

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian:

1. Nilai viskositas suatu material tanah dipengaruhi oleh kadar air (w), kemiringan bidang gelincir (β), kuat geser tak terdrainase (c_u), tegangan geser/*shear stress* (τ), dan laju regangan *strain rate* ($\dot{\gamma}$). Penambahan kadar air (w) pada suatu material tanah menyebabkan turunnya nilai kuat geser tak terdrainase (c_u) yang mengakibatkan nilai viskositas menjadi turun. Selain itu, semakin besar kemiringan bidang gelincir (β) suatu jenis tanah maka nilai viskositas (η) akan semakin kecil dan berlaku sebaliknya.
2. Analisis Bingham sampel uji kaolin dengan model $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$ mengindikasikan sebagai nilai viskositas lanjutan dari nilai viskositas Vallejo dan Scovazzo (2003). Sedangkan hasil analisis Bingham sampel uji bentonit mendekati nilai viskositas yang diusulkan Mahajan dan Budhu (2006). Pada akhirnya, nilai viskositas kedua sampel uji berdasarkan analisis Bingham menunjukkan kemiripan dengan gradien hasil uji Mahajan dan Budhu (2008).
3. Material tanah yang mempunyai persentase lempung atau *clay* lebih tinggi mempunyai nilai viskositas lebih tinggi dibandingkan material tanah yang mempunyai persentase lempung lebih rendah.
4. Nilai viskositas yang didapatkan dari hasil uji *flume channel* menggunakan metode Vallejo dan Scovazzo (2003) merupakan nilai viskositas pada kondisi aliran mula-mula atau *immediate elastic response*, sedangkan nilai viskositas yang seharusnya ditentukan adalah pada saat kondisi *steady viscous state* atau pada saat kondisi aliran mulai stabil dan mengalir bebas. Keterbatasan uji *flume channel* dapat di atasi dengan menggunakan analisis model plastis Bingham untuk mendapatkan nilai viskositas sampel uji pada saat kondisi *steady viscous state*.

5. Penentuan nilai viskositas berdasarkan metode Vallejo dan Scovazzo (2003) mempunyai beberapa keterbatasan. Ketika nilai berat isi (γ_f) sampel uji lebih kecil dibandingkan nilai kuat geser tak terdrainasinya (c_u) maka nilai viskositas (η) akan menurun bahkan bernilai negatif. Meskipun diasumsikan gesekan antara material tanah dengan dinding di sisi kiri dan kanan *flume channel* tidak ada, akan tetapi gesekan tersebut tidak dapat diabaikan dan mempengaruhi nilai viskositas yang didapat. Penentuan nilai viskositas menggunakan metode Vallejo dan Scovazzo juga sangat bergantung kepada pembacaan atau observasi yang dilakukan oleh penguji (*observer dependant*) dalam membaca perpindahan benang dan merekam waktu perpindahan yang terjadi.
6. Pengujian material lumpur dengan *flume channel* menggunakan metode Vallejo dan Scovazzo hanya merepresentasikan pergerakan aliran lumpur pada saat kondisi material baru akan mengalir, tidak sepenuhnya memodelkan pergerakan aliran lumpur ketika aliran sudah mengalir sepenuhnya.
7. Perubahan skala model *flume channel* mempengaruhi hasil *shear stress* (τ) dan *strain rate* ($\dot{\gamma}$). Semakin besar skala model *flume channel* yang digunakan dalam pengujian, nilai *shear stress* (τ) dan *strain rate* ($\dot{\gamma}$) yang didapatkan akan semakin besar dan berlaku sebaliknya. Luas permukaan kontak pada model yang lebih besar akan menyebabkan gesekan yang lebih besar pula antara sampel uji dengan dinding *flume channel* sehingga nilai *shear stress* (τ) akan semakin besar. Model yang lebih besar juga mempunyai dimensi yang lebih panjang, sehingga nilai *strain rate* ($\dot{\gamma}$) yang didapatkan lebih mendekati kondisi *steady viscous state*.
8. Dalam pengujian, model yang digunakan berskala $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{4}$ kali model asli yang digunakan Vallejo dan Scovazzo (2003). Nilai viskositas yang didapatkan dari hasil uji model skala $\frac{1}{2}$ bernilai ± 2 kali lebih besar dibandingkan nilai viskositas dari hasil uji model skala $\frac{1}{4}$. Nilai *shear stress* (τ) model $\frac{1}{2}$ adalah ± 2.3 kalinya dibandingkan dengan model $\frac{1}{4}$, sedangkan perbandingan nilai *strain rate* ($\dot{\gamma}$) antara kedua model tidak menunjukkan kecenderungan tertentu.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk menunjang penelitian berikutnya:

