

TUGAS AKHIR

ANALISIS KESTABILAN LUBANG BUKAAN DAN PILAR SAAT PROSES *MINING* *BLOCK DEVELOPMENT* PADA PENAMBANGAN BAWAH TANAH METODA *ROOM & PILLAR* PT. ALLIED INDO COAL (AIC) JAYA

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh :

Alfi Rahman
2013/ 1302663

Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : (S1) Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

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

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Dan Pilar Saat Proses *Mining Block Development* Pada Penambangan Bawah Tanah Metoda Room & Pillar
Pt. Allied Indo Coal (Aic) Jaya**

Nama : Alfi Rahman
NIM/TM : 1302663/2013
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2019

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Drs. Bambang Herivadi, 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 : Alfi Rahman
NIM/TM : 130663/2013
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

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 dan Pilar Saat Proses *Mining Block Development* pada Penambangan Bawah Tanah Metoda *Room & Pillar* PT. Allied Indo Coal (AIC) Jaya

Padang, Februari 2019


Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua : Drs. Bambang Heriyadi, M.T

1. 

2. Penguji I : Drs. Raimon Kopa, M.T.

2. 

3. Penguji II : Dr. Fadhillah, S.Pd., M.Si.

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
Telepon: 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 : ALFI RAHMAN
NIM/TM : 1302663/2013
Program Studi : S1
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

“
ANALISIS KESTABILAN LUBANG BUKAAN DAN PILAR SAAT PROSES
MINING BLOCK DEVELOPMENT PADA PENAMBANGAN BAWAH TANAH
METODA ROOM & PILLAR PT. ALLIED INDO COAL (AIC) JAYA
.....
.....”

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 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 Februari 2019

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



..... membuat pernyataan,

ALFI RAHMAN

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



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 010045445

BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : Alfi Rahman
NIM/ Tahun Masuk : 1302663/ 2013
Tempat/ Tanggal Lahir : Panyalaian/ 15 Agustus 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Bapak : Yusdiar
Nama Ibu : Elita (Almh)
Jumlah Bersaudara : 5 (Lima)
Alamat Tetap : Jorong Subarang, Nagari Andaleh, Kec. Batipuh,
Kab. Tanah Datar

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Negeri 10 Batipuh, Kab. Tanah Datar
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP Negeri 1 X Koto, Kab. Tanah Datar
Sekolah Lanjutan Atas : SMK Negeri 2 Padang Panjang
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Proyek Akhir

Tempat Penelitian : PT. Allied Indo Coal (AIC) Jaya
Tanggal Penelitian : 03 September 2018 – 29 September 2018
Judul Tugas Akhir : Analisis Kestabilan Lubang Bukaan dan Pilar saat
Proses *Mining Block Development* pada
Penambangan Bawah Tanah Metoda *Room & Pillar*
PT. Allied Indo Coal (AIC) Jaya
Tanggal Sidang Tugas Akhir : 06 Februari 2019

Padang, 14 Februari 2019

Alfi Rahman
BP/NIM. 2013/1306434

ABSTRAK

Alfi Rahman : Analisis Kestabilan Lubang Buka dan Pilar saat Proses Mining Block Development pada Penambangan Bawah Tanah Metoda Room and Pillar PT. Allied Indo Coal (AIC) Jaya

Penentuan geometri penambangan pada tambang bawah tanah metoda *room and pillar* merupakan sebuah pekerjaan yang cukup kompleks. Kajian kestabilan lubang bukaan dan pilar yang komprehensif diperlukan untuk menentukan lebar lubang bukaan dan dimensi pilar yang ideal berdasarkan pertimbangan ekonomis dan faktor keamanannya.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis tegangan pada pilar batubara dan kekuatan pilar batubara untuk mendapatkan nilai faktor keamanannya. Selain itu, pengklasifikasian massa batuan juga dilakukan sebagai langkah awal dalam memberikan rekomendasi metoda penggalian seperti *stand up time* dan rekomendasi penyanggaan. Permodelan 2D dilakukan untuk mengetahui kondisi perubahan tegangan saat *mining block development* dilakukan.

