yang dilakukan pada 3 titik (PDCPT1-3) area Petobo dan 5 titik (PDCPT4-8) area Jono Oge menunjukkan bahwa pada metode simplifikasi Seed et al. (1985) dan metode pendekatan energi Davis & Berrill (1985) memiliki nilai *liquefable soil* yang hampir sama. Contoh pada titik PDCPT1, PDCPT 2 dan PDCPT7 dengan gempa $7,5M_w$ memiliki nilai *liquefable soil* untuk metode Seed (6,4 m, 6,0 m, dan 5,0 m) dan untuk metode Davis dan Berill (6,30 m, 4,60 m, dan 5,0 m).
2. Klasifikasi potensi likuifaksi berdasarkan LPI menurut Iwasaki et al (1982) yang dianalisis untuk setiap lapisan dan kedalaman tanah, pada 3 titik (PDCPT1-3) area Petobo dan 5 titik (PDCPT4-8) pada area Jono Oge menunjukkan bahwa pada titik PDCPT1, PDCPT2, PDCPT4, PDCPT5, dan PDCPT8 memiliki kategori *high potential liquefaction* sementara itu titik PDCPT3, PDCPT6, dan PDCPT7 memiliki katategori *very high potential liquefaction*.
3. Hasil perhitungan LPI memiliki perbedaan terhadap kondisi eksisting lapangan, dapat dikarenakan penentuan nilai parameter D_{50} dan kedalaman muka air tanah yang kurang tepat.
4. Perhitungan nilai LSN yang dianalisis pada 3 titik (PDCPT1-3) area Petobo dan 5 titik (PDCPT4-8) area Jono Oge menunjukkan hasil pada titik PDCPT1, PDCPT2, PDCPT4, PDCPT6, PDCPT7, dan PDCPT8 mengalami fenomena *lateral spreading*, *failure of pipeline* dan *introducing differential settlement of structures* lalu pada PDCPT3 mengalami fenomena *sand boils* dan *some structural damage* sementara itu PDCPT5 mengalami fenomena *settlement can cause structural damage*.

5. Hasil perhitungan LSN yang dikembangkan oleh Tonkin & Taylor (2013) memiliki kesesuaian dengan kondisi observasi lapangan yang dilakukan oleh Tim Hatti-PUSGEN pada area Petobo, Jono Oge, dan RS. Anutapura. Oleh karena itu, nilai LSN dapat diperhitungkan untuk mengetahui dampak likuifaksi apabila terjadi gempa dan pergerakan tanah sesuai dengan syarat likuifaksi.
6. Nilai *settlement* yang terjadi pada area Petobo dan Jono Oge memiliki nilai berkisar 8 cm hingga 10,8 cm.
7. Analisis potensi likuifaksi dengan metode Shibata dan Teparaksa (1988) pada data CPT (RS. Anutapura) sebelum dan sesudah gempa dengan menggunakan kekuatan gempa 7,50M_w dan 6,37M_w, menunjukkan bahwa tanah yang terlikuifaksi sedalam 19,40 m untuk data CPT sebelum gempa maupun data CPT sesudah terjadi gempa. Hasil nilai 19,40 m dapat menjadi acuan, dimana kedalaman pondasi yang harus ditanam melebihi kedalaman tanah terlikuifaksi pada salah satu titik CPT RS. Anutapura.
8. Lokasi Rumah Sakit Anutapura memiliki kategori *very high potential liquefaction* berdasarkan nilai LPI menurut Iwasaki et al (1982). Sementara itu, untuk hasil nilai LSN pada area RS. Anutapura merupakan *severe damage* dengan dampak *very high total and differential settlement affecting structures* (kerusakan berat pada bangunan) dan *damage to services with loss of resilience of the populations* untuk data CPT sebelum maupun sesudah terjadi gempa.
9. Rumah Sakit Umum Daerah Anutapura merupakan suatu bangunan penting kota Palu sehingga bangunan tersebut harus aman terhadap bencana yang akan datang. Berdasarkan perhitungan LSN pada data CPT sesudah gempa, bangunan tersebut akan mengalami fenomena yang sama seperti pada tanggal 28 September 2018 apabila terjadi kekuatan gempa 7,50M_w ataupun 6,37M_w. Oleh karena itu, lokasi RS. Anutapura sebaiknya dipindahkan pada lokasi yang memiliki jenis tanah *dense sand* atau dapat dilakukan perbaikan tanah pada area tersebut. Apabila dilakukan perbaikan tanah, maka perlu memodifikasi *design* pondasi dalam yang sesuai kedalaman *liquefiable soils*

sebelum dikonstruksi dengan tujuan agar tidak berdampak terhadap struktur bangunan.

