

TUGAS AKHIR

**DESAIN TEROWONGAN DEVELOPMENT DI WILAYAH OMBILIN
I SAWAHLUWUNG PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK, UNIT
PERTAMBANGAN OMBILIN, SAWAHLUNTO**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Program Studi S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh:

JEFRI ANTO HARIS
BP: 2012/1202053

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul

Desain Terowongan Development Di Wilayah Ombilin I Sawahluwung PT. Bukit

Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin Sawahlunto

Nama : Jefri Anto Haris
NIM/BP : 1202053/2912
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

Heri Prabowo, S.T., M.T.
NIP. 19781014 200312 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas
Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Desain Terowongan Development Di Wilayah Ombilin 1
Sawahluwung PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit
Pertambangan Ombilin Sawahlunto
Nama : Jefri Anto Haris
NIM/BP : 1202053/2912
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2017

Tim Penguji

Tanda Tangan


1. Drs. Raimon Kopa, M.T.

1. ()

2. Heri Prabowo, S.T., M.T.

2. ()


3. Drs. Bambang Heriyadi, M.T.

3. ()

4. Drs. Tamrin Kasim, M.T.

4. ()

5. Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T.

5. ()



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644
Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mimim@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jesu Anto Haris
NIM/TM : 1207053 / 2012
Program Studi : SI Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

" Desain Perancangan Development di Wilayah Ombilin I
Sawahluwang PT. Bukit Asam (Persero) Tbk,
Unit Pertambangan Ombilin Sawahlunto "

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

Padang, Februari 2017

yang membuat pernyataan,



BIODATA



I. DATA DIRI

Nama Lengkap : Jefri Anto Haris
No. Buku Pokok : 1202053/2012
Tempat / Tanggal Lahir : Lubuk Jantan / 27 Juli 1993
Jenis Kelamin : Laki – laki
Nama Bapak : Haris
Nama Ibu : Rosna
Jumlah Bersaudara : 6 orang
Alamat Tetap : Balai Selasa, Nagari Lubuk Jantan,
Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten
Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat.

II. DATA PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SD Negeri 36 Saribu Labiah, Lubuk Jantan
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP Negeri 1 Lintau Buo Utara
Sekolah Lanjutan Atas : SMK Negeri 1 Lintau Buo
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Laporan Penelitian Tugas Akhir

Tempat Tugas Akhir : PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit
Pertambangan Ombilin, Sawahlunto
Tanggal Tugas Akhir : 1 September 2016 – 20 Oktober 2016
Topik Tugas Akhir : Desain Terowongan Development Di
Wilayah Ombilin I Sawahluwung PT.
Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit
Pertambangan Ombilin Sawahlunto.
Tanggal Sidang : 27 Januari 2017

Padang, Februari 2017

(Jefri Anto Haris)
2012/1202053

ABSTRAK

Jefri Anto Haris : Desain Terowongan Development Di Wilayah Ombilin I Sawahluwung PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin Sawahlunto.

Unit Pertambangan Ombilin merupakan salah satu unit kerja dari PT Bukit Asam (Persero) Tbk, berlokasi di Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat, yang bergerak di bidang penambangan batubara dan pengelolaan asset. Dengan menipisnya cadangan batubara bawah tanah serta keberadaan batubara yang jauh dari permukaan yaitu 2,5 KM dari pintu utama menuju *front* kerja diiringi dengan sistem penambangan yang manual menyebabkan tidak ekonomis batubara untuk ditambang, oleh karena itu perusahaan mengambil tindakan dalam mengakhiri kegiatan penambangan dengan melakukan reklamasi lahan pasca tambang, dalam hal ini PT. Bukit Asam (Persero) Tbk merencanakan lahan pasca tambang dijadikan sebagai sarana pelatihan tambang bawah tanah. Lokasi yang akan dijadikan sarana pelatihan tambang bawah tanah adalah mulai dari Adit Sawahluwung-J4-J3-J2-J5-J6-J8-J52-J46-J65-J23-J21-J7-J14-J37. kemudian terakhir di lubang lingkaran. Lokasi J1 merupakan salah satu tempat yang akan dilakukan pemasangan beton, sedangkan pada lokasi tersebut merupakan sebagai jalur udara keluar, oleh karena itu perusahaan merencanakan untuk membuat terowongan baru sebagai jalur udara alternatif sepanjang 125 meter.

