

Analisis Kestabilan Terowongan di Tambang Bawah Tanah *Cross Cut 7 PT. Cibaliung Sumberdaya Pandeglang Banten*

Ambar Sutanti^{1,2}, Barlian Dwi Nagara¹, Bagus Wiyono¹, R. Andy Erwin Wijaya²

¹Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta

¹Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta

¹Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta

²Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

Korespondensi : atanti.ambar@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan Pertambangan bawah tanah akan selalu dihadapkan pada masalah deformasi dan kestabilan massa batuan di sekitar lubang bukaan bawah tanah yang bersangkutan dengan keselamatan kerja serta lancarnya kegiatan aktifitas penambangan. Oleh karena itu, diperlukan analisis geoteknik yang baik untuk dapat memberikan perlakuan yang tepat pada batuan yang dibongkar. Penelitian dilakukan di area Blok Cibitung PT. Cibaliung Sumberdaya Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten yang secara geologis mengandung banyak struktur dan pelapukan yang akan menyebabkan ketidakstabilan pada batuan saat operasi penambangan. Dengan adanya permasalahan tersebut diperlukan suatu kajian geoteknik terhadap kestabilan lubang bukaan, dan sistem penyangga yang digunakan. Analisis kestabilan lubang bukaan menggunakan metode elemen hingga atau *finite element method* (FEM) dengan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb (1779) untuk mengetahui faktor keamanan serta perpindahan total yang terjadi pada lubang bukaan. Karakteristik material didapat dari hasil pengujian laboratorium terhadap batuan utuh (*intact rock*). Secara empirik pengklasifikasian menggunakan RMR *system* menghasilkan nilai 38 yang termasuk dalam batuan kelas IV dengan bukaan aktual 4,7 meter. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa nilai faktor keamanan secara aktual masih kurang dari 1,3 dan perpindahan total masih relatif tinggi. Sehingga harus dilakukan pemasangan penyangga yang sesuai dengan upaya peningkatan nilai faktor keamanan agar meningkatkan tingkat kestabilan lubang bukaan sehingga tidak mengganggu aktifitas penambangan.

Kata kunci: faktor keamanan, lubang bukaan dan *total displacement*

ABSTRACT

Underground Mining activities always face problems of deformation and stability of the rock masses surrounding the excavations, which can affect the safety and continuation activities of mining activities. Therefore, a good geotechnical analysis is required to provide an appropriate treatment of the excavated rock mass. The research was conducted in Block Cibitung area of PT. Cibaliung Sumberdaya Pandeglang Regency Banten Province which geologically contain many structures and weathering that will cause instability of rocks during mining operations. This problem then requires a geotechnical study of the stability of openings, and the implemented support system. Stability analyses of the openings were conducted by using finite element method (FEM) method with Mohr-Coulomb failure criterion (1779) to determine the safety factor and total displacement occurring in the openings. Material properties parameters were obtained from laboratory tests of intact rock. Empirical classification using RMR system produced a value of 38 which is related to class IV rock with actual opening of 4.7 meter. From the analysis results it can be concluded that the value of safety factor is actually still less than 1.3 and total displacement is still relatively high. Therefore, the installation of support should be carried out in accordance with efforts to increase the safety factor in order to increase the stability level of the openings so it will not create a problem to mining activities.

Keywords: safety factor, total displacement

1. PENDAHULUAN (10 PT)

Metode penambangan bawah tanah dalam kegiatan atau aktivitas penambangannya dilakukan dibawah permukaan tanah dan tidak langsung berhubungan dengan udara luar. Permasalahan berkaitan dengan karakteristik massa batuan menjadi masalah utama pada metode penambangan ini. Sehingga diperlukan jaminan bahwa lubang bukaan bawah tanah tetap dalam keadaan stabil. Oleh karena itu, diperlukan analisis kestabilan lubang bukaan pada setiap area penambangan, salah satunya di area penambangan *block Cibitung Cross Cut 7*. Analisis ini berfungsi untuk menganalisis karakteristik dari batuan dan struktur geologi yang berada di sekitar lubang bukaan bawah tanah. Selain itu, analisis ini berfungsi untuk mengetahui potensi ketidakstabilan yang terjadi disekitar lubang bukaan.

