

GEOLOGI DAN EVALUASI KESTABILAN TEROWONGAN PADA SISTEM PENYANGGAAN AKTUAL TERHADAP REKOMENDASI PENENTUAN PENYANGGAAN BERDASARKAN KLASIFIKASI MASSA BATUAN RMR DAN *Q-SYSTEM* DI *HEADING 5 STOCKPILE* 10 PT BUMI SUKSESINDO

SARI

PT Bumi Suksesindo (BSI) yang berlokasi di wilayah Tujuh Bukit, Banyuwangi, Jawa Timur telah menerapkan sistem penambangan bawah tanah (*underground*) yang dilakukan dengan penggalian terowongan menggunakan metode *drill and blast*. Saat ini terowongan dalam kondisi pemeliharaan (*maintenance*) dan telah digali hingga kedalaman 270 meter dengan panjang total 1,89 km. Terowongan yang telah dibentuk perlu diperhatikan dengan baik untuk memastikan kestabilan dan keamanan penyanggaan selama proses pemeliharaan. Penelitian dilakukan melalui analisis geologi *underground*, analisis geomorfologi permukaan berbasis citra satelit, penentuan kondisi massa batuan, dan pemodelan numerik menggunakan Software *Phase 2* versi 8.0 untuk menghitung faktor keamanan (FK) yang berlandaskan Kepmen ESDM Nomor 1827 Tahun 2018. Kemudian memverifikasi hasil analisis dengan pengukuran konvergensi terowongan. Penelitian ini diharapkan dapat mengevaluasi kestabilan terowongan dengan memberikan sebuah perbandingan rekomendasi penyanggaan yang signifikan terhadap peningkatan keselamatan dan efisiensi operasional, melalui perbandingan hasil rekomendasi penyanggaan RMR, *Q-System* dan sistem penyanggaan aktual.

Geomorfologi *open pit* daerah penelitian termasuk dalam bentuk asal Antropogenik yang terbagi menjadi empat satuan bentuk lahan, menurut Szabó (2010) terbagi ke dalam Satuan *Open Cast pits*, Satuan *Road cuts*, Satuan *Navvy pits*, dan Satuan *Waste tips*. Sedangkan menurut Verstappen (1985) terbagi ke dalam Satuan Lahan Buka Tambang, Satuan *Hauling Road*, Satuan *Sump*, dan Satuan *Waste Dump*. Satuan litologi berdasarkan data geologi *underground* tergolong ke dalam Satuan Diorit Batuampar dengan kandungan alterasi Hsi-Cy dan masuk ke dalam kelompok Kaolin-Illit. Sedangkan dari data pengambilan sampel menurut Streckeisen (1967) tergolong ke dalam *Granodiorite*, *Tonalite*, dan *Quartz-rich Granitoid Rocks* yang telah teralterasi dengan intensitas alterasi kuat karena ditemukan mineral lempung yang sudah teralterasi.

Pada studi kasus geologi teknik, didapatkan hasil klasifikasi massa batuan data primer dan primer modifikasi pada RMR tergolong kelas buruk (*poor*) dan menurut data sekunder tergolong kelas cukup (*fair*). Sedangkan data *Q-System* primer dan primer modifikasi tergolong kelas buruk (*poor*) dan menurut data sekunder tergolong cukup (*fair*). Setelah dibandingkan dari ketiga data tersebut perlu diperdetail pemetaan *joint* untuk kedepannya, karena terdapat anomali dalam pengambilan nilai di beberapa parameter pada data sekunder. Setelah dilakukan perbandingan rekomendasi penyanggaan, ternyata penyangga aktual memiliki FK lebih tinggi dengan nilai 6,03 dan tidak ditemukan adanya retakan, sehingga terdapat indikasi *over support*. Selain itu, dari data konvergen didapatkan area penelitian tergolong ke dalam kriteria stabil dengan penyanggaan yang sudah terpasang. Sehingga perlu dikaji lebih lanjut mengenai spesifikasi penyanggaan aktual. Berdasarkan hasil analisis, rekomendasi penyanggaan yang dapat digunakan ialah dengan pemasangan *rock bolt* 13 biji dengan panjang 3 m (*MD Bolt*) dan 4,5 m (*Cable Bolt*) serta spasi *rock bolt* 1,5 m. Selain itu, diperlukan *shotcrete* dengan tebal 7,5 - 15 cm. Setelah dilakukan pemodelan dengan *phase 2*, nilai faktor keamanannya 3,69 yang artinya $FK \geq 2$, maka dinyatakan aman untuk *fixed facility*.

