

Sistem penambangan bawah tanah merupakan aktivitas penambangan untuk mengambil hasil bumi berupa bijih yang terletak di bawah permukaan. Proses penambangan bawah tanah memiliki beberapa risiko berupa adanya deformasi batuan seperti *swelling* ataupun *squeezing* yang mengakibatkan penyempitan terowongan bahkan keruntuhan terowongan sehingga mengancam keselamatan dari aktivitas penambangan. Penelitian ini dilakukan di dua lokasi, yaitu Unfoloader 600 dan XC Loop 2 PT. Antam Pongkor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi dari kualitas massa batuan yang menyebabkan deformasi baik *swelling* atau *squeezing* dengan memodelkan perkuatan terowongan pemodelan numerik. Dengan memodelkan perkuatan terowongan menggunakan pemodelan numerik. Metode yang digunakan terdiri dari analisis indeks properti tanah dan batuan, sifat mekanik XRD, RMR, Q-system, tekanan pembengkakan, dan metode numerik *finite element method* (FEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi Unfoloader 600 memiliki nilai kekuatan batuan sebesar 22,75 MPa, nilai *free swelling* 33,93% justifikasi sedang dengan *swelling pressure* sebesar 8,51 kPa kategori *squeezing*. Lokasi XC Loop 2 memiliki nilai kekuatan batuan 54,13 MPa, nilai *free swelling* 102,94% justifikasi ekstrem dan tekanan *free swelling* sebesar 64,54 kPa kategori *swelling*. Sistem penyangga (*supporting*) digunakan berdasarkan kondisi aktual di lapangan dan penetapan aturan PT. Antam Pongkor yaitu *rock bolt* dan *shotcrete*. Karakteristik pemasangan *shotcrete* ketebalan 150-200 mm dan *rock bolt* 1,5-2,0 m dengan spasi 1 m × 1 m.

Kata kunci: *rock deformation, squeezing, swelling pressure, FEM supporting.*

Underground mining is an activity aimed at extracting mineral resources in the form of ore located beneath the surface. This process carries several risks, including rock deformation such as swelling or squeezing, which can lead to tunnel narrowing or even collapse, thereby threatening the safety of mining operations. This study was conducted at two locations, namely Unfoloader 600 and XC Loop 2 at PT. Antam Pongkor, Bogor, West Java, Indonesia. The objective of this research is to determine the geological conditions and rock mass quality that cause deformation, either swelling or squeezing, by modeling tunnel reinforcement using numerical modeling. The methods used include analysis of soil and rock property indices, mechanical properties (XRD), Rock Mass Rating (RMR), Q-system, swelling pressure, and the Finite Element Method (FEM). The results show that the Unfoloader 600 location has a rock strength value of 22.75 MPa, a free swelling value of 33.93% (moderate justification) with a swelling pressure of 8.51 kPa (squeezing category). The XC Loop 2 location has a rock strength value of 54.13 MPa, a free swelling value of 102.94% (extreme justification), and a free swelling pressure of 64.54 kPa (swelling category). The support system used is based on actual field conditions and PT.Antam Pongkor's regulations, which include rock bolts and shotcrete. The characteristics of shotcrete application are a thickness of 150-200 mm and rock bolts with a length of 1.5-2.0 m and a spacing of 1 m × 1 m.

Keywords: *Rock deformation, squeezing, swelling pressure, FEM supporting.*