

SKRIPSI
RANCANGAN JANGKA PENDEK TAMBANG TERBUKA PADA
PENAMBANGAN BATUBARA PT. ALLIED INDO COALJAYA

Diajukan Sebagai Salah Satu syarat Untuk Menyelesaikan
Program S-1 Teknik Pertambangan



Oleh
MUHAMMAD EL HAKIM
BP/NIM. 2011/1102374

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

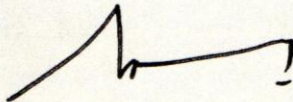
RANCANGAN JANGKA PENDEK TAMBANG TERBUKA PADA PENAMBANGAN BATUBARA PT. ALLIED INDO COALJAYA

Nama : Muhammad El Hakim
NIM : 1102374
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2017

Disetujui oleh:

Pembimbing I



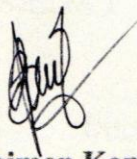
Drs. Syamsul Bahri, M.T.
NIP. 19570101 198303 1 006

Pembimbing II



Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T.
NIP. 19790304 200801 2 010

Mengetahui
Ketua Jurusan teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 1980313 198303 1 001

PENGESAHAN

Nama : Muhammad El Hakim

NIM : 1102374/2011

Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Judul Tugas Akhir

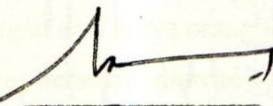
RANCANGAN JANGKA PENDEK TAMBANG TERBUKA PADA PENAMBANGAN BATUBARA PT. ALLIED INDO COALJAYA

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan
diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang**

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua : Drs. Syamsul Bahri, M.T.

1. 

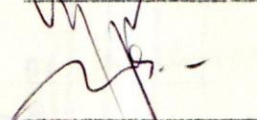
2. Sekretaris : Yoszi M. Anaperta, S.T, M.T

2. 

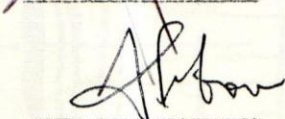
3. Anggota : Dedi Yulhendra, S.T, M.T

3. 

4. Anggota : Drs. Murad, M.S., M.T.

4. 

5. Anggota : Heri Prabowo, S.T., M.T.

5. 

Ditetapkan di: Padang, Februari 2017



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 El Hakim
NIM/TM : 1102374 / 2011
Program Studi : Teknik Pertambangan (S1)
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

"Rancangan Jangka Pendek Tambang Terbuka
pada Perambangan Batubara PT. Allied Indo
Coaljaya"

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

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

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

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

Padang, 18 Februari 2017

yang membuat pernyataan,



BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : **Muhammad El Hakim**
BP/NIM : 2011 / 1102374
Tempat / Tanggal Lahir : Payakumbuh / 25 Juni

Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Bapak : Drs. Erdimon
Nama Ibu : Deni Hayati
Jumlah Bersaudara : 3 (Tiga)
Nomor Hp : 081261640350
Alamat Tetap : Jl. H. Agussalim, Kelurahan Sicincin Mudik,
Kecamatan Payakumbuh Timur, Kotamadya
Payakumbuh



II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD N 04 Sicincin Hilir
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 1 Payakumbuh
Sekolah Menengah Atas : SMA N 2 Payakumbuh
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Tugas Akhir

Tempat Tugas Akhir : PT. Allied Indo Coaljaya, Kec.Talawi, Sawahlunto
Jadwal Kegiatan : 13 September s.d 13 Oktober 2016
Judul Tugas Akhir : Rancangan Jangka Pendek Tambang Terbuka Pada
Penambangan Batubara PT. Allied Indo Coaljaya

Padang, Januari 2017

Muhammad El Hakim
BP 2011/1102374

ABSTRAK

Muhammad El Hakim. 2017. Rancangan Jangka Pendek Tambang Terbuka Pada Penambangan Batubara PT. Allied Indo Coaljaya.