Cara mengatasi ketidakstabilan lubang bukaan di area penambangan *blockCibitung Cross Cut 7* diperlukan sistem penyanggaan. Penyanggaan adalah sistem yang membantu batuan agar dapat menompang dirinya sendiri sehingga mencapai keseimbangan setelah diberi gangguan. Agar dapat memberikan rekomendasi penyanggaan yang tepat, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap beban runtuh yang akan disangga. Kemudian dibuat suatu acuan penyangga untuk area penambangan *blockCibitung Cross Cut 7* berdasarkan analisis beban runtuh yang diharapkan dapat menghasilkan penyanggaan yang optimum.

2. METODE PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian ini, peneliti menggunakan pendekatan kuantitatif yang didukung data-data di lapangan baik pengamatan secara langsung maupun tidak langsung, kemudian diolah dan dianalisis serta pembahasan. Penelitian ini berupa studi kasus. Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Studi Pustaka
Dilakukan dengan cara mempelajari literatur, peraturan perundangan dan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian.
- b. Pengumpulan Data
Pengumpulan data yang berupadata primer yang meliputi : lokasipenambangan, klasifikasi batuan, jenis – jenis penyangga. data sekunder meliputi : Data sekunder adalah jenis data yang tidak langsung didapat dari lapangan dan hasil penelitian tetapi dari buku literatur dan referensi.
- c. Pengolahan dan analisis data denganmenentukan klasifikasi massa batuan untuk mengetahui beban runtuh pada lubang bukaan sehingga dapat mengetahui kebutuhan penyangga pada lubang bukaan.
- d. Kesimpulan dan rekomendasi. Berdasarkan hasil tersebut dapatsebagai dasar evaluasi kestabilan lubang bukaan pada tambang bawah tanah.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Kekuatan massa Batuan

Massa batuan (*rock mass*) merupakan batuan yang terdapat di alam dengan segala karakteristik dan proses geologi yang dimilikinya. Batuan utuh (*intact rock*) adalah batuan sampel yang di antaranya dapat diperoleh dari pemboran inti (*coring*) dalam bentuk inti bor (*core*) dan tidak memiliki rekahan yang signifikan dapat mengurangi kekuatan batuan.

[6] memasukan konsep *Geological Strength Index* (GSI) yang memberikan estimasi pengurangan kekuatan massa batuan karena perbedaan kondisi geologi. Kriteria ini kemudian dikenal sebagai *Generalized Hoek-Brown Criterion* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a \quad .. \quad (1)$$

$$mb = m_i \exp \left(\frac{GSI-100}{28-14D} \right) \quad .. \quad (2)$$

$$s = \exp \left(\frac{GSI-100}{9-3D} \right) \quad (3)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left(e^{\frac{GSI}{15}} - e^{\frac{20}{3}} \right) \quad (4)$$

Keterangan:

σ'_1 dan σ'_3 = tegangan maksimum dan minimum pada saat *failure*, mb = konstanta m dari massa batuan, m_i , s dan a = konstanta yang tergantung pada karakteristik struktur massa batuan, σ_{ci} = kuat tekan uniaksial batuan utuh dari uji laboratorium, GSI = *Geological Strength Index*, D = *Disturbance factor*.

Klasifikasi massa batuan

Klasifikasi massa batuan adalah pengelompokan massa batuan atas penilaian yang diberikan berdasarkan berbagai informasi berupa karakteristik batuan, tegangan, kondisi hidrologi, dan komposisi batuan. Klasifikasi massa batuan bermanfaat untuk memberikan perkiraan awal kestabilan terowongan.

