

TUGAS AKHIR

“ Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan Menggunakan Data Dari Alat Ukur *Flat Jack* Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari, Sawahlunto”

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



Oleh:

MUHAMMAD NAZRI

1306466/2013

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**"Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan Menggunakan Data Dari Alat
Ukur Flat Jack Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam
Lestari, Sawahlunto"**

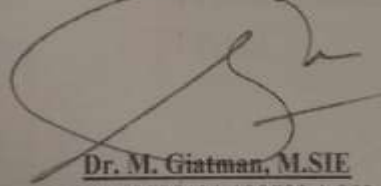
Skripsi ini di ajukan oleh:

Nama : Muhammad Nazri
NIM/TM : 1306466/ 2013
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, November 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing



Dr. M. Giatman, M.SIE
NIP. 19590121 198503 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, MT.
NIP. 19580313 198303 1 001

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 Bukaan Dengan Menggunakan Data Dari Alat
Ukur *Flat Jack* Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam
Lestari, Sawahlunto"

Oleh:

Nama : Muhammad Nazri
NIM/TM : 1306466/2013
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, November 2018

Tim penguji:

1. Dr. M. Giatman, M.SIE

2. Drs. Raimon Kopa, MT.

3. Drs. Bambang Heriyadi, M.T

Tanda Tangan

1

2

3



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: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD MAZRI
NIM/TM : 1306466 / 2013
Program Studi : S1
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

" Analisis kestabilan lubang bukaan dengan menggunakan Rata dari dat ukur flat Jack pada dinding tambang bawah tanah PT. NUSA ALAM LESTARI, 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, 13 november 2018

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

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

vang membuat pernyataan,



(Muhammad Mazri)



BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : Muhammad Nazri
NIM : 1306466
Tempat / Tanggal Lahir : Sungai Nyalo, 16 juni 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Bapak : Jasril
Nama Ibu : Indrayeni
Jumlah Bersaudara : 3 (tiga) orang
Alamat Tetap : Sungai Nyalo, Kenagarian IV Koto Mudiek,
Kecamatan Batang Kapas, Kabupaten Pesisir
Selatan , Sumatera Barat
Nomor HP : 081363681430
Email : Mnazribastian@gmail.com

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Negeri 25 Sungai Nyalo
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP Negeri 2 Batang Kapas
Sekolah Lanjutan Atas : SMA Negeri 2 Batang Kapas
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT. Nusa Alam Lestari
Tanggal Penelitian : 18 July s/d 27 July 2018
Topik Penelitian : “Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan
Menggunakan Data Dari Alat Ukur Flat Jack
Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa
Alam Lestari, Sawahlunto”
Tanggal Sidang Akhir : 3 November 2018

Padang, November 2018

Muhamad Nazri
BP/NIM: 2013/1306466

ABSTRAK

Muhammad Nazri : “Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya Dengan Menggunakan Data Dari Alat Ukur *Flat Jack* Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari, Sawahlunto”

Aspek geomekanika merupakan salah satu aspek yang penting yang harus diperhatikan untuk menjaga kestabilan lubang bukaan. Aspek lain yang harus dipertimbangkan yaitu geologi, hidrogeologi dan teknis mengenai penyanggaan. Pemantauan geomekanika pada tambang bawah tanah diantaranya: pengukuran *insitu stress*, pemantauan *deformasi* batuan, dan pembobotan massa batuan. Ada banyak pengukuran *insitu stress* diantaranya dengan: teknik *overcoring*, teknik *hydraulic fracturing*, dan metoda *Flat Jack*. Metode *flat jack* adalah metode sederhana yang menggunakan plat stainless tipis yang dilas sekelilingnya dan dilengkapi dengan pintu sebagai tempat masuknya tekanan yang dihasilkan oleh hidrolis.