1. Evaluasi, koreksi, dan pengembangan formula Vallejo dan Scovazzo (2003) dengan mempertimbangkan luas permukaan kontak antara sampel dengan model dan panjang model *flume channel* diharapkan dapat memperlihatkan hubungan yang lebih jelas nilai viskositas yang didapatkan antar model *flume channel*.
2. Penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi skala model dan mengurangi variasi kadar air (w) dan kemiringan bidang gelincir (β) diharapkan dapat menunjukkan adanya pengaruh skala model yang lebih jelas. Selain itu, penelitian lanjut untuk membandingkan nilai viskositas yang didapat dari metode Vallejo dan Scovazzo dengan metode lainnya juga menarik untuk dilakukan.
3. Penentuan nilai viskositas menggunakan metode Vallejo dan Scovazzo (2003) disarankan belum siap untuk menganalisis parameter reologi kejadian riil di lapangan dan masih sebatas uji laboratorium. Hal ini didasari karena nilai viskositas yang didapatkan dari metode Vallejo dan Scovazzo merupakan hasil dari kondisi *immediate elastic response* dan bukan pada saat kondisi *steady viscous state*.

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB. (2014). *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana*. Jakarta.
- BNPB. (2022). Diambil kembali dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia (BNPB): <https://gis.bnpb.go.id/> (akses terakhir 06 September 2022)
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations*. Arizona: John Wiley & Sons.
- Coussot, P. (2012). *Introduction to the Rheology of Complex Fluids*. France: Woodhead Publishing Limited.
- Cristo, C. D., Iervolino, M., & Vacca, A. (2013). *Boundary Conditions Effect on Linearized Mud-Flow Shallow Model*. *Acta Geophysica*, vol. 61, pp. 649-667.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996). *Landslides: Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board Special Report, pp. 247.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principle of Geotechnical Engineering 9th Edition*. Boston: Cenagage Learning.
- Douglas, J. (1975). *Solution of Problems in Fluid Mechanics*. London, UK: Pitman.
- Faas, R. (1991). *Rheological Boundaries of Mud Where Are The Limits*. *Geo-Marine Letters*, 11:143-146.
- Feng, T. (2005). *Reappraisal of the Fall Cone Test*. 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Millpress Science Publishers/IOS Press.
- Hartono, I. (2021). *Laporan Praktikum Penyelidikan Tanah*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Heller, V. (2011). *Scale Effects in Physical Hydraulic Engineering Models*. *Journal of Hydraulic Research*, Vol. 48, No. 3, pp. 293-306.
- Hungr, et al. (2013). *The Varnes Classification of Landslide Types, and Update*. Berlin: Springer -Verlag.
- Ishibashi, I., & Hazarika, H. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals and Applications 2nd Edition*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Jeong, S. (2010). *Grain Size Dependent Rheology on the Mobility of Debris Flow*. *Geoscience J.*, 14(4), 359-369.
- Johnson, A. (1970). *Physical Processes in Geology*. Freeman, 580.

