

## **TUGAS AKHIR**

### **‘ Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya Dengan Pengujian Flat Jack Pada Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto’**

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



Oleh:

Mhd Hafiz Diska N

1306427/2013

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2020**

**LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**“Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan Pengujian Flat Jack Pada  
Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya,  
Sawahlunto”**

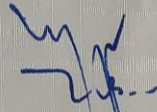
Skripsi ini di ajukan oleh:

**Nama : Mhd Hafiz Diska N**  
**NIM/TM : 1306427/ 2013**  
**Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan**  
**Jurusan : Teknik Pertambangan**  
**Fakultas : Teknik**

Padang, Februari 2020

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Pembimbing**



**Dr. Murad, M.S.,M.T.**  
**NIP. 19631107 198903 1 001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan**  
**Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



**Dr. Fadhilah, S.Pd.,M.Si.**  
**NIP. 197212132000122001**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI**

**Dinyatakan Lulus Oleh Tim Penguji Tugas Akhir  
Prodi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

Dengan judul:

**“Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya Dengan Pengujian Flat Jack Pada  
Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya,  
Sawahlunto”**

Oleh:

Nama : Mhd Hafiz Diska N  
NIM/TM : 1306427/ 2013  
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan  
Jurusan : Teknik Pertambangan  
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2020

Tim penguji:

1. Dr. Murad, M.S., M.T.
2. Drs. Raimon Kopa, M.T.
3. Riko Maiyudi, S.T., M.T.

Tanda Tangan

1 .....

2 .....

3 .....



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
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 : [mining@ft.unp.ac.id](mailto:mining@ft.unp.ac.id)

**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mhd. Hafiz Dista . N  
NIM/TM : 1306427 / 2013  
Program Studi : Teknik Pertambangan (S1)  
Jurusan : Teknik Pertambangan  
Fakultas : FT UNP

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

„ Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan  
Pengujian Flat Jack Pada Dinding Tunnel I  
Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal  
Jaya, 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.

Padang, ..... Februari 2020

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

**Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 19721213 200012 2 001



Mhd. Hafiz Dista . N



Management  
System  
ISO 9001:2008

www.tuv.com  
ID 9105046446



## **BIODATA**

### **I. Data Diri**

Nama Lengkap : Mhd Hafiz Diska N  
NIM : 1306427  
Tempat / Tanggal Lahir : Tanjung Jati, 22 November 1992  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Nama Bapak : Mhd Nasir  
Nama Ibu : Hairiah Erwati  
Jumlah Bersaudara : 3 (tiga) orang  
Alamat Tetap : Tanjung Jati, Kenagarian VII Koto Talago,  
Kecamatan Guguak, Kabupaten Lima Puluh  
Kota , Sumatera Barat  
Nomor HP : 085263929300  
Email : [Mhdn1010@gmail.com](mailto:Mhdn1010@gmail.com)

### **II. Data Pendidikan**

Sekolah Dasar : SD Negeri 10 VII Koto Talago  
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP Negeri 1 Kecamatan Guguak  
Sekolah Lanjutan Atas : SMA Negeri 1 Kecamatan Guguak  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

### **III. Tugas Akhir**

Tempat Penelitian : PT. Allied Indo Coal Jaya  
Tanggal Penelitian : 30 Juli s/d 5 Agustus 2018

Topik Penelitian :“Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan Pengujian Flat Jack Pada Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto”  
Tanggal Sidang Akhir : 6 Februari 2020

Padang, Februari 2020

**Mhd Hafiz Diska N**

BP/NIM: 2013/1306427

## ABSTRAK

**Mhd Hafiz Diska N :** “Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya Dengan Pengujian Flat Jack Pada Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto”

