

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada kasus terowongan yang berjarak 10 m dari tepi galian dengan kedalaman 15 m dari permukaan tanah, semakin dalam kedalaman (tahapan) galian, maka deformasi horizontal dan vertikal maksimum terowongan semakin besar.
2. Pada studi parametrik ketika terowongan berada di samping galian, dan pada berbagai jarak terowongan ke tepi galian, apabila semakin dalam terowongan terbenam maka deformasi horizontal maksimum semakin mengecil. Di samping itu, untuk jarak terowongan ke tepi galian lebih 1,8 kali kedalaman galian, apabila semakin dalam terowongan terbenam, maka semakin besar pula deformasi vertikal maksimum yang terjadi. Pada jarak terowongan ke tepi galian kurang 1,8 kali kedalaman galian, maka deformasi vertikal maksimum terowongan semakin mengecil apabila terowongan semakin dalam terbenam.
3. Pada studi parametrik ketika terowongan berada di samping galian, pada berbagai kedalaman terowongan dari permukaan tanah, apabila semakin jauh terowongan dari tepi galian, maka semakin kecil pula deformasi horizontal dan vertikal maksimum terowongan.
4. Pada studi parametrik ketika terowongan berada di bawah dasar galian, pada berbagai jarak terowongan ke tepi galian, apabila semakin dalam terowongan terbenam, maka deformasi horizontal dan vertikal maksimum terowongan semakin kecil.
5. Pada studi parametrik ketika terowongan berada di bawah galian, pada berbagai kedalaman terowongan terbenam yang diukur dari dasar galian, apabila semakin jauh terowongan dari tepi galian maka deformasi horizontal maksimum semakin kecil.

6. Pada kasus terowongan berada di kedalaman 15 m dari permukaan tanah dan berjarak 10 m dari tepi galian, kedalaman maksimum galian yang dapat dikonstruksi agar deformasi horizontal maksimum terowongan yang terjadi tidak melebihi persyaratan deformasi izin maksimum berdasarkan kriteria MOHURD adalah ketika galian berada pada tahap galian ke 1 dengan kedalaman 3,3 m, sedangkan untuk deformasi vertikal maksimum bisa mencapai pada tahap kedua dengan kedalaman 6,75 m.
7. Pada studi parametrik terowongan berada disamping galian, maka sebagian dari variasi posisi terowongan terhadap kedalaman dari dasar galian serta terhadap jarak ke tepi galian memenuhi persyaratan deformasi izin maksimum berdasarkan kriteria MOHURD. Pada studi parametrik terowongan berada di bawah galian, maka semua variasi posisi terowongan terhadap kedalaman dari dasar galian serta terhadap jarak ke tepi galian tidak memenuhi persyaratan deformasi izin maksimum MOHURD.
8. Defleksi maksimum *diaphragm wall* yang diperoleh untuk semua variasi kedalaman terowongan serta jarak terowongan dari tepi galian melebihi persyaratan defleksi izin maksimum berdasarkan Peraturan SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik dengan batasan defleksi yang diambil sebesar 0,5% dari kedalaman akhir galian.