Penentuan tegangan pada pilar dihitung berdasarkan teori pembebanan *Tributary Area* dimana tegangan yang bekerja pada pilar adalah sebesar 6,775 MPa. Sementara itu, kekuatan pilar batubara diperoleh menggunakan persamaan empirik dengan nilai kekuatan pilar sebesar 17,6 MPa. Dengan demikian, faktor keamanan pilar berdasarkan perhitungan analitik adalah 2,62 (stabil) dengan *recovery* penambangan sekitar 40 %. Karakterisasi massa batuan dilakukan berdasarkan klasifikasi massa batuan *Rock Mass Rating (RMR) System*. Nilai RMR untuk perlapisan batubara adalah 56, dimana batuan ini termasuk kedalam batuan kelas III dengan rekomendasi *stand up time* selama 580 jam dan *span* setiap 6,75 m. Permodelan menggunakan *Phase2* menunjukkan penggalian *local shaft* pada proses *development* tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap perubahan kondisi tegangan secara keseluruhan.

Evaluasi geometri penambangan diperoleh melalui simulasi perhitungan untuk beberapa ukuran pilar dengan hasil berupa rekomendasi dimensi pilar paling ideal adalah 7 m x 7 m dengan estimasi *recovery* sekitar 55 % dan faktor keamanan 1,53.

Kata Kunci : Dimensi Pilar, Tributary Area, Faktor Keamanan, Recovery, RMR System

ABSTRACT

Alfi Rahman : Open Hole and Pillar Stability Analysis when Mining Block Development Process in Room and Pillar Underground Mining Method at PT. Allied Indo Coal (AIC) Jaya

Determination of the underground mining geometry room and pillar method is a fairly complex job. Open hole and pillar stability comprehensive studies are needed to determine the width of the opening holes and ideal pillar dimensions based on economic consideration and safety factor.

This research was conducted by analyzing the coal pillar stress and the coal pillar strength to obtain the safety factor. In addition, the classification of rock mass is also done as a first step in providing recommendation on excavation methods such as stand up time and support recommendations. 2D modeling is carried out to determine the condition of stress changes when mining block development.

The stress determination on the pillars is calculated based on the Tributary Area loading theory where the stress on the pillar is 6.775 MPa. Meanwhile, the strength of coal pillars is obtained using empirical equations with a pillar strength value of 17.6 MPa. Thus, the pillar safety factor based on analytical calculations is 2.62 (stable) with mining recovery around 40%. Rock mass characterization is carried out based on rock mass classification Rock Mass Rating (RMR) System. The value of the RMR for coal seam is 56, where this rock is included in rock class III with stand up time recommendations about 580 hours and span every 6,75 m. Modeling using Phase2 shows that extracting local shaft in the development process does not significantly influence overall changes in stress condition.

Evaluation of mining geometry is obtained through simulation calculation for several pillar size with the results in the form of recommendations for the ideal dimensions of the pillar is 7 m x 7 m with estimated recovery of around 55% and safety factor 1.53.

Key Words : Pillar Dimensions, Tributary Area, Safety Factor, Recovery, RMR System

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kestabilan Lubang Bukaan dan Pilar saat Proses *Mining Block Development* pada Penambangan Bawah Tanah Metoda *Room and Pillar* PT. Allied Indo Coal Jaya (AICJ)” dan seterusnya sholawat beriringan salam penulis ucapkan kepada junjungan umat Nabi Muhammad SAW.

Penulis mengucapkan terima kasih atas semua dukungan, baik moril ataupun materil yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik. Ucapan terima kasih tersebut penulis tujukan kepada :

1. Teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a dan dorongan sebagai penyemangat penulis.
2. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT, selaku Pembimbing Akademik penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
3. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, MT, selaku Pembimbing penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Andri Syaputra, selaku Kepala Teknik Tambang PT. Allied Indo Coal Jaya.
6. Bapak Rico dan Bapak Vegi selaku pembimbing di lapangan yang banyak memberikan masukan ilmu untuk penulis.

