

ABSTRAK

EVALUASI KESTABILAN SISTEM PENYANGGA MENGUNAKAN RMR, Q-SYSTEM, DAN PEMODELAN ELEMEN HINGGA PADA LUBANG BUKAAN TAMBANG BAWAH TANAH KENCANA, DAERAH HALMAHERA UTARA

Oleh

Yunita Terania Sitepu

NIM: 111220090

(Program Studi Sarjana Teknik Geologi)

Salah satu aspek kritis dalam operasi tambang bawah tanah adalah faktor kestabilan yang dapat memengaruhi keselamatan pekerja dan kelangsungan produksi. Daerah tambang bawah tanah Kencana dipengaruhi oleh proses alterasi hidrotermal dan tektonik aktif, sehingga kestabilan *ore drift* sebagai jalur utama ekstraksi bijih emas perlu diperhatikan. Penelitian dilakukan pada empat lubang bukaan, yaitu 08H, 09E, 14D, dan 00B yang bertujuan untuk mengevaluasi sistem penyangga yang ada dan memberikan rekomendasi penyangga yang lebih efektif. Dalam penentuan kestabilan tiap lubang bukaan, digunakan metode RMR dan *Q-System* untuk menentukan klasifikasi massa batuan, karakteristik keruntuhan, serta rekomendasi sistem penyangga yang sesuai dengan kondisi massa batuan. Rekomendasi yang dihasilkan selanjutnya dibandingkan dan divalidasi menggunakan pemodelan numerik metode elemen hingga. Litologi didominasi lava andesit teralterasi propilitik dan argilik, urat kuarsa serta keberadaan struktur geologi berupa sesar dan kekar yang memengaruhi kondisi massa batuan. Hasil menunjukkan nilai RMR berkisar 30 – 47 (sedang hingga buruk) dan nilai Q antara 0,002 – 0,06 (sangat buruk sekali hingga sangat amat buruk). Tanpa penyangga, estimasi waktu keruntuhan bervariasi antara 1,21–70 jam dengan tinggi keruntuhan 2,81 – 3,62 meter, beban runtuh senilai 7,28 – 9,37 ton/m² dan beban atap 92,6–119,42 ton. Panjang *rockbolt* yang direkomendasikan berdasarkan nilai RMR berada pada rentang 3,31 – 4,12 meter dengan spasi 0,82 – 1,17 meter, sedangkan spasi berdasarkan nilai Q berkisar 0,4 – 1,2 meter. Melalui pemodelan baji dan pemodelan elemen hingga, desain sistem penyangga yang direkomendasikan berdasarkan nilai RMR dinilai sebagai alternatif paling optimal untuk keseluruhan lubang bukaan, sebagaimana tercermin dari nilai faktor keamanan baji dan nilai faktor keamanan lokal yang tinggi, serta total perpindahan yang rendah.

Kata kunci: elemen hingga, kestabilan, lubang bukaan, RMR, *Q-System*

ABSTRACT

STABILITY EVALUATION OF SUPPORT SYSTEMS USING RMR, Q-SYSTEM, AND FINITE ELEMENT MODELING IN THE KENCANA UNDERGROUND OPENING, NORTH HALMAHERA

By

Yunita Terania Sitepu

NIM: 111220090

(Geological Engineering Undergraduated Program)

A critical aspect of underground mining operations is the stability factor, which significantly impacts worker safety and production continuity. The Kencana underground mine is influenced by hydrothermal alteration processes and active tectonics, making the stability of the ore drift as primary gold ore extraction routes requires rigorous assessment. This study was conducted on four excavation openings: 08H, 09E, 14D, and 00B, with the objective of evaluating the existing support systems and providing more effective support recommendations. To assess the stability of each opening, the RMR and Q-System methods determine rock mass classification, failure characteristics, and appropriate support system recommendations in accordance with the prevailing rock mass conditions. The recommendations were subsequently compared and validated using numerical modeling based on the finite element method. The lithology is dominated by propylitic and argillic altered andesite lava, quartz veins, and geological structures such as faults and joints that affect the rock mass quality. The results indicate RMR values ranging from 30 – 47 (fair to poor) and Q values between 0.002 – 0.06 (extremely poor to exceptionally poor). Without support, the stand-up time varies between 1.21 – 70 hours, with a failure height of 2.81 – 3.62 meters, a rock load of 7.28 – 9.37 ton/m², and a roof load of 92.6 – 119.42 tons. The recommended rockbolt length based on RMR values ranges from 3.31 – 4.12 meters with a spacing of 0.82 – 1.17 meters, while the spacing derived from Q values ranges from 0.4 – 1.2 meters. Based on wedge modeling and finite element modeling, the recommended support system design derived from RMR values is considered the most optimal alternative for all excavation openings, as reflected by the high wedge safety factor and strength factor values, as well as the low total displacement.

Keywords: finite element, stability, underground opening, RMR, Q-System