

TUGAS AKHIR

ANALISIS KESTABILAN LUBANG BUKAAN *DECLINE CHANNEL* (CH) 677 BLOK CIKONENG, PT CIBALIUNG SUMBERDAYA, BANTEN

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Dalam Menyelesaikan Program S1 Teknik Pertambangan*



Oleh :

ANNISA HANIM. D
TM/NIM : 2015/15137112

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Kestabilan Lubang Bukaan *Decline Channel*
(CH) 677 Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya,
Banten

Nama : Annisa Hanim.D

NIM/TM : 15137112/2015

Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

Jurusan : Teknik Pertambangan

Fakultas : Teknik

Padang, 12 Agustus 2019

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Drs. Bambang Heriyadi, M.T.
NIP. 19641114 198903 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

Nama : Annisa Hanim.D
NIM : 15137112

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



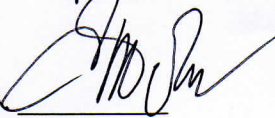
**Analisis Kestabilan Lubang Buka *Decline Channel* (CH) 677 Blok
Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten**

Padang, 30 Juli 2019

Tim Penguji

1. Ketua : Drs, Bambang Heriyadi, M.T.
2. Penguji I : Drs. Raimon Kopa, M.T.
3. Penguji II : Ansosry, S.T.,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 : ANNISA HANIM.D
NIM/TM : 15137112 / 2015
Program Studi : SI - TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

” ANALISIS KESTABILAN LUBANG BUKAAN DECLINE
CHANNEL (CH) 677 BLOK CIKONENG, PT. CIBALIUNG
SUMBER DAYA, BATTEN

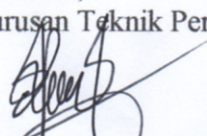
Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang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

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


Padang, 5 AGUSTUS 2019

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan


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




ANNISA HANIM.D



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105046446

BIODATA

A. Data Diri

Nama : Annisa Hanim. D
NIM : 15137112
Tempat / Tanggal Lahir : Bukit Tinggi / 19 Maret 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Dedrizal
Nama Ibu : Musfirah
Jumlah Bersaudara : 3 Bersaudara
Alamat Tetap : Jln. Dewi Sartika, Lingkungan Taruko, RT 002 RW
001, Kota Payakumbuh, Sumatra Barat.
Telp / HP : +62823-87628801



B. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Islam Raudhatul Jannah
SLTP/Sederajat : MTsN Payakumbuh
SLTA/Sederajat : MAN 2 Payakumbuh
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

C. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT. Cibaliung Sumberdaya
Tanggal Penelitian : 9 Juli 2018 – 30 Agustus 2018
Topik Studi Kasus : Analisis Kestabilan Lubang Bukaan *Decline Channel* (CH) 677 Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya

Padang, Agustus 2019

Annisa Hanim. D
NIM. 15137112

RINGKASAN

Annisa Hanim.D: Analisis Kestabilan Lubang Bukaannya *Decline Channel* (CH) 677 Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya

Penelitian dilakukan pada tambang bawah tanah PT Cibaliung Sumberdaya, Kecamatan Cimanggu Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten. Penelitian berfokus pada analisis terhadap kestabilan lubang bukaan pada penambangan emas dan perak. Kandungan endapan *low sulphidation* yang akan ditambang berada pada kedalaman 30-300 meter. Kegiatan penambangan dilakukan dengan sistem penambangan bawah tanah menggunakan metode *cut and fill*. Pembuatan lubang bukaan berupa *decline* dan front penambangan, mengakibatkan kestabilan daerah penambangan terganggu. Perusahaan menetapkan Faktor Keamanan (FK) = 2 untuk daerah *decline*. Setelah dilakukan penyanggaan, pergerakan deformasi batuan pada lokasi *decline* tetap diamati menggunakan konvergenmeter. Secara detail area pengamatan dilakukan di *decline* Cikoneng CH 677 yang berada di antara *crosscut* 6 hingga *crosscut* 8 dengan nilai kualitas massa batuan (RMR) sebesar 31 dan lebar *decline* 4,2 m. Dari hasil pengamatan, lubang bukaan mengalami benjolan di dinding kiri dan retakan pada *shotcrete*. Hasil pemantauan konvergen kumulatif menunjukkan besar perpindahan mencapai 32,285 mm dengan kecepatan perpindahan terbesar 1,718 mm/hari. Hasil pemodelan 2 D dan berdasarkan teori konvergen, lubang bukaan dikategorikan tidak stabil. Untuk itu dilakukan analisis kestabilan lubang bukaan menggunakan bantuan *software* Phase 2 dengan kriteria runtuh Hoek-Brown. Simulasi menghasilkan sistem penyanggaan menggunakan *rock bolt* jenis split set sepanjang 2,4 meter sebanyak 5 buah di dinding kiri dan 5 buah di dinding kanan dengan spasi 0,8 m serta menggunakan *shotcrete* di dinding kiri dengan ketebalan 100 mm.

Kata Kunci: *Decline*, konvergenmeter, kestabilan lubang bukaan, sistem penyanggaan, *rock bolt*

ABSTRACT

Annisa Hanim.D: Stability Analysis of Decline Channel (CH) 677 Cikoneng Block PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten

The study was conducted at the underground mine of PT Cibaliung Sumberdaya, Cimanggu, Pandeglang, Banten Province. The research focuses on analyzing the stability of the opening hole in gold and silver mining. Low sulphidation deposits that will be mined are at a depth of 30-300 meters. Mining activities are carried out with an underground mining system using the cut and fill method. The making of opening holes in the form of decline and mining fronts, has caused the stability of the mining area to be disrupted. The company sets a Safety Factor (FK) = 2 for the decline area. After buffering, the movement of rock deformation at the decline location is still observed using convergent meters. In detail the observation area was carried out at Cikoneng CH 677 decline which was between crosscut 6 to crosscut 8 with a rock mass quality (RMR) value of 31 and a decline width of 4.2 m. From the observations, the opening hole experienced a bump in the left wall and cracks in shotcrete. The cumulative convergence monitoring results show displacement of 32,285 mm with the largest displacement rate of 1,718 mm/day. The results of modeling 2 D and based on convergence theory, the opening hole is categorized as unstable. For this reason, an analysis of the stability of the opening holes is carried out using the help of Phase 2 software with the Hoek-Brown collapse criteria. The simulation produces a support system using split bolt rock type along 2,4 meters along 5 units on the left wall and 5 pieces on the right wall with 0,8 m space and using shotcrete on the left wall with a thickness of 100 mm.

Keywords: Decline, convergencemeter, stability analysis of underground tunnel, support system, rock bolt

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kestabilan Lubang Bukaan *Decline Channel* (CH) 677 Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten”** ini sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program S-1 Teknik Pertambangan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada:

1. Teristimewa kepada Allah dan kedua orang tua, adik, dan seluruh keluarga besar yang telah banyak memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan material.
2. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah sangat baik dalam membimbing dan memberikan pengarahannya dalam proses penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
4. Seluruh dosen pengajar dan staff Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Banil selaku KTT di PT. Cibaliung Sumberdaya.
6. Bang Rizki dan Pak Heri selaku Engineer Geotech GBC di PT. Cibaliung Sumberdaya yang membantu dalam pelaksanaan magang.

7. Pak Habil, Kang Tarsim selaku tim konvergen dan Pak Sudaha yang telah membantu dalam proses pengambilan data.
8. Abang dan kakak alumni senior Jurusan Teknik Pertambangan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan ilmu baik dari segi *hard skill* maupun *soft skill*.
9. Teman-teman AS (Agil, Eric, Randa, Rey, Itcah, Yuyu dan Anna) yang sudah mewarnai hari-hari perkuliahan di UNP.
10. Rekan-rekan seangkatan Teknik Pertambangan UNP 2014 yang selalu menyemangati dan membantu penulis.
11. Adik-adik tingkat Teknik Pertambangan UNP 2015, 2016, 2017 dan 2018.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis dengan segala keterbatasannya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun dalam rangka penyempurnaan.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebaik-baiknya.

