

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin jauh jarak spasi antar sumbu tiang dalam kelompok tiang pada tanah studi kasus, maka nilai efisiensi kelompok akan meningkat. Pada tanah studi kasus peningkatan spasi dari 2D menjadi 3D terjadi dengan rentang 1,09 sampai 2,31 kali dari efisiensi spasi 2D, sedangkan pada peningkatan jarak spasi antar sumbu tiang dari 2D menjadi 4D peningkatan terjadi pada rentang 1,14 sampai 3,58 kali.
2. Pada tanah pasir homogen semakin jauh jarak spasi antar sumbu tiang dalam kelompok tiang, maka nilai efisiensi kelompok akan meningkat. Pada tanah studi kasus peningkatan spasi dari 2D menjadi 3D terjadi dengan rentang 1,01 sampai 1,67 kali dari efisiensi spasi 2D, sedangkan pada peningkatan jarak spasi antar sumbu tiang dari 2D menjadi 4D peningkatan terjadi pada rentang 1,27 sampai 2,28 kali .
3. Pada tanah studi kasus penambahan panjang tiang fondasi memperbesar efisiensi daya dukung fondasi kelompok tiang sebesar 1,1 sampai 2,5 kali ketika panjang tiang diubah dari 13,5 m menjadi 27 m, sedangkan untuk perubahan panjang tiang dari 13,5 m menjadi 40,5 m peningkatan terjadi pada rentang 1,03 m sampai 1,48 kali.
4. Pada tanah pasir homogen penambahan panjang tiang menyebabkan penurunan efisiensi daya dukung aksial fondasi kelompok tiang ketika perubahan panjang tiang dari 13,5 m menjadi 27 m dengan rentang 0,46 sampai 0,87 tetapi ketika perubahan panjang tiang dari 13,5 m menjadi 40,5 m kecenderungan nilai efisiensi menurun juga dengan rentang 0,6 sampai 0,91 kali.

5. Penambahan jumlah tiang pada tanah studi kasus menghasilkan kecenderungan nilai efisiensinya meningkat dengan rentang 1,01 sampai 1,61 untuk perubahan konfigurasi kelompok tiang dari 2x2 menjadi 3x3, pada perubahan konfigurasi kelompok tiang dari 2x2 menjadi 4x4 peningkatan terjadi dengan rentang 1,05 sampai 1,59, dan pada perubahan konfigurasi kelompok tiang 2x2 menjadi 5x5 peningkatan terjadi pada rentang 1,09 sampai 2,19. Namun, terjadi kecenderungan nilai efisiensinya menurun ketika perubahan konfigurasi kelompok tiang dari 2x2 menjadi 3x3 dengan jarak spasi antar sumbu tiang sebesar 2D dengan rentang 0,73 sampai 0,83 kali.
6. Penambahan jumlah tiang pada tanah pasir homogen menghasilkan kecenderungan nilai efisiensinya menurun dengan rentang 0,53 sampai 0,85 untuk perubahan konfigurasi kelompok tiang dari 2x2 menjadi 3x3, pada perubahan konfigurasi kelompok tiang dari 2x2 menjadi 4x4 penurunan terjadi dengan rentang 0,58 sampai 0,85, dan pada perubahan konfigurasi kelompok tiang 2x2 menjadi 5x5 dengan jarak spasi antar sumbu 2D penurunan terjadi pada rentang 0,77 sampai 0,98. Namun, terjadi kecenderungan nilai efisiensinya meningkat ketika perubahan konfigurasi kelompok tiang dari 2x2 menjadi 5x5 dengan jarak spasi antar sumbu tiang sebesar 3D dan 4D dengan rentang 1,03 sampai 1,24 kali.
7. Dari kontur tegangan geser relatif terlihat di tanah pasir homogen didapatkan bahwa tegangan terbesar terjadi pada area ujung tiang terkecuali untuk tiang dengan panjang 13,5 m pada tanah pasir homogen karena dapat dikatakan zona tegangan geser relatif yang terbentuk hampir menyerupai zona tegangan fondasi dangkal.
8. Pada tanah studi kasus, hasil kontur tegangan geser relatif relatif serupa pada seluruh variasi panjang tiang.
9. Perbedaan karakteristik antara tanah studi kasus dan tanah pasir homogen terjadi karena pada tanah studi kasus terdapat tanah lempung atau kohesif pada beberapa lapisan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disampaikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu.