- Lee, S. H.-H., & Widjaja, B. (2012). *Elucidating the Initiation of Mudflow at Karanganyar*. Surabaya, Seminar Nasional VIII.
- Locat, J. (1997). *Normalized Rheological Behaviour of Fine Muds and Their Flow Properties in a Pseudoplastic Regime*. Proc. 1st Int. Conf. on Debris Flow Hazards Mitigation, San Fransisco, USA, 260-269.
- Locat, J., & Demers, D. (1988). *Viscosity, Yield Stress, Remolded Strength, and Liquidity Index Relationships for Sensitive Clays*. Canadian Geotech. J., 25(4), 799-806.
- Mahajan, S., & Budhu, M. (2006). *Viscous Effects on Penetrating Shafts in Clays*. Acta Geotechnica, 1, 157-165.
- Mahajan, S., & Budhu, M. (2008). *Shear Viscosity of Clays to Compute Various Resistance*. Proc. 12th Int. Conf. of Int. Ass. for Computer Methods and Advances in Geomechanics, Goa, India, 1516-1523.
- Majeed, J. G. (2016). *Non-Newtonian Fluid*. Lecturer Notes.
- Naikofi, M. I., & Widjaja, B. (2017). *Studi Reologi Mud Volcano di Desa Napan Pulau Timor dengan Flow Box Test*. National Conference of Civil Engineering.
- Phillips, C. J., & Davies, T. R. (1991). *Determining Rheological Parameters of Debris Flow Material*. Geomorphology, pp. 101-110, Elsevier Science Publishers B.V.
- Universitas Katolik Parahyangan. (2013). *Standar Operasional Prosedur dan Pedoman Penulisan Skripsi Program Studi Sarjana Teknik Sipil*. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Universitas Katolik Parahyangan. (2021). *Modul Praktikum Penyelidikan Tanah. Penentuan Berat Jenis Tanah (ASTM D1429-13)*. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Vallejo, L. (1980). *Mechanics of Mudflow Mobilization in Low-Angled Clay Slopes*. Engineering Geology, pp. 63-70, Elsevier Scientific Publishing Company.
- Vallejo, L., & Scovazzo, V. (2003). *Determination of the Shear Parameters Association with Mudflows*. Japanese Geotechnical Society, Soil Foundation Vol. 43, No. 2, pp. 129-133.
- Wang, Y. H., Jiang, W. G., & Wang, Y. H. (2013). *Scale Effects in Scour Physical-Model Test: Cause and Alleviation*. Journal of Marine Science and Technology, Vol. 21, No. 5, pp. 532-537.
- Widjaja, B. (2018). *Kajian Reologi Longsoran dan Mudflow di Indonesia*. Ikatan Kebencanaan Indonesia (IABI), Universitas Andalas.

- Widjaja, B., & Anthony. (2016). *Model Bingham dan Herschel-Bulkley untuk Viskositas Lumpur Sidoarjo Menggunakan Flow Box Test*. Seminar Nasional Geoteknik 2016 HATTI, Yogyakarta.
- Widjaja, B., & Lee, S. (2012). *Rheological Boundary and Limit of Mudflow*. 16th Annual Scientific Meeting, Jakarta.
- Widjaja, B., & Lee, S. (2013). *Flow Box Test for The Prediction of Mudflow Initiation*. 中华放在学刊 (Journal of the Taiwan Disaster Prevention Society), Vol. 5, No. 2, 171-180.
- Widjaja, B., & Lee, S. H.-H. (2013). *Implementation of Viscosity Measurement on Plastic and Viscous Liquid State for Mudflow Case*. International Conference of Engineering of Tarumanagara (ICET), Jakarta.
- Widjaja, B., & Nirwanto, A. F. (2018). *Effect of Various Temperatures to Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Clays*. IOP Conference Series.
- Widjaja, B., & Pratama, I. (2015). *Determination of the Viscosity Value Based on the Influence of the Sliding Plane by Using a Flume Channel*. International Journal of Technology, 5:800-808, ISSN 2086-9614.
- Widjaja, B., & Pratama, I. T. (2015). *Pengaruh Kemiringan Bidang Gelincir dan Indeks Kecairan Terhadap Penentuan Nilai Viskositas Menggunakan Flume Channel*. Seminar Nasional Teknik Sipil XI, ISBN: 978-602-72056-0-4.
- Widjaja, B., Setiabudi, D., & Arista, I. (2014). *Recommendation of Viscosity Values for Mudflow*. The International Conference on Environmentally Friendly Civil Engineering Construction and Materials, Manado, Indonesia.