Analisis RMR-sistem merupakan salah satu metode untuk mengetahui kelas massa batuan. Dari hasil pengukuran beberapa parameter metode RMR, diperoleh kuat tekan batuan utuh (UCS) 8 Mpa, RQD 71,59%, spasi rata-rata bidang diskontinyu 190 mm, kondisi bidang diskontinyu (*persistence* 1-3 meter), (*Aperature* 1-5 mm), (*Roughness* sedang), (*infilling* lunak), (*weatering* tinggi), kadar air lembab dan orientasi bidang diskontinyu tidak menguntungkan, berdasarkan data tersebut dilakukan pemberian pembobotan diperoleh bobot sebesar 38, kelas massa batuan tergolong buruk (*poor rock*).

Berdasarkan data tersebut maka dapat di rekomendasikan penyangga sebagai berikut : jika menggunakan *rock bolt* panjang 4 meter dibutuhkan 6 set per kemajuan, pemasangan *shotcrete* tebal 100 mm dengan spasi antar baut batuan adalah 1,5 meter dan ditambahkan pemasangan *wiremess*, jika menggunakan penyangga baja (*I-Beam*) dibutuhkan baja dimensi 25 cm x 25 cm, nilai modulus tampang sebesar 720 cm³ dengan jarak antar penyangga 1,2 meter.

Kata kunci : Reklamasi, terowongan, kelas massa batuan, penyanggaan.

ABSTRACT

Jefri Anto Haris : Development Tunnel Design on Ombilin I Sawahluwung site PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit of Ombilin Mine, Sawahlunto

The Unit of Ombilin Mine is one of PT. Bukit Asam (Persero) Tbk's fronts unit that manage on coal mining and asset in Sawahlunto, West Sumatera Province. Coal in Sawahluwung is not benefit for mined because of coal's resources was decreased and far away from surface (2,5 km from main gate toward mine front) and also manual mining system's application. That is why, the company does one ends mine activity with doing reclamation on trace area. In this case, PT. Bukit Asam (Persero) Tbk plans to convert the trace area become underground mine training area. There are some spot in Sawahluwung underground mine that created for underground mine training area. Those start from Adit Sawahluwung-J4-J3-J2-J5-J6-J8-J52-J46-J65-J23-J21-J7-J14-J37 and the last at circle tunnel. J1 is one of location in Sawahluwung that blocked, while at that location is created as ventilation outlet. That is why, company plans to create 125 meters new tunnel as alternative ventilation outlet.

RMR-system analysis is one of methods to know rock mass class. From result of measuring some RMR method parameter, the value of unconfined compressive streight (UCS) is 8 Mpa, Rock Quality Designation (RQD) is 71,59%, average of discontinuity lenth spacing is 190 mm, condition of discontinuity lenth spacing is (persistence 1-3 meters) (Aperature 1-5 mm), (medium Roughness), (smooth infilling), (high weatering), moisture is dump, and orientation of discontinuity lenth is unbenefitable. Base on those data, we make the rating and gotten amaout of rating are 38. So, the rock mass class is classified into poor rock category.

Base on those data, we recommendate some kind of tunnel support. If using 4 meters rock bolt, that needs 6 set of bolting per 1,2 meter toward, 100 mm tickness shotcrete plugging with the spacing each rock bolt is 1,5 meter and addition of wiremess. If using steel set support (I-Beam), that needs steel with 25x25 cm dimentions, the value of W is 720 cm³ with 1,2 meters span.

Keywords: Reclamation, tunnel, rock mass class, tunnel support.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Desain Terowongan Development di Wilayah Ombilin I Sawahluwung PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Ombilin, Sawahlunto”.