Pertama yang akan dilakukan yaitu mendapatkan nilai tegangan batuan dengan menggunakan alat uji *Flat jack*. Tetapi sebelum melakukan pengujian perlu dilakukan beberapa tahapan agar pengujian bisa dilakukan yaitu seperti menentukan titik pengujian, pembuatan lubang untuk kedudukan *Flat* (titik uji), dan pengecekan deformasi yang terjadi pada titik uji. Kemudian mendapatkan nilai tegangan batuan menggunakan perhitungan tegangan gravitasi. Sama halnya dengan pengujian alat *Flat jack*, sebelum melakukan perhitungan tegangan gravitasi perlu dilakukan pengambilan beberapa data. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai kuat tekan batuan, sampel di uji di laboratorium dengan menggunakan *point load index*.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan langsung di lapangan didapatkan nilai tegangan pada kedalaman 68,160 m dengan alat *flat jack* diperoleh tegangan sebesar 5 kg/cm², dan tegangan gravitasi 17,259 kg/cm² pada kedalaman 74,759 m diperoleh tegangan sebesar 6,25 kg/cm² dan tegangan gravitasi 18,909 kg/cm², sedangkan pada kedalaman 81,882 m diperoleh tegangan sebesar 13,75 kg/cm² dan tegangan gravitasi 20,723 kg/cm², dan untuk nilai kuat tekan batubara di dapatkan nilai 2,8 MPa yang terletak pada range (2-4) yang termasuk kedalam deskripsi kualitatif kuat, berdasarkan antara pengujian *flat jack*, perhitungan gravitasi, serta hasil pengujian sampel tidak lebih besar nilainya dari pengujian sampel yang artinya kondisi tersebut mampu menahan tegangan yang bekerja pada lokasi penelitian.

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

ABSTRACT

Muhammad Nazri : “Stability Hole Analysis Using Data From Flat Jack Measuring Instrument On Underground Mine Wall PT. Nusa Alam Lestari, Sawahlunto”

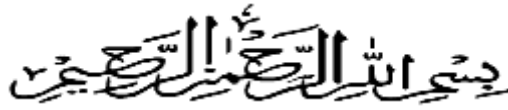
The geomechanical aspect is one of the important aspects that must be considered to maintain the stability of the opening hole. Other aspects that must be considered are geology, hydrogeology and technical regarding buffer. Geomechanics monitoring in underground mines includes: insitu stress measurement, rock deformation monitoring, and rock mass weighting. There are many insitu stress measurements including: overcoring techniques, hydraulic fracturing techniques, and Flat Jack methods. The flat jack method is a simple method that uses a thin stainless plate which is welded around it and is equipped with a door as a place for the pressure generated by the hydraulic..

The first thing to do is to get rock stress values using the Flat jack test equipment. But before conducting the testing it is necessary to do several stages so that testing can be carried out, such as determining the testing point, making a hole for the Flat position (test point), and checking the deformation that occurs at the test point. Then get the rock stress value using the calculation of gravity. Same is the case with testing Flat jack devices, before calculating gravitational stress it is necessary to take some data. Next to get the value of rock compressive strength, the sample was tested in the laboratory using a point load index.

Based on the results of testing and direct observations in the field, the value of stress at a depth of 68,160 m with a flat jack was obtained with a voltage of 5 kg / cm², and a gravitational stress of 17.259 kg / cm² at a depth of 74.759 m. 18,909 kg / cm², while at a depth of 81,882 m obtained a voltage of 13.75 kg / cm² and a gravity voltage of 20,723 kg / cm², and for the value of compressive strength of coal get a value of 2,554 MPa which is located in the range (2-4) included in strong qualitative description, based on the testing of the flat jack, the calculation of gravity, and the results of testing the sample is not greater in value than the sample testing which means that the condition is able to withstand the voltage acting on the study site.

Keywords: Flat jack, Geotechnical, Rock stress, Gravitational force calculation, Underground mine.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dengan Menggunakan Data Dari Alat Ukur *Flat Jack* Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari, 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 terima kasih kepada:

1. Teristimewa kedua orang tua mak dan ayah ku tersayang, adik, dan seluruh keluarga besar ku yang telah banyak memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan material.
2. Bapak Dr. M. Giatman, M.SIE selaku Dosen Pembimbing tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT selaku Dosen Penguji tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, MT selaku Dosen Penguji tugas akhir ini.
5. Dosen (staff pengajar) dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Dian Firdaus, Amd selaku kepala teknik tambang di Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari.

7. Aprillia juwita sabri, S.Ked., yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Sahabat-sahabat yang selalu mengingatkan dan memberi semangat dalam proses kuliah sampai selesainya pembuatan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seangkatan dan se almamater yang membantu baik dalam proses uji laboratorium maupun pembuatan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu.