Padang, Agustus 2019

Annisa Hanim. D
NIM. 15137112

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	iv
BIODATA.....	v
RINGKASAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiiiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	4

F. Manfaat Penelitian	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan umum dan lokasi penelitian	6
B. Kajian Teori	14
C. Penelitian Relevan	51
D. Kerangka Konseptual	58
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	59
B. Teknik Pengumpulan Data.....	59
C. Teknik Analisis Data.....	61
D. Pembahasan	62
E. Tempat dan Waktu Penelitian	66
F. Diagram Alir Penelitian	66
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Pengumpulan data	68
B. Analisis data	72
C. Pembahasan	82
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	88
B. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. Cibaliung Sumberdaya.....	7
Gambar 2. Metode <i>Cut and Fill</i>	15
Gambar 3. <i>Cribbing</i>	17
Gambar 4. <i>Shotcrete and Mesh</i>	19
Gambar 5. <i>Split Set</i>	20
Gambar 6. Bagian-bagian <i>splitset</i>	21
Gambar 7. <i>Wire mesh</i> dan proses pemasangannya.....	25
Gambar 8. Konvergenmeter.....	29
Gambar 9. Kurva Stress-Strain.....	36
Gambar 10. Kurva Stress-Strain 2.....	37
Gambar 11. Cara Menghitung inti <i>Core</i>	39
Gambar 12. Pengukuran Frekuensi Kekar dengan Menggunakan <i>Scanline</i>	40
Gambar 13. Mesh dengan elemen hingga untuk program Phase2.....	50
Gambar 14. Kerangka Konseptual.....	58
Gambar 15. Pemasangan Baut Konvergen pada Atap.....	64
Gambar 16. Pemasangan Baut Konvergen pada Dinding.....	64
Gambar 17. Pengukuran Konvergen.....	65
Gambar 18. Diagram Alir Penelitian.....	67
Gambar 19. Dimensi Lubang Bukaan.....	68
Gambar 20. Lokasi <i>Decline</i> Cikoneng CH 677.....	69
Gambar 21. Dokumentasi Pengklasifikasian Massa Batuan.....	70

Gambar 22. Analisis <i>Rock Strength</i> Andetit Breksia.....	74
Gambar 23. Total <i>Displacement</i> Lubang bukaan.....	81
Gambar 24. Total <i>Displacement</i> Awal.....	82
Gambar 25. Propertis <i>Shotcrete</i>	83
Gambar 26. Propertis <i>Rock Bolt</i>	83
Gambar 27. Total Perpindahan dengan Simulasi A.....	84
Gambar 28. Total Perpindahan dengan Simulasi B.....	84
Gambar 29. Total Perpindahan dengan Simulasi C.....	85
Gambar 30. Total Perpindahan dengan Simulasi D.....	85
Gambar 31. Total Perpindahan pada Dinding Kiri dari Hasil Simulasi.....	86
Gambar 32. Total Perpindahan pada Dinding Kanan dari Hasil Simulasi.....	86