Kata Kunci: Tambang Bawah Tanah, Kestabilan Terowongan, *Phase 2*, RMR, *Q-System*, Rekomendasi Penyangga, Faktor Keamanan, Tujuh Bukit.

**GEOLOGY AND TUNNEL STABILITY EVALUATION IN THE ACTUAL
SUPPORT SYSTEM BASED ON RECOMMENDATIONS FOR SUPPORT
DETERMINATION USING THE RMR AND Q-SYSTEM ROCK MASS
CLASSIFICATION IN HEADING 5 STOCKPILE 10 PT BUMI SUKSESINDO**

ABSTRACT

PT Bumi Suksesindo (BSI), located in the Tujuh Bukit area of Banyuwangi, East Java, has implemented an underground mining system using tunnel excavation with the drill and blast method. Currently, the tunnel is undergoing maintenance and has been excavated to a depth of 270 meters with a total length of 1.89 km. The tunnels that have been formed require careful attention to ensure the stability and safety of the support structure during the maintenance process. The research was conducted through underground geological analysis, surface geomorphological analysis based on satellite imagery, determination of rock mass conditions, and numerical modeling using Phase 2 Software version 8.0 to calculate the factor of safety (FoS) based on Ministry of Energy and Mineral Resources Regulation No. 1827 of 2018. The results of the analysis were then verified through tunnel convergence measurements. This study aims to evaluate tunnel stability by providing a significant comparison of support recommendations for improved safety and operational efficiency, through a comparison of the results of RMR, Q-System, and actual support system recommendations.

The geomorphology of the open pit research area is classified as anthropogenic in origin and is divided into four landform units, according to Szabó (2010), which are Open Cast pits, Road cuts, Navvy pits, and Waste tips. Meanwhile, according to Verstappen (1985), they are divided into Mining Open Pit Units, Hauling Road Units, Sump Units, and Waste Dump Units. Lithological units based on underground geological data are classified into Batuampar Diorite Units with Hsi-Cy alteration content and belong to the Kaolin-Illite group. Meanwhile, based on sampling data according to Streckeisen (1967), they are classified into Granodiorite, Tonalite, and Quartz-rich Granitoid Rocks that have undergone strong alteration intensity due to the presence of altered clay minerals.

In the engineering geology case study, the results of the classification of primary and modified primary rock mass data in RMR were classified as poor, while according to secondary data, they were classified as fair. Meanwhile, primary and modified primary Q-System data were classified as poor, while according to secondary data, they were classified as fair. After comparing the three sets of data, it is necessary to further detail the joint mapping for future reference, as there are anomalies in the value extraction of several parameters in the secondary data. After comparing the support recommendations, it was found that the actual support has a higher FoS value of 6.03 and no cracks were detected, indicating over-support. Additionally, based on convergent data, the study area is classified as stable with the installed support. Therefore, further investigation is needed regarding the specifications of the actual support. Based on the analysis results, the recommended support to be used is the installation of 13 rock bolts with lengths of 3 m (MD Bolt) and 4.5 m (Cable Bolt), with a rock bolt spacing of 1.5 m. Furthermore, shotcrete with a thickness of 7.5–15 cm is required. After modeling with phase 2, the safety factor value is 3.69, meaning $FoS \geq 2$, so it is deemed safe for fixed facilities.

Keywords: *Underground Mine, Tunnel Stability, Phase 2, RMR, Q-System, Support Recommendations, Factor of Safety, Tujuh Bukit.*