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, November 2018

Penulis

Muhammad Nazri

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	3
F. Manfaat Penelitian	4

BAB II KAJIAN TEORI

A. Tinjauan Umum Lokasi Penelitian	5
1. Lokasi dan topografi.....	5
2. Iklim dan curah hujan.....	7
3. Kondisi geologi regional dan endapan.....	8
4. Geologi daerah penambangan.....	12
5. Ganesa batubara	15
6. Kualitas batubara	16
7. Metode penambangan.....	19
B. Dasar Teori	20
1. Tegangan di sekitar terowongan	20
2. Pengukuran tegangan	23
3. Uji laboratorium mekanika batuan	33
C. Penelitian sejenis	34
D. Kerangka Konseptual	39

BAB III PENUTUP

A. Jenis Penelitian	43
B. Teknik pengumpulan data	43
C. Teknik analisis data	45
D. Diagram Alir Penelitian	46
E. Waktu dan Jadwal	47

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Pengujian tegangan insitu menggunakan alat flat jack.....	48
--	----

B. Perhitungan tegangan gravitasi	49
C. Analisis kestabilan lubang bukaan	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	70
B. Saran	71

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta kesampaian daerah lokasi PT. Nusa Alam Lestari	5
Gambar 2. Peta lokasi wilayah IUP PT. Nusa Alam Lestari	7
Gambar 3. Peta geologi kota sawahlunto	9
Gambar 4. Statigrafi	12
Gambar 5. Distribusi Tegangan Sebelum dan Sesudah Penggalan (Made Astawa Rai.dkk.2010)	22
Gambar 6. Alat Hollow Inclusion Strain Cell Dengan Pengumpulan Data.....	24
Gambar 7. Jenis Baru Dari Pengukuran stress Hidraulic Fracturin	26
Gambar 8. Perbedaan Konfigurasi Flat jack	28
Gambar 9. Tahap Pengujian <i>Flat Jack</i>	29
Gambar 10. Bentuk <i>Flat Jack</i> (Gregorczyk,P and Lourenco,P. 2000)	30
Gambar 11. Metode Pemboran dan Penggergajian <i>Slot</i>	31
Gambar 12. Posisi titik referensi regangan untuk Pengujian <i>stress</i> Acuan ASTM dan RILEM (Gregorczyk, P and Lourenco,P. 2000)	32
Gambar 13. Mesin tekan (Made Astawi Rai dkk.2010	33
Gambar 14. Pengujian Point load index	34
Gambar 15. Tipe dan syarat contoh uji pli	34
Gambar 16. Grafik deformasi titik pengukuran	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Koordinat Batas Wilayah kuasa penambangan (KP) eksploitasi	6
Tabel 2. Pengelompokan Geologi talawi Berdasarkan Komplexitas Geologi	13
Tabel 3. Sisa Sumberdaya Cadangan Batubara Pada Izin Usaha Penambangan 100 Ha PT. Nusa Alam Lestari	17
Tabel 4. Analisis Sampel Batubara	18
Tabel 5. Karangka konseptual	40
Tabel 6. Pengukuran nilai stress	49
Tabel 7. hasil perhitungan gaya gravitasi	59
Tabel 8. Pengukuran deformasi	59
Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan point load index	61
Tabel 10. Data hasil pengujian laboratorium	64

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Peta Topografi	74
Lampiran B. Alat <i>Flat Jack</i>	75
Lampiran C. Peralatan untuk pembuatan kedudukan <i>flat</i>	76
Lampiran D. Proses pembuatan kedudukan <i>flat</i>	79
Lampiran E. Proses pengujian menggunakan <i>flat jack</i>	80
Lampiran F. Foto hasil pengukuran tegangan dilapangan	81
Lampiran G. Peta lay out stasiun pengukuran	82
Lampiran H. Foto pengukuran	83
Lampiran I. Indeks kekuatan material batuan utuh (Bieniawski,1989)	85
Lampiran J. Dimensi lubang utama	86
Lampiran K. Dimensi panel dan cross cut	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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.

Menyangkut pembuatan lubang bukaan pada sistem tambang bawah tanah selalu dihadapi 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.

Aspek geomekanika merupakan salah satu aspek yang penting yang harus diperhatikan untuk menjaga kestabilan lubang bukaan. Aspek lain yang harus dipertimbangkan yaitu geologi, hidrogeologi dan teknis mengenai penyanggaan.

Pemantauan geomekanika pada tambang bawah tanah diantaranya: pengukuran insitu stress, pemantauan deformasi batuan, dan pembobotan massa batuan. Ada banyak pengukuran insitu stress diantaranya dengan: teknik overcoring, teknik hydraulic fracturing, dan metoda *Flat Jack*.

Metode *flat jack* adalah metode sederhana yang menggunakan plat stainless tipis yang dilas sekelilingnya dan dilengkapi dengan pintu sebagai tempat masuknya tekanan yang dihasilkan oleh hidrolis.