7. Seluruh Staff PT. Allied Indo Coal Jaya yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan angkatan 2013 Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang tidak bisa 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, Januari 2018
Penulis,

Alfi Rahman
BP/NIM: 2013/1302663

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Deskripsi Perusahaan	8

1. Sejarah Perusahaan	8
2. Kondisi Umum	10
3. Sistem Penambangan	16
B. Kajian Teoritis.....	19
1. Metoda <i>Room and Pillar</i>	19
2. Distribusi Tegangan pada Lubang Bukaannya.....	22
3. Pembebanan pada Pilar.....	26
4. Kekuatan Pilar Batubara	30
5. Klasifikasi Massa Batuan	33
6. Permodelan Numerik.....	46
C. Penelitian Sejenis	48
D. Kerangka Penelitian	54
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	55
A. Desain Penelitian.....	55
B. Jenis Penelitian.....	55
C. Lokasi Penelitian.....	55
D. Tahapan Penelitian	56
E. Jadwal Penelitian.....	62
F. Bagan Alir Penelitian	63
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	64
A. Data Penelitian	64
1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	64
2. Sifat Fisik dan Mekanik Batuan Utuh	64

3. Pemetaan Bidang Diskontinuitas.....	66
B. Analisis Data	68
1. Gambar Penampang.....	68
2. Sifat Fisik dan Mekanik Batuan Utuh	68
3. Penentuan Tegangan insitu di Sekitar Lubang Bukaan	72
4. Pembebanan pada Pilar.....	73
5. Kekuatan Pilar Batubara.....	74
6. Safety Factor Pilar Batubara.....	75
7. Extraction Ratio.....	76
8. Klasifikasi Massa Batuan	78
9. Parameter Massa Batuan	82
10. Permodelan Numerik.....	85
C. Pembahasan.....	88
BAB V : PENUTUP	91
A. Kesimpulan	91
B. Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN.....	xvix

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Hasil Analisis PT. Allied Indo Coal Jaya Terhadap Kualitas Batubara...	16
Tabel 2. Keuntungan dan Kerugian Metoda Penambangan Room and Pillar.....	21
Tabel 3. Rumus empirik kekuatan pilar di lapangan oleh beberapa peneliti	32
Tabel 4. Indeks kekuatan material batuan utuh.....	34
Tabel 5. Indeks Rock Designation Quality	35
Tabel 6. Identifikasi Jarak Bidang Diskontinuitas	37
Tabel 7. Klasifikasi Panjang Bidang Diskontinu	38
Tabel 8. Klasifikasi Bukaan/rekahan pada Bidang Diskontinu	38
Tabel 9. Penggolongan Kekasaran Bidang Diskontinu.....	39
Tabel 10. Tingkat Pelapukan Batuan	40
Tabel 11. Panduan klasifikasi kondisi kekar.....	41
Tabel 12. Kondisi air tanah	42
Tabel 13. Kesesuaian Bidang Lemah atau Diskontinuitas.....	43
Tabel 14. Efek Orientasi Diskontinuitas pada Terowongan	43
Tabel 15. Kualitas Massa Batuan.....	44
Tabel 16. Ringkasan Rock Mass Rating System (Bieniawski, 1989).....	45
Tabel 17. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	62
Tabel 18. Hasil pengujian sifat fisik sampel batuan	65
Tabel 19. Hasil pengujian Point Load - Test sampel batuan.....	66
Tabel 20. Hasil pengamatan bidang kekar pada sisi dinding bagian kiri	67
Tabel 21. Hasil pengamatan bidang kekar pada sisi dinding bagian kanan.....	67