3.2 Data Hasil Klasifikasi Massa Batuan

Data hasil kegiatan lapangan adalah pengklasifikasian massa batuan. Pengklasifikasian massa matuan menggunakan [2]. Pengklasifikasian kelas massa batuan RMR ini berdasarkan penilaian kuantitatif terhadap kondisi kualitatif dan kuantitatif massa batuan yang terdiri atas kuat tekan batuan utuh (dengan *point load test*),

Rock Quality *Designation*, *spasi joint*, kondisi retakan, kondisi air tanah di *stope* (hasil *mapping*). Data tersebut, kemudian dikoreksi (*adjustment*) dengan orientasi *strike/dip* batuan terhadap *stope*.

Hasil penilaian menunjukkan batuan di *Cibitung cross cut 7* berada pada kelas III (*fair rock*) untuk *country rock* dan kelas III (*fair rock*) juga untuk *vein*, baik untuk batuan *country rock*. Dimensi lubang bukaan aktual lebar bukaan 5,1 m dan tinggi 5,5 m. Setelah data lapangan diperoleh maka dilakukan pengambilan sampel secara sistematis untuk dilakukan pengujian di laboratorium. Pengujian di laboratorium menghasilkan parameter-parameter yang nantinya dibutuhkan untuk analisis kekuatan batuan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sampel Batuan

| Jenis Batuan | Unit Weight (MN/m ³) | Modulus Young (Mpa) | Poisson Ratio | Intact Comp. Strength (Mpa) |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Ore | 0,0231 | 10703 | 0,06 | 61,32 |
| Polymictic Breccia | 0,0271 | 985,6 | 0,14 | 51,07 |
| Andesitic Breccia | 0,027 | 1100 | 0,25 | 75 |

Dalam penelitian ini parameter yang akan diinterpretasi berdasarkan hasil model *numeric* berupa besar perpindahan (*displacement*), *strength factor*, di sekitar *stope* (*right/left wall* dan *roof*). Data masukan material pengisi (*filling material*) untuk pemodelan menggunakan perangkat lunak *phase²* diperoleh dari 75% nilai *material properties* batuan yang dilakukan penggalan (*Polymictic Breccia*). Material *back filling* diambil dari material disekitar lubang bukaan. Material sekitar lubang bukaan terdiri dari batuan *Polymictic Breccia* dan material lainnya (*waste*).

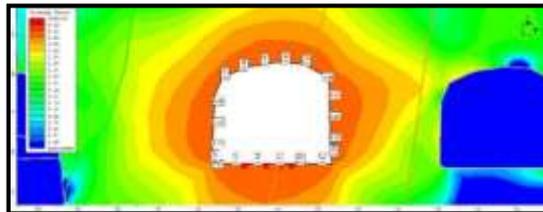
Beberapa pendekatan yang digunakan dalam uji model *numeric* adalah :

1. Ukuran *stope* sesuai dengan hasil pengukuran
2. Penggambaran kondisi *stope*, baik *filling floor*, tinggi *pillar*, maupun *filling* diatas *pillar* akan digambarkan sesuai dengan kondisi *stope*.
3. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Phase²*.

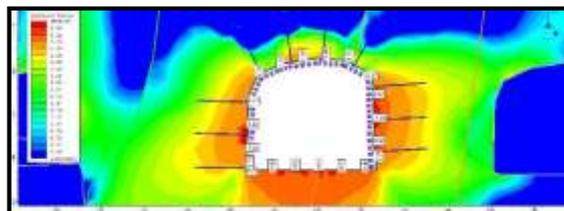
Penentuan kekuatan suatu lubang bukaan didasarkan pada kekuatan batuan yang dibongkar untuk pembuatan lubang bukaan itu sendiri. Hasil pemodelan numerik akan diberikan dalam dua tampilan data, yang pertama adalah penilaian terhadap lubang bukaan hasil penggalan *unsupport* dan yang kedua adalah penilaian terhadap lubang bukaan yang telah dilakukan *support*. Pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak *phase²* menghasilkan luaran yang dapat digunakan untuk menghitung besar perpindahan lubang bukaan, *strength factor*.

a. *Unsupport*

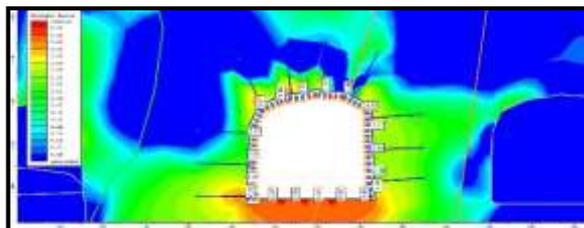
Pemodelan numerik dilakukan dengan asumsi bukaan di sekitar *Cibitung Cross Cut 7* telah dilakukan *filling*.



