

ABSTRAK

OPTIMASI KETEBALAN *SILL PILLAR* DENGAN *MULTIPLE NONLINEAR REGRESSION* DAN *FINITE ELEMENT METHOD*

Oleh
Bima Eko Saputra
NIM: 112210029
(Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan)

Tambang bawah tanah Urat Ciurug di UBPE Pongkor, yang dikelola PT ANTAM Tbk., menggunakan metode *overhand cut and fill* dengan *sill pillar* sebagai penyangga antar level. Keberadaan *sill pillar* tidak hanya berfungsi untuk menjaga kestabilan, tetapi juga menyimpan cadangan yang masih berpotensi dieksploitasi. Penelitian ini memiliki dua tujuan utama, yakni menganalisis hubungan parameter geoteknik berupa Indeks Kedalaman (DI), Indeks Kekuatan Geologi (GSI), Kuat Tekan Uniaksial (UCS), dan ketebalan *sill pillar* (T) terhadap nilai Faktor Keamanan (SF); serta menyusun model prediktif ketebalan *sill pillar* optimal pada stope level 425 menggunakan pendekatan *Multiple Nonlinear Regression* (MNR) yang tervalidasi melalui simulasi numerik dengan *Finite Element Method* (FEM). Sebanyak 256 data SF diperoleh dari kombinasi empat variasi masing-masing parameter geoteknik melalui pemodelan numerik menggunakan FEM pada perangkat lunak RS2. Hasil analisis menunjukkan bahwa DI berpengaruh negatif terhadap SF; GSI dan UCS berpengaruh positif terhadap SF; sedangkan T sebagai variabel kontrol yang mampu meningkatkan kestabilan *sill pillar*. Berdasarkan model matematis berbasis MNR, ketebalan *sill pillar* yang telah diterapkan sebesar 6 m dapat direduksi menjadi 5,50 m dengan SF tetap berada di atas batas aman ($>1,50$). Hasil model MNR tergolong memiliki tingkat akurasi tinggi dengan nilai SF aktual hasil FEM sebesar 1,50 dan nilai SF prediksi sebesar 1,50 dengan selisih error absolut sebesar $3,32 \times 10^{-3}$ atau 0,22%. Model empiris berbasis MNR yang diperoleh dapat menjadi alternatif praktis untuk mengoptimalkan ketebalan *sill pillar* tanpa melakukan pemodelan numerik berulang, serta meningkatkan efisiensi eksploitasi cadangan dan keselamatan operasi penambangan.

Kata Kunci : Faktor Keamanan, *Finite Element Method*, *Multiple Nonlinear Regression*, Parameter Geoteknik, *Sill Pillar*

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF SILL PILLAR THICKNESS USING MULTIPLE NONLINEAR REGRESSION AND FINITE ELEMENT METHOD

By

Bima Eko Saputra

NIM: 112210029

(Mining Engineering Undergraduated Program)

The vein of Ciurug underground mine at UBPE Pongkor, managed by PT ANTAM Tbk., uses the overhand cut and fill method with sill pillars as supports between levels. The sill pillars not only serve to maintain stability, but also store reserves that still have the potential to be exploited. This study has two main objectives, namely to analyze the relationship between geotechnical parameters such as Depth Index (DI), Geological Strength Index (GSI), Uniaxial Compressive Strength (UCS), and sill pillar thickness (T) with the Safety Factor (SF) value; and to develop a predictive model for the optimal sill pillar thickness at stope level 425 using the Multiple Nonlinear Regression (MNR) approach, which was validated through numerical simulation using the Finite Element Method (FEM). A total of 256 SF data were obtained from a combination of four variations of each geotechnical parameter through numerical modeling using FEM in RS2 software. The analysis results show that DI has a negative effect on SF; GSI and UCS have a positive effect on SF; while T is a control variable that can increase the stability of the sill pillar. Based on the MNR-based mathematical model, the sill pillar thickness that has been applied of 6 m can be reduced to 5,50 m with SF remaining above the safety limit ($>1,50$). The MNR model results are classified as having a high level of accuracy with an actual SF value from FEM of 1.50 and a predicted SF value of 1,50 with an absolute error difference of $3,32 \times 10^{-3}$ or 0,22%. The obtained MNR-based empirical model can be a practical alternative to optimize the sill pillar thickness without performing repeated numerical modeling, as well as improving the efficiency of reserve exploitation and the safety of mining operations.

Keywords : Safety Factor, Finite Element Method, Multiple Nonlinear Regression, Geotechnical Parameters, Sill Pillar