PT. Alied Indo Coaljaya merupakan salah satu perusahaan penambangan yang bergerak dibidang pertambangan batubara. Penambangan dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan metode tambang terbuka (*open pit mine*) dan metode tambang bawah tanah (*underground mine*). Penambangan batubara pada pit penambangan terbuka sebelumnya telah selesai ditambang, maka penambangan akan diteruskan mengikuti arah penyebaran batubara. Untuk sekarang sedang dilakukan kegiatan pengupasan overburden pada *pit* yang akan dikembangkan dengan target produksi *overburden* sebesar 30.000 Ton/bulan. Proses penambangan harus dilakukan dalam perencanaan yang matang agar target produksi bisa tercapai. Penelitian ini dilakukan untuk merancang desain tambang *open pit* berdasarkan keadaan topografi daerah *Central Timur* penambangan terbuka saat ini, menghitung volume *overburden* yang akan di bongkar dan volume batubara yang diperoleh, menganalisi kemampuan alat berat yang tersedia untuk pembongkaran *overburden*, serta menentukan luas front penambangan. Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, volume total *overburden* dan batubara berdasarkan desain *pit* yang dibuat untuk jangka waktu satu tahun pada *Central Timur* wilayah penambangan terbuka PT. Allied Indo Coaljaya adalah sebesar 192.230 Bcm *overburden* dan 20.670 Ton batubara dengan SR 9,2 : 1. Sedangkan untuk kegiatan penambangan pada bulan Oktober sampai Desember nantinya masih dalam tahap pembongkaran *overburden*, dengan produksi pembongkaran *overburden* berdasarkan desain jangka pendek untuk bulan Oktober, November dan Desember adalah sebesar 43.111,25 Bcm.

Kata kunci : *Tambang Terbuka, Pembongkaran Overburden, Perencanaan Tambang Jangka Pendek, Striping Ratio*

ABSTRACT

PT. Allied Indo Coaljaya is an Indonesia-based company primarily engaged in coal mining industry. Mining here was using two methods, they are open pit mines and underground mines. Previous mining proses on open pit mines has been completed, then the mining will be continued to follow up coal direction. For now was conducted overburden removal activities, with production targets 30.000 Ton for each month. Mining process must be done in a good planning so that production targets can be achieved. This research is conducted to make open pit design by topography condition of central east open pit mines area for this time, calculated volume of overburden which will be remove and voume of coal production, and also determine the extent of the mining front area. Based on the result of analyis and calculation that has been done, total volume of overburden and coal which will be mined is 192.230 Bcm overburden and 20.670 Ton coal, the striping ratio value is 9,2 : 1. And for overburden removal production based on design for October, November aand December is 43.111,25 Bcm.

Keywords : *Open Pit Mines, Overburden Removal, Short Term Mine Planning, Striping Ratio*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul “Rancangan Jangka Pendek Tambang Terbuka Pada Penambangan Batubara PT. Allied Indo Coaljaya” ini sebagai persyaratan pelaksanaan mata kuliah Tugas Akhir yang dilaksanakan pada semester Juni– Desember 2016.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan dan dorongan semangat yang sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Syamsul Bahri, M.T. selaku dosen pembimbing 1.
2. Ibu Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Heri Prabowo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Nilva Yanti, A.Md selaku pembimbing di PT. Allied Indo Coaljaya
6. Bapak Mugik sebagai Manager Pencanaan PT. Allied Indo Coaljaya.
7. Bapak Thomas selaku pengawas lapangan pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coaljaya
8. Bapak Dr. Rijal Abdullah selaku dosen penasihat akademik.

9. Seluruh dosen, staff pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
10. Kedua orang tua dan saudara yang begitu luar biasa mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Semua Teman-teman yang telah memberikan dorongan psikologis serta semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, terkhusus untuk teman-teman penghuni kontrakan BB5C.
12. Dan semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir (Skripsi) ini jauh dari 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 bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan yang setimpal di sisi Allah SWT. Amin Ya Robbal Alamin.

BillahiTaufikWalhidayah, Wassalamualaikum Wr. Wb

Padang, Januari 2017

Penulis,

MUHAMMAD EL HAKIM

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS	
A. Deskripsi Perusahaan.....	7
1. Sejarah Perusahaan	7
2. Lokasi dan Kesampaian Daerah	9
3. Geologi dan Sumber Daya Batubara	11
4. Iklim dan Curah Hujan	18
5. Reklamasi.....	19
B. Kajian Teori.....	20
1. Pengertian Batubara.....	20