Tabel 22. Hasil perhitungan sifat fisik batuan	70
Tabel 23. Nilai rata-rata sifat fisik batuan.....	70
Tabel 24. Hubungan nilai PLI dan UCS	71
Tabel 25. Hasil perhitungan nilai kuat tekan uniaksial batuan	72
Tabel 26. Nilai FK untuk setiap ukuran dimensi pilar batubara	75
Tabel 27. Statistik perbandingan rasio recovery batubara dan lebar pilar	77
Tabel 28. Hasil analisis nilai RQD.....	78
Tabel 29. Statistik data RMR.....	79
Tabel 30. Pembobotan nilai RMR.....	81
Tabel 31. Parameter input Roclab V 1.010.....	83
Tabel 32. Parameter massa batuan (Roclab V. 1.010).....	85
Tabel 33. Perbandingan perhitungan secara analitik dan numerik	88
Tabel 34. Simulasi perhitungan nilai extraction ratio dan safety factor untuk setiap ukuran pilar	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. (a) Kondisi penyangga kayu yang bengkok, (b) Batuan yang menggantung pada atap lubang bukaan	3
Gambar 2. Peta Izin Usaha Pertambangan PT. AIC Jaya	10
Gambar 3. Lokasi Kesampaian Daerah PT. AICJ.....	11
Gambar 4. Stratigrafi Cekungan Ombilin	15
Gambar 5. Ilustrasi tahapan <i>Mining Block Development</i> . (a) Penggalian <i>local shaft</i> , (b) Pembentukan <i>panel pillar</i> dan <i>barrier pillar</i>	17
Gambar 6. (a) Proses reduksi ukuran pilar melalui ekstraksi pilar, (b) Proses <i>retreat mining</i>	18
Gambar 7. Pengembangan beberapa blok penambangan pada suatu <i>tunnel</i> utama (<i>main shaft</i>).....	19
Gambar 8. Ilustrasi Metoda Penambangan <i>Room and Pillar</i>	20
Gambar 9. Hubungan Tegangan Insitu dengan Kedalaman.....	24
Gambar 10. Hubungan tegangan insitu horizontal dengan kedalaman di tambang batubara	25
Gambar 11. Dasar metoda <i>Tributary Area</i> untuk penentuan tegangan aksial rata-rata pilar	27
Gambar 12. Beban yang disangga oleh pilar berdasarkan Teori <i>Tributary Area</i>	27
Gambar 13. Kurva hubungan antara faktor konsentrasi tegangan (σ_p / σ_v) dengan <i>extraction ratio</i>	30
Gambar 14. Distribusi tegangan vertikal sepanjang (a) penampang melintang	

dan (b) diagonal pilar	31
Gambar 15. Grafik stabilitas pilar, Potvin, dkk (1989).....	33
Gambar 16. Prosedur untuk Pengukuran dan Perhitungan Nilai RQD.....	35
Gambar 17. Prosedur Pengukuran Frekuensi Kekar Menggunakan <i>Scanline</i> .	36
Gambar 18. Mesh dengan elemen hingga untuk program <i>Phase2</i>	46
Gambar 19. Permodelan pengaruh perkuatan dengan <i>rock bolt</i> pada lubang bukaan bawah tanah dengan <i>Phase2</i>	47
Gambar 20. Kerangka Penelitian Tugas Akhir	54
Gambar 21. Diagram Alir Penelitian	63
Gambar 22. Penampang melintang lokasi penambangan (<i>tunnel I</i>)	68
Gambar 23. Variasi nilai FK untuk setiap ukuran/ dimensi pilar batubara.....	76
Gambar 24. Grafik hubungan persentase <i>recovery</i> batubara dan dimensi pilar	77
Gambar 25. Orientasi diskontinuitas dinding kiri (<i>left side</i>).....	79
Gambar 26. Orientasi diskontinuitas dinding kanan (<i>right side</i>).....	80
Gambar 27. Penentuan nilai Stand Up Time dan Span Maximum untuk nilai RMR 56 di lokasi penelitian.....	82
Gambar 28. Kurva Mohr-Coulomb untuk lapisan batubara.....	84
Gambar 29. Kurva Mohr-Coulomb untuk lapisan batubara.....	84
Gambar 30. Kondisi tegangan saat sebelum penggalan.....	86
Gambar 31. Kondisi tegangan saat proses <i>development</i>	86
Gambar 32. Kondisi tegangan saat proses <i>retreat mining</i>	86
Gambar 32. Kondisi <i>strength factor</i> saat sebelum penggalan	87
Gambar 33. Kondisi <i>strength factor</i> saat proses <i>development</i>	87

Gambar 34. Kondisi *strength factor* saat proses *retreat mining* 88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A : Batas Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Allied Indo Coal Jaya

Lampiran B : Peta Topografi Wilayah Pertambangan PT. Allied Indo Coal Jaya

Lampiran C : *Contour Structure* Lapisan Batubara *Seam B1*

Lampiran D : Peta Rencana & Realisasi Tambang *Tunnel 1 dan 2*

Lampiran E : Peta Rencana & Realisasi Tambang Seluruh Lapisan

Lampiran F : Data Survey Diskontinuitas

Lampiran G : Model 2D *Mean Stress* dan *Strength Factor*

Lampiran H : Nilai *Geological Strength Index (GSI)*, Hoek & Brown (1980)

Lampiran I : Nilai m_i untuk batuan utuh, Hoek & Brown (1980)

Lampiran J : Nilai Disturbance Factor, Marinos & Hoek (2000)

Lampiran K : Modulus Deformation (Eh) Some Rock Masses, ISRM (2010)

Lampiran L : Dokumentasi Kegiatan Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Operasi produksi batubara terus dilakukan dalam rangka memenuhi kebutuhan sumber energi. Sampai saat ini, sebagian besar tambang batubara menerapkan sistem tambang terbuka karena lebih mudah dan murah dibandingkan tambang bawah tanah. Sistem tambang terbuka menjadi tidak ekonomis lagi untuk diterapkan setelah mencapai batas kedalaman tertentu sehingga untuk menambang batubara yang lebih dalam perlu diterapkan sistem tambang bawah tanah.

