

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang mengacu pada rumusan masalah penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik tanah ekspansif berdasarkan hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa tanah memiliki kadar air alami sebesar 83,89% dan berat jenis (*specific gravity*) sebesar 2,62 gram/cm³. Hasil pengujian batas Atterberg menunjukkan nilai batas cair sebesar 92,05% pada 25 ketukan, batas plastis sebesar 34,22%, dan indeks plastisitas sebesar 57,80%. Hasil analisis ukuran butiran melalui metode *wet sieving* menunjukkan bahwa sebanyak 97,88% butiran tanah lolos saringan No. 200, sedangkan hasil uji hidrometer menunjukkan bahwa fraksi tanah tersebut didominasi oleh partikel berukuran sangat halus berupa lanau dan lempung. Selain itu, hasil uji permeabilitas pasir menunjukkan nilai koefisien permeabilitas sebesar 24,10 cm/jam yang termasuk dalam kategori permeabilitas sedang hingga cepat.
2. Nilai potensi pengembangan (*swelling potential*) tanah pada kondisi alami berdasarkan hasil uji laboratorium adalah sebesar 160% berdasarkan pengujian pengembangan bebas (*free swelling*), sehingga termasuk dalam kategori potensi pengembangan sangat tinggi. Adapun nilai tekanan pengembangan (*swelling pressure*) tanah pada kondisi alami berdasarkan hasil pengujian menggunakan alat oedometer adalah sebesar 67,57 kPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah ekspansif memiliki kemampuan mengembang yang tinggi saat menyerap air dan menghasilkan tekanan yang cukup besar apabila pengembangannya tertahan.
3. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, pemasangan kolom pasir berpengaruh terhadap perubahan sifat pengembangan tanah ekspansif. Penggunaan kolom pasir menurunkan tekanan pengembangan maksimum dari 46,813 kPa menjadi 44,429 kPa. Penurunan tersebut sebesar 2,384 kPa atau sekitar 5,09% dibandingkan dengan sampel tanpa kolom pasir. Hasil ini menunjukkan bahwa kolom pasir mampu mengurangi tekanan pengembangan tanah ekspansif, namun efektivitasnya pada penelitian ini masih kurang optimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji variasi diameter, jumlah, jarak antar kolom, dan pola penempatan kolom pasir dengan mempertimbangkan luas area bangunan, misalnya pada area lantai bangunan (m^2). Pengujian pada beberapa variasi luas area bangunan perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh luas area bangunan terhadap penempatan kolom pasir, serta menentukan ukuran, jumlah, jarak, dan pola penempatan kolom pasir yang paling efektif dalam mengurangi tekanan pengembangan, potensi kembang susut, dan deformasi pada tanah ekspansif.
2. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alat uji dengan kapasitas beban yang lebih besar agar kondisi pembebanan dapat mendekati kondisi di lapangan. Penggunaan alat tersebut diharapkan dapat memberikan hasil pengujian yang lebih akurat dalam mengevaluasi tekanan pengembangan, deformasi, dan efektivitas kolom pasir pada tanah ekspansif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, D. V. A., & Ali, A. N. (2025). A Novel Approach to the Classification of Soil Swelling Potential Using the Weighted Plasticity Index (wPI). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 13(11), 216–228. <https://doi.org/10.4236/gep.2025.1311012>
- Almikati, A., Sadek, S., & Najjar, S. (2021). *The Effect of Sand Column Configuration on the Response of Reinforced Soft Clays*. 510–520. <https://doi.org/10.1061/9780784483411.048>
- Angelina, S., & Prihatiningsih, A. (2025). Studi Perbandingan Nilai Undrained Shear Strength terhadap Nilai Liquid Limit Tanah Lempung. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 8(1), 230–236. <https://doi.org/10.24912/jmts.v8i1.32590>
- Aprilia, R. L., & Sukur. (2022). Kajian Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi pada Tanah Berpasir di Beberapa Wilayah Indonesia. *Jurnal Agroteknologi*, 1(2), 71–79. <https://doi.org/10.53863/agronu.v1i02.475>
- Badan Standardisasi Nasional. (2008a). *SNI 1964:2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2008b). *SNI 1965:2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2008c). *SNI 1967:2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*.