Selama pengurusan permohonan izin penelitian sampai pembuatan draft Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan ilmu dan pengalaman dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a dan dorongan baik moril maupun material yang selalu menjadi penyemangat penulis.
2. Bapak Drs. Raimon Koppa, MT selaku Pembimbing I penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
3. Bapak Heri Prabowo, ST. MT, selaku Pembimbing II penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Manap, selaku *Dept.* KOT PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, UPO
6. Bapak Yeyen dan abang Bayu selaku pembimbing di lapangan yang banyak memberikan masukan ilmu buat penulis.
7. Seluruh Staff PT. Bukit Asam UPO yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan angkatan 2012 Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang tidak disebutkan namanya satu per satu.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki isi dari Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca sekalian. Terima Kasih.

Padang, Februari 2017

Penulis

Jefri Anto Haris
Nim: 1202053/2012

DAFTAR ISI

	Halaman
BIODATA	i
RINGKASAN	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KEADAAN UMUM DAN LANDASAN TEORI	
A. Deskripsi Perusahaan	9
1. Lokasi Daerah Penelitian	9
2. Kesampaian Daerah	10
3. Keadaan Geologi dan Stratigrafi	11
4. Iklim dan Curah Hujan.....	17
B. Tinjauan Pustaka.....	19
1. Rancangan Terowongan.....	19
a. Metode Analitik (<i>Analytical Methods</i>).....	21
b. Metode Pengamatan (<i>Observational Methods</i>).....	24
c. Metode Empirik (<i>Empirical Methods</i>)	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	62
B. Jenis Penelitian	62

C. Lokasi Penelitian.....	62
D. Prosedur Penelitian	63
E. Jadwal Penelitian	65
F. Teknik Pengumpulan Data.....	65
G. Bagan Alir Penelitian.....	67

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian dan Analisa Data	
1. Lokasi Penelitian.....	68
2. Umum.....	68
3. Data Teknis Terowongan	69
4. Parameter Desain	69
5. Desain Terowongan	71
a. Uji Kuat Tekan Batuan (PLI)	71
b. Nilai RQD.....	72
c. Data Spasi Bidang Diskontinyu	74
d. Data Kondisi Bidang Diskontinyu	75
e. Data Kondisi Air Tanah	76
f. Orientasi Bidang Diskontinyu	77
g. Klasifikasi Massa Batuan Metode RMR.....	85
h. <i>Stand Up Time</i> dan <i>Span maximum</i>	86
i. Tinggi Runtuh dan Tekanan Batuan.....	87
j. Estimasi Jumlah <i>Rock Bolt</i> , Tebal <i>shotcrete</i> dan <i>I-Beam</i>	88
k. Pemodelan <i>Ground Support</i> Analisa <i>Phase 2</i>	92
B. Pembahasan	98

