

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi hasil mengenai simulasi pergerakan *quick clay* sesuai dengan kejadian pada 30 Desember 2020 di Gjerdrum Norwegia yang dijadikan acuan studi kasus, maka diperoleh kesimpulan mengenai beberapa hal berikut:

1. Karakteristik lapisan *quick clay* di Gjerdrum Norwegia berdasarkan USCS (*Unified Soil Classification System*) merupakan tanah anorganik dengan tanah lempung plastisitas rendah (CL) dengan nilai koefisien konsentrasi berdasarkan volume sebesar 0.515 sehingga karakteristik aliran longsoran *quick clay* diklasifikasikan sebagai *mudflow*.
2. Aliran *quick clay* diklasifikasikan amat sangat cepat dengan rentang 0.6 – 5.1 m/s dikarenakan longsoran yang terjadi sangat besar yaitu 1.521.000 m<sup>3</sup> dan terjadi secara progresif sehingga aliran yang terinisiasi cenderung cepat namun akan melambat seiring berjalannya waktu hingga aliran berhenti di area deposisi.
3. Rentang perubahan topografi maksimum pergerakan aliran longsoran *quick clay* yaitu 1.4 – 12.3 m menunjukkan lapisan *quick clay* tidak seluruhnya mengalami longsoran dan longsoran terjadi secara berkesinambungan sehingga diklasifikasikan sebagai tipe *uninterrupted* yaitu *flakeslide* dengan arah dari aliran longsoran *quick clay* merupakan gabungan dari 2 pola yaitu “*backward propagating (retrogressive) landslide*” dan “*forward massive liquid flowage*”.
4. Parameter reologi longsoran *quick clay* memiliki viskositas senilai 0.18 Pa·s yang merepresentasikan kekentalan, semakin kecil nilainya maka aliran semakin cepat mengalir namun selama mengalir longsoran bergesekan dengan permukaan tanah yang memiliki kekasaran tertentu maka lama kelamaan kecepatan aliran akan menurun hingga berhenti di area deposisi.

5. Parameter reologi longSORan *quick clay* memiliki *yield stress* senilai 0.41 kPa menandakan *remolded shear strength* turun drastis dikarenakan lapisan *quick clay* memiliki nilai sensitivitas tanah yang diklasifikasikan *very quick* sebesar 36.8, ketika gaya geser yang terjadi melampaui *yield stress* maka akan terjadi perubahan perilaku tanah dari plastis menjadi likuid sehingga terinisiasikanlah longSORan. Hal ini juga ditandakan ketika  $LI > 1$ , pada kasus ini longSORan *quick clay* memiliki  $LI = 1.2$ .

## 5.2 Saran

Berdasarkan analisis dan penelitian, terdapat beberapa saran penulis mengenai penelitian terhadap simulasi pergerakan *quick clay* pada studi kasus di Gjerdrum Norwegia, yaitu:

1. Program FLO-2D menggunakan sistem analisis pada tiap grid sehingga perubahan ukuran grid akan mempengaruhi hasil simulasi, semakin kecil grid akan semakin akurat namun *running* program menjadi sangat lama bahkan tidak bisa dijalankan sehingga masih perlu menyesuaikan ukuran grid yang dapat dijalankan dengan tingkat keakuratan tertentu.
2. Penelitian lebih lanjut terhadap perbaikan tanah dengan reaksi kimia pada daerah yang teridentifikasi terdapat lapisan *quick clay*, sehingga mampu dilakukan antisipasi dan menekan korban jiwa.
3. Peninjauan kembali mengenai pemetaan peta tingkat bahaya dan tingkat resiko *quick clay* guna memberikan pengetahuan pada penduduk maupun masyarakat luas mengenai potensi dampak dari pergerakan *quick clay*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barnes, H. A., Hutton, J. F., & S., K. W. (1989). *An Introduction to Rheology (rheology series 3)*. Elsevier Science Publishers B. V.
- Bjerrum, L. (1954). Geotechnical Properties of Norwegian Marine Clay. *Geotechnique*, v. 4, 46-69.
- Budhu, M. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals*. John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex 8SQ, United Kingdom.
- Das, B. M. (1998). *Principles of Geotechnical Engineering, fourth ed.* PWS Publishing Company, Boston.
- Das, B. M. (2008). *Advanced Soil Mechanics, Third Edition*. Taylor & Francis e-Library.
- Fell, R. (1994). *Landslide Risk Assessment and Acceptable Risk*. *Can Geotech J* 31:261-272.
- FLO-2D. (2007). Data Input Manual.
- FLO-2D. (2007). GDS Manual.
- FLO-2D. (2007). Mapper Manual.
- FLO-2D. (2007). User Manual.
- Helle, T. E., Aagaard, P., & Nordal, S. (2017). Improving the Post-Failure Properties in Quick Clays by Treatment with Potassium Chloride. *Landslides in sensitive clays, Advances in Natural and Technological Hazard Research*, 45-55.
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *The Landslide Handbook-A Guide to Understanding Landslide*. Reston, Virginia, U. S. Geological Survey Circular 1325, 129p.
- Hungr, O., Picarelli, L., & Leroueil, S. (2013). The Varnes Classification of Landslide Type, an update. *Landslide*, 11(2), 167-194.