Salah satu metode tambang batubara bawah tanah yang umum digunakan adalah *room and pillar*. Sesuai nama metodenya, penambangan cadangan batubara dilakukan dengan menyisakan pilar-pilar untuk mencegah keruntuhan atap dan subsidens (penurunan permukaan tanah). Pengembangan metode ini yaitu dengan melakukan penambangan sebagian pilar batubara pada area yang sudah selesai ditambang dengan arah kemajuan sebaliknya, disebut dengan istilah *retreat mining*. Penerapan metode ini memberikan tingkat perolehan batubara yang lebih tinggi, namun potensi terjadinya *failure* akan meningkat dan akan mempengaruhi kestabilan lubang bukaan.

Pilar merupakan salah satu elemen penting dalam menjaga kestabilan lubang bukaan pada tambang bawah tanah dengan sistem *room & pillar*. Hal ini dikarenakan, pilar harus mampu menahan beban di atasnya (*overburden*) dari kemungkinan keruntuhan (*failure*) atap lubang bukaan dan pilar itu sendiri. Selain itu analisa mengenai kestabilan lubang bukaan dan karakteristik massa

batuan pada area suatu blok penambangan juga diperlukan untuk menjamin kondisi kerja yang aman dari kemungkinan terjadinya keruntuhan (*failure*).

PT. Allied Indo Coal Jaya (AICJ) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang menggunakan sistem penambangan *Room & Pillar* pada proses kegiatan tambang bawah tanahnya. Saat ini PT. AIC Jaya mengoperasikan beberapa blok penambangan dengan 8 buah *tunnel* menuju seluruh *front* penambangan dan blok penambangan. Aktivitas penambangan batubara dilakukan pada lapisan B-1, C, dan C1 dengan kemiringan lapisan berkisar antara $12^{\circ} - 17^{\circ}$.

Tahapan *mining block development* dimulai dari penggalian 4 buah *local shaft* dengan spasi 12 m. Setelah mencapai batas rencana penambangan, setiap *local shaft* digali menuju *local shaft* disebelahnya membentuk *panel entries* dan pilar-pilar (*panel pillar*) yang saling berhubungan. Geometri pilar yang terbentuk adalah persegi dengan ukuran pilar 12 m x 12 m dengan tinggi 3,5 m. Kajian geoteknis sangat diperlukan pada tahap ini untuk menjamin kondisi kerja yang aman dari kemungkinan terjadinya *failure* dan produksi batubara yang optimal selama proses *development*.

Beberapa *front* penambangan pada blok-blok penambangan sudah mulai kritis dan mengalami *failure*. Hal ini dapat dilihat dari kondisi penyanggaan (baja dan kayu) di beberapa tempat sudah mulai bengkok dan patah. Selain itu, di beberapa lokasi banyak ditemukan batuan yang menggantung (baji) pada bagian atap lubang bukaan yang dapat dilihat diantara

barisan penyanggaan. Hal ini mengindikasikan terjadinya perubahan tegangan yang cukup signifikan disekitar lubang bukaan dan pilar batubara.



(Sumber : Dokumentasi Penulis. 2018)

Gambar 1. (a) Kondisi penyangga kayu yang bengkok, (b) Batuan yang menggantung pada atap lubang bukaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penulis tertarik mengangkat permasalahan tersebut menjadi sebuah penelitian yang berjudul “Analisis Kestabilan Lubang Bukaan dan Pilar saat Proses *Mining Block Development* pada Penambangan Bawah Tanah Metoda *Room and Pillar* PT. Allied Indo Coal (AIC) Jaya”.