- Barbosa, V. H. R., Marques, M. E. S., & Guimarães, A. C. R. (2023). Predicting Soil Swelling Potential Using Soil Classification Properties. *Geotechnical and Geological Engineering*, 41(8), 4445–4457.
- Carolyn, B. C., Suhendra, & Dony, W. (2021). Penentuan Klasifikasi Tanah Sistem Usces (Unified Soil Classification System) dengan Bantuan Ms Excel. *Jurnal Civronlit Unbari*, 6(2), 76–84. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v6i2.88>
- Daryati, D., Widiyanti, I., Septiandini, E., Ramadhan, M. A., Sambowo, K. A., & Purnomo, A. (2019). Soil Characteristics Analysis Based on the Unified Soil Classification System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/2/022028>
- Dave, T. N., & Rotte, V. (2018). *Performance of Clay Bed with Natural and Lightweight Aggregate Stone Columns*. August 2019, 97–104.
- Du, J., Zhou, A., Lin, X., Bu, Y., & Kodikara, J. (2021). Prediction of Swelling Pressure of Expansive Soil Using an Improved Molecular Dynamics Approach Combining Diffuse Double Layer Theory. *Applied Clay Science*, 203, 105998. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2021.105998>
- Fahriana, N., Ismida, Y., Lydia, E. N., & Ariesta, H. (2019). Analisis Klasifikasi Tanah dengan Metode USCS (Meurandeh Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 06(02), 005–013. <https://ejurnalunsam.id>
- Fajarwati, Y., Wibowo, D. E., & Amalina, A. N. (2023). Laboratory Model Test on the Sand Column for Reinforcement System of Flexible Pavement. *Teknisia*, 28(2), 70–78. <https://journal.uui.ac.id>
- Fattah, M. Y., Al-khafaji, M. A., Mohsen, M. K., & Hafez, M. (2025). Comparative Analysis of Soft Clay Improvement Using Ordinary and Grouted Sand Columns with Geosynthetic Reinforcement. *Infrastructures*, 10(3), 62.

<https://doi.org/10.3390/infrastructures10030062>

- Gunarso, A., Nuprayogi, R., Partono, W., & Pardoyo, B. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran Larutan NaOH 7,5%. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 238–245.
- Hanif, & Simanjuntak, R. M. (2021). Analisis Potensi Pengembangan dan Kuat Tekan Bebas Tanah Ekspansif dengan Variasi Diameter Tabung Sampel saat Perendaman. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(1), 54–63. <https://doi.org/10.33541/cen.v2i1.2899>
- Herwandi, Marsudi, & Aprianto. (2017). Pengaruh Gradasi dan Kepadatan Relatif (Dr) terhadap Nilai Permeabilitas Tanah Pasir. *Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, Dan Tambang*, 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jelast.v4i4.21075>
- Horman, J., Fauzi, M., & Mayaindrawati, C. (2023). Analisis Distribusi Ukuran Butiran Tanah untuk Menentukan Jenis Tanah dengan Metode ASTM. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 54–62. <https://doi.org/10.55098/jtsp.v1i2.479>
- Hussain, S., Fahim, M., Ahmed, F., & Saeed, K. (2021). Experimental Evaluation of Lime Column as a Ground Improvement Method in Soft Soils. *SN Applied Sciences*, June 2020.