5.2 Saran

1. Perlu dipertimbangkan besar deformasi terowongan berdasarkan karakteristik dari tanah dilokasi, menimbang terdapat tujuh lapis tanah dengan karakteristik yang berbeda pada pemodelan. Ketika terowongan ditempatkan pada lapis tanah yang berbeda, namun pada jarak serta kedalaman terowongan yang sama, dapat dimungkinkan bahwa besar deformasinya berbeda oleh karena regangan pada tiap jenis tanah berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- A¹, N. W. P., & Yassin, H. ANALISA KEDALAMAN MAKSIMUM DINDING PENAHAN TANAH TANPA ADANYA PERKUATAN (SUPPORT).
- Abdallah, M., & Marzouk, M. (2013). Planning of tunneling projects using computer simulation and fuzzy decision making. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(4), 591-607.
- Aldo, A., & Susilo, A. J. (2019). STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH DENGAN GROUND ANCHOR DAN METODE PELAKSANAANNYA PADA KONDISI IN-SITU DAN JENUH. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 149-158.
- Alexandris, A., Abatiore, M., & Griva, I. (2017). „Rock Mass Characterization and Assessment of Ground Behavior for the Trikokkia Railway Tunnel (Central Greece)“, *ISSMGE International Journal of Geoenignering Case Histories*, 34(1), 57-77.
- Baxter, D. A., Hilton, J. A., & Nye, E. J. (1991). Sydney Harbour Tunnel—Driven and Cut-and-Cover Tunnels. *Tunnelling and underground space technology*, 6(2), 227-233.
- Briaud, J. L. (2013). *Geotechnical engineering: unsaturated and saturated soils*. John Wiley & Sons.
- Chandra, G. (2019). Studi karakteristik deformasi terowongan di bawah basement gedung.
- Chapman, D. N., Metje, N., & Stark, A. (2017). *Introduction to tunnel construction*. Crc Press.

- Chen, R., Meng, F., Li, Z., Ye, Y., & Ye, J. (2016). Investigation of response of metro tunnels due to adjacent large excavation and protective measures in soft soils. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 58, 224-235.
- Ergun, M. U. (2008). Deep excavations. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Available at: www.ejge.com/Bouquet08/UfukErgun_ppr.pdf.
- Fauzi, A. N. (2019). *PERENCANAAN RETAINING WALL DAN SECANT PILE SEBAGAI DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN BEGAWAN MALANG DI TINJAU DARI SEGI BIAYA* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Finno, R. J., Calvello, M., & Bryson, S. L. (2002). *Analysis and Performance of the Excavation for the Chicago-State Subway Renovation Project and Its Effects on Adjacent Structure* (No. A428, A435,). Northwestern University, Department of Civil and Environmental Engineering.
- Indonesia, S. S. N. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik. *SNI, 8460*, 2017.
- Komalin, K. M. F. (2019). *TA: EVALUASI DEFORMASI TEROWONGAN PERISAI DENGAN METODE KESEIMBANGAN TEKANAN TANAH UNTUK DAERAH PERKOTAAN (STUDI KASUS: PROYEK MASS RAPID TRANSIT–MRT, JAKARTA)* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional).
- Liang, R., Wu, W., Yu, F., Jiang, G., & Liu, J. (2018). Simplified method for evaluating shield tunnel deformation due to adjacent excavation. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 71, 94-105
- Lim, A., & Ou, C. Y. (2017). Stress paths in deep excavations under undrained conditions and its influence on deformation analysis. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 63, 118-132.

- Lin, C., Huang, M., Nadim, F., & Liu, Z. (2020). Embankment responses to shield tunnelling considering soil-structure interaction: case studies in Hangzhou soft ground. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 96, 103230.
- Liong, G. T., & Herman, D. J. G. (2012). Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium vs Finite Element Method. In *HATTI Annual Scientific Meeting XVI*.
- Long, P. D., & Dung, N. T. (Eds.). (2019). *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development* (Vol. 62). Springer Nature.
- Lubis, K. (2018). Analisa Perancangan Dinding Turap pada Proyek Pembangunan Dermaga di Belawan International Container Terminal. *JCEBT (JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING, BUILDING AND TRANSPORTATION)*, 2(2), 50-58.
- Maharani, D. A. (2019). Studi karakteristik deformasi terowongan yang bersebelahan dengan galian dalam.
- Marinos, V., Goricki, A., & Malandrakis, E. (2019). Determining the principles of tunnel support based on the engineering geological behaviour types: example of a tunnel in tectonically disturbed heterogeneous rock in Serbia. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(4), 2887-2902.
- McLean, A. C., & Gribble, C. D. (1979). *Geology for civil engineers. Publication of: Allen (George) and Unwin.*
- Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China (MOHURD). *Technical code for protection structures of urban rail transit (CJJ/T 202–2013)*, MOHURD; 2013 [in Chinese].
- Ng, C. W., Simons, N., & Menzies, B. (2004). *Soil-structure engineering*. Thomas Telford, London.
- Ou, C. Y. (2014). *Deep excavation: theory and practice*. Crc Press.

