

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi sifat tanah dan simulasi menggunakan perangkat lunak GEO5 pada tanggul di area penelitian, kesimpulan berikut dapat diambil:

1. Pengaruh Karakteristik Tanah terhadap Desain:

Ciri-ciri tanah di area penelitian sangat berpengaruh dalam menentukan beban lateral yang berimbas pada struktur. Tanah yang memiliki tingkat kohesi tertentu dan sudut geser dalam menghasilkan tekanan tanah aktif yang signifikan, sehingga desain Tembok Penahan Tanah (TPT) tipe kantilever memerlukan ukuran dinding dan pondasi yang dapat mentransfer beban tersebut ke lapisan tanah yang lebih kokoh agar struktur tetap aman dari keruntuhan.

2. Hasil Simulasi Perilaku Tanah dan TPT:

Simulasi menggunakan Geo5 menunjukkan bahwa dalam kondisi tanggul yang ada, tanah menunjukkan ketidakstabilan yang besar akibat beban lateral yang tidak tertangani. Namun, setelah memasang TPT tipe kantilever, stabilitas tanah meningkat karena struktur kini mampu menahan gaya dorong tanah dan mendistribusikan beban dengan lebih merata melalui bagian tumit dan kaki pondasi.

3. Nilai Faktor Keamanan (FK):

a. Tanggul Eksisting:

Analisis mengindikasikan bahwa tanggul yang sudah ada memiliki nilai faktor keamanan di bawah standar minimum, yaitu kurang dari 1,50, dengan status verifikasi guling mencapai 118,3 persen, yang menunjukkan ketidakamanan.

b. Setelah Pemasangan TPT:

Dengan desain TPT kantilever, stabilitas mengalami peningkatan signifikan dan nilai faktor keamanan telah memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu 1,5 atau lebih. Struktur tersebut dinyatakan aman dari ancaman guling dan geser.

4. Distribusi Tegangan dan Deformasi akibat Variasi Muka Air:

Perubahan muka air sungai menyebabkan variasi dalam distribusi tekanan air pori yang mempengaruhi kestabilan. Pada saat muka air tinggi, terdapat tekanan hidrostatik dan tekanan angkat sebesar -25,30 kN/m yang mengurangi tegangan

efektif pada tanah dasar. Meski demikian, pemanfaatan TPT kantilever terbukti efektif dalam mengendalikan deformasi lateral tanah dan menjaga distribusi tegangan pada dasar pondasi tetap dalam batas aman meskipun muka air sungai berfluktuasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut ini beberapa saran yang diberikan sesuai dengan tujuan dari penelitian tersebut:

1. Implementasi Desain:

Mengingat bahwa dinding penahan yang ada saat ini dalam keadaan berisiko ($FK < 1,50$), sangat dianjurkan untuk segera melaksanakan proyek pembuatan Tembok Penahan Tanah (TPT) dengan tipe kantilever yang sesuai dengan ukuran hasil simulasi yang telah memenuhi ketentuan keamanan.

2. Sistem Drainase:

Demi menjaga agar faktor keamanan tetap berada di atas angka 1,50, penting untuk memastikan bahwa sistem drainase di belakang dinding, seperti lubang pembuangan, bekerja dengan baik untuk mengurangi tekanan air pori yang berlebihan saat tingkat air sungai meningkat.

3. Monitoring Berkala:

Penting untuk melakukan pemeriksaan rutin terhadap keadaan fisik TPT setelah proses pembangunan, khususnya setelah terjadi banjir besar, untuk memastikan tidak ada deformasi yang melebihi batas yang telah direncanakan.

4. Penelitian Lanjutan:

Disarankan untuk melaksanakan penelitian tambahan dengan memodelkan variasi beban tambahan (*surcharge*) di atas dinding penahan, seperti beban dari kendaraan berat, untuk menganalisis ketahanan TPT dalam berbagai skenario pemanfaatan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2487. (2018). *Earthwork Series-Fill Placement AT-TC3CN025-18-T1-JA03 1 Unified Soil Classification System (USCS) Guide*.
- ASTM D3080. (2023). *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*. West Conshohocken, PA: ASTM International. doi: 10.1520/D3080_D3080M-23
- ASTM International. (2023). *ASTM D3080 – Standard test method for direct shear test of soils*. West Conshohocken, PA: ASTM International. doi: 10.1520/D3080_D3080M-23
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). " *Badan Standardisasi Nasional Standar Nasional Indonesia Persyaratan perancangan geoteknik*. Retrieved from www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847 2019*.
- BBWS BENGAWAN SOLO. (2025). *Data Debit Bojonegoro KaliKethek 2020 - 2024*. BOJONEGORO.
- Beyene, Y. (n.d.). *Comparison of Finite Element and Limit Equilibrium Methods for Slope Stability Analysis* COLLEGE OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING COMPARISON OF FINITE ELEMENT AND LIMIT EQUILIBRIUM METHODS FOR SLOPE STABILITY ANALYSIS.
- BIG. (2026). *DEMNAS (Badan Informasi Geospasial)*. Badan Informasi Geospasial.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis And Design*.
- Budi, G. S. (2011). *Pengujian Tanah di Laboratorium* (G. S. Budi, Ed.; Graha Ilmu). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Craig, R. F. (2004). *Craig's Soil Mechanics*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (n.d.). *PETUNJUK TEKNIS PENGUJIAN TANAH*.
- Duncan, J. M., Wright, S. G., & Wiley. (2005). *Soil Strength and Slope Stability*.
- Engineering manuals*. (n.d.). Retrieved from www.finesoftware.eu
- El Sawy, O. A. . (2001). *Redesigning enterprise processes for e-business*. Irwin/McGraw-Hill.
- Fine spol. s r.o. (2025a). *Geo5 user's guide – retaining wall*. FINE Software. Fine Spol. s r.o., All Rights Reserved.
- Fine spol. s r.o. (2025b, October 13). *Retaining Wall Design | Geotechnical Software GEO5*. https://www.finesoftware.eu/Geotechnical-Software/Solutions/Walls-and-Gabions/?Utm_source=chatgpt.Com.

