

BAB V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini ialah:

- V.1. Pada area penelitian SP.10 tersusun atas satu satuan yaitu Diorit Batuampar, dengan penamaan menurut Streckeisen (1967) didapatkan tiga penamaan. Pada sampel *sidewall left* dinamakan *Granodiorite*, sampel *face* dinamakan *Tonalite*, dan sampel *sidewall right* dinamakan *Quartz-rich Granitoid Rocks*. Kemudian alterasi dominan yakni Hsi-Cy yang terdiri dari mineral lempung (Kaolinit, Illit, Alunit, Dikit, Klorit, Diaspor dan Smektit), sehingga tergolong kelompok Kaolin-Illit menurut Corbett dan Leach (1997).
- V.2. Satuan geomorfologi yang terdiri dari empat satuan yang terbagi atas dua klasifikasi. Menurut Verstappen (1985) terdiri dari Satuan Lahan Bukaam Tambang, Satuan *Hauling Road*, Satuan *Sump*, dan Satuan *Waste Dump*. Sedangkan menurut Szabó (2010) terbagi menjadi Satuan *Open-Cast pits*, Satuan *Road cuts*, Satuan *Navy pits*, dan Satuan *Waste tips*. Diperlukan kajian lebih lanjut antara studi geomorfologi, geoteknik, geofisika, dan hidrogeologi untuk menjamin kestabilan dan keamanan terowongan secara jangka panjang, terutama pada wilayah yang berada di bawah aktivitas pertambangan yang masih aktif.
- V.3. Berdasarkan hasil klasifikasi massa batuan data primer dan primer modifikasi didapatkan rekomendasi penyangga RMR tergolong kelas buruk (*poor*) didapatkan rekomendasi penyanggaan berupa pemasangan *rock bolt* dengan panjang 4 m dengan spasi 1,3 m pada dinding dan atap, pemasangan *shotcrete* dengan tebal 125 mm pada atap dan dinding. Berdasarkan data RMR sekunder tergolong kelas cukup (*fair*), didapatkan pemasangan *rock bolt* dengan panjang 4 m dengan spasi 1,75 m pada dinding dan atap, pemasangan *shotcrete* dengan tebal 75 mm pada atap, 100 mm pada dinding. Kemudian hasil klasifikasi massa batuan *Q-System* menurut data primer dan primer modifikasi tergolong kelas buruk (*poor*), didapatkan rekomendasi penyanggaan pemasangan *rock bolt* dengan panjang 2,7 m dengan spasi 1,9 m pada dinding dan atap, pemasangan *shotcrete* dengan tebal 59 mm. Sedangkan dari hasil data *Q-System* data sekunder tergolong cukup (*fair*), didapatkan rekomendasi penyanggaan *rock bolt* pemasangan panjang 2,7 m dengan spasi 2,2 m pada dinding dan atap, pemasangan *shotcrete* dengan tebal 55 mm. Selain itu, penyanggaan aktual yang terpasang dengan pemasangan *rock bolt* dengan tipe MD Bolt memiliki panjang 3 m yang terpasang di tiap dimensi terowongan dan tipe *Cable Bolt* memiliki panjang

4,5 m yang terpasang di atap terowongan. Spasi yang diberikan ialah 1,3 m. Pemasangan *shotcrete* dengan tebal 18,2 cm yang disemprot di seluruh dimensi terowongan. Setelah dibandingkan dari ketiga data tersebut perlu diperdetail pemetaan joint untuk kedepannya, karena terdapat anomali dalam pengambilan nilai di beberapa parameter pada klasifikasi RMR dan *Q-System*.

V.4. Setelah dilakukan perbandingan mengenai rekomendasi penyanggaan menurut RMR, *Q-System*, dan aktual. Penyangga aktual memiliki nilai FK lebih tinggi dengan rata-rata 6,03 daripada rekomendasi RMR (Primer: 5,5 dan Sekunder: 2,93) dan *Q-System* (Primer: 2,54 dan Sekunder: 1,85), sehingga terdapat indikasi *over-support*, yang berarti material dan biaya yang digunakan lebih banyak dari yang diperlukan. Menurut data pemetaan aktual, tidak ditemukan adanya indikasi retakan. Selain itu, dari data *daily monitoring* didapatkan area penelitian tergolong ke dalam kriteria stabil dengan penyanggaan yang sudah terpasang. Sehingga perlu dikaji lebih lanjut, apakah penyanggaan aktual diperlukan atau dapat dioptimalkan dengan rekomendasi RMR dan *Q-System*. Sehingga, rekomendasi penyanggaan yang dapat digunakan ialah dengan pemasangan *rock bolt* 13 biji dengan panjang 3 m (*MD Bolt*) dan panjang 4,5 m (*Cable Bolt*) dan spasi 1,5 m. Kemudian, diperlukan *shotcrete* dengan tebal 7,5 - 15 cm. Setelah dilakukan pemodelan dengan *Phase 2*, nilai faktor keamanannya 3,69, dilihat dari Kepmen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 jika $FK \geq 2$ maka dinyatakan aman untuk *fixed facility*.

V.5. Kehadiran mineral lempung alterasi memiliki pengaruh terhadap kestabilan terowongan. Kehadiran mineral tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik massa batuan, karena memiliki sifat plastis, kohesi rendah, dan permeabilitas yang tinggi. Sehingga diperlukan pemasangan sistem penyanggaan menggunakan FRS, *mesh*, *split sets*, *MD/Secura bolts*, dan *cable bolts* untuk menjaga kestabilan jangka pendek hingga menengah, khususnya pada zona deformasi tinggi. Tahapan penggalian dilakukan secara sistematis dengan *cut length* 3 – 4 meter untuk mendukung efisiensi dan keselamatan kerja dengan tahapan *blasting - smoke clearing - bogging - scaling - mesh - bolting - FRS*.