10. Total penurunan yang terjadi pada lokasi RS. Anutapura sangat tinggi yaitu kurang lebih 60 cm.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian, saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Perlu adanya perbandingan analisis potensi likuifaksi menggunakan metode pendekatan lain seperti yang dinyatakan oleh *NASEM*. Semakin banyak perbandingan metode, semakin terlihat metode mana yang terbaik dapat digunakan.
- Sampel tanah yang digunakan menyesuaikan dengan titik lokasi pengujian agar hasil analisis menggambarkan kondisi yang sebenarnya.
- Perlu adanya hasil data uji laboratorium agar hasil analisis sesuai dengan lokasi titik pengujian.
- Analisis potensi likuifaksi pada data sebelum dan sesudah gempa yang dilakukan peneliti hanya sebagai prolog saja. Diperlukan data yang cukup banyak untuk menganalisis potensi likuifaksi pada data sebelum dan sesudah gempa, untuk membuktikan bahwa tanah yang sudah terlikuifaksi akan mengalami densifikasi sehingga tidak mengalami fenomena likuifaksi kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis, R. O., & Berrill, J. B. (1982). *Energy Dissipation and Seismic Liquefaction in Sands. Earthquake Engineering Structural Dynamic*. University of Canterbury, Christchurch. Vol 10(1982), 59–68.
- Davis, R. O., & Berrill, J. B. (1985). *Energy dissipation and seismic liquefaction in sands: Revised Model. Soils and Foundations*. University of Canterbury, Christchurch. Vol 25 (June 1985), No 2, 106-118.
- Hazarika, H et al. (2020). *Large Distance Flow-Slide at Jono Oge due to the 2018 Sulawesi Earthquake, Indonesia. Soils and Foundation*. Department of Civil Engineering, Kyushu University, Japan.
- Idriss, M. I., & Boulanger, R.W. (2014). *CPT and SPT Based Liquefaction Triggering Procedures. Center for Geotechnical Modeling*. University of California Davis, California.
- Kiyota, Takashi et al. (2020). *Overview of Long-Distance Flow-Slide caused by the 2018 Sulawesi Earthquake, Indonesia. Soils and Foundation*. Vol 60 (2020). 722-735. Tokyo, Japan.
- Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice-Hall, Eaglewood Cliffs, NJ, USA*.
- PUSGEN. (2018). *Kajian Gempa Palu Provinsi Sulawesi Tengah 28 September 2018 (M7.4). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman. Bandung, Jawa Barat*.
- PUSGEN. (2019). *Investigasi Awal Longsor-Likuifaksi Geotechnical Extreme Events Reconnaissance (GEER) Akibat Gempa Palu 28 September 2018. Kajian Gempa Palu Provinsi Sulawesi Tengah 28 September 2018 (M7.4). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman. Bandung, Jawa Barat*.
- Rahardjo P. P. (2007). *Diktat Kuliah Bencana Alam Geologi, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung*.
- Rahardjo P. P. (2019). *Manual on Liquefaction Study and Its Mitigation, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung*.

- Randall J. M. (1973). *The Spectral Theory of Seismic Source. Bulletin of the Seimological Society of America*. Vol 63 (June 1973), No.3, 1133-1144.
- Sunardjo, Gunawan, M. T., Pribadi S., (2012), *Gempa Bumi Edisi Populer*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Kemayoran, Jakarta, Indonesia.
- Tonkin & Taylor Ltd. (2013). *Liquefaction vulnerability study - Report to Earthquake Commission*. Christchurch, New Zealand.
- Shibata, T. dan W. Teparaksa. (1988). *Evaluation of Liquefaction Potentials of Soils Using Cone Penetration Test. Soil and Foundation*, 28(2), 49-60.