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kekuatan Penyangga Baja.....	18
Tabel 2. Klasifikasi penyangga tambang bawah tanah.....	22
Tabel 3. Indeks kekuatan material batuan utuh.....	38
Tabel 4. Indeks Rock Designation Quality.....	39
Tabel 5. Identifikasi Jarak Bidang Diskontinuitas.....	41
Tabel 6. Klasifikasi Panjang Bidang Diskontinu.....	42
Tabel 7. Klasifikasi Bukaannya/rekahan pada Bidang Diskontinu.....	43
Tabel 8. Penggolongan Kekasaran Bidang Diskontinu.....	44
Tabel 9. Tingkat Pelapukan Batuan.....	45
Tabel 10. Panduan klasifikasi kondisi kekar.....	46
Tabel 11. Kondisi air tanah.....	47
Tabel 12. Kesesuaian Bidang Lemah atau Diskontinuitas.....	48
Tabel 13. Efek Orientasi Diskontinuitas pada Terowongan.....	48
Tabel 14. Kualitas Massa Batuan.....	49
Tabel 15. Pembobotan Klasifikasi Massa Batuan <i>Decline</i> Cikoneng.....	70
Tabel 16. Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan Blok Cikoneng.....	71
Tabel 17. Hasil pengukuran konvergen pada lubang bukaan <i>decline</i> CH 677	72
Tabel 18. Hasil perhitungan <i>displacement</i> dan <i>displacement</i> komulatif <i>decline</i> Cikoneng CH 677.....	73
Tabel 19. Parameter massa batuan andesit breksia.....	75
Tabel 20. Hasil perhitungan kecepatan perpindahan lubang bukaan CH 677	77

Tabel. 21 Perhitungan kecepatan konvergensi dan kecepatan konvergensi maksimum pada CH 677.....	79
Tabel 22. Analisis kestabilan lubang bukaan berdasarkan kecepatan perpindahan.....	80

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. Cibaliung Sumberdaya (CSD) merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak dalam bidang penambangan emas dan perak. PT. CSD terletak di Desa Mangkualam, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten.

Endapan emas *low sulphidation* berbentuk urat cendrung vertikal dengan kedalaman 30-300 meter. Kegiatan penambangan di PT. CSD menggunakan sistem tambang bawah tanah atau *underground* dengan metode *cut and fill*.

Kegiatan penambangan dengan metode *underground* membutuhkan perencanaan yang lebih detail dan keamanan yang lebih kompleks, seperti kebutuhan penerangan, pasokan udara, maupun perhitungan geotek untuk mengetahui kondisi dan keadaan batuan di dalam terowongan. Salah satu peranan geotek adalah mengidentifikasi kelas massa batuan agar dapat ditentukan penyanggaan yang paling tepat terhadap batuan tersebut. Selain rekomendasi penyangga, kegiatan selanjutnya adalah melakukan kegiatan pemantauan terhadap penyanggaan yang telah dipasang sebelumnya. Pemantauan di PT. CSD meliputi kegiatan *monitoring* konvergen dengan menghitung perpindahan batuan dan laju perpindahan batuan yang bertujuan untuk mengetahui kestabilan terowongan.

Selain pada daerah *crosscut* sebagai *front* kerja penambangan, daerah akses berupa jalan masuk juga sangat penting diperhatikan keamanannya.

Daerah akses atau disebut juga *decline* merupakan akses keluar masuk alat berat dan pekerja. *Decline* harus disangga permanen dan lantainya harus diberi penguatan agar akses keluar masuk tetap aman.

Berdasarkan penjelasan di atas, selain dilakukan pengamatan langsung, tim geotek juga melakukan pemantauan konvergen dengan melakukan pengukuran kecepatan konvergen batuan. Ditemui di *decline* Cikoneng ada beberapa lokasi yang mengalami retakan pada dinding (*shotcrete*) dan di beberapa lokasi ditemukan batuan yang menggantung serta tonjolan pada dinding terowongan, khususnya pada *channel* (CH) 677 dengan RMR batuan 31 (*poor rock*). Hal ini sangat membahayakan jika tidak diberi perhatian khusus pada lokasi ini. Jika hal ini dibiarkan terus menerus, dikhawatirkan akan membahayakan pekerja dan peralatan yang melewati area tersebut.