Dengan adanya penelitian ini, harapannya dapat dijadikan acuan oleh perusahaan ataupun praktisi lapangan lainnya dalam merancang geometri pilar batubara pada penambangan bawah tanah metoda *room & pillar*, khususnya untuk evaluasi perencanaan penambangan bagi perusahaan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan seperti sebagai berikut :

1. *Local shaft* pada blok II *tunnel 1* sudah mulai kritis yang dapat dilihat dari kondisi penyanggaan (baja dan kayu) yang sudah mulai bengkok. Selain itu, juga ditemukan batuan yang menggantung (*wedge*) pada bagian atap disepanjang lubang bukaan.
2. Sebagian besar *panel* pilar yang berada pada blok II telah mengalami keruntuhan (*failure*) akibat adanya perubahan kondisi tegangan yang cukup signifikan saat proses ekstraksi (reduksi ukuran) pilar dilakukan.
3. Belum adanya kajian geoteknis terhadap karakteristik massa batuan pada setiap lapisan batubara.
4. Belum adanya analisis terkait kestabilan lubang bukaan dan pilar batubara berdasarkan geometri penambangan yang telah direncanakan oleh PT. AIC Jaya.
5. Belum adanya kajian terkait korelasi antara geometri pilar batubara dengan tingkat kestabilannya dalam upaya mengoptimalkan produksi batubara (*recovery*) selama proses *mining block development*.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditentukan dalam penelitian ini seperti sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan berdasarkan data perencanaan dan realisasi penambangan bawah tanah (*mining layout*) yang dikeluarkan oleh bagian *mine planning* perusahaan.
2. Kajian geoteknis lapangan difokuskan di sekitar area *block II* yang terdapat pada *tunnel 1* dengan kedalaman 141 m dari atas permukaan tanah (*top elevasi*).
3. Karakterisasi massa batuan dilakukan berdasarkan pengamatan bidang diskontinuitas pada kedua sisi dinding lubang bukaan yang terdapat pada *local shaft* blok II.
4. Permodelan distribusi tegangan disekitar lubang bukaan dilakukan dengan perhitungan numerik menggunakan software *phase2*.
5. Prediksi kekuatan pilar batubara dilakukan dengan metoda analitik berdasarkan hasil uji kuat tekan sampel batubara di laboratorium.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi tegangan pada pilar berdasarkan teori pembebanan *Tributary Area*.
2. Bagaimana kondisi kestabilan pilar berdasarkan perbandingan antara kekuatan pilar batubara dengan tegangan pada pilar.

3. Bagaimana karakteristik massa batuan disekitar lubang bukaan dan pilar berdasarkan klasifikasi massa batuan *Rock Mass Rating*.
4. Bagaimana geometri pilar yang paling ideal pada saat proses *development* pilar dilakukan berdasarkan kajian kestabilan lubang bukaan dan pilar batubara agar *recovery* penambangan optimal.
5. Bagaimana kondisi kestabilan lubang bukaan (*local shaft*) melalui model 2D dengan menggunakan software *phase2*.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penulis melakukan penelitian ini diantaranya :

1. Mendapatkan gambaran kondisi tegangan pada pilar berdasarkan teori pembebanan *Tributary Area*.
2. Memperoleh gambaran kondisi kestabilan pilar berdasarkan perbandingan kekuatan pilar batubara dan tegangan pada pilar dalam bentuk nilai faktor keamanan (FK).
3. Memperoleh gambaran karakteristik massa batuan di sekitar lubang bukaan dan pilar berdasarkan klasifikasi massa batuan *Rock Mass Rating (RMR) System*.
4. Mendapatkan geometri pilar yang paling ideal berdasarkan kajian kestabilan lubang bukaan dan pilar untuk optimalisasi *recovery* batubara.
5. Memperoleh gambaran kondisi kestabilan lubang bukaan (*local shaft*) melalui model 2D menggunakan software *Phase2*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini diantaranya adalah :

