

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, diperoleh beberapa kesimpulan. Adapun hasil tersebut pada akhirnya diambil beberapa buah kesimpulan yaitu:

1. Pada terowongan yang dilakukan konstruksi manual bertahap namun tidak dilakukan stabilisasi disekitar daerah galian maka akan terjadi keruntuhan tiba-tiba (*direct failure*).
2. Pengerjaan konstruksi terowongan tanpa adanya pelindung hampir tidak mungkin dilakukan pada tanah butir halus dan apabila dilakukan risikonya sangat besar.
3. Menggunakan metode stabilisasi umbrella grouting untuk konstruksi terowongan dengan metode NATM menghasilkan perpindahan total maksimum pada permukaan (Titik A) sebesar  $2,375 \times 10^{-3}$  m dan perpindahan total maksimum pada terowongan (Titik E) sebesar  $3,662 \times 10^{-3}$  m
4. Perpindahan terbesar terjadi pada tahap 2 dan tahap 15 yaitu pada penggalian tanah bagian atas terowongan 1 dan terowongan 2.
5. Metode stabilisasi *umbrella grouting* sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan tanah agar dapat melindungi dari keruntuhan tiba-tiba ketika dilakukan proses konstruksi terutama pada terowongan yang berada di tanah lunak.

#### **5.2 Saran**

Dari kesimpulan yang diperoleh, dapat diperoleh beberapa saran sebagai berikut:

1. Melakukan konstruksi terowongan secara manual pada tanah butir halus tanpa pelindung apapun sangat tidak disarankan karena memiliki bahaya yang besar dan mungkin terjadi keruntuhan tiba-tiba yang dapat menimbun alat berat dan pekerja yang ada di dalamnya.

2. Pada saat melakukan konstruksi, sebaiknya dilakukan pemantauan (*monitoring*) secara terus menerus agar setiap pergerakan yang terjadi dapat terpantau.
3. Penggalian tanah bagian atas (tanah yang berhimpit dengan langit-langit terowongan) menyebabkan deformasi terbesar sehingga perlu pemantauan yang lebih saat memasuki tahap tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benson, Neil D. 2007. *Ground Investigation Techniques for Tunnel Design and Construction*. International Workshop on Tunnel Engineering. Geotechnical Engineering Center, Parahyangan Catholic University: Bandung.
- Benson, Neil D. 2007. *Geotechnical Interpretation for Tunnel Design and Construction*. International Workshop on Tunnel Engineering. Geotechnical Engineering Center, Parahyangan Catholic University: Bandung.
- Iskandar, Ali, Rahardjo, Paulus P., & Djajaputra, Aziz. 2007. *Analisis Terowongan Dongkrak Mneggunakan Metode Elemen Hingga Dua Dimensi dan Tiga Dimensi*. International Workshop on Tunnel Engineering. Geotechnical Engineering Center, Parahyangan Catholic University: Bandung.
- Kuesel, Thomas R. & King, Elwyn H. 1996. *Tunnel Engineering Handbook, Second Edition*. Chapman & Hall: New York, NY.
- Megaw T. M. & Bartlett J. V. 1982. *Tunnels Planning, Design, Construction, Volume 2*. Ellis Horwood Ltd.: West Sussex.
- Lignola, G. P., Flora, A., & Manfredi, G. 2008. *Simple Method for the Design of Jet Grouted Umbrellas in Tunneling*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Volume 134, Issue 12, December 2008 Edition. American Society of Civil Engineers: Reston, VA.
- Rahardjo, Paulus P. 2010. *Teknik Terowongan*. Geotechnical Engineering Center, Parahyangan Catholic University: Bandung.
- Triwibowo, Bambang. 2008. *Tunneling, The New Austrian Tunneling Method, Cirata Project*. Wedatama Widya Sastra: Jakarta.