Pengujian geomekanika merupakan hal yang sangat penting dalam industri pertambangan, baik tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Pengujian geomekanika bertujuan untuk mengetahui kekuatan batuan. Kekuatan batuan merupakan faktor utama penentu kestabilan lereng pada tambang terbuka atau lubang bukaan pada tambang bawah tanah. Terdapat beberapa metode pengujian geomekanika, berdasarkan sifatnya pengujian geomekanika terdiri dari *non-destructive test* dan *destructive test*. Berdasarkan lokasi, pengujian geomekanika terdiri dari *insitu test* dan *exsitu test*. Salah satu contoh pengujian insitu dan non destructive test adalah pengujian metode *flat jack*. Metode *flat jack* adalah metode yang didasarkan pada pengukuran tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tegangan yang dibebaskan. *Flat jack* menghasilkan tegangan yang diketahui besarnya di dalam massa batuan.

Pengujian *flat jack* dilakukan pada dinding tambang bawah tanah untuk mendapatkan nilai tegangannya. Berdasarkan hasil pengambilan data langsung di lapangan didapatkan hasil perhitungan tegangan vertikal pada kedalaman  $\pm 69$  m diperoleh tegangan sebesar  $17,58 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan horizontal sebesar  $3,69 \text{ kg/cm}^2$ . Pada kedalaman  $\pm 77$  m diperoleh tegangan sebesar  $19,62 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan horizontal sebesar  $4,12 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan pada kedalaman  $\pm 96$  m diperoleh tegangan vertikal sebesar  $24,46 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan horizontal sebesar  $5,13 \text{ kg/cm}^2$ . Pada perhitungan tegangan  $\theta$  pada sudut  $0^\circ$  di lokasi 1 =  $-7,4 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 2 =  $-8,4 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 3 =  $-9,25$ . Perhitungan tegangan  $\theta$  pada sudut  $90^\circ$  di lokasi 1 =  $55,8 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 2 =  $61,38 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 3 =  $69,75 \text{ kg/cm}^2$ .

Berdasarkan perhitungan faktor keamanan pada lokasi 1 didapatkan nilai  $f_k = 1,41$  (tegangan tarik) dan  $f_k = 1,89$  (tekan). Pada lokasi 2 nilai  $f_k = 1,23$  (tegangan tarik) dan  $f_k = 1,63$  (tekan). Pada lokasi 3 nilai  $f_k = 1,23$  (tegangan tarik) dan  $f_k = 1,63$  (tekan).

Berdasarkan pengujian flat jack dan perhitungan tegangan gravitasi, hasilnya tidak lebih besar dari nilai kekuatan batuan yang terdapat pada tunnel 1 tambang bawah tanah PT Allied Indo Coal Jaya dimana kondisi tersebut dapat menggambarkan atau menjelaskan bahwa kekuatan batuan yang terdapat pada terowongan dapat menahan tegangan atau gaya yang bekerja pada lokasi tersebut.

**Kata kunci :** *Flat jack*, geoteknik, tegangan batuan, perhitungan gaya gravitasi, tambang bawah tanah.

## ABSTRACT

**Mhd Hafiz Diska N :** “Analysis of Open Hole Stability by Flat Jack Testing on Tunnel 1's wall of PT Allied Indo Coal Jaya Underground Mine, Sawahlunto.”

Geomechanical testing is very important in the mining industry, both open pit, and underground mining. Geomechanics testing aims to determine rock strength. Rock strength is a major determinant of slope stability in open mines or opening holes in underground mines. There are several geomechanical testing methods, based on their nature, geomechanical testing consists of non-destructive tests and destructive tests. Based on location, geomechanical testing consists of in situ tests and ex-situ tests. One example of in situ and non-destructive testing is flat jack testing. The flat jack method is a method based on the measurement of the pressure needed to restore the stress released. Flat Jack generates known stresses in rock mass.