2. Klasifikasi Sumberdaya Dan Cadangan.	21
3. Metode Penambangan.....	30
4. Tambang Terbuka	32
5. Perencanaan Tambang	36
6. Perbedaan Perencanaan Tambang dan Perancangan Tambang.	38
7. Aplikasi Minescape.....	45
8. Oveburden Removal	55
9. Produktifitas Alat Untuk Pekerjaan Pembongkaran OB.....	58
10. Dimensi Jalan Tambang.....	64
11. Rancangan Geoteknik	66
B. Penelitian yang Relevan	68
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	74
B. Tahapan Penelitian	74
1. Studi Literatur	74
2. Penelitian Langsung Di Lapangan.	75
3. Pengumpulan Data.....	75
4. Pengolahan Dan Analisis Data.....	76
5. Kesimpulan Dan Saran	78
C. Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	79
D. Kerangka Konseptual dan Diagram Alir Penelitian	80
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Metode Penambangan.....	82
B. Kondisi Topografi Daerah Penelitian	82
C. Kontur Struktur Batubara	88
D. Rancangan Desain <i>Pit</i>	90
1. Rekomendasi Geoteknik	90
2. Perancangan Batas Akhir Penambangan (<i>Boundary</i>)	91

3. Analisis Geometri Jalan.....	92
4. Dimensi Front Penambangan.....	100
5. Boundary <i>Pit</i>	101
6. Perancangan <i>Pit</i>	104
E. Perhitungan Produksi.....	109
1. Perhitungan Volume Overburden dan Batubara.....	109
2. Perhitungan Kapasitas Produksi Alat.	111
F. Target Produksi Pembongkaran Overburden	119
G. Rencana Pembongkaran Overburden	120
BAB VI PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	127
B. Saran	128
DAFTAR PUSTAKA	129
LAMPIRAN	131

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi dan Kesampaian Daerah	9
Gambar 2. Peta Geologi Kota Sawahlunto.....	11
Gambar 3. Statigrafi Cekungan Ombilin.....	13
Gambar 4. Peta Geologi Cekungan Ombilin.....	16
Gambar 5. Langkah Awal Membuka <i>Project</i>	47
Gambar 6. <i>Project Setup</i>	47
Gambar 7. <i>Open Minescape</i> Eksplorer.....	48
Gambar 8. <i>Open Write File</i>	49
Gambar 9. Input Data Topografi dan <i>Boundary</i>	50
Gambar 10. <i>Layer On/Off</i>	50
Gambar 11. Input <i>Layer Boundary</i>	51
Gambar 12. <i>Layer Boundary Pit</i>	52
Gambar 13. Garis Awal Perancangan <i>Pit</i>	52
Gambar 14. <i>Project Element</i>	53
Gambar 15. <i>Project Garis</i>	53
Gambar 16. <i>Offset Garis</i>	54
Gambar 17. Hasil Garis <i>Project</i> dan <i>Offset</i>	55
Gambar 18. Sistem Kerja Pemindahan Tanah.....	57
Gambar 19. Metode <i>Cross Loading</i>	58
Gambar 20. <i>V-Shape Loading</i>	59
Gambar 21. <i>Step Loading / Pass Loading</i>	60
Gambar 22. Lebar Jalan Angkut.....	64
Gambar 23. Dimensi Jalan Tikungan Pada Tambang	65
Gambar 24. Geometri Jenjang.....	67
Gambar 25. Kerangka Konseptual Penelitian	80
Gambar 26. Bagan Alir Penelitian	81
Gambar 27. Kondisi Topografi Tambang Terbuka PT.AIC.....	83
Gambar 28. Peta Topografi	85
Gambar 29. <i>Triangulasi</i> Topografi PT. Allied Indo Coaljaya	87

Gambar 30.	<i>Seam</i> Batubara B1	89
Gambar 31.	Rekomendasi Rancangan Lereng PT. AIC	91
Gambar 32.	<i>Boundary Pit</i>	92
Gambar 33.	Keadaan Jalan Pada Penambangan Terbuka.....	93
Gambar 34.	Jalan Dari <i>Pit</i> Menuju Disposol	94
Gambar 35.	Lebar Jalan Minimum.....	96
Gambar 36.	Dimensi Kerja minimum	101
Gambar 37.	Penyebaran Batubara <i>Seam</i> B1	102
Gambar 38.	<i>Boundary Pit</i> Penambangan	103
Gambar 39.	Batubara Pada Lereng Bukit.....	104
Gambar 40.	<i>Boundary Pit</i> Penambangan Terbuka	105
Gambar 41.	Rancangan <i>Pit</i> Penambangan Terbuka	106
Gambar 42.	<i>Triangulasi</i> Rancangan <i>Pit</i>	108
Gambar 43.	Hasil Perhitungan Volume OB Dari Minescape 4.118.....	109
Gambar 44.	Perhitungan Perolehan Batubara	110
Gambar 45.	<i>Excavator</i> Pc - 300	112
Gambar 46.	<i>Dumptruk</i> Hino Fm – 260 Ti.....	119
Gambar 47.	<i>Boundary Pit</i> September.....	121
Gambar 48.	Rancangan <i>Boundary Pit</i>	122
Gambar 49.	Desain <i>Pit</i> Jangka Pendek.....	123
Gambar 50.	<i>Triangulasi</i> Desain <i>Pit</i>	124
Gambar 51.	Volume Berdasarkan Desain <i>Pit</i>	125