Oleh karena itu penulis bermaksud melakukan penelitian mengenai pemantauan terowongan dan melakukan analisis kestabilan lubang bukaan berdasarkan konvergen batuan menggunakan *software Phase 2* untuk mendapatkan rekomendasi system penyanggaan yang paling tepat agar lubang bukaan tetap stabil, dengan judul penelitian “Analisis Kestabilan Lubang Bukaan *Decline Channel* (CH) 677 Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Banten”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis mengidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. CH 677 *decline* blok Cikoneng mengalami perubahan konvergen dari data awal 4283,33 mm pada tanggal 14 Mei 2018 dan menjadi 4251,04 mm pada 20 Agustus 2018.
2. *Channel* (CH) 677 mengalami perpindahan sebesar 10,305 mm pada tanggal 22 Juli 2018, ditandai dengan tonjolan pada dinding *channel* dan retakan pada *shotcrete*.
3. Belum ada analisis terkait kestabilan lubang bukaan berdasarkan data perpindahan konvergen pada PT CSD hingga bulan Agustus 2018.
4. Belum ada kajian geoteknis untuk merekomendasikan kembali sistem penyanggaan pada *decline* CH 677.

C. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan memberikan batasan-batasan terhadap masalah yang akan diteliti. Adapun batasan yang penulis tentukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada *decline* di Blok Cikoneng *cross cut* 6 hingga *cross cut* 8 pada bukaan CH 677 berdasarkan data bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus 2018.
2. Tinjauan langsung di lapangan bertujuan untuk mendapatkan nilai pergerakan harian batuan kemudian diolah dalam bentuk data konvergen batuan.

3. Analisis dilakukan menggunakan bantuan *software Phase 2* dengan kategori runtuh Hoek dan Brown.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar total perpindahan maksimum dan kecepatan perpindahan konvergen maksimum batuan pada lubang bukaan *decline* CH 677 blok Cikoneng?
2. Bagaimana kondisi kestabilan lubang bukaan *decline* CH 677 berdasarkan total perpindahan pada batuan pada bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus 2018?
3. Bagaimana model 2D lubang bukaan *decline* CH 677 dengan menggunakan pada *software Phase2*?
4. Rekomendasi system penyanggaan apa yang paling cocok untuk mencapai kestabilan pada lubang bukaan *decline* CH 677?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin penulis capai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh besar total perpindahan dan kecepatan perpindahan konvergen maksimum lubang bukaan *decline* CH 677 blok Cikoneng pada bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus 2018.
2. Memperoleh gambaran kestabilan lubang bukaan *decline* CH 677 berdasarkan data konvergen pada bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus 2018.

3. Memperoleh model 2D lubang bukaan *decline* CH 677 dengan menggunakan pada *softwere Phase2*
4. Memberikan rekomendasi sistem penyangga yang paling tepat untuk diterapkan untuk mencapai kestabilan pada lubang bukaan *decline* CH 677.

F. Manfaat Penelitian

Adapun hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk beberapa pihak yaitu :

1. Bagi Peneliti
 - a. Dapat mengaplikasikan teori-teori pada bangku perkuliahan.
 - b. Memberikan sumbangan pemikiran konseptual melalui pemahaman penalaran dan pengalaman terhadap pengembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu pertambangan serta dapat menjadi alternatif pemikiran dan pertimbangan bagi perusahaan.
2. Bagi Perusahaan
 - a. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi evaluasi perencanaan penyanggaan oleh perusahaan, khususnya pada *decline* Cikoneng.
 - b. Hasil dari analisis dan simulasi penyanggaan dapat menjadi rekomendasi untuk perusahaan.
3. Bagi Pembaca
 - a. Menambah wawasan ilmu pengetahuan dari setiap pembaca sehingga dapat memecahkan masalah yang terjadi di lapangan selanjutnya.
 - b. Dapat menjadi pedoman dan acuan dalam melakukan penelitian selanjutnya serta menjadi referensi penulisan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Besar nilai total perpindahan maksimum dan kecepatan perpindahan maksimum yang terjadi pada *decline* Cikoneng CH 677 dalam 4 bulan (Mei, Juni, Juli dan Agustus 2018) adalah pada tanggal 22 Juli 2018 yaitu perpindahan sebesar 10,305 mm dan kecepatan perpindahan 1,718 mm/hari serta total perpindahan kumulatif 32,285 mm.
2. Lubang bukaan dinilai “tidak stabil” berdasarkan total perpindahan, dinyatakan “kritis” berdasarkan kategori kecepatan perpindahan lubang bukaan menurut Cording, 1974 dan kategori rata-rata “kritis” berdasarkan kriteria Zhenxiang, 1984.
3. Hasil pemodelan 2 D lubang bukaan CH 677 dengan *software* Phase 2 menunjukkan lubang bukaan tidak stabil.
4. Rekomendasi sistem penyanggaan dari hasil simulasi berupa kombinasi penggunaan *shotcrete* setebal 100 mm pada dinding kiri lubang bukaan, penggunaan *rock bolt* jenis *split set* sepanjang 2,4 m dengan spasi 0,8 m sebanyak 5 buah pada dinding kiri dan sebanyak 5 buah pada dinding kanan. Dari hasil rekomendasi sistem penyangga, diketahui bahwa total perpindahan pada lubang bukaan berkurang hingga tidak melebihi perpindahan elastis maksimal, yaitu di dinding kiri menjadi 0,085 m dan