- L'Heureux, J. S. (2012). A Study Of The Retrogressive Behavior and Mobility of Norwegian Quick Clay Landslides. *conference paper*.
- Liebling, R. S., & Kerr, P. F. (1965). Observations on Quick Clay. *Geological Society of American Bulletin*, 76(8) , 853-877.
- Locat, J., & Demers, D. (1988). Viscosity, Yield Stress, Remolded Strength, and Liquidity Index Relationships For Sensitive Clays. *Geotech*, 799-806.
- Long, M., L'Heureux, J. S., & al, e. (2019). Site Characterisation and Some Examples From Large Scale Testing at The Klett Quick Clay Research Site. *AIMS Geosciences, Vol. 5, Issue 3*, 344-389.
- Persson, M. A., Stevens, R. L., & Lemoine, A. (2013). Spatial Quick-clay Predictions Using Multi-Criteria Evaluation in SW Sweden. *Landslides*.
- Rakka, K., Andersson-Sköld, Y., Hultén, C., Larsson, R., Leroux, V., & Dahlin, T. (2004). *Quick Clay in Sweden*. Statens Geotekniska Institutet (Swedish Geotechnical Institute), Linköping.
- Rosenqvist, I. T. (1966). Norwegian Research Into The Properties Of Quick Clay A Review. *Engineering Geology*, 445-450.
- Ryan, I., & Riekeles, H. (2021). *The Causes of The Quick Clay Landslide in Gjerdrum 2020*.
- Thakur, V., & Degago, S. A. (2012). Quickness of Sensitive Clays. *Geotechnique Letters* 2, 87-95.
- Thakur, V., & Degago, S. A. (2013). Disintegration Energy of Sensitive Clays. *Geotechnique Letters*, 20-25.
- Thakur, V., Degago, S. A., Oset, F., & al, e. (2013). Characterization of Post-Failure Movements of Landslides in Soft Sensitive Clays. *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, 91-103.
- Torrance, J. K. (2012). Landslide in Quick Clay . *Landslide: Type, Mechanisms, and Modelling*, 83-94.
- Torrance, J. K. (2017). Landslide in Quick Clay. *Landslide*, 83-94.

- Varnes, D. J. (1978). Slope Movement Types and Processes. *Transportation Research Board Special Report, Issue 176*, 11-33.
- Wagner, J.-F. (2013). Chapter 9: Mechanical Properties of Clays and Clay Minerals. Dalam *Handbook of Clay Science* (hal. 347-381). German: Geology Department, Trier University.
- Widjaja, B. (2017). Perilaku Longsoran Dan Mudflow Studi Kasus di Indonesia: Pendekatan Reologi. *Solo: Simposium Nasional RAPI XVI-2017 FT UMS*, 145-153.
- Widjaja, B. (2018). Kajian Reologi Longsoran dan Mudflow di Indonesia. *Pertemuan Ilmiah Tahunan-Riset Kebencanaan Ke-5 Tahun 2018, Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI)*, 1-7.
- Widjaja, B., & Setiabudi, D. W. (2014). Penentuan Parameter Reologi Tanah Menggunakan Uji Geser Baling-Baling untuk Menjelaskan Pergerakan Mudflow. *Development of Geotechnical Engineering in Civil Works and Geo-Environment*, 31-37.