- Hutahaean, W. Z., Mafiroh, S., & Wijanarko, D. (2025). Pengaruh Pondasi Tiang Pancang terhadap Likuifaksi Tanah Pasir Jenuh Air. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tulungagung*, 05(01), 17–20. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i3.30822>
- Indra, & Sentosa, G. S. (2019). Studi Perbandingan Liquid Limit Menggunakan Alat Fall Cone dan Casagrande dengan Variasi Ukuran Butir Tanah. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3), 61–66. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5808>
- Iskandar, R., Suharyanto, I., & Masang, H. (2025). Analisa Uji Fisik Tanah Lempung Hasil Quarry Kelurahan Sitimulyo Piyungan sebagai Material Timbunan Konstruksi Jalan. *Civil Engineering and Technology Journal*, 7(2), 52–66.
- Istiatun, Sudardja, H., & Sarito. (2023). Studi Nilai Kuat Geser Tanah Hambalang Berdasarkan Kadar Air. *Construction and Material Journal*, 5(3), 2–7.
- Julianto, A., Afriani, L., Iswan, & Putra, A. D. (2021). Pengujian Permeabilitas Tanah Yang Dipadatkan Dengan Metode Modified Proctor Cubic Permeameter. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 9(4), 910–920. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v9i4.2256>
- Junasiq, M. A., Misliniyati, R., Mase, L. Z., Hardiansyah, & Supriani, F. (2025). Studi Karakteristik Tanah Kohesif Terhadap Uji Fisis Dan Mekanis Serta Implementasinya Untuk Perancangan Geoteknik Pada Kawasan Tanjung Jaya Kota Bengkulu. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(01), 134–148. <https://doi.org/10.29103/tj.v15i1.1214>
- Kumar, D. R., Chandrawanshi, M. S., & Jain, M. S. (2016). *The Behavior of Sand Columns in Soft Expansive Clay: Experimental Study*. 698–706.
- Kusuma, W. B. (2019). Karakteristik Sifat Fisik dan Daya Dukung Tanah Endapan Aluvium Daerah Caruban. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi*, 1(2), 15–27. <https://doi.org/10.37525/mz/2019-2/227>
- Landangkasiang, F. N., Sompie, O. B. A., & Sumampouw, J. E. R. (2020). Analisis Geoteknik Tanah Lempung terhadap Penambahan Limbah Gypsum. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2), 197–204.
- Majeed, M. W., Abd, L. M., Jabur, A. R., & Ameen, N. M. (2018). The Effect of Using

- Sand Column on the Swelling Characteristics of Expansive Soil. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(13), 1989–1997.
- Meshram, K., & Jain, P. K. (2020). Estimation of Swelling Pressure of Expansive Soils Reinforced with Granular Pile. *The Civil Engineering Journal*, 29(3), 315–323. <https://doi.org/10.14311/CEJ.2020.03.0028>
- Metboki, M. (2024). Pengujian Berdasarkan SNI Untuk Mengetahui Sifat Fisik dan Mekanis Tanah. *Jurnal Ahsana Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 40–43. <https://doi.org/10.59395/ahsana.v2i2.337>
- Miswar, B., & Prihatiningsih, A. (2024). Pengaruh Sudut Geser Dalam terhadap Penambahan Pasir Sub-Rounded, Sub-Angular, dan Angular pada Pasir Rounded. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(3), 1117–1122. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i3.30822>
- Muda, A. (2016). Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah di Laboratorium. *Info Teknik*, 17(1), 53–68.
- Naseer, S., Faiz, M. S., Iqbal, S., & Jamil, S. M. (2019). Laboratory and Numerical Based Analysis of Floating Sand Columns in Clayey Soil. *International Journal of Geo-Engineering*, 10(10), 1–16.
- Pironika, T., & Mulyati, E. (2025). Perbandingan Nilai Ekspansif Tanah Berdasarkan Hasil Index Properties dan 1-D Free Swell Test. *Ensiklopedia of Journal*, 8(1), 213–222. <https://doi.org/10.33559/eoj.v8i1.3414>
- Prasetyo, Y. E., Zaika, Y., & Rachmansyah, A. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus: Tanah di Bojonegoro). *Rekayasa Sipil*, 12(2), 118–125.