- Ou, C. Y., Lin, Y. L., & Hsieh, P. G. (2006). Case record of an excavation with cross walls and buttress walls. *Journal of GeoEngineering*, 1(2), 79-87.
- Pambudi, L. R., & Ichsandi, M. (2017). *Metode Pelaksanaan Pembangunan Terowongan Pengelak (Tunnel) Pada Proyek Waduk Bendung Ponorogo* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- PLAXIS 2D Material Models Manual*. (2019). Versi 20, Delft University of Technology, Netherlands.
- PLAXIS 2D Reference Manual*. (2019). Versi 20, Delft University of Technology, Netherlands.
- PLAXIS 2D Tutorial Manual*. (2002). Version 8.2, Delft University of Technology, Netherlands.
- PLAXIS 2D Tutorial Manual*. (2019). Version 20, Delft University of Technology, Netherlands.
- Putra, B. P. (2016). Squeezing Pada Massa Batuan Sekitar Terowongan di Daerah Tambang Cikoneng, Banten. *KURVATEK*, 1(2), 61-66.
- Rao, V. V. S., & Babu, G. S. (Eds.). (2016). *Forensic Geotechnical Engineering*. Springer India.
- Sabina, N., & Makarim, C. A. (2020). PROSES ANALISA DINDING GALIAN BASEMENT 7 LANTAI DENGAN METODE ELEMEN HINGGA. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(1), 49-58.
- Sharma, J. S., Hefny, A. M., Zhao, J., & Chan, C. W. (2001). Effect of large excavation on deformation of adjacent MRT tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 16(2), 93-98.
- Sivakugan, N., & Das, B. M. (2009). *Geotechnical engineering: a practical problem solving approach*. J. Ross Publishing.

- TANJUNG, A., & AFRISA, Y. (2016). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Penyanggah Pada Tebing Sungai Lematang Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Tjie-Liong, G. O. U. W. (2014). Common mistakes on the application of Plaxis 2D in analyzing excavation problems. *International Journal of Applied Engineering Research*, 9(21), 8291-8311.
- Vu, M. N., Broere, W., & Bosch, J. (2016). Volume loss in shallow tunnelling. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 59, 77-90.
- Wally, J. (2014). *Permodelan Terowongan pada Batuan Dengan Metode Finite Element Studi Kasus Terowongan Diversion Tunnel Rencana Bendungan Jambu Aye, Nangro Aceh Darusalam* (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).
- YULIANTO, A. J. (2017). *STUDI PERILAKU TEROWONGAN BOR DI BAWAH FONDASI TIANG-RAKIT MENGGUNAKAN PLAXIS 8.6* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Yulina, Y., Ray, N., Wibowo, L. S. B., & Cahyono, M. S. D. (2018, October). Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya. In *Seminar Nasional Ilmu Terapan (SNITER)* (Vol. 1, No. 1, pp. A03-1).
- Zhang, J. F., Chen, J. J., Wang, J. H., & Zhu, Y. F. (2013). Prediction of tunnel displacement induced by adjacent excavation in soft soil. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 36, 24-33.
- Zhang, Z., Huang, M., & Wang, W. (2013). Evaluation of deformation response for adjacent tunnels due to soil unloading in excavation engineering. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 38, 244-253.

Zheng, G., Yang, X., Zhou, H., Du, Y., Sun, J., & Yu, X. (2018). A simplified prediction method for evaluating tunnel displacement induced by laterally adjacent excavations. *Computers and Geotechnics*, 95, 119-128.

Zulkarnain, D. T. A. (2015). Evaluasi Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Dinding Penahan Tanah Soldier Pile Dan Dinding Penahan Tanah Konvensional.