Flat jack testing is carried out on the underground mine wall to get the stress value. Based on the results of data collection directly in the field obtained the results of the calculation of vertical stress at a depth of  $\pm 69$  m obtained a stress of 17.58 kg / cm<sup>2</sup>, horizontal stress of 3.69 kg / cm<sup>2</sup>. At a depth of  $\pm 77$  m the stress is 19.62 kg / cm<sup>2</sup>, the horizontal stress is 4.12 kg / cm<sup>2</sup>. Whereas at a depth of  $\pm 96$  m, a vertical stress of 24.46 kg / cm<sup>2</sup> is obtained, a horizontal stress of 5.13 kg / cm<sup>2</sup>. At the horizontal stress calculation at an angle of  $0^0$  at location 1 = -7.4 kg / cm<sup>2</sup>, location 2 = -8.4 kg / cm<sup>2</sup>, location 3 = -9.25. Calculation of  $\theta$  stress at an angle of  $90^0$  at location 1 = 55.8 kg / cm<sup>2</sup>, location 2 = 61.38 kg / cm<sup>2</sup>, location 3 = 69.75 kg / cm<sup>2</sup>.

Based on the calculation of the safety factor at location 1, the values of  $f_k = 1.41$  (tensile stress) and  $f_k = 1.89$  (compressive stress) are obtained. At location 2 the value of  $f_k = 1.23$  (tensile stress) and  $f_k = 1.63$  (compressive stress). At location 3 the value of  $f_k = 1.23$  (tensile stress) and  $f_k = 1.63$  (compressive stress).

Based on flat jack testing and gravity stress calculation, the value is not bigger than the value of rock strength referred to in tunnel 1 of the underground mine of PT Allied Indo Coal Jaya.

**Keywords:** Flat jack, geotechnical, rock stress, gravity calculation, underground mining.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya Dengan Pengujian Flat Jack Pada Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto” ini tepat pada waktunya. Tidak lupa pula sholawat serta salam penulis ucapkan untuk Nabi besar kita yakni Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini penulis buat dengan tujuan sebagai persyaratan yang harus penulis penuhi dalam menyelesaikan studi S-1 teknik pertambangan. Dalam proses pembuatan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Teristimewa kedua orangtua Ibu dan ayah ku tersayang, adik, dan seluruh keluarga besar ku yang telah banyak memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan material.
2. Bapak Dr. Murad, M.S., M.T. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT selaku Dosen Penguji tugas akhir ini.
4. Bapak Riko Maiyudi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji tugas akhir ini.
5. Dosen (staff pengajar) dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Andri Syaputra selaku kepala teknik tambang di PT Allied Indo Coal Jaya.

7. Sahabat-sahabat yang selalu mengingatkan dan memberi semangat dalam proses kuliah sampai selesainya pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman-teman seangkatan dan se almamater yang membantu baik dalam proses uji laboratorium maupun pembuatan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu.
10. Semua orang yang menanyakan kapan saya wisuda.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan, bahasa, ataupun penulisannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Semoga dorongan, bantuan, dan do'a serta bimbingan yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin Ya Robbal Alamin.

Padang, Februari 2020

Penulis

**Mhd Hafiz Diska N**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....</b>	<b>iv</b>
<b>BIODATA .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5

F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. Tinjauan Umum Lokasi Penelitian .....	7
1. PT. Allied Indo Coal Jaya .....	7
2. Kondisi Umum .....	8
B. Dasar Teori.....	16
1. Geomekanika.....	16
2. Tegangan di Sekitar Terowongan .....	17
3. Stabilitas .....	20
4. Pengukuran Tegangan .....	21
5. <i>Convergence</i> .....	33
6. Uji Laboratorium Mekanika Batuan .....	35
C. Penelitian Sejenis .....	38
D. Kerangka Konseptual.....	42
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
A. Jenis Penelitian.....	44
B. Instrumen Penelitian .....	44
C. Teknik Pengambilan Data.....	44
D. Diagram Alir Penelitian .....	47
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL .....</b>	<b>48</b>