- Purba, W. K., Gandi, S., & Yani, M. I. (2021). Pengaruh Kolom Pasir terhadap Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung. *Jurnal Kacapuri*, 4(1), 87–97.
- Putra, Elpani, P., Fadhillah, A., & Ghony, M. A. (2023). Analisis Perbandingan Berat Jenis Tanah Sampel Batulempung dan Batupasir Pada Titik Bor MHY 52A. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 1(2), 73–78. <https://doi.org/10.62278/jits.v1i2.14>
- Putri, P. R., Purwadi, & Priyadarshini, R. (2023). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Wilayah Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Rejoso Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Solum*, XX(1), 39–45. <https://jurnalsolum.faperta.unand.ac.id>
- Setiawan, I. A. (2023). Pemadatan Tanah Dengan Intelligent Compactor Pada Pembangunan Jalan Toll Ikn Segmen Sp. Tempadung–Jembatan P. Balang Soil. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 3(6), 2044–2055. <https://doi.org/10.59141/comserva.v3i06.1006>
- She, J., Lu, Z., Yao, H., Fang, R., & Xian, S. (2019). Experimental Study on the Swelling Behavior of Expansive Soil at Different Depths under Unidirectional Seepage. *Applied Sciences*, 2–13. <https://doi.org/10.3390/app9061233>
- Soehardi, F., Hakam, A., Thamrin, R., & Mera, M. (2025). Kajian Eksperimental Daya Dukung Tanah Pasir Berdasarkan Variasi Ukuran Butiran Partikel Terhadap Penurunan Experimental Study of the Bearing Capacity of Sandy Soil Based on Variations in Particle Size Against Subsidence. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 36–47. <https://doi.org/10.31849/siklus.v11i1.26917>
- Sompie, F. A. E., Manoppo, F. J., & Sompie, O. B. A. (2018). Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Campuran Abu Batu Bara Dan Abu Terbang Batu Karang Dengan Aplikasi Timbunan Tipe Urugan Tanah. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 8(2), 1092–1107.

- Suprpto, E. (2025). *Kajian Pondasi Dangkal Pada Tanah Ekspansif (Studi Kasus Tanah Bojonegoro)* [Universitas Islam Sultan Agung]. <https://repository.unissula.ac.id>
- Tuhumury, J. N., & Iskandar, A. (2025). Korelasi Faktor Pengaruh Perilaku Mengembang Tanah terhadap Nilai Swelling Pressure. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 8(1), 393–404. <https://doi.org/10.24912/jmts.v8i2.32598>
- Ulfah, S. (2024). Analisis Permeabilitas Tanah Di Kalijaga Lombok Timur. *SainsTech Innovation Journal*, 7(May), 445–451. <https://doi.org/https://doi.org/10.24912/jmts.v9i1.34225>
- Wolor, F. T., Wong, I. L. K., & Sopacua, H. A. I. (2022). Analisis Nilai Nilai Kadar Air Optimum Dan Kepadatan Kering Pada Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Cangkang Kemiri. *Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar*, 4(2), 216–222. <https://doi.org/https://doi.org/10.52722/n9jr9s87>
- Yunus, I., Ibrahim, Z., Annisa, H., Afiah, I. N., & Sitorus, M. S. (2026). Identification of Swelling Potential in Low-Plasticity Clay Soil Using the Free Swell Index Method. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 33–41. <https://doi.org/10.33096/mqe5m837>
- Zakina, B. L. Al, Santoso, T. B., & Syahrul, O. (2022). Studi Stabilisasi Tanah Bojonegoro dengan Metode Kolom Pasir dan Kapur di Universitas Bojonegoro. *De'Teksi Jurnal Teknik Sipil Unigoro*, 7(2), 11–20.