

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Kurva *load-settlement* hasil *back analysis* PLAXIS 2D 2019 dengan $R_{inter} = 1$ cukup mendekati hasil *loading test* lapangan untuk tiang A1204 dan tiang A501 yang terletak pada *Bore hole* yang sama (BH-01).
2. Dari penentuan parameter tanah untuk analisis kurva *load-settlement* dengan $R_{inter}=1$, diperoleh korelasi hubungan N_{SPT} dengan nilai modulus elastisitas tanah efektif (E') dan hubungan N_{SPT} dengan kuat geser tanah tak alir (S_u) pada tanah lempung dengan rentang nilai S_u berkisar antara $(5.5 \sim 6) \times N_{SPT}$ dan nilai E' berkisar antara $(1350 \sim 1625) \times N_{SPT}$ untuk tanah lempung, dan $(1562.5 \sim 2625) \times N_{SPT}$ untuk tanah pasir.
3. Bentuk kurva *load-settlement* sangat dipengaruhi oleh nilai parameter modulus elastisitas tanah (E'), kuat geser tanah tak alir (S_u), dan nilai *interface* tiang (R_{inter}). Pada penurunan (*settlement*) kecil, R_{inter} belum mempengaruhi kurva *load-settlement* namun saat penurunan (*settlement*) besar R_{inter} dapat mempengaruhi kurva *load-settlement*. Kurva *load-settlement* dengan $R_{inter} < 1$ akan mengalami kegagalan dengan beban yang lebih kecil dibandingkan dengan $R_{inter} = 1$.
4. Nilai modulus elastisitas tanah efektif (E') yang diperoleh dari hasil analisis sangat dipengaruhi oleh nilai *interface*. Pada analisis yang dilakukan Batistuta (2019) dengan $R_{inter}=0.8$, modulus elastisitas efektif (E') yang diperoleh bernilai lebih besar dibandingkan dengan modulus elastisitas tanah efektif (E') yang diperoleh dari analisis menggunakan $R_{inter}=1$. Tetapi kurva *load-settlement* yang dihasilkan dari *back analysis* akan tetap mendekati kurva *loading test* hasil pengujian lapangan.

5. Interpretasi daya dukung ultimit tiang pancang dengan menggunakan metode pendekatan *Mazurkiewicz*, *Chin*, dan *Davisson* dapat dilakukan jika bentuk kurva *load-settlement* berbentuk hiperbolik. Jika interpretasi daya dukung ultimit tiang pancang dilakukan pada kurva *load-settlement* hasil pengujian lapangan dengan bentuk kurva belum berbentuk hiperbolik, maka nilai daya dukung yang dihasilkan akan mengalami kekeliruan.
6. Nilai daya dukung ultimit pada tiang A1204 dipengaruhi oleh besarnya nilai *interface*. Besarnya nilai daya dukung akan berkurang seiring dengan berkurangnya nilai *interface* (R_{inter}) atau dengan kata lain, daya dukung ultimit yang diperoleh akan berkurang dikarenakan adanya reduksi kekuatan tanah yang disebabkan oleh nilai *interface*.
7. Kurva τ - z yang berasal dari hasil *output* PLAXIS 2D 2019 kurang tepat bila digunakan sebagai data *input* pada Program TZ, karena kurva *load-settlement* yang diperoleh dari hasil analisis Program TZ tidak mendekati hasil *load test* lapangan maupun kurva ekstrapolasi PLAXIS 2D 2019. Hal tersebut dikarenakan analisis tiang yang dilakukan pada PLAXIS 2D menggunakan prinsip *linear elastic-perfectly plastic* sementara analisis tiang pada Program TZ menggunakan prinsip *linear elastic*.
8. Dari hasil analisis menggunakan Program TZ menggunakan nilai modulus tiang (E_{tiang}) dengan $f_c' = 45$ MPa menghasilkan beban maksimum saat pembebanan akhir sebesar 470 ton dan kurva *load-settlement* yang lebih besar dibandingkan dengan kurva *load-settlement* dari data lapangan. Setelah dilakukan *back analysis* pada Program TZ dengan menggunakan nilai f_c' yang sama, diperoleh kurva *load-settlement* yang cukup menyerupai kurva hasil pengujian lapangan, dengan besarnya beban maksimum saat pembebanan akhir 369 ton.
9. Nilai daya dukung yang dihasilkan dari analisis menggunakan Program TZ dengan parameter *input* dari kurva τ - z hasil perhitungan PLAXIS 2D 2019 adalah sebesar 470 ton, sementara daya dukung yang dihasilkan dari *back analysis* Program TZ menggunakan Cara 1 dan Cara 2 adalah sebesar 331 ton dan 369 ton.