1. Bagi penulis penelitian ini adalah sebagai sarana pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh selama proses perkuliahan. Selain itu, tugas akhir ini adalah salah satu prasyarat utama dalam penyelesaian program studi sarjana Teknik Pertambangan, Universitas Negeri Padang.
2. Data-data yang diperoleh selama proses penelitian, khususnya terkait data geoteknis tambang bawah tanah dapat dijadikan arsip serta acuan bagi perusahaan untuk perencanaan dan pengembangan tambang bawah tanah yang lebih optimal.
3. Tugas akhir ini dapat menjadi bahan bacaan bagi pembaca bagaimana gambaran operasi kegiatan penambangan pada tambang bawah tanah metoda *room and pillar* di PT. AIC Jaya.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Besarnya tegangan pada pilar berdasarkan teori pembebanan *Tributary Area* adalah 6,775 MPa dengan estimasi tegangan *insitu* pada lokasi *mining block II* adalah sebagai berikut ; tegangan *insitu* vertikal 3,582 MPa dan horizontal 2,901 MPa dengan rasio tegangan 0,81.
2. Nilai *safety factor* (FK) pilar dengan ukuran 12 m x 12 m pada area blok II adalah 2,62 dengan kekuatan pilar batubara adalah sebesar 17,6 MPa. Berdasarkan rekomendasi nilai FK empiris, pilar pada blok II dinyatakan stabil karena nilai FK lebih besar dari 1,5 (FK>1,5).
3. Nilai RMR batubara pada lokasi penambangan adalah 56, dimana jenis batuan ini termasuk kedalam batuan kelas III (batuan sedang) dengan rentang *stand up time* selama 580 jam dan *span* setiap 6,75 meter berdasarkan rekomendasi kelas massa batuan (Bieniawski, 1989).
4. Rekomendasi ukuran pilar paling ideal berdasarkan kajian geoteknis sebelumnya adalah 7 m x 7 m dengan *recovery* maksimum sebesar 55 % dan *safety factor* sebesar 1,53.
5. Hasil permodelan 2D dengan softare *Phase2* menunjukkan penggalian *local shaft* saat proses *development* tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap kondisi tegangan secara keseluruhan dengan nilai *strength factor* berkisar antara 2.21 – 2,84.

B. Saran

1. Rekomendasi perancangan dimensi pilar perlu diteliti lebih lanjut untuk beberapa kasus *mining block* lainnya guna mensimulasikan dimensi pilar optimum untuk suatu area lokasi penambangan dengan karakteristik lapisan yang berbeda.
2. Perlu dilakukannya pengukuran tegangan *insitu* secara langsung dilapangan, mengingat kondisi setiap perlapisan pada tambang batubara bawah tanah yang bersifat tidak menerus karena adanya struktur patahan, lipatan, dan kekar.
3. Penelitian ini bisa dijadikan referensi bagi perusahaan dalam merancang geometri penambangan, khususnya pada tambang batubara bawah tanah metoda *room & pillar* berdasarkan kajian geoteknis yang komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, D, dkk. 2017. *Analisis Kestabilan Pillar pada Metode Penambangan Auger Mining, Berdasarkan Persamaan Obert-Duvall Pada Seam 22 Pit S17GS PT. Kitadin Embalut Site, Kecamatan Tenggara Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur*. Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, Vol. 5, No. 1.
- Brady, B. H. G dan Brown, E. T. 2003. *Rock Mechanics for Underground Mining, Third Edition*.
- Bieniawski Z. T. 1976. *Rock Mass Classifications 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 Mass Design in Mining and Tunneling*. The Pennsylvania State University, A.A. Balkema, Rotterdam, p. 272.
- Bieniawski Z. T. 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. John Willey & Sons, New York, p. 251.
- Bieniawski Z. T. 1990. *Tunnel Design By Rock Mass Classifications*.
- Desmawita, I dan Koppa, R. 2018. *Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Berdasarkan Klasifikasi Geomekanika pada Tambang Bawah Tanah CV. Tahiti Coal, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat*. Jurnal Bina Tambang, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- Firaz, M. F, dkk. 2016. *Analisis Kestabilan Lubang Bukaan Tambang Bawah Tanah Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Program Magister Teknik Pertambangan, UPN Veteran, Yogyakarta.
- Halimah dan Heriyadi, B. 2018. *Analisa Kekuatan Pillar pada Rencana Penambangan Lubang Bukaan THC-02 CV. Tahiti Coal, Talawi, Sawahlunto*. Jurnal Bina Tambang, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
- Hoek E. dan E. T. Brown. 1980. *Underground Excavation in Rock*. London: Institution of Mining and Metallurgy.
- Hosseini. N, dkk. 2014. *The Evaluation of Empirical Coal Pillar Strength Formula Based on Uncertainty Criterion*. 31st International Conference on Ground Control in Mining.