

# BAB 5

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Kurva defleksi terhadap beban tiang tunggal yang dilakukan melalui program L-Pile dan PLAXIS 3D hasil *back-analysis* menyerupai kurva lapangan. Karena itu hasil *back-analysis* untuk memperoleh parameter tanah dapat dikatakan relatif serupa dengan kondisi lapangan.
2. Perbedaan bentuk kurva defleksi terhadap beban antara program L-Pile dan PLAXIS 3D pada tiang tunggal dapat disebabkan metode analisis yang digunakan antara L-Pile dan PLAXIS 3D. Pada L-Pile perhitungan berdasarkan metode Reese sementara pada PLAXIS 3D menggunakan metode elemen hingga. Selain metode, penginputan parameter pada PLAXIS 3D berdasarkan Mohr Coulomb dan L-Pile berdasarkan teori dari Reese mengenai pegas non-linier.
3. Kapasitas lateral kelompok tiang ( $Q_{uGroup}$ ) mempunyai nilai yang lebih kecil dibandingkan kapasitas lateral tiang tunggal dikalikan dengan jumlah tiang ( $Q_{uSingle} \times n$ ), yaitu rata-rata sebesar 17,6%.
4. Berdasarkan kurva kapasitas lateral kelompok tiang ( $Q_{uGroup}$ ) terhadap kapasitas lateral tiang tunggal dikalikan dengan jumlah tiang ( $Q_{uSingle} \times n$ ), kapasitas lateral kelompok tiang ( $Q_{uGroup}$ ) pada PLAXIS 3D tetap mempunyai nilai efisiensi kecuali pada kelompok tiang  $2 \times 1$  dengan jarak antar tiang  $2,5D$  yang mempunyai efisiensi sebesar 1.
5. Perbedaan nilai efisiensi kelompok tiang pada PLAXIS 3D dengan efisiensi pada metode Reese, yaitu rata-rata sebesar 21,75%. Hal ini dapat disebabkan adanya perbedaan metode, dimana PLAXIS 3D menggunakan elemen hingga dan metode Reese berdasarkan kurva p-y. Selain itu, dapat pula disebabkan tiang pada bagian depan membantu mengurangi pergerakan tanah, sehingga membuat efisiensi kelompok tiang menjadi mendekati 1.

6. Nilai Efisiensi akan semakin mendekati 1 apabila jumlah tiang dalam kelompok tiang semakin sedikit dan atau jarak antar tiang pada kelompok tiang semakin besar.
7. Besarnya dan arah zona geser bergantung pada arah beban dan besarnya beban yang diberikan.
8. Berdasarkan bidang keruntuhan yang dilihat berdasarkan kedalaman tiang, maka dapat disimpulkan bahwa deformasi tiang lebih dari kedalaman 5T mempunyai nilai deformasi yang sama.

## 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, penulis mempunyai saran diantaranya :

1. Mengavaluasi hasil kelompok tiang PLAXIS 3D dengan menggunakan aplikasi khusus untuk fondasi seperti GROUP atau dengan hasil dari uji langsung di pada lapangan.
2. Memvariasikan lebih banyak jarak antar tiang, jenis kelompok tiang, dan dimensi tiang agar dapat mempelajari lebih mengenai perilaku kelompok tiang akibat beban lateral.
3. Melakukan peninjauan setiap tiang pada kelompok tiang untuk melihat pengaruh zona geser dari *shadowing effect* atau *edge effect*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Sadique, M. R., Khan, M. A., & Sawant, V. A. (2020). Numerical analysis of behavior of single pile in layered soil against lateral load. In *Advances in Sustainable Construction Materials and Geotechnical Engineering* (pp. 163-169). Springer, Singapore.
- Alkloub, A., Allouzi, R., Alkloub, H., & Al-Ajarmeh, R. (2018). A Full 3-D Finite Element Analysis of Group Interaction Effect on Laterally Loaded Piles. *Modern Applied Science*, 12(5).
- Apriyono, A. (2006). Studi Kapasitas Lateral Pondasi Tiang Ujung Bebas Dengan Variasi Diameter Dan Jarak Beban Sampai Muka Tanah Pada Tanah Pasir Di Laboratorium. *Dinamika Rekayasa*, 2(1), 8-12.
- Ashour, M., Pilling, P., & Norris, G. (2004). Lateral behavior of pile groups in layered soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130(6), 580-592.
- ASTM D3966-07. Standard Test Method for Deep Foundation Under Lateral Load. ASTM International.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design Fifth Edition*. Singapore: McGraw-Hill Book Co
- Brinkgreve, R.B.J. 2019. *PLAXIS 3D CONNECT Edition V20 Reference Manual*. The Netherlands: PLAXIS.
- Budhu, M. (2011). *Soil mechanics and foundations 3rd edition*. United States of Arizona.
- Budiman, J., & Ahn, K. (2005). Effects of pile cap in single pile and lateral capacity of pile group. In *Advances in Deep Foundations* (pp. 1-16).
- Coduto, D. P., Kitch, W. A., & Yeung, M. C. R. (2001). *Foundation design: principles and practices (Vol. 2)*. USA: Prentice Hall.
- Das, Braja. M (2010). *Principles of Geotechnical Engineering Seventh Edition*. Cengage Learning. Stamford, USA.
- Fayyazi, M. S., Taiebat, M., Finn, W. L., & Ventura, C. E. (2012). Evaluation of p-multiplier method for performance-based design of pile groups. In *Second*