0,081 m serta di dinding kanan menjadi 0,081 m, 0,085 m dan 0,076 m.pada dinding kanan lubang bukaan CH 677.

B. Saran

1. Kegiatan pemantauan konvergen pada lubang bukaan sebaiknya selalu dilakukan agar dapat mengendalikan stabilitas struktur bukaan dengan mengetahui deformasi yang terjadi berdasarkan karakteristik perpindahan.
2. Rekomendasi sistem penyanggaan dapat menjadi referensi bagi perusahaan dalam menganalisis kestabilan lubang bukaan namun butuh diteliti lebih lanjut pada karakteristik material yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bieniawski, Z.T. 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. New York: John Wiley & Sons.
- Brady, B.H.G., Brown, E.T. 2004. *Rock Mechanics For Underground Mining-Third Edition*, Kluwer Academic Publisher, New York.
- Deepak. 2015. "Significance of Strata Monitoring Instruments in Roof Fall Risk Assessment of an Underground Coal Mine" *International Journal of Scientific and Research Publication* (Volume 5 issue 6 tahun 2015).
- Dehghan. 2010. "Prediction of Uniaxial Compressive Strength and Modulus of Elasticity for Travertine Samples Using Regression and Artificial Neural Networks". *International Journal of Rock Mechanics & Mining Science* (Volume 20 nomor 1 tahun 2010).
- Diamantis. 2009. "Study on Uniaxial Compressive Strength, Point Load Strength Index, Dynamic and Physical Properties of Serpentinites from Central Greece: Test Results and Empirical Relations". *International Journal of Engineering Geology* (Volume 108 tahun 2009).
- Firaz, Muh. Fathin, dkk. 2013. "Analisis Kestabilan Lubang Buka-an Tambang Bawah Tanah Menggunakan Metode Elemen Hingga". *Jurnal Teknik Pertambangan UPN, Yogyakarta* (Tahun 2013).
- Hakim, Romla Noor. 2016. "Monitoring Deformasi Dinding dan Atap Terowongan Tambang Emas Bawah Tanah Menggunakan *Total Station Reflektorless*". *Seminar Nasional Riset Terapan* (Tahun 2016).
- Hoek, E., E. T. Brown. 1980. *Underground Excavations in Rock*. London: E & FN Spon.
- Jianhong, Ye. 2009. "Estimation of the Tensile Elastic Modulus Using Brazilian Disc by Applying Diametrically Opposed Concentrated Loads". *International Journal of Rock Mechanics & Mining Science* (Volume 46 tahun 2009).
- Koesnaryo, S. 2010. *Buku Panduan "Praktek Tambang Bawah Tanah"*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan.
- Nana, Sudjana. 2001. "Penelitian Dan Penilaian Pendidikan". Bandung: Sinar Baru.