1. Perlunya dilakukan studi mengenai efisiensi daya dukung aksial fondasi kelompok tiang dengan konfigurasi non simetris, seperti konfigurasi 2x1, 3x1, 3,3, 4x1, 4x2, 4x3, dan sebagainya serta bentuk *pile cap* yang tidak persegi, seperti heksagonal, segitiga, dan lainnya.
2. Perlu dilakukan analisis mengenai pengaruh keberadaan muka air, perbandingan daya dukung pada kepadatan atau konsistensi tanah yang berbeda-beda untuk dibandingkan, serta pengaruh nilai R_{inter} kepada nilai efisiensi daya dukung aksial fondasi tiang.
3. Perlunya dilakukan studi efisiensi daya dukung lateral fondasi tiang, serta studi efisiensi baik pada arah aksial maupun lateral pada kondisi pembebanan kombinasi antara aksial dan lateral.
4. Perlunya dilakukan studi dengan kondisi *pile cap* dengan nilai kekakuan sesungguhnya sesuai dengan mutu beton serta *pile cap* berada di permukaan atau di dalam permukaan tanah agar dapat mengetahui pengaruh dari *pile cap* terhadap efisiensi daya dukung fondasi kelompok tiang.
5. Diperlukannya program pembanding untuk memvalidasi hasil dari analisis berdasarkan pemodelan pada program metode elemen hingga. Hal ini karena jika terjadi *numerical error* atau anomali data dapat dibandingkan dengan hasil program lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameratunga, J., Sivakugan, N., Das, B. J. (2016). *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. Springer, New Delhi.
- AS 4678-2002 *Earth Retaining Structure, Australian Standard*.
- Asif, T. H., Islam, Shafiqul, *et.al.* (2022). *Application of Numerical Method in Assessing the Variations in Pile Group Efficiency Under Different Circumstances*. *Computational Engineering and Physical Modeling*, 5(1),50-68.
- Bowles, J.E. (1997). *Foundation Analysis and Design 5th Edition, International Edition*. McGraw-Hill, Singapore.
- Briaud, J. L. (2013). *Geotechnical Engineering Unsaturated and Saturated Soils*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations 3rd Edition*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Coduto, D.P. (2001). *Foundation Design Principles and Practices 2nd Edition*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Das, B.M. (2016). *Principles of Foundation Engineering 8th Edition*. Cengage Learning, Boston.
- Ferchat, A., Houhou, M. N., & Benmebarek, S. (2020). *Numerical Investigation on Pile Group Efficiency Embedded in Soft Clay*. *World Journal of Engineering*, 04, 202-0112.
- Ismael, N. F. (2001). *Axial Load Test on Bored Piles and Pile Groups in Cemented Sand*. ASCE, 127(9),766-773.
- Lambe, T.W. (1969). *Soil Mechanics, SI Version*. John Wiley & Sons, Singapore.
- Lazebnik, G.E. & Tsinker, G. P. (1998). *Lateral Earth Pressure "At Rest."* *Monitoring of Soil-Structure Interaction*, 1965, 165–183.
- Lees, A. (2016). *Geotechnical Finite Element Analysis (A Practical Guide)*. ICE Publishing, London.
- Mazurkiewicz (1972), B.K. (1972). *Test Loading of Piles According to Polish Regulations*. Royal Swedish Academy of Engineering Sciences Commission on Pile Research, Report No. 35, Stockholm.
- PLAXIS. (2021) *PLAXIS 3D Reference Manual*. Bentley System International Limited, Dublin.

- Rahardjo, P. P. (2017). *Manual Pondasi Tiang Edisi ke-5*. DFRI Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Rahardjo, P.P. & Alvi, S.D. (2019). *Metode Elemen Hingga untuk Analisis Geoteknik*. Pusat Studi Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Tjie-Liong, G. (2014). *Common Mistakes on the Application of Plaxis 2D in Analyzing Excavation Problems*. *International Journal Applied Engineering Research*, 9(21),8291-8311.
- Tomlinson, M., & Woodward, J. (2008). *Pile Design and Construction Practice 5th Edition*. Taylor & Francis, Oxon.
- U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. (2019). *Drilled Shafts: Construction Procedures and Design Methods*. National Highway Institute, Washington D.C.