A. Pengujian Tegangan Insitu Menggunakan Alat <i>Flat Jack</i> .....	48
1. Pembuatan Kedudukan <i>Flat</i> Pada Lokasi Pengujian .....	48
2. Pengujian.....	48
3. Hasil Pengujian <i>Flat Jack</i> .....	49
B. Pengukuran Tegangan Awal ( <i>Initial Stress</i> ) .....	50
1. Perhitungan Tegangan Vertikal.....	55
2. Perhitungan Tegangan Horizontal.....	57
C. Tegangan Pada Dinding Terowongan.....	59
D. Kekuatan Batuan.....	63
1. Sampel Batubara .....	63
E. Perhitungan Faktor Keamanan (FK) .....	66
1. FK (pada lokasi 1) .....	66
2. FK (pada lokasi 2) .....	67
3. FK (pada lokasi 3) .....	68
F. Pembahasan .....	69
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>71</b>
A. Kesimpulan .....	71
B. Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kerangka Konseptual.....	42
Tabel 2. Nilai Tegangan Di Tambang Bawah Tanah.....	49
Tabel 3. Hasil Perhitungan Tegangan Vertikal dan Horizontal .....	59
Tabel 4. Hasil Perhitungan Tegangan $\theta$ .....	62
Tabel 5. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanik Batubara .....	65
Tabel 6. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanik <i>Siltstone</i> .....	66
Tabel 7. Perhitungan Faktor Keamanan.....	69
Tabel 8. Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Sampel .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Distribusi Tegangan Sebelum dan Sesudah Penggalan .....	20
Gambar 2. Alat <i>Hollow Inclusion Strain Cell</i> dengan Pengumpul Data Otomatis dari Teknik <i>Overcoring</i> (Cai, M and Peng,H. 2011) .....	22
Gambar 3. Jenis Baru Dari Sistem Pengukuran <i>Stress Hydraulic Fracturing</i> (Cai,M and Peng,H. 2011) .....	24
Gambar 4. Perbedaan Konfigurasi <i>Flat Jack</i> (Gregorczyk, P and Lourenco, P . 2000).....	26
Gambar 5. Tahap Pengujian <i>Flat Jack</i> (Gregorczyk, P and Lourenco, P. 2000)..	27
Gambar 6. Pengukuran Deformabilitas (Gregorczyk, P and Lourenco, P. 2000)	29
Gambar 7. Bentuk <i>Flat Jack</i> (Gregorczyk, P and Lourenco, P. 2000) .....	30
Gambar 8. Metode Pemboran dan Penggergajian Slot (Gregorczyk, P and Lourenco, P. 2000) .....	32
Gambar 9. Posisi Titik Referensi Regangan Untuk Pengujian <i>Stress</i> Acuan ASTM dan RILEM ( Gregorczyk, P and Lourenco, P. 2000).....	33
Gambar 10. <i>Extensometer Type Distometer</i> ISETH (Brady, B and Brown, E. 2004) .....	34
Gambar 11. <i>Stick Convergence Rod</i> (Gundewar,S.2014) .....	34
Gambar 12. Pengujian <i>Point Load Index</i> (B.H.D.Brady & E.T. Brown. 2004) ..	35

Gambar 13. Tipe dan Syarat Contoh Uji PLI (Made Astawa Rai dkk.2010) .....	36
Gambar 14. Mesin Tekan ( <i>Compression Machine</i> ) (Made Astawa Rai dkk. 2010).....	37
Gambar 15. <i>Layout</i> Penambangan Tambang Bawah Tanah PT. Allied Indo Coal Jaya .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Topografi