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kualitas Batubara PT. AIC	17
Tabel 2. Neraca Cadangan Batubara.....	18
Tabel 3. Realisasi Reklamasi.....	19
Tabel 4. Nilai Z Berdasarkan Metode Pemuatan dan Jenis Transmisi.....	61
Tabel 5. Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	79
Tabel 6. Koordinat Elevasi	84
Tabel 7. Rekomendasi Geoteknik PT. AIC	91
Tabel 8. Lebar jalan pada Setiap Segmen	99
Tabel 9. Parameter Geometri Lereng	108
Tabel 10. Perbandingan Volume Overburden dan Batubara.....	111
Tabel 11. Jam Kerja Karyawan PT. AIC	114
Tabel 12. Jam Kerja <i>Excavator</i> PT. AIC	114
Tabel 13. Jam Kerja Karyawan PT. AIC.....	117
Tabel 14. Jam Kerja <i>Dumptruk</i> PT. AIC	117
Tabel 15. Rencana Produksi <i>Overburden</i>	125
Tabel 16. Rekapitulasi Hasil Analisa Data.....	126

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Spesifikasi Alat Produksi	131
Lampiran B. <i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu Pc - 300.....	136
Lampiran C. Faktor Efisiensi Mekanis.....	140
Lampiran D. Swell Faktor	141
Lampiran E. <i>Cycle Time Dump Truck</i> HINO FM 260 Ti.....	142
Lampiran F. <i>Segmen Jalan</i>	143
Lampiran G . Produksi Komatsu Perjam.....	144
Lampiran H . Peta Desain Pit Tamka	145
Lampiran I . <i>Triangulasi</i> Topografi Daerah Penambangan Terbuka	152
Lampiran J . Dokumentasi dan Kondisi Lapangan	153

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan. Menurut proyeksi Badan Energi Dunia (*International Energy Agency-IEA*), hingga tahun 2030 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% per tahun. Sebagian besar atau sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil (batubara). PT Allied Indo Coaljaya adalah salah satu perusahaan yang melakukan kegiatan penambangan batubara yang berlokasi di Kotamadya Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Batubara milik PT. Allied Indo Coaljaya memiliki kualitas yang sangat baik dengan nilai kalori ± 7.020 Kcal/Kg dan termasuk dalam jenis bituminus.

Proses penambangan batubara di PT. Allied Indo Coaljaya dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan metode tambang terbuka (*open pit mine*) dan tambang bawah tanah (*underground mine*). Tambang terbuka merupakan kegiatan usaha penggalian yang seluruh aktifitas pekerjaannya berhubungan langsung dengan udara bebas dan terik matahari. Sedangkan tambang bawah tanah merupakan metoda penambangan yang segala kegiatan penambangan dilakukan di bawah permukaan bumi dan tidak berhubungan langsung dengan udara luar.

Penambangan terbuka di PT. Allied Indo Colajaya dilakukan dalam skala kecil. Untuk saat ini penambangan terbuka di fokuskan pada *Central*

Timur *pit* penambangan terbuka PT. Allied Indo Coaljaya. Proses penambangan batubara di *pit* penambang *Central* Timur sebelumnya telah selesai ditambang, maka penambangan akan diteruskan mengikuti penyebaran batubara pada *seam* B1, karena dari data-data yang dimiliki oleh perusahaan hanya batubara *seam* B1 yang ekonomis untuk ditambang secara terbuka. Untuk sekarang sedang dilakukan kegiatan pengupasan *overburden* pada *pit* yang akan dikembangkan dengan target produksi *overburden* yang terbongkar sebesar 30.000 ton/bulan. Kegiatan pengupasan *overburden* ini dimaksudkan agar batubara yang terdapat dibawah permukaan akan tersingkap dan bisa diambil nantinya. Namun dari perhitungan produksi aktual pembongkaran *overburden* yang telah dilakukan diketahui bahwa besar produksi *overburden* untuk bulan September sebesar 20.417,69 Ton.