International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering. Taormina, Italy.

Hetényi, M., & Hetbenyi, M. I. (1946). Beams on elastic foundation: theory with applications in the fields of civil and mechanical engineering (Vol. 16). Ann Arbor, MI: University of Michigan press.

Isenhower, W. M., Wang, S. T., & Gonzalo Vasquez, L. (2019). LPILE v2019 user's manual: a program for the analysis of deep foundations under lateral loading.

Ishibashi, I., & Hazarika, H. (2015). Soil Mechanics Fundamentals and Applications Second Edition. London : Taylor & Francis Group, LLC.

Kloppel K, Glock D (1979) Theoretische und experimentelle untersuchungen zu den traglastproblemen beigewiecher, in die erde eingebetteter rohre. Veröffentlichung des Instituts Statik und Stahlbau der Technischen Hochschule Darmstadt, H-10

Kulhawy, F. H., & Mayne, P. W. (1990). Manual on estimating soil properties for foundation design (No. EPRI-EL-6800). Electric Power Research Inst., Palo Alto, CA (USA); Cornell Univ., Ithaca, NY (USA). Geotechnical Engineering Group.

Muthukkumaran, K., & Kumar, B. A. (2014). Effect of Raker Piles in Lateral Load Capacity of Laterally Loaded Pile Group. In Soil Behavior and Geomechanics (pp. 776-785).

Poulos, H. G., & Davis, E. H. (1980). Pile foundation analysis and design (No. Monograph).

Prakash, S., & Sharma, H. D. (1990). Pile foundations in engineering practice. John Wiley & Sons.

Rahardjo, P.P. (2017). Manual Pondasi Tiang Edisi 5. DFRI Universitas Katolik Parahyangan, Indonesia.

Reese, L.C., & Van Impe, W. F. (2011). Single Piles and Pile Groups Under Lateral Loading Second Edition. London: Taylor & Francis Group, LLC.

Ruigrok, J. A. T. (2010). Laterally loaded piles, models and measurements.

- Surjandari, N. S. (2009). Studi Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Menggunakan Uji Beban Statik Dan Metode Dinamik. *Media Teknik Sipil*, 8(2), PP-77.
- Sutoyo, M. (2019). Kajian numerik efisiensi kelompok tiang dengan beban lateral berdasarkan fungsi defleksi dengan analisa metode elemen hingga 3D (Master's thesis, Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan).
- Stacul, S., & Squeglia, N. (2018). Analysis method for laterally loaded pile groups using an advanced modeling of reinforced concrete sections. *Materials*, 11(2), 300.
- Teramoto, S., Niimura, T., Akutsu, T., & Kimura, M. (2018). Evaluation of ultimate behavior of actual large-scale pile group foundation by in-situ lateral loading tests and numerical analysis. *Soils and foundations*, 58(4), 819-837.
- Walsh, J.M. (2005). "Full scale lateral load test of a 3x5 pile group in sand", Thesis (M.S.), Brigham Young University, Department of Civil and Environmental Engineering.
- Yang, Z., & Jeremić, B. (2005). Study of soil layering effects on lateral loading behavior of piles. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 131(6), 762-770.
- Yoshida, I., & Yoshinaka, R. (1972). A method to estimate modulus of horizontal subgrade reaction for a pile. *Soils and Foundations*, 12(3), 1-17.
- Zhang, J. W., Yuan, H., & Zhang, S. H. (2012). Research Review on Bearing Capacity Behavior of Pile Foundation under Lateral Load. In *Advanced Materials Research* (Vol. 594, pp. 2740-2743). Trans Tech Publications Ltd.