Lampiran 2. *Layout* Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya

Lampiran 3. Alat *Flat Jack*

Lampiran 4. Peralatan Untuk Pembuatan Kedudukan *Flat*

Lampiran 5. Proses Pembuatan Kedudukan *Flat*

Lampiran 6. Proses Pengujian Menggunakan *Flat Jack*

Lampiran 7. Pengujian *Point Load Index*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pertambangan merupakan salah satu elemen penting dalam pertumbuhan perekonomian Negara Indonesia. Dampak positif kegiatan pertambangan dapat dirasakan langsung oleh masyarakat Indonesia serta warga sekitar daerah lokasi pertambangan, yaitu peningkatan infrastruktur dan ekonomi warga setempat. Selain itu kegiatan pertambangan sangat penting dilakukan untuk memenuhi kebutuhan serta keberlangsungan hidup manusia dalam era yang serba modern. Pengujian geomekanika merupakan hal yang sangat penting dalam industri pertambangan, baik tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Pengujian geomekanika bertujuan untuk mengetahui kekuatan batuan. Kekuatan batuan merupakan faktor utama penentu kestabilan lereng pada tambang terbuka atau lubang bukaan pada tambang bawah tanah.

Terdapat beberapa metode pengujian geomekanika. Berdasarkan sifatnya pengujian geomekanika terdiri dari *non-destructive test* dan *destructive test*. Berdasarkan lokasi, pengujian geomekanika terdiri dari *insitu test* dan *exsitu test*. *Non-destructive test* adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui nilai parameter tertentu dari batuan tanpa merusak material batuan tersebut. *In-situ test* adalah salah satu metode pengujian geomekanika

yang pelaksanaannya dilakukan langsung di lapangan, tanpa pengambilan percontoh untuk laboratorium.

Salah satu contoh pengujian insitu dan *non destructive test* adalah pengujian metode *flat jack*. Metode *flat jack* adalah metode yang didasarkan pada pengukuran tekanan yang diperlukan untuk mengembalikan tegangan yang dibebaskan. Perhitungan kestabilan pekerjaan di bawah tanah memerlukan diketahuinya karakteristik elastisitas dari batuan. *Flat jack* menghasilkan tegangan yang diketahui besarnya di dalam massa batuan atau dapat dihitung pada daerah tertentu, sehingga dengan mengukur deformasi yang dihasilkan oleh tegangan tersebut, modulus deformasi dapat dihitung.

Alat *flat jack* adalah alat yang dikembangkan oleh laboratorium pertambangan FT UNP pada September 2017. Alat ini merupakan pengembangan dari alat sebelumnya. Alat uji *flat jack* hasil pengembangan tersebut sudah pernah diuji pakai. Lokasi yang relevan dalam hal ini adalah lokasi penambangan yang membutuhkan data tegangan dan kekuatan batuan untuk kepentingan analisis kestabilan lubang bukaan.

Menyangkut pembuatan lubang bukaan pada sistem tambang bawah tanah selalu dihadapkan dengan permasalahan kestabilan lubang bukaan. Semakin dalam aktivitas penggalian dilakukan, maka lubang bukaan cenderung akan mengalami ketidakstabilan. Penggalian suatu lubang bukaan pada massa batuan mengakibatkan keseimbangan massa batuan terganggu, sehingga batuan disekitar penggalian tersebut akan runtuh apabila batuan itu tidak mampu menyangga bebannya sendiri.

Metode *flat jack* adalah metode sederhana yang menggunakan plat stainless tipis yang dilas sekelilingnya dan dilengkapi dengan lubang sebagai tempat masuknya tekanan yang dihasilkan oleh hidrolis. *Flat jack* ini bisa digunakan untuk mengukur tegangan dalam batuan pada tambang bawah tanah. Kedalaman terowongan berpengaruh pada tegangan *insitu*, semakin dalam terowongan maka semakin besar nilai *stress*. Maka dari itu diperlukan untuk menganalisis nilai tegangan *insitu* pada dinding tambang bawah tanah PT. Allied Indo Coal Jaya dengan menggunakan alat *flat jack*.