Perluasan areal penambangan pada wilayah *Central* Timur harus dilakukan dalam perencanaan yang matang agar target produksi dapat tercapai dan proses penambangan berjalan dengan lancar. Perancangan tambang memberikan gambaran teknis tentang program kegiatan yang akan dilakukan dalam setiap aktivitas penambangan. Tujuan dilakukannya perancangan untuk memberikan perkiraan bentuk dan target produksi batubara dan *overburden* yang akan ditambang sesuai dengan kemampuan alat dan desain *pit*.

Perencanaan tambang terbuka sendiri terbagi atas tiga jangka waktu yaitu perencanaan jangka panjang, perencanaan jangka menengah, dan perencanaan jangka pendek. Perencanaan jangka panjang yaitu suatu perencanaan kegiatan yang jangka waktunya lebih dari 5 tahun secara

berkesinambungan. Perencanaan jangka menengah, yaitu suatu perencanaan kerja untuk jangka waktu antara 1-5 tahun. Sedangkan perencanaan jangka pendek, yaitu suatu perencanaan aktivitas untuk jangka waktu kurang dari setahun demi kelancaran perencanaan jangka menengah dan jangka panjang.

PT. Allied Indo Coaljaya telah membuat perencanaan jangka panjang pada wilayah *Central* Timur pit penambangan terbuka. Setelah dilakukan perencanaan jangka panjang maka harus dilakukan *break down* ke perencanaan jangka menengah dan jangka pendek untuk mengetahui apabila perencanaan jangka panjang nantinya berubah sesuai dengan kondisi lapangan. Kondisi pada saat sekarang ini, PT. Allied Indo Coaljaya belum melakukan perencanaan jangka pendek karena perencanaan jangka pendek dilakukan setiap bulannya berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil survey dari bulan sebelumnya. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan jangka pendek untuk mengetahui apabila nantinya terjadi perubahan pada perencanaan jangka panjang yang telah dibuat sesuai dengan kondisi lapangan yang berubah setiap bulannya.

Dari beberapa permasalahan yang dijabarkan di atas, maka penelitian ini mengangkat judul **“Rancangan Jangka Pendek Tambang Terbuka Pada Penambangan Batubara PT. Allied Indo Coaljaya”**.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

1. Realisasi target produksi pembongkaran *overburden* untuk bulan September tidak tercapai
2. Dibutuhkannya model *pit* pada daerah penelitian untuk setiap bulannya.
3. Dibutuhkannya perhitungan jumlah *overburden* yang akan ditambang sesuai desain *pit* untuk setiap bulannya.
4. Dibutuhkan perhitungan produktifitas aktual alat penambangan.

C. BATASAN MASALAH

1. Lokasi daerah penelitian yaitu pada *Central Timur pit* penambangan terbuka PT. Allied Indo Coaljaya.
2. Desain *pit* dibuat dengan menggunakan *software minescape 4.118* berdasarkan data-data yang diperoleh dari perusahaan.
3. Rancangan pit dibuat untuk tiga bulan kedepan.
4. Perhitungan tidak menghitung biaya penambangan.

D. PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana bentuk topografi pada area *Central Timur pit* penambangan terbuka PT. Allied Indo Coal saat ini?
2. Bagaimana desain *pit* bulan berikutnya yang sesuai berdasarkan dengan kondisi lapangan saat ini dan data-data geoteknik yang telah ditetapkan oleh perusahaan?
3. Berapa besar volume *overburden* yang dibongkar untuk bulan berikutnya?

4. Berapa kebutuhan alat gali dan alat muat dalam kegiatan pembongkaran *overburden* agar tercapainya target produksi pembongkaran *overburden*?

E. TUJUAN PENELITIAN

1. Menganalisis bentuk topografi pada area *Central Timur pit* penambangan di PT. AIC saat ini.
2. Menganalisis bentuk *pit* penambangan untuk bulan berikutnya berdasarkan kondisi lapangan saat ini dan data-data geoteknik yang dimiliki perusahaan.
3. Menganalisis volume *overburden* yang akan dibongkar sesuai rencana desain *pit* penambangan untuk bulan berikutnya.
4. Menganalisis kebutuhan alat mekanis yang akan digunakan untuk kegiatan pembongkaran *overburden*.

F. MANFAAT PENELITIAN

1. Bagi Perusahaan

- a. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai referensi tambahan bagi perusahaan, terutama dalam proses pengupasan *overburden*.
- b. Dapat dijadikan sebagai pedoman dan informasi bagi perusahaan dalam melakukan perencanaan suatu tambang terbuka, khususnya tambang batubara.