10. Kurva τ -z dari hasil *back analysis* Program TZ menghasilkan nilai *displacement* atau peralihan yang dibutuhkan untuk dapat memobilisasi selimut tiang (z_{\max}) lebih besar dibandingkan dengan z_{\max} yang diperoleh dari kurva τ -z hasil *back analysis* PLAXIS 2D 2019.
11. Besarnya peralihan maksimum yang dibutuhkan untuk dapat memobilisasi tahanan selimut tiang akan bertambah besar seiring dengan meningkatnya kedalaman tanah. Begitupun dengan nilai friksi maksimum yang dihasilkan akan meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah.

5.2. Saran

1. Dalam melakukan analisis, sebaiknya dilakukan pengujian tanah pada laboratorium untuk menghasilkan parameter tanah yang lebih lengkap dan akurat.
2. Dalam melakukan analisis kurva τ -z diperlukan pengujian pembebanan dengan instrument (*instrumented pile loading test*) agar hasil kurva τ -z yang diperoleh dari hasil analisis numerik bisa dibandingkan dengan kurva yang diperoleh dari data lapangan. Hal tersebut dapat meningkatkan keakuratan hasil analisis yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashour, M., Norris, G. M., Elfass, S., & Al-Hamdan, A. Z. (2010). Mobilized Side and Tip Resistances of Piles in Clay. *Computers and Geotechnics*, 2-5.
- Batistuta, V. H. (2019). Skripsi Teknik Sipil UNPAR. *Analisis balik kurva load-settlement Untuk Tiang Panjang Pada Tanah Lunak (Studi Kasus Proyek Apartment Di Dadap, Tangerang)*.
- Briaud, J. L. (2013). *Geotechnical Engineering : Unsaturated and Saturated Soil*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Brinkgreve, R. B. (2019a). *PLAXIS CONNECTION Material Models*. Netherlands: PLAXIS.
- Brinkgreve, R. B. (2019b). *PLAXIS 2D CONNECTION V20 Reference Manual*. The Netherlands: PLAXIS.
- Brinkgreve, R. B., Engin, H. K., & Van Tol, F. (2014). Approximation of Pile Installation Effects: a practical tool. *Institution of Civil Engineering*, 2.
- Budhu, M. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- Crispin, J. J. (2018). Winkler Model for Axially Loaded Piles in Inhomogenous Soil. *Geotechnique Letters*, 290-297.
- Fagergren, L., & Linde, B. (2017). *Numerical Modelling of a staged Excavation in Soft Clay*. Goteborg, Sweden: Chamlers University of Technology.
- Fenner, R. T. (1996). *Finite Element Method for Engineers*. London: Imperial College Press.
- Fish, J., & Belytschko, T. (2007). *A First Course in Finite Elements*. England: John Wiley & Sons, Ltd.

- Gouw, T.-L. (2014). Common Mistakes on the Application of Paxis 2D in Analyzing Excavation Problem. *International Journal of Applied Engineering Research*, 5.
- Gunaratne, M;. (2006). The Foundation Engineering Handbook. Dalam M. Gunaratne, *Design of driven piles and Pile Group* (hal. 244-250). United States of America: Taylor & Francis Group, LLC.
- Guo, W. D. (2013). *Theory and Practice of Pile Foundations*. USA: CRC Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Fondasi II Edisi ke-4*.
- Hutton, D. V. (2004). *Fundamentals of Finite Element Analysis*. Americas, New York: McGraw-Hill.
- Karlsrud, K. (2014). "Ultimate Shaft Friction and Load-Displacement Response of Axially Loaded Piles in Clay Based on Instrumented Pile Test". *Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 16.
- Kulhawy, F. H., & Mayne , P. W. (1990). *Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design*. New York: Electric Power Research Institute, inc.
- Look, B. G. (2014). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables second edition*. London, UK: Taylor & Francis Group.
- Prakash, S., & Sharma, H. D. (1990). *Pile Foundation in Engineering Practice*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Puzrin, A. M., Alonso, E. E., & Pinyol, N. M. (2010). Learning instability: The Tower of Pisa, Italy. Dalam A. M. Puzrin, E. E. Alonso, & N. M. Pinyol, *Geomechanics of failure* (hal. 63). London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Reese, L. C., Isenhower, W. M., & Wang, S. T. (2006). *Analysis and Design of Shallow And Deep Foundations*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

SNI 8460:2017 - Persyaratan Perancangan Geoteknik. (2017). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Stanton, K. V., Motamed, R., Elfass, S., & Ellison, K. (2015). "An Evaluation of T-Z Analysis Method". 10.

Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1966). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Tomlinson, B. J. (1980). International Society For Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. *The Adhesion of Piles Driven in Clay Soil*, 3.

Tomlinson, M. J., & Woodward, J. (2008). *Pile Design and Construction Practice*. London: Taylor & Francis.