PT. Allied Indo Coal Jaya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tambang batubara menggunakan sistem penambangan terbuka dan tambang bawah tanah. PT. Allied Indo Coal merupakan salah satu lokasi yang cocok untuk pengambilan data tegangan dan kekuatan batuan. Oleh karena itu penulis tertarik melakukan penelitian mengenai **“Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan Pengujian Flat Jack Pada Dinding Tunnel 1 Tambang Bawah Tanah PT Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

1. Teknologi pengujian di bidang geomekanika terus berkembang.
2. Alat *Flat jack* merupakan alat hasil pengembangan yang sedang di uji pakai.
3. Pengujian dengan alat *flat jack* perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai tegangan untuk analisis kestabilan lubang bukaan.
4. Perhitungan kestabilan lubang bukaan memerlukan diketahuinya kekuatan dari batuan.

### C. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada *Tunel 1* tambang bawah tanah batubara PT. Allied Indo Coal Jaya.
2. Pengukuran nilai tegangan dilakukan di 3 (tiga) titik pengamatan pada tambang bawah tanah PT. Allied Indo Coal Jaya dengan menggunakan alat *flat jack*.
3. Pengambilan sampel batuan pada lubang bukaan PT. Allied Indo Coal Jaya yang dijadikan tempat atau titik pengujian.
4. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium mekanika batuan Universitas Negeri Padang.
5. Penelitian hanya meninjau aspek teknis tanpa mempertimbangkan aspek ekonomis.

### D. Rumusan Masalah

1. Berapakan nilai tegangan (*stress*) pada dinding tambang bawah tanah (*Tunel 1*) PT. Allied Indo Coal Jaya berdasarkan hasil uji alat *flat jack* ?
2. Berapakah nilai tegangan batuan berdasarkan hasil perhitungan tegangan gravitasi pada tambang bawah tanah PT Allied Indo Coal Jaya ?
3. Bagaimana nilai kuat tekan batuan pada PT. Allied Indo Coal Jaya dengan melakukan uji Point Load Index ?
4. Bagaimana kondisi kestabilan lubang bukaan pada *tunnel 1* tambang bawah tanah PT Allied Indo Coal Jaya ?

### **E. Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan nilai *stress* pada dinding (*rib*) lubang bukaan PT. Allied Indo Coal Jaya dengan membaca hasil uji *alat flat jack*.
2. Mengungkapkan nilai tegangan batuan berdasarkan hasil perhitungan tegangan gravitasi pada tambang bawah tanah PT. Allied Indo Coal Jaya.
3. Mendapatkan nilai kuat tekan batuan pada PT. Allied Indo Coal Jaya dengan uji Point Load Index.
4. Mengungkapkan kondisi kestabilan lubang bukaan pada *tunnel 1* tambang bawah tanah PT. Allied Indo Coal Jaya .

### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Bagi Penulis

Dapat mengaplikasikan teori-teori yang telah dipelajari pada saat perkuliahan dan meningkatkan kemampuan serta keterampilan dalam menganalisis suatu masalah serta dapat menuangkan ide-ide kritis dalam bentuk karya tulis ilmiah.

#### 2. Bagi Mahasiswa

Dapat menjadi data dalam melakukan penelitian selanjutnya serta menjadi referensi penulisan.