2. Bagi Peneliti

- a. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata satu dan

memperoleh gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik Universitas negeri Padang.

- b. Menambah ilmu pengetahuan khususnya bagi penulis sebagai calon *engineer*, serta bagi para pembaca pada umumnya.

BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS

A. DESKRIPSI PERUSAHAAN

1. Sejarah Perusahaan

PT. Allied Indo Coal merupakan perusahaan umum yang melakukan kegiatan penambangan batubara dengan jenis perusahaan PKP2B (Perjanjian Kerjasama Pengusaha Pertambangan Batubara) sesuai kontrak No.J2/Ji.Du/25/1985 pada tanggal 21 Agustus 1985. Masa kontrak penambangan adalah 32 tahun dan diprediksikan akan berakhir pada Tahun 2017 dengan luasan area 844 Ha.

Awalnya perusahaan ini adalah perusahaan swasta yang didukung oleh pemodal asing. Dengan PT. Allied Queensland Coalfields (AQC) Limited dari Australia dan PT. Mitra Abadi Sakti dari Indonesia dengan komposisi saham 80% dan 20%. Sebelum pada akhirnya PT. Mitra Abadi Sakti mengambil alih saham AQC pada Tahun 1992.

Pada awalnya kegiatan eksplorasi di tambahan telah dilakukan oleh pemerintah pada Tahun 1975 dan 1983. kegiatan eksplorasi dilanjutkan oleh PT. AIC dalam Tahun 1985 – 1988. Setelah kegiatan eksplorasi dilaksanakan maka PT. AIC melakukan penambangan terbuka yang kerjasama dengan PT. United Tractor untuk divisi alat berat dalam pengembangan peralatan penambangan.

Pada Tahun 1991 PT. AIC selaku pemilik kuasa penambangan (KP) bekerjasama dengan PT. PAMA PERSADA NUSANTARA hingga Tahun

1996, dan selanjutnya secara berturut-turut dengan kontraktor PT. Berkelindo Jaya Pratama dan PT. Pasura Bina Tambang.

Namun pada Tahun 2001 kegiatan penambangan sempat menghadapi gangguan karena adanya permasalahan tambang rakyat. Disamping itu SR (Stripping ratio) semakin tinggi, maka PT. AIC melakukan pengembangan ke tambang bawah tanah yang diresmikan pada bulan oktober 2003 dengan kontraktor PT. Telaga Makmur Sejati (TMS).

Dan pada Tahun 2004 seiring dengan membaiknya harga batubara pada pasaran international maka PT. AIC melakukan kembali tambang terbuka dengan kontraktor PT. Cipta Kridatama (CK).

Pada Tahun 2008 PT. Tamasu Bara Utama melakukan kontrak kerja sama penambangan dengan PT. AIC untuk melakukan kegiatan penambangan tambang terbuka.

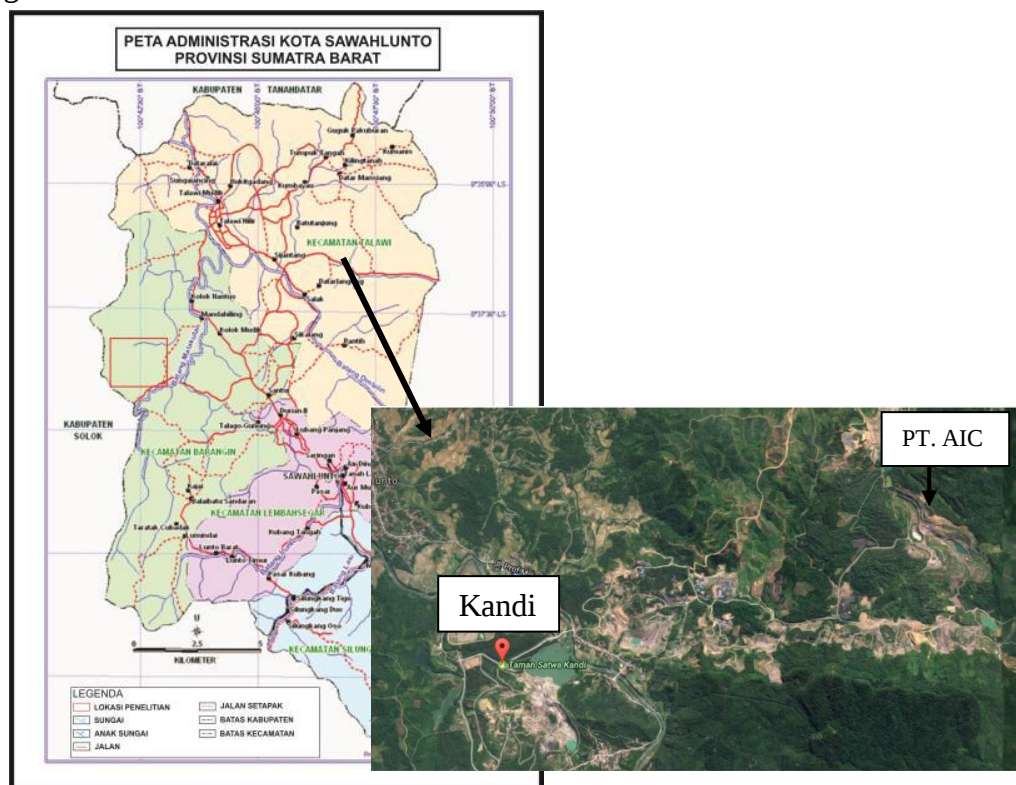
Dan pada Tahun 2010 CV. Telaga makmur Sejati resmi memberhentikan kegiatan penambangan dikarenakan faktor geologi yang kompleks.