- Firincioglu, B. S., & Ercanoglu, M. (2021). Insights and perspectives into the limit equilibrium method from 2D and 3D analyses. *Engineering Geology*, 281, 105968. doi: 10.1016/J.ENGGE0.2020.105968
- Hardiyatmo, H. C. (1996). *TEKNIK FONDASI I HARY CHRISTADY HARDIYATMO*.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*.
- Krahn, J. (2003). The 2001 R.M. Hardy Lecture: The limits of limit equilibrium analyses. *Canadian Geotechnical Journal*, 40, 643–660. doi: 10.1139/t03-024
- M. Das, B., & Sivakugan, N. (2017). *PRINCIPLES OF FOUNDATION ENGINEERING*. CENGAGE.
- M. Das, B. (2016). *Principles of Foundation Engineering*.
- Moch. Yohanes, Sabardi N., & Nahrowi T.Y. (1997). studi Geologi Tata Lingkungan Daerah Cepu dan Sekitarnya Sebagai Saran Untuk Pengendalian Banjir Luapan Bengawan Solo dan Pencarian Bahan Baku Air Mineral. *Prosiding Ikatan Ahli Geologi Indonesia*, 641–649.
- Nurul Ulil Albab, M., Mulyono, B., & Apriyono, A. (2025). JURNAL REKAYASA SIPIL DAN LINGKUNGAN The Effects of Slope Height and Rain Intensity on the Stability and Cost of Retaining Walls. *Pengaruh Ketinggian Lereng Dan Intensitas Hujan Terhadap Stabilitas Dan Biaya Dinding Penahan Tanah*, 9(2548–9518), 48–62.
- P. Coduto, D., Ronald Yeung, M., & A. Kitch, W. (2016). *CodutoYeungKitchCover2011*.
- Phoon, K.-K. (2008). *Reliability-Based Design in Geotechnical Engineering* (Kok-Kwang Phoon). London: CRC Press. doi: 10.1201/9781482265811
- Potts, D. M., Zdravković, & L. (1999). *Finite Element Analysis in Geotechnical*.
- Proses Pengendapan Sedimen Holosen di Hilir Sungai Bengawan Solo serta Wilayah Pasang Surut di Gresik dan Sekitarnya, D., Timur, J., Moechtar Pusat Survei Geologi, R., Geologi Jl Diponegoro No, B., Wetan, B., Bandung, K., & Barat, J. (2024). The Dynamics of Holocene Sedimentary Depositional Process in Downstream of Bengawan Solo River and Tidal Zone in Gresik and Surrounding Areas, East Java. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral-Terakreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, 21. doi: 10.33332/jgsm.geologi.22.1.9-23p
- Putu Siradz, S. A., & Rulhendri, R. (2023). 1677-Article Text-4394-1-10-20230731. *PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH UNTUK JALUR IRIGASI*, 1(2988–3660), 46–52.
- Singh, V. P. ., & Chow, V. Te. (2017). *Handbook of applied hydrology*. Mcgraw-Hill Education.
- SNI 03-3977-1995. (n.d.). 1623-SNI 03-3977-1995-Tata cara pembuatan peta kemiringan lereng menggunakan rumus Horton.

- SNI 0460:2017. (2017). *Badan Standardisasi Nasional Standar Nasional Indonesia Persyaratan perancangan geoteknik*. Retrieved from www.bsn.go.id
- SNI 1964:2008. (2008). *Standar Nasional Indonesia Cara uji berat jenis tanah Kembali ke daftar*.
- SNI 1965:2008. (n.d.). *SNI 1965-2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium*.
- SNI 1966:2008. (n.d.). *Standar Nasional Indonesia Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah*.
- SNI 3420:2016. (n.d.). *sni 3420-1994 direct shear*.
- SNI 8460:2017. (2017). " *Badan Standardisasi Nasional Standar Nasional Indonesia Persyaratan perancangan geoteknik*. Retrieved from www.bsn.go.id
- Srandar Nasional Indonesia. (2016). *SNI 3420:2016 Metode uji kuat geser langsung tanah*. BSN. Retrieved from www.bsn.go.id
- Tas, V. B., & Karl Terzaghi, B. (n.d.). *ENDS AND MEANS IN SOIL MECHANICS GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING*.
- Triatmodjo, B. (2008). *HIDROLOGI TERAPAN*.
- User's Guide GEO5-User's Guide*. (n.d.).
- Widyastomo, H., Iswan, & Jafri, M. (2020). 1309-Article Text-6674-1-10-20230416. *Evaluasi Desain Dan Analisis Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Pada Pembangunan Underpass Di Jalan Zainal Abidin Pagar Alam, 8(2715–0690), 269–278*.
- Wikipedia. (2012, December). *Analisis stabilitas lereng*. Wikipedia.
- Wikipedia. (2025, October 13). *Solo River*. https://en.wikipedia.org/wiki/Solo_River?utm_source=chatgpt.com.
- Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., & Zhu, J. Z. (n.d.). *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals Sixth edition*. Retrieved from www.cimne.upc.es