

ANALISIS KESTABILAN LUBANG BUKAAN DAN *PILLAR* DALAM RENCANA PEMBUATAN TAMBANG BAWAH TANAH BATUGAMPING DENGAN METODE *ROOM AND PILLAR* DI DESA SIDOREJO KECAMATAN LENDAH KAB. KULONPROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Recky Fernando L. Tobing¹, Diana Irmawati Pradani², Ratih Hardini K P³

Mahasiswa Pascasarjana, Konsentrasi Lingkungan Pertambangan¹

reckytobing@yahoo.co.id

Mahasiswa Pascasarjana, Konsentrasi Geomekanika²

Mahasiswa Pascasarjana, Konsentrasi Geomekanika³

Prodi Magister Teknik Pertambangan FTM – UPN “Veteran” Yogyakarta

Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta 55283, Tel. 0274-48984

Abstrak

Kestabilan lubang bukaan merupakan suatu faktor yang sangat penting untuk kelancaran kegiatan penambangan bawah tanah. Agar menjadi suatu metode penambangan yang aman, maka perlu dilakukan analisis tentang kestabilan lubang bukaan dan *pillar* pada rencana pembuatan tambang bawah tanah batugamping dengan metode penambangan menggunakan metode *room and pillar*.

Analisis ini dilakukan berdasarkan pada metode empirik yaitu melakukan pendekatan menggunakan klasifikasi massa batuan dan metode analitik yang mendasarkan pada tegangan-tegangan dan deformasi. Untuk metode analitik, penentuan faktor keamanan menggunakan suatu program geoteknik yaitu *phase2* versi 7 dari *rocscience*.

Berdasarkan analisis yang dilakukan, didapat RMR sebesar 62 dengan penamaan variabel bagus dan untuk penentuan kelas massa batuan berdasarkan *Geological Strength Index (GSI)* didapat nilainya sebesar 57 dengan kondisi kekar permukaan yang baik dan struktur massa batumannya yang tidak terganggu massa batuan yang lain. Sedangkan untuk nilai *Q* systemnya didapat sebesar 29,001 dengan panjang *span* maksimum 12,3 meter dan *stand of timenya* selama 7000 jam.

Kata kunci : kestabilan, lubang bukaan, pillar

Abstract

The stability of the opening hole is a very important factor for the operation of underground mining. In order to become a mining method that is safe, there should be an analysis of the stability of the hole openings and pillars in the plan of the underground mining of limestone mining using the room and pillar method.

The analysis was conducted based on empirical methods approach using rock mass classification and analytical methods are based on the stresses and deformation. For the analytical method, the determination of the safety factor using a geotechnical program is *phase2* version 7 of *rocscience*.

Based on the analysis, obtained RMR by 62 with good variable naming and for the determination of rock mass classes based on Geological Strength Index (GSI) values obtained by 57 with a stocky good surface conditions and rock mass structure undisturbed rock mass to another. As for the value of *Q* obtained system span of 29.001 with a maximum length of 12.3 meters and a stand of time for 7000 hours.

Keywords : Stability, Main Hole, Pillar

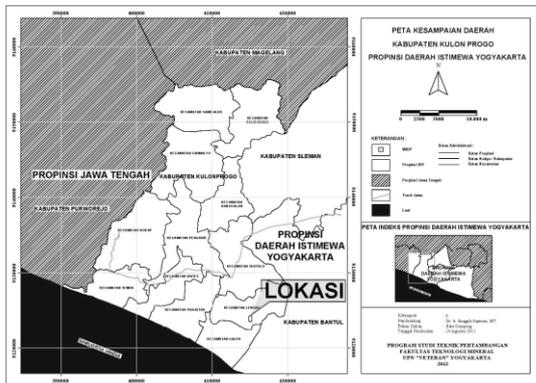
1. Pendahuluan

Batugamping adalah batuan kapur yang sebagian besar tersusun oleh mineral kalsium karbonat (CaCo₃). Bahan tambang ini biasa digunakan untuk bahan baku terutama dalam pembuatan semen abu/*portland*, industri keramik, cat, kosmetik, pondasi bangunan, dll.

Seiring dengan adanya pelaksanaan otonomi daerah, pemerintah memprioritaskan

aktivitas usaha disegala bidang, sehingga aktivitas tersebut dapat meningkatkan pendapatan asli daerah yang akan menunjang kesejahteraan masyarakat. Salah satu usaha yang mungkin untuk diterapkan adalah eksploitasi sumberdaya alam berupa batugamping melalui kegiatan pertambangan. Mengingat jumlah cadangan batugamping di Kabupaten Kulonprogo cukup besar yaitu 214.523.231,19 Ton.

Untuk mengurangi dampak yang disebabkan dengan sistem penambangan terbuka maka dirasa sangat diperlukan studi-studi mengenai analisis kestabilan lubang bukaan pada sistem penambangan bawah tanah. Dengan latar belakang diatas, maka dilakukan analisis kestabilan lubang bukaan pada rencana pembuatan tambang bawah tanah batugamping di Desa Sidorejo Kecamatan Lendah Kabupaten Kulonprogo.



Gambar 1: Peta kesampaian daerah penelitian



Gambar 2 : Titik pengambilan contoh batugamping

2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Menentukan geometri lubang bukaan tambang bawah tanah yang aman.
- b. Menganalisis kestabilan dari lubang bukaan tambang bawah tanah di daerah penelitian.

3. Metodologi Penelitian

Adapun metode penelitian yang diterapkan yaitu penelitian dan pengolahan data. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literatur, penyelidikan lapangan, pengujian laboratorium, pengolahan data dari lapangan dan laboratorium serta menganalisis kestabilan dan geometri dari lubang bukaan tambang bawah tanah pada daerah penelitian.

Dalam melaksanakan penelitian ini data yang

berhubungan dengan analisa didapat dengan dua cara, yaitu melakukan studi literatur di instansi terkait dan penelitian langsung di lapangan. Berikut merupakan data yang diperoleh selama melakukan penelitian :

- a. Studi literatur dan pengumpulan data sekunder
 - Dari hasil studi literatur dan pengumpulan data sekunder diperoleh data sebagai berikut :
 - Peta kesampaian daerah.
- b. Penelitian di lapangan :

Penelitian di lapangan ini bertujuan untuk mendapatkan data primer yaitu keadaan struktur geologi (kekar dan sesar), keadaan topografi, keadaan muka air tanah. Pengukuran struktur geologi dilakukan pada empat titik lereng hasil penambangan rakyat yang berbeda di daerah penelitian, dengan panjang *scanline* 25 m pada tiap titik pengukuran agar dapat membantu mendeskripsikan keadaan struktur geologi dan material penyusun di daerah penelitian. Peralatan yang digunakan adalah kompas geologi, meteran 25 m, tali plastik, *clipboard*, pensil dan form pengisian data pengukuran struktur geologi.

Material pada daerah penelitian merupakan batugamping klastik yang tersusun berlapis-lapis. Data yang diperoleh dari studi literatur dan penelitian di lapangan selanjutnya diolah untuk dapat dipakai dalam melakukan analisa. Analisa untuk mengetahui kestabilan lubang bukaan ini selanjutnya menggunakan suatu program geoteknik yaitu *Phase2 Version 7* dari *rocscience* dengan parameter yang telah tersedia.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Sifat Fisik

Berdasarkan hasil pengujian percontoh di Laboratorium Mekanika Batuan Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional ‘Veteran’ Yogyakarta maka, batugamping yang diambil di Desa Sidorejo mempunyai sifat fisik sebagai berikut :

Tabel 1 : Hasil uji sifat fisik batugamping

| | |
|---|----------------------------|
| Bobot isi asli | 2,31 (gr/cm ³) |
| Bobot isi kering | 2,22 (gr/cm ³) |
| Bobot isi jenuh | 2,38 (gr/cm ³) |
| <i>True specific gravity</i> (ρ_r) | 2,65 |
| <i>Apperent spesific gravity</i> (ρ_{app}) | 2,22 |

| | |
|---------------|--------|
| Kadar air (w) | 4,13 % |
|---------------|--------|

| Conto | Tipe | W (mm) | D (mm) | D (cm) | P (kN) |
|------------------------|-----------|--------|---------|--------|--------|
| A | Diametral | 68.3 | 49.8 | 4.98 | 6.5 |
| B | Diametral | 60.7 | 48.9 | 4.89 | 6.5 |
| C | Diametral | 68.5 | 49.9 | 4.99 | 8.1 |
| Derajat kejenuhan (Sr) | | | 55,8% | | |
| Porositas (n) | | | 16,40 % | | |
| Angka pori (e) | | | 0,2 | | |

4.2 Sifat Mekanik

Berdasarkan pengujian perconto yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Batuan Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Yogyakarta menghasilkan data pengujian sebagai berikut :

Tabel 2 : Hasil Uji Kuat Geser Normal dan Geser Residu Untuk Kekar

| Sifat mekanika batuan | Nilai |
|--------------------------------|-----------|
| Sudut gesek dalam (θ) | 11,75° |
| Kohesi (c) | 62,63 kPa |

Tabel 3 : Hasil Uji Kuat Geser Normal dan Geser Residu Untuk Perlapisan

| Sifat mekanika batuan | Nilai |
|--------------------------------|----------|
| Sudut gesek dalam (θ) | 21,95° |
| Kohesi (c) | 34,3 kPa |

Sedangkan sifat mekanik kuat tekan sebagai berikut :

Tabel 4 : Hasil Uji Kuat Tekan

| No. | Parameter | Perconto A | Perconto B | Perconto C |
|-----|-----------|------------|------------|------------|
|-----|-----------|------------|------------|------------|

| P (kg) | De ² (mm ²) | De (mm) | F | Is MPa | σ_c MPa |
|--------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------------|
| 650 | 4332.92 | 65.82 | 1 | 1.5 | 34.44 |
| 650 | 3781.18 | 61.49 | 0.99 | 1.7 | 39.14 |
| 810 | 4354.33 | 65.99 | 1 | 1.86 | 42.75 |
| 1 | Kuat tekan uniaksial (MPa) | 33,99 | 37,41 | 42,48 | |
| 2 | Batas elastik (MPa) | 27,19 | 30,28 | 33,99 | |
| 3 | Modulus elastisitas | 37107.65 | 31902.25 | 31792.27 | |
| 4 | Poisson ratio | 0.19 | 0.18 | 0,17 | |

Sedangkan sifat mekanik uji beban titik (*point load test*) sebagai berikut :

Tabel 5 : Hasil Uji Beban Titik

Sambungan Tabel 5

4.3 Metoda Empirik

Metode Empirik adalah rancangan berdasarkan analisis statistik, yaitu melakukan pendekatan empirik dari banyak pekerjaan serupa sebelumnya. Pendekatan empirik yang paling baik adalah klasifikasi massa batuan, contohnya adalah Klasifikasi *Rock Mass Rating*, *Geological Strength Index* dan *Slope Mass Rating*.

4.3.1 Menentukan *rock mass rating* (RMR)

Klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR = klasifikasi Geomekanika) dibuat pertama kali oleh *Bieniawski* (1973). Sistem klasifikasi ini telah dimodifikasi beberapa kali, terakhir pada tahun 1989. Modifikasi selalu dengan data yang baru agar dapat digunakan untuk berbagai kepentingan dan disesuaikan dengan standar internasional. Adapun parameter yang digunakan dan hasil analisisnya adalah sebagai berikut :

- Kuat tekan uniaksial (σ_c)
- Rock quality design* (RQD)
- Spasi ketidakteraturan

d. Kondisi rekahan

| Objek | Conto 1 | Conto 2 | Conto 3 |
|-------------------------|---|--|--|
| UCS (Mpa) | 36.96 Mpa | 36.96 Mpa | 36.96 Mpa |
| Bobot | 4 | 4 | 4 |
| RQD (%) | 97,04 % | 97,52 % | 97,48% |
| Bobot | 20 | 20 | 20 |
| Jarak Discontinuiti (m) | 0.37 | 0,41 | 0,41 |
| Bobot | 10 | 10 | 10 |
| Kondisi Discontinuiti | Agak kasar,pe misahan, 1 mm, dinding agak lapuk | Agak kasar, pemisahan , 1 mm, dinding agak lapuk | Agak kasar, pemisahan , 1 mm, dinding agak lapuk |
| Bobot | 25 | 25 | 25 |
| Air tanah pada kekar | Kering | Kering | Kering |
| Bobot | 15 | 15 | 15 |
| Orientasi | Terowongan, Sangat tidak menguntungkan | Terowongan, Sangat tidak menguntungkan | Terowongan, Sangat tidak menguntungkan |
| Bobot | -12 | -12 | -12 |
| Total | 62 | 62 | 62 |
| Kelas | II | II | II |
| Diskripsi | Baik | Baik | Baik |
| Stand up time rata-rata | 6 bulan untuk span 8 m | 6 bulan untuk span 8 m | 6 bulan untuk span 8 m |
| Kohesi (C) | 34,3 KPa | 34,3 KPa | 34,3 KPa |
| Sudut gesek dalam (Ø) | 21,95° | 21,95° | 21,95° |

- e. Kondisi air tanah
f. Orientasi ketidak-menerusan

4.3.2 Perhitungan RQD

Perhitungan RQD berdasarkan metode *scanline* (Poist E. Hudson, 1976), yaitu sebagai berikut :

$$RQD (\%) = 100e^{-0.1\lambda}(0,1\lambda+1)$$

Apabila Nilai RQD (%) dihitung dengan rumus diatas :

$$\text{Spasi kekar rata-rata sebenarnya} = 0.37701\text{m}$$

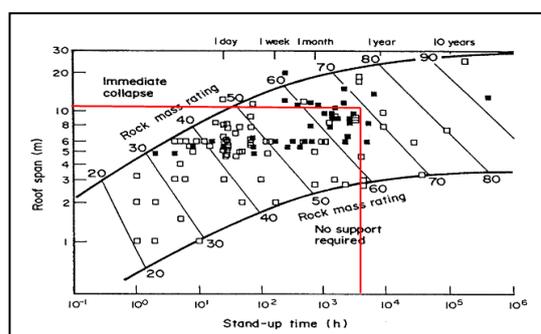
$$\text{Sehingga, } \lambda = 1/0.37701 = 2.65245$$

$$RQD (\%) = 100e^{-0.1\lambda}(0,1\lambda+1)$$

$$RQD (\%) = 100e^{-0.1 \times 2.625} (0,1 \times 2.625 + 1) = 97,04 \%$$

Tabel 6 : Klasifikasi Massa Batuan

Berdasarkan hasil analisis, maka batugamping di Desa Sidorejo pada blok I, II, III, IV mempunyai nilai **RMR yang sama yakni 62 dengan penamaan variabel baik.**



Gambar 3 : Grafik hubungan antara *stand-up time* dan *span* untuk berbagai massa batuan berdasarkan klasifikasi geomekanika

4.4 Metoda Analitik

Metode Analitik adalah metode rancangan berdasarkan analisis tegangan-tegangan dan deformasi. Perhitungan faktor keamanan secara analitik yaitu dengan menggunakan :

Generalisasi Hoek and Brown Dengan Bantuan Program Phase2.

Penggunaan Kriteria *Generalisasi Hoek and Brown* pada program *phase2* didasarkan pada kuat tekan uniaksial dari massa batuan yang besar yakni 33,992 MPa, sehingga diklasifikasikan pada jenis kekuatan batuan dengan kelas *medium strong rock (UCS 25-50MPa (ISRM))*. Parameter lain yang digunakan untuk menghitung Faktor Keamanan dalam sebuah lubang bukaan pada sistem tambang bawah tanah metode *room and pillar* adalah :

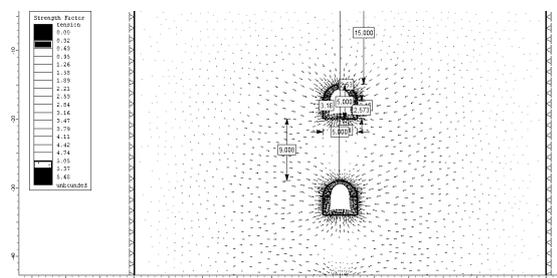
| | |
|-------------------------------|------------|
| γ (MN/m ³) | : 0,026 |
| E (MPa) | : 37187,65 |
| ν (MPa) | : 0,192 |
| σ_t (MPa) | : 0 |
| c (MPa) | : 0,34338 |
| Θ (°) | : 22° |
| σ_1 (MPa) | : 0,28 |
| σ_3 (MPa) | : 0,25 |

Adapun hasil analisis faktor keamanan lubang bukaan dari 8 parameter diatas menggunakan pendekatan Generalisasi *Hoek and Brown* yaitu sebagai berikut :

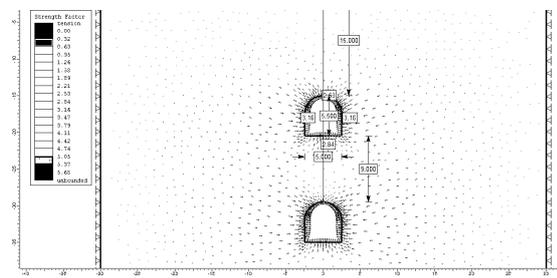
Tabel 7 : Analisis kestabilan lubang bukaan utama

Tabel 8 : Analisis kestabilan *room and pillar*

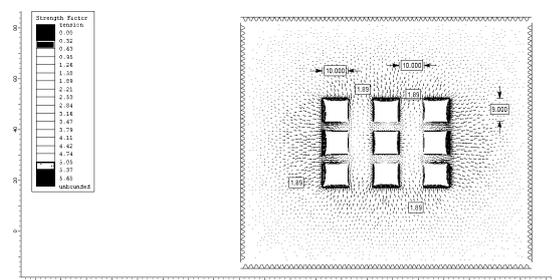
| Lebar dan Tinggi Room, m | Lebar dan Tinggi Pillar, m | Bentuk | SF |
|--------------------------|----------------------------|---------|------|
| 10 x 9 | 10 x 9 | Persegi | 1,89 |



Gambar 4 : Analisis Lubang Bukaan Dimensi ukuran (5 x 5) m



Gambar 5 : Analisis Lubang Bukaan Dimensi ukuran (5 x 5,5) m



Gambar 6 : Analisis *room and pillar* Dimensi ukuran Lebar dan Tinggi (10 x 9) m

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan pada daerah penelitian di Desa Sidorejo

Kecamatan Lendah Kabupaten Kulonprogo. Maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Material yang ada pada lokasi penelitian dapat termasuk dalam kelas *medium strong rock UCS*

| Lebar dan Tinggi Lubang Bukaan, m | Bentuk Lubang Bukaan | SF |
|-----------------------------------|----------------------|------|
| 5 x 5 | Tapal Kuda | 3.16 |
| 5 x 5,5 | Tapal Kuda | 2.53 |

25-50MPa (*ISRM*) dengan nilai kuat tekan dari 3 conto berkisar 33-42 MPa ; bobot isi 2,31 gr/cm³ ; kohesi (c) dari hasil uji kuat geser normal dan geser residu untuk perlapisan 0,343 MPa ; sudut gesek dalam ($^{\circ}$) 21,95 $^{\circ}$; Modulus Young 37187,65 MPa ; poison ratio 0,19.

2. Geometri lubang bukaan yang stabil berdasarkan hasil analisis data didapatkan lubang bukaan dengan geometri lebar 5 m dan tinggi 5 m dengan bentuk lubang tapal kuda serta nilai faktor keamanan 3,16.
3. Berdasarkan analisis data didapat geometri *room and pillar* yang aman untuk menunjang dilakukannya kegiatan penambangan adalah dengan lebar 10 m, tinggi 9 m, berbentuk persegi panjang serta didapatkan nilai faktor keamanan 1,89.
4. Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang faktor keamanan dari pembuatan tambang bawah tanah ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

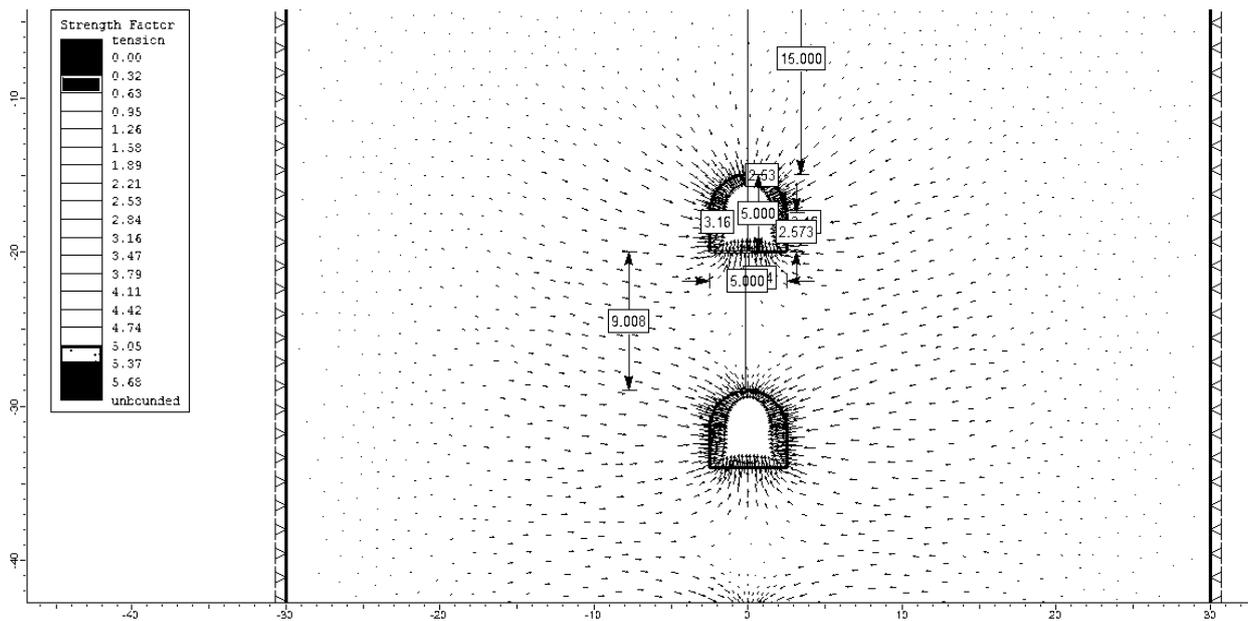
- Potts, DAVID m. & Zdavkovit, Lidija 1999, *Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering Theory*, Thomas Telford Ltd, 1 Heron Quarry, London.
- R. Hariyanto, 2012, *Praktek Tambang Bawah Tanah*, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta.

Singih Saptono, 2012, *Perencanaan Tambang 2*, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta.

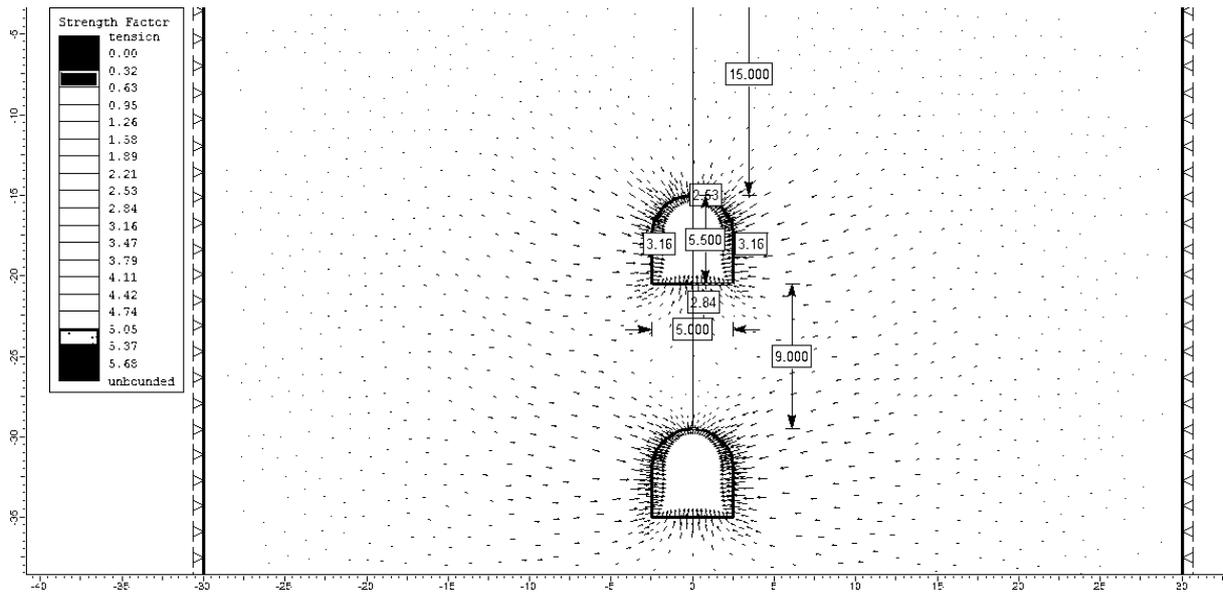
Wyllie, Duncan C. & Mah, Christopher W. 2004, *Rock Slope Engineering 4th Ed.* The Institution of Mining and Metallurgi London.

Recky Fernando L. Tobing, 2014, *Rancangan Push Back 3 bulan di front suwota site tanjungbuli PT. Aneka Tambang UBP Nikel Maluku Utara Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara*, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta.

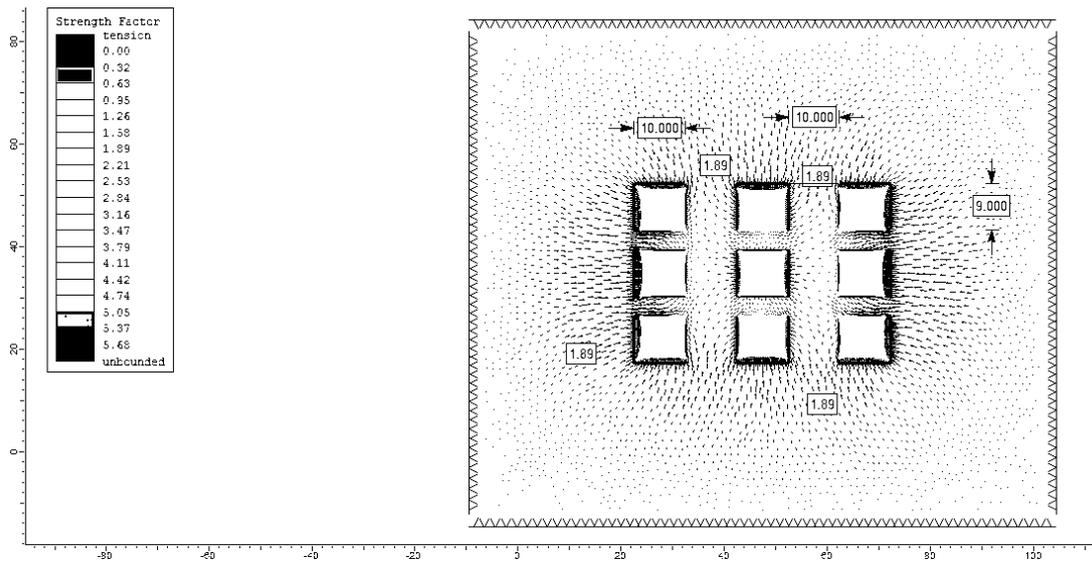
LAMPIRAN



Gambar 1 : Penampang Lubang Bukaannya Dimensi 5 x 5 meter



Gambar 2 : Penampang Lubang Bukaian Utama Dimensi 5 x 5,5 meter



Gambar 3 : Penampang *room and pillar*