Operasi penambangan yang dilakukan oleh PT. Tamasu Bara Utama dengan pola tambang terbuka (*Open Cut Mine*) skala kecil dan untuk tambang bawah tanah oleh CV. Telaga Makmur Sejati. Juga metode yang digunakan untuk kegiatan tambang bawah adalah metode lorong panjang (*Longwall method*) dengan sistem penggalian mundur (*retreating system*), yaitu metode tambang bawah tanah yang diterapkan pada lapisan batubara yang tipis dan datar (kemiringan lapisan kurang dari 30⁰) dengan membuat

panel-panel penambangan. Pada penambangan batubara sistem mundur, penambangan dimulai dengan membuat jalan pada kedua sisi panel sebagai jalan masuk pekerja pengangkutan material dan diteruskan dengan pembuatan permukaan kerja, kemudian baru dilakukan penambangan dengan arah kemajuan mendekati jalan utama. Target produksi batubara untuk tambang terbuka adalah sebesar ± 3.000 ton/bulan, sedangkan target produksi batubara untuk tambang bawah tanah adalah sebesar ± 1.500 ton/bulan.

2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Untuk lebih mengetahui lokasi PT. Allied Indo Coal dapat kita lihat pada gambar 1 berikut ini.



Sumber: <https://www.google.co.id/maps/place/Talawi,+Kota+Sawah+Lunto,+Sumatera+Barat>

Gambar 1. Peta lokasi dan kesampaian daerah

Secara geografis wilayah penambangan PT. AIC, Tbk. terletak pada koordinat $100^{\circ} 46' 48''$ – $100^{\circ} 48' 47''$ Bujur Timur dan $00^{\circ} 35' 34''$ – $00^{\circ} 36' 59''$ Lintang Selatan. Secara administratif konsesi penambangan PT. AIC, Tbk. termasuk dalam wilayah Parambahan, Kecamatan Talawi, Kotamadya Sawahlunto, Propinsi Sumatra Barat. Jarak lokasi penambangan dengan kota Padang + 90 km, dan bisa ditempuh melalui jalan darat ± 3 jam dari Kota Padang.

Batas-batas lokasi penambangan:

a. Sebelah Utara

- 1) Wilayah Desa Batu Tanjung dan Desa Tumpuak Tengah, kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.
- 2) Kuasa pertambangan eksploitasi PT. Sumatera Berjaya Serasi.

b. Sebelah Timur

Batas sebelah timur meliputi wilayah Jorong Bukik Bua dan Koto Panjang, Nagari V Koto VII, kabupaten Sawahlunto/Sijunjung.

c. Sebelah Selatan

Batas sebelah selatan meliputi wilayah Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