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	110
B. Saran	112

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Terowongan Adit Sawahluwung	10
2. PetaGeologi Regional Sawahlunto	12
3. <i>Layout</i> Adit Sawahluwung dan <i>Plant Tunnel</i>	14
4. Stratigrafi Daerah Sawahlunto	17
5. Peta Lokasi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, UPO	18
6. Prosedur Perhitungan Frekuensi RQD	31
7. Prosedur Pengukuran Frekuensi Kekar Menggunakan <i>Scanline</i>	38
8. Grafik Hubungan <i>Stand-Up Time</i> dan <i>Span maximum</i>	49
9. Mesin pengaduk <i>shotcrete</i> Kering.....	53
10. Mesin Pengaduk <i>shotcrete</i> Basah.....	53
11. Penampang Terowongan SL 01	69
12. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 0-5m (<i>Left</i>).....	78
13. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 0-5m (<i>Right</i>)	79
14. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 5-10m (<i>Left</i>).....	80
15. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 5-10m (<i>Right</i>)	81
16. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 8 m (<i>Face</i>)	82
17. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 9 m (<i>Face</i>).....	83
18. Orientasi <i>Strike and Dips</i> Lokasi SL 10 m (<i>Face</i>)	84
19. Penentuan Nilai <i>Stand Up Time</i> dan <i>Span Maximum</i>	86
20. Penampang Baja <i>I-Beam</i>	89
21. Penampang Beban Merata Terowongan SL 01	90
22. Bidang Momen yang Terbentuk.....	91
23. Pemodelan Setelah Dilakukan Penggalian Berdasarkan Nilai FK	95
24. Pemodelan Berdasarkan Nilai <i>Total Displacement</i>	96
25. Pemodelan Perkiraan Perpindahan Setelah Dilakukan Penggalian.....	96
26. Pemodelan Setelah Dilakukan Penyanggaan	97
27. Pemodelan Berdasarkan Nilai FK	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. WIUP PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, UPO	9
2. Data Titik Bor BH 08.....	13
3. Klasifikasi Batuan yang Umum Digunakan	26
4. Hubungan Antara RQD dan Kualitas Batuan	31
5. Identifikasi Materian Batuan Utuh.....	36
6. Identifikasi Jarak Bidang Diskontinyu.....	39
7. Klasifikasi Panjang Bidang Diskontinyu	40
8. Klasifikasi Bukaan/Rekahan Pada Bidang Diskontinyu.....	41
9. Penggolongan Kekasaran Bidang Diskontinyu.....	41
10. Pemberian Tingkat Pelapukan Batuan (ISRM).....	42
11. Kondisi Air Tanah Bidang Diskontinyu	43
12. Efek Orientasi Diskontinyuitas Pada Terowongan	44
13. Kualitas Massa Batuan.....	46
14. Ringkasan Tabel Pembobotan Berdasarkan RMR sistem	46
15. Pedoman Penggalian dan Penyanggaan Lubang Bukaan	60
16. Kerangka Penelitian	61
17. Hasil Pengujian <i>Point Load Index</i>	72
18. Nilai RQD untuk Setiap Kemajuan.....	73
19. Data Nilai Spasi Bidang Diskontinyu	74
20. Data Kondisi Bidang Diskontinyu	76
21. Kondisi Air Tanah.....	77
22. Input Data Penggalian 0-5m (<i>left</i>).....	78
23. Input Data Penggalian 0-5m (<i>Right</i>).....	79
24. Input Data Penggalian 5-15m (<i>left</i>).....	80
25. Input Data Penggalian 0-5m (<i>Right</i>).....	81
26. Input Data Penggalian kemajuan 8m (<i>face</i>).....	81
27. Input Data Penggalian kemajuan 9m (<i>face</i>).....	82
28. Input Data Penggalian kemajuan 10m (<i>face</i>).....	83

29. Gabungan Arah Umum <i>Strike And Dips</i> Seluruh Kemajuan	84
30. Kelas Massa Batuan Pada Lokasi Penelitian	85
31. Rekomendasi Nilai <i>Stand up Time</i>	87
32. Nilai Tinggi Runtuh dan Tekanan Batuan	88
33. Data Masukan Berdasarkan kriteria Morh Columb	94
34. Nilai <i>Stand Up Time</i> Untuk Lokasi Penelitian.....	104
35. Rekomendasi Penyangga Hasil Analisis RMR sistem.....	106
36. Rekomendasi Penyangga untuk Terowongan Development	112

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Unit Pertambangan Ombilin merupakan salah satu unit kerja dari PT Bukit Asam (Persero) Tbk, berlokasi di Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat, yang bergerak di bidang penambangan batubara dan pengelolaan asset. Dengan menipisnya cadangan batubara bawah tanah serta keberadaan batubara yang jauh dari permukaan yaitu 2,5 KM dari pintu lubang utama menuju *front* kerja diiringi dengan sistem penambangan yang manual (konvensional) menyebabkan tidak ekonomis lagi batubara untuk ditambang, oleh karena itu perusahaan mengambil tindakan dalam mengakhiri kegiatan penambangan dengan melakukan reklamasi lahan pasca tambang, dalam hal ini PT Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin merencanakan lahan pasca tambang dijadikan sebagai sarana pelatihan tambang bawah tanah.