Flat jack ini bisa digunakan untuk mengukur tegangan dalam batuan pada tambang bawah tanah. PT. Nusa Alam Lestari memiliki beberapa *tunnel* atau terowongan di antaranya *tunnel* C1 dengan kedalaman ± 80 meter dan panjang ± 140 meter. 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. Nusa Alam Lestari dengan menggunakan alat *flat jack*.

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “ **Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya Dengan Menggunakan Data Dari Alat Ukur *Flat Jack* Pada Dinding Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari, Sawahlunto**”

B. Identifikasi Masalah

1. Adanya aktivitas penggalian dalam pembuatan lubang bukaan pada tambang bawah tanah menyebabkan kestabilan massa batuan terganggu.
2. Belum diketahui nilai tegangan pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari.

C. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di area penambangan bawah tanah batubara PT. Nusa Alam Lestari.
2. Pengukuran nilai stress dilakukan di 3(tiga) titik Pengamatan Pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari dengan membaca Pada alat *Flat jack*.
3. Pengambilan sampel batuan pada lubang bukaan PT. Nusa Alam Lestari.
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. berapakah nilai *stress* pada dinding (*rib*) tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari dengan membaca hasil uji *alat flat jack* ?
2. Berapakah nilai tegangan batuan berdasarkan hasil perhitungan tegangan gravitasi pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari ?
3. Bagaimana nilai kuat tekan batuan dengan uji Point Load Index pada PT. Nusa Alam Lestari ?
4. Bagaimana kondisi kestabilan lubang bukaan pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari ?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengungkapkan nilai *stress* pada dinding (*rib*) lubang bukaan PT. Nusa Alam Lestari dengan membaca hasil uji *alat flat jack*.

2. Mengungkapkan nilai tegangan batuan berdasarkan hasil perhitungan tegangan gravitasi pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari.
3. Mengungkapkan nilai kuat tekan batuan dengan uji Point Load Index pada PT. Nusa Alam Lestari.
4. Mengungkapkan kondisi kestabilan lubang bukaan pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari.

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 Meningkatkan kemampuan dan 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 lereng guna mencegah terjadinya longsor di lokasi penambangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Dari hasil pengukuran pada tanggal 27 July 2018 pada kedalaman 68,160 m dengan alat flat jack diperoleh tegangan sebesar 5 kg/cm², pada kedalaman 74,752 m diperoleh tegangan sebesar 6,25 kg/cm², sedangkan pada kedalaman 81,882 m diperoleh tegangan sebesar 13,75 kg/cm².
2. Berdasarkan hasil pengambilan data langsung di lapangan didapatkan hasil perhitungan gaya gravitasi pada kedalaman 68,160 m tegangan sebesar 17,259 kg/cm², pada kedalaman 74,752 m diperoleh tegangan sebesar 18,909 kg/cm², sedangkan pada kedalaman 81,882 m diperoleh tegangan sebesar 20,723 kg/cm².
3. Berdasarkan uji point load index dengan sampel batubara di dapatkan nilai 2,8 MPa yang terletak pada range (2-4) yang termasuk kedalam deskripsi kualitatif kuat.
4. Berdasarkan tegangan hasilng pujian *flat jack*, perhitungan tegangan gravitasi, tidak lebih besar nilainya dari pengujian sampel, yang artinya kondisi tersebut mampu menahan tegangan yang bekerja pada lokasi penelitian (kondisi aman).

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. Tidak disarankan untuk pembuatan kedudukan *flat* menggunakan pahat dan palu.
3. *Safety* saat bekerja di dalam tambang bawah tanah sangat diwajibkan agar tidak terjadi kecelakaan kerja.
4. 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.
- _____. 1984. *Rock Mechanics Design in Mining and Tunnelling*, The Pennsylvania State University, A.A. Balkema, Rotterdam, p. 272.
- _____. 1989. *Engineering Rock Mass Clasifications*, John Wiley & Sons, New York, p. 251.
- _____. 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
- Eli Ambarini, Febri Hernawan, Dono Guntoro. 2013. *Sistem Stabilitas Lubang Bukaian Pengembangan Dengan Menggunakan Baut Batuan (Rockbolt) dan Beton Tembak (Shotcrete) di SBlok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten*. Prosiding Teknik Pertambangan. Gel. 2: 168-177.
- 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
- Gregorczyk, P. And Lourenco, P. 2000. A review on flat-jack testing.
- 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.
- Muh. Fathin Firaz, dkk. 2015 *Analisis Kestabilan Lubang Bukaian Tambang Bawah Tanah Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Prosiding Seminar Nasional ReTII: 316-325.