Gambar 1. Analisis *strength factor* sebelum dilakukan *support*.



Gambar 2. Analisis *strength factor* setelah dilakukan *support A*

Gambar 3. Analisis *strength factor* setelah dilakukan *support B*Tabel 2. Hasil Analisis *Strength Factor*

| No | Uraian | Standar | Modeling A | Modeling B | Modeling C |
|----|---------------|---------|------------|------------|------------|
| 1 | Dinding Kiri | 1,3 | 0,52 | 0,75 | 0,62 |
| | | 1,3 | 0,43 | -0,25 | 2,25 |
| | | 1,3 | 0,45 | 0,62 | 2,93 |
| | | 1,3 | 0,45 | 0,71 | 2,31 |
| 2 | Dinding Kanan | 1,3 | 0,41 | 0,57 | 1,71 |
| | | 1,3 | 0,48 | -1 | 1,94 |
| | | 1,3 | 0,52 | 0,64 | 2,16 |
| | | 1,3 | 0,44 | 0,63 | 1,49 |
| 3 | Atap | 1,3 | 0,45 | 0,93 | 1,07 |
| | | 1,3 | 0,43 | 1,87 | 1,86 |
| | | 1,3 | 0,46 | 0,92 | 1,92 |
| | | 1,3 | 0,41 | 1,7 | 1,01 |
| 4 | Lantai | 1,3 | 0,39 | 2,23 | 5,08 |
| | | 1,3 | 0,52 | 0,75 | 1,77 |
| | | 1,3 | 0,47 | 0,49 | 0,62 |
| | | 1,3 | 0,54 | 0,56 | 0,47 |
| | | 1,3 | 0,61 | 0,63 | 0,54 |
| | | 1,3 | 0,52 | 0,53 | 0,61 |
| | | 1,3 | 0,47 | 0,48 | 0,51 |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tersebut di atas, makadapat disimpulkan bahwa Dari hasil analisis *strength factor* kondisi bukaan secara aktual dengan modeling A & B didapat kondisi yang tidak stabil sedangkan dengan modeling C didapat kondisi yang relatif stabil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan makalah ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada STTNAS Yogyakarta, PT. Cibaliung Sumbercaya dan semua yang telah membantu dalam kegiatan penelitian di lokasi, Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta yang telah memberikan bantuan selama penelitian ini dan semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan seminar nasional ini.

DAFTAR PUSTAKA (10 PT)

- [1] Bieniawski, Z.T., *Rock Mass Clasifications in Rock Engineering*, Proceeding Symposium on Exploration for Rock Engineering, Ed. Z.T. Bieniawski, A.A. Balkema, Rotterdam, p.97-106; 1976,
- [2] Bieniawski, Z.T., *Rock Mechanics Design in Mining and Tunnelling*, The Pennsylvania State University, A.A. Balkema, Rotterdam, p. 272; 1984,
- [3] Bieniawski, Z.T., *Engineering Rock Mass Clasifications*, John Wiley & Sons, New York, p. 251; 1989,
- [4] Brady, B.H.G., Brown, E.T., *Rock Mechanics for Underground Mining*, 3 Ed., Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, p. 356-357; 2005.
- [5] Dwinagara, B., Bagus, W., Idris, M. O., *Aplikasi Pemodelan Numerik (Phase²) Pada Tambang Bawah Tanah, UBPE Pongkor PT. Antam Tbk*; 2008
- [6] Hoek, E., Brown, E.T., *Underground Excavation in Rock*, Institution of Mining and Metallurgy, London, p. 527; 1980.
- [7] Hoek, E., Bray, J.W., *Rock Slope Engineering*, 3 Ed., Institution of Mining and Metallurgy, London, p.402; 1981.