### 3. Bagi Perusahaan

Penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat menjadi pertimbangan dalam upaya meningkatkan stabilitas lubang bukaan guna mencegah terjadinya keruntuhan di lokasi penambangan.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil pengujian di lapangan dan di laboratorium, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian dengan alat *flat jack* pada kedalaman  $\pm 69$  m diperoleh tegangan sebesar  $20 \text{ kg/cm}^2$ , pada kedalaman  $\pm 77$  m diperoleh tegangan sebesar  $22 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan pada kedalaman  $\pm 96$  m diperoleh tegangan sebesar  $25 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Nilai tegangan vertikal pada kedalaman  $\pm 69$  m adalah sebesar  $17,58 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan horizontal sebesar  $3,69 \text{ kg/cm}^2$ . Pada kedalaman  $\pm 77$  m diperoleh tegangan vertikal sebesar  $19,62 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan horizontal sebesar  $4,12 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan pada kedalaman  $\pm 96$  m diperoleh tegangan vertikal sebesar  $24,46 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan horizontal sebesar  $5,13 \text{ kg/cm}^2$ . Pada perhitungan tegangan  $\theta$  pada sudut  $0^0$  di lokasi 1 =  $-7,4 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 2 =  $-8,4 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 3 =  $-9,25$ . Perhitungan tegangan  $\theta$  pada sudut  $90^0$  di lokasi 1 =  $55,8 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 2 =  $61,38 \text{ kg/cm}^2$ , lokasi 3 =  $69,75 \text{ kg/cm}^2$ .
3. Berdasarkan uji point load index dan perhitungan kuat tekan ucs dengan sampel batubara didapatkan nilai rata-rata  $106,828 \text{ kg/cm}^2$  dan rata-rata kekuatan siltstone adalah  $319,516 \text{ kg/cm}^2$ .

4. Berdasarkan perhitungan faktor keamanan pada setiap lokasi pengujian dapat disimpulkan bahwa *tunnel* 1 tambang bawah tanah PT. Allied Indo Coal Jaya berada dalam kondisi aman atau stabil.

## **B. Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Terus melakukan pengecekan berkala, jika terdapat penyangga yang mengalami kerusakan yang ditandai dengan retakan pada kayu, segera lakukan penyisipan agar kegiatan penambangan berjalan dengan aman.
2. *Safety* saat bekerja di dalam tambang bawah tanah sangat diwajibkan agar tidak terjadi kecelakaan kerja.
3. Penelitian pada skripsi ini dilakukan terbatas, oleh sebab itu diperlukan penyelidikan lanjutan karena sewaktu-waktu formasi dan jenis batuan dapat berubah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anaperta, Yoszimingsih. 2013. *Studi Terowongan Jalan Raya Padang-Solok*. Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan. Vol. 6, No. 1: 65-86.
- Arif Irwandi. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Astawe, Made R., Kramadibrata Suseno, and Kresna, Ridho W. 2010. *Mekanika Batuan*. Bandung : ITB.
- Bieniawski, Z.T., 1976. *Rock Mass Clasifications in Rock Engineering*, Proceeding Symposium on Exploration for Rock Engineering, Ed. Z.T. Bieniawski, A.A. Balkema, Rotterdam, p.97-106.
- Bieniawski, Z.T., 1984. *Rock Mechanics Design in Mining and Tunnelling*, The Pennsylvania State University, A.A. Balkema, Rotterdam, p. 272.
- Bieniawski, Z.T., 1989. *Engineering Rock Mass Clasifications*, John Wiley & Sons, New York, p. 251.
- Bieniawski Z. T. 1990. *Tunnel Design By Rock Mass Classifications*.
- Dhatu Kamajati, dkk. 2016. *Rock Mass Evaluation of Eko-Remaja Uranium Exploration Tunnel, Kalan, West Kalimantan*. Eksplorium. Vol. 37, No. 2: 89-100
- Diedrichs. 2000. *A Semi Empirical Hazard Assesment Approach To Wedge Instability In Underground Mine Opening*. Researchgate.
- Faisal Akbar, dkk. 2015. *Kajian Geoteknik Terhadap Rancangan Penambangan Batubara Bawah Tanah Metode Shortwall di CV. Artha Pratama Jaya, Kutai Kertanegara*. Jurnal Teknologi Pertambangan. Vol. 1, No. 1: 37-45
- Hoek E. dan E. T. Brown. 1980. *Underground Excavation in Rock*. London: Institution of Mining and Metallurgy.
- Jefrianto Haris, 2017. *Desain Terowongan Development di Wilayah Ombilin I Sawahluwung PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin, Sawahlunto*. Padang: Universitas Negeri Padang.