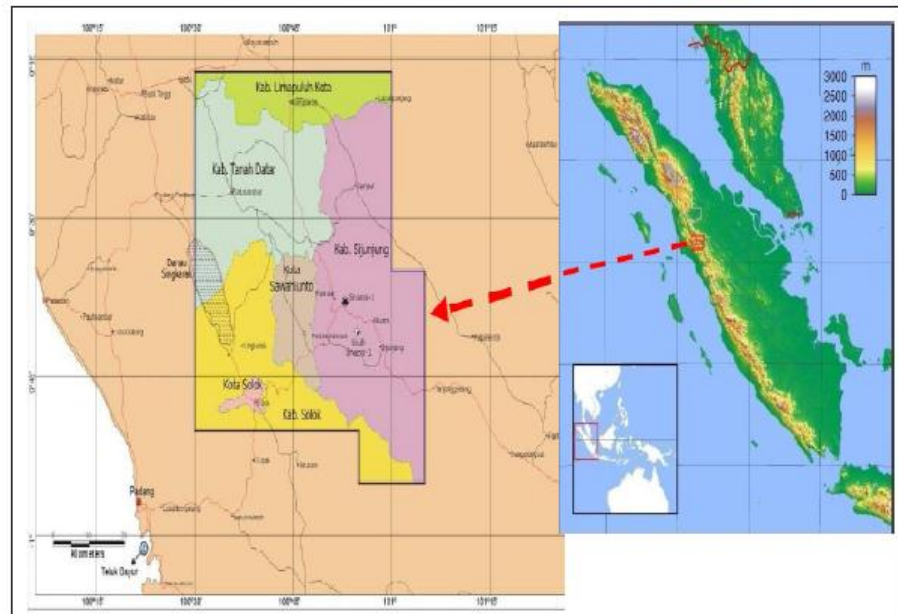
d. Sebelah Barat

Batas sebelah barat meliputi wilayah Desa Salak dan Sijantang Koto, kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

3. Geologi dan Sumber Daya Batubara

a. Geologi Daerah Penambangan

Peta geologi kota Sawahlunto dapat dilihat pada gambar 2. berikut:



Gambar 2. Peta geologi kota sawahlunto

Endapan batubara Parambahan berada pada formasi Sawahlunto berumur tersier di dalam cekungan Ombilin, yang terdiri dari tanah penutup, batu lempung (claystone), batu lanau (siltstone), batu pasir (sandstone), coal clay, dan batubara. Endapan batubara tersebut memiliki lapisan utama yang mengandung batubara yaitu lapisan A, lapisan B, dan lapisan C. Lapisan A terdiri dari empat lapisan, lapisan B terdiri dari lima lapisan dan lapisan C terdiri dari tiga lapisan. Jarak antara lapisan A dan lapisan B adalah rata-rata 15 m, sedangkan jarak antara lapisan B dan lapisan C adalah rata-rata 35 m. Lapisan yang

potensial untuk ditambang hanya lapisan B1, dan C1 + C2 yang memperlihatkan kemiringan batubara berkisar antara 50-150° ke arah selatan dan timur.

b. Morfologi, Stratigrafi, dan Hidrogeologi Daerah Konsesi Penambangan

1) Morfologi

Wilayah konsesi penambangan PT. AIC berada pada wilayah yang terletak pada rangkaian pegunungan bukit barisan yang merupakan morfologi perbukitan. Perbukitan ini ketinggiannya bisa mencapai 560 M dari permukaan laut dengan kemiringan yang agak landai ke arah Timur. Sementara sungai yang ada disekitar kawasan ini adalah sungai sinama dan sungai ombilin yang alirannya bersifat denritik.

2) Stratigrafi

Secara fisiografis, cekungan Ombilin termasuk ke dalam Zona Pegunungan Barisan bagian muka dengan massa yang naik (van Bemellen, 1949). Morfologi cekungan ombilin terdiri dari perbukitan sedang dengan lembah-lembah sempit yang dibentuk oleh sedimen tersier, sedangkan batuan pra_Tersier membentuk perbukitan terjal dengan bukit yang curam dan lembah yang sempit. Perlapisan batuan mengontrol pada beberapa tempat di daerah ini sehingga membentuk topografi kuesta dan batu gamping Pra-Tersier membentuk topografi karst. Untuk lebih jelasnya

statigrafi ombilin dapat dilihat pada gambar 3 berikut:

AGE	FORMATION NAMES	LITHOLOGY	THICK- NESS	DEPOSITIONS ENVIRONMENT
PLEISTOCENE	RANAU FORMATION	Tuffs		Terrestrial
TERTIARY	E. MIOCENE	OMBILIN FORMATION	not less than 1442 m	Marine neritic
	OLIGOCENE	PORO MEMBER	0-320m	
		SAWAHTAMBANG FORMATION	625 m	Braided river system
		RASAU MEMBER	0-300m	Meandering streams
		SAWAHLUNTO FORMATION	0-195 m	Meandering streams and swamps (flood plain)
	EOCENE