Keberadaan sarana pelatihan tambang bawah tanah akan sangat membantu berlangsungnya aktivitas pendidikan diklat tambang bawah tanah yang terdapat di Sawahlunto karena selama ini terowongan yang dijadikan sebagai tempat praktek bagi peserta diklat adalah terowongan simulasi ataupun masuk ke terowongan tambang yang sedang berlangsung aktivitas penambangannya, hal ini tentu tidak akan efektif bagi peserta praktek yang sedang melakukan studi di balai diklat tambang bawah tanah Sawahlunto.

Lokasi yang akan dijadikan sebagai sarana pelatihan tambang bawah tanah tidak semua terowongan yang terdapat pada tambang bawah tanah

Sawahluwung melainkan sebagian dari lokasi tambang yang ada, lokasinya antara lain mulai dari Adit Sawahluwung-J4-J3-J2-J5-J6-J8-J52-J46-J65-J23-J21-J7-J14-J37 kemudian terakhir di lubang lingkaran. Terowongan yang tidak termasuk ke dalam daftar rencana akan dilakukan penutupan permanen dengan cara memasang beton untuk memotong terowongan tersebut sehingga lokasi yang telah dibeton tidak dijadikan lagi sebagai tempat beraktivitas pengunjung ataupun pekerja. Lokasi J1 merupakan salah satu tempat yang akan dilakukan pemasangan beton sedangkan pada lokasi tersebut merupakan sebagai jalur udara keluar, jika beton dipasang pada lokasi tersebut maka udara tidak akan mengalami sirkulasi dan jika tidak dibuat jalur udara alternatif untuk udara keluar maka aktivitas di dalam terowongan tidak dapat berlangsung.

Jalur udara alternatif yang telah direncanakan oleh perusahaan adalah dengan membuat terowongan ventilasi yang baru. Sehingga dengan jalur alternatif ini kegiatan penutupan tambang serta rencana menjadikan sebagian terowongan tambang menjadi tempat pelatihan tambang bawah tanah dapat dilakukan. Terowongan ventilasi yang akan dibuat yaitu sepanjang 125 meter dari permukaan sampai ke lubang lingkaran, terowongan ini direncanakan terhubung dengan Adit Sawaluwung yang ada saat sekarang, hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan kebutuhan udara pada lokasi yang akan dimanfaatkan sebagai tempat pelatihan tambang bawah tanah.

Setiap pembuatan terowongan baru akan membutuhkan analisis yang mantap, baik mengenai kondisi batuan dan juga kondisi dari lubang bukaan

yang dipengaruhi oleh bidang-bidang lemah, jika analisis ini diabaikan kemungkinan resiko ambruk kapan saja dapat terjadi. Oleh karena itu potensi ketidak stabilan yang akan terjadi perlu dilakukan penanganan secara khusus supaya dapat meminimalkan resiko yang dapat terjadi. Untuk melaksanakan hal tersebut, maka dibutuhkan pengetahuan tentang penyebab ketidak stabilan itu terjadi sehingga akan mengurangi atau menghilangkan segala macam permasalahan yang mungkin timbul pada proses penggalian nantinya.

Klasifikasi massa batuan adalah alat yang cocok digunakan dalam bentuk sebuah *check-list* untuk mewakili informasi-informasi penting yang telah disebutkan. Dalam mengidentifikasi klasifikasi massa batuan pada suatu lokasi dapat dilakukan dengan beberapa metode analisis. Salah satunya analisis geomekanik *rock mass rating system*.

Analisis RMR-sistem ini menyatakan bahwa kestabilan lubang bukaan pada penggalian bawah tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu sifat fisik dan mekanik batuan sebagai material penyusun atap dan dinding lubang bukaan, kondisi struktur geologi, kondisi air tanah dan bidang lemah yang terdapat pada lubang bukaan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengamatan terhadap kondisi lubang bukaan dan berbagai uji laboratorium terhadap sampel massa batuan sebagai penyusun dari dinding lubang bukaan tersebut.

Melakukan aktivitas penggalian terowongan bawah tanah akan selalu dihadapi dengan permasalahan kestabilan lubang bukaan. Semakin dalam aktivitas penggalian dilakukan maka lubang bukaan cenderung akan

mengalami ketidak stabilan. Bahaya yang akan terjadi apabila kestabilan suatu lubang bukaan diabaikan adalah resiko ambruk. Hal ini tentunya perlu mendapatkan perhatian, karena menyangkut keselamatan kerja, keamanan peralatan, serta kelancaran pekerjaan.

Terowongan tempat pelatihan tambang bawah tanah merupakan sarana yang menyangkut dengan kepentingan orang banyak, hal ini perlu mendapatkan perhatian serta analisis yang serius dalam merencanakan pembuatan terowongan tersebut, tentunya kestabilan lubang bukaan menjadi hal yang perlu dipertimbangkan. Untuk menjamin lubang bukaan bawah tanah tetap dalam keadaan stabil, maka diperlukan analisis kestabilan. Analisis ini dapat digunakan untuk menentukan jenis *ground support* yang akan digunakan untuk memperkuat batuan agar tidak runtuh serta akan menghindari adanya jatuhnya batuan dari bidang lemah yang terbentuk akibat aktivitas yang terjadi pada lubang bukaan tersebut.

Berdasarkan hal tersebut di atas penulis tertarik melakukan penulisan tugas akhir tentang Desain Terowongan Development Ventilasi di wilayah Ombilin I Sawahluwung PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin, Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ditulis maka dapat dilakukan identifikasi masalah antara lain :

1. Menipisnya cadangan batubara serta keberadaan batubara yang jauh dari permukaan yaitu 2,5 KM dari pintu lubang utama menuju *front* kerja

serta sistem penambangan yang manual (konvensional) menyebabkan tidak ekonomis batubara untuk ditambang.

2. Upaya perusahaan untuk melakukan reklamasi lahan pasca tambang.
3. Lahan pasca tambang direncanakan sebagai sarana pelatihan tambang bawah tanah.
4. Lokasi yang akan dijadikan sebagai sarana pelatihan tambang bawah tanah adalah tidak semua terowongan yang terdapat pada tambang bawah tanah Sawahluwung melainkan sebagian dari lokasi tambang yang ada, lokasinya antara lain mulai dari Adit Sawahluwung-J4-J3-J2-J5-J6-J8-J52-J46-J65-J23-J21-J7-J14-J37 kemudian terakhir di lubang lingkaran.
5. Lokasi J1 merupakan tempat yang akan dilakukan pemasangan beton sedangkan pada lokasi tersebut merupakan sebagai jalur udara keluar, jika beton dipasang pada lokasi tersebut maka udara tidak akan mengalami sirkulasi dan jika tidak dibuat jalur alternatif untuk udara keluar maka aktivitas di dalam terowongan tidak dapat berlangsung.
6. Setiap pembuatan terowongan baru akan membutuhkan analisis yang mantap, baik mengenai kondisi batuan dan juga kondisi dari lubang bukaan yang dipengaruhi oleh bidang-bidang lemah, jika analisis ini diabaikan kemungkinan resiko ambruk kapan saja dapat terjadi.
7. Dibutuhkan pengetahuan tentang penyebab ketidak stabilan terjadi sehingga akan mengurangi atau menghilangkan segala macam permasalahan yang mungkin timbul pada proses penggalian terowongan.

8. Bahaya yang akan terjadi apabila kestabilan suatu lubang bukaan diabaikan adalah resiko ambruk.
9. Terowongan tempat pelatihan tambang bawah tanah merupakan sarana yang menyangkut dengan kepentingan orang banyak, hal ini perlu mendapatkan perhatian serta analisis yang serius dalam merencanakan pembuatan terowongan, tentunya kestabilan lubang bukaan menjadi hal yang perlu dipertimbangkan.

C. Batasan masalah

Pada penelitian ini penulis melakukan pembatasan masalah yaitu :

1. Penelitian ini dilakukan di tambang bawah tanah Sawahluwung tepatnya pada lokasi lubang lingkaran.
2. Penentuan karakteristik massa batuan dengan menggunakan metode analisis geomekanik (RMR-sistem)
3. Penentuan kebutuhan *ground support* berdasarkan klasifikasi RMR-sistem dan pemodelan menggunakan *software Phase2*.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah ditetapkan supaya dapat menemukan jawaban - jawaban dari pertanyaan yang muncul dalam pelaksanaan tugas akhir.

Adapun masalah yang ditetapkan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi atau karakter batuan aktual untuk lubang bukaan pada lokasi yang direncanakan akan dibuat terowongan?
2. Bagaimana kelas massa batuan untuk lubang bukaan pada area yang direncanakan akan dibuat terowongan?

3. Berapa nilai *span maximum* dan *stand up time* untuk batuan pada lubang bukaan yang akan dibuat terowongan?
4. Bagaimana sistem *ground support* yang sebaiknya digunakan pada lokasi yang akan dibuat terowongan?
5. Berapa kebutuhan *ground support* yang digunakan?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memperoleh gambaran kondisi batuan aktual dari lubang bukaan bawah tanah pada lokasi yang akan dibuat terowongan.
2. Mendapatkan kelas massa batuan dari lubang bukaan pada lokasi tersebut.
3. Mendapatkan nilai (*span maximum*) rentang waktu massa batuan mampu bertahan tanpa dilakukan penyanggaan untuk lubang bukaan bawah tanah yang direncanakan untuk terowongan development.
4. Mendapatkan gambaran sistem *ground support* yang ideal digunakan pada lokasi terowongan development.
5. Mendapatkan jumlah *ground support* yang efektif digunakan pada lokasi terowongan development.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Data hasil uji laboratorium dapat bermanfaat untuk keperluan perusahaan.

2. Model *ground support* yang diperoleh setelah dianalisis dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan pada pekerjaan yang akan dilakukan.
3. Dapat memberikan gambaran tentang fungsi *split set* dan *shotcrete* sebagai sistem *ground support* pada aktivitas tambang bawah tanah.
4. Supaya dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Berdasarkan nilai kuat tekan batuan 8 Mpa, Kondisi batuan pada lubang bukaan SL 01 termasuk pada kategori lemah serta beberapa ciri menunjukkan diantaranya banyak ditemukan *clay*, tingkat pelapukan lebih tinggi. Serta arah penggalian pada area penelitian cenderung tidak menguntungkan yaitu secara umum *strike* tegak lurus terhadap kemajuan lubang bukaan, dan berlawanan dengan arah dips (45-90). Dengan data orientasi bidang diskontinyu sebagai berikut :
2. Dalam klasifikasi massa batuan berdasarkan metode *RMR system* diperoleh massa batuan pada lokasi penelitian berada pada kelas IV dengan nilai RMR rata-rata adalah 38.
3. *Span maximum* lokasi SL 01 adalah 4 meter dengan waktu runtuh 15 jam, (berdasarkan bentangan terowongan) untuk meningkatkan nilai *span* disarankan untuk memperkecil dimensi terowongan maksimal 3,5 meter dengan pertimbangan waktu siklus material batuan untuk satu kali siklus lebih kurang 24 jam.
4. *Ground support* yang tepat digunakan di lokasi penelitian SL 01 setelah dilakukan analisis menggunakan dua metode (metode empirik dan analitik/ komputerisasi) adalah sebagai berikut.

Tabel 36. Rekomendasi penyangga untuk terowongan Developmen PT. Bukit Asam Persero Tbk, Unit Pertambangan Ombilin

Kelaas RMR	Metode Penggalian	Baut Batuan (Diameter 20mm, <i>fully grouted</i>)	Beton Tembak	<i>Stell set</i>
IV	<i>Top heading and bench</i> 1-1,5m kemajuan pada <i>top heading</i> , penyanggaan sesegera mungkin pada saat penggalian. Penyangga penuh 10m dari <i>face</i>	Baut batuan panjang 4 m, spasi 1-1,5m pada dinding dan atap, serta pemasangan <i>wire mash</i>	100mm pada atap, 100mm pada dinding	Ringan s/d medium dengan spasi 1,5m

Jika menggunakan penyangga baja diperoleh nilai momen maksimum sebesar 16.000 Kg, dengan nilai tegangan yang timbul (*absolut* σ_{SF}) sebesar $7.305 \text{ Kg/cm}^2 < 2.200 \text{ Kg/cm}^2$. Penyanggaan menggunakan baja jenis ini termasuk pada kategori tidak aman, oleh karena itu disarankan menggunakan penyangga yang memiliki dimensi 0,25 meter x 0,25 meter dengan nilai modulus tampang sebesar 720cm^3 , jika hal ini diterapkan, maka nilai tegangan absolut menjadi 2.220 Kg/cm^2 , dan sebanding dengan nilai tegangan dasar baja yaitu 2.200 Kg/cm^2 .

- Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka diperoleh jumlah penyangga untuk setiap kemajuan adalah : untuk penyangga *rockbolt* digunakan 6 set setiap kemajuan 1 meter, *shotcrete* tebal 100 mm, jika menggunakan penyangga baja (*I-Beam*) digunakan 1 set untuk kemajuan penggalian 1,2 meter.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan dengan pelaksanaan penelitian skripsi ini adalah :

1. pemasangan *ground support* yang direkomendasikan diusahakan seperti desain atau model yang telah dirancang.
2. Disarankan untuk menggunakan baja dengan dimensi 0,2 meter x 0,2 meter, hal ini bertujuan agar kondisi penyanggaan dan batuan dipastikan dalam keadaan aman, karena menyangkut dengan kepentingan orang banyak.
3. Penelitian pada skripsi ini dilakukan terbatas, oleh sebab itu diperlukan penyelidikan lanjutan karena sewaktu-waktu formasi dan jenis batuan dapat berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Syed Muntazir. 2000. *Rock Mass Clasification Systems*
- Anaperta. Yoszimingsih. 2013. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan “ Studi Terowongan Jalan Raya Padang-Solok. Padang : FT UNP*
- Bieniawski Z. T. 1990. *Tunnel Design By Rock Mass Classifications.*
- Dani Suryawan. 2012. *Penentuan Penyangga Pada Tambang Bawah Tanah Cikoneng dan Cibitung PT. Cibaliung Sumberdaya. Banten. Bandung: FTTM ITB*
- Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si., M.T. dan Ir. Sudaryanto, M.T.. 2010. *Buku Panduan Praktek Tambang Bawah Tanah. Yogyakarta: FTM UPN “Veteran”*
- Eli Ambriani, Febri Hernawan, Dono Guntoro. 2013. *Sistem Stabilitas Lubang Bukaan Pengembangan Dengan Menggunakan Baut Batuan (Rockbolt) dan Beton Tembak (Shotcrete) di Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Bandung : Universitas Islam Bandung*
- Hoek E. dan E. T. Brown. 1980. *Underground Excavation in Rock.* London: Institution of Mining and Metallurgy
- Hoek, E., 2007, *Practical Rock Engineering*, RocScience.
- Hudson J. A. 1940. *Rock Mechanics Principles in Engineering Practice.* London: CIRIA
- Hoek E. dan E. T. Brown. 1980. *Underground Excavation in Rock.* London: Institution of Mining and Metallurgy
- Koppa. Raimon. 1990. *Bahan Ajar Studi Teknik Terowongan. Padang. FT UNP.*
- Laubscher, D.H., 1984, *Design Aspects and Effectiveness of Support Systems in Difference Mining Condition : Transactions of the Institution of Mining and Metalurgi, v. 93, p. A70-A82*
- Mississippi: *Geotechnical Laboratory, US Army Engineer Waterways Experiment Station*
- Silalahi, Juniman. 2009. *Mekanika Struktur Jilid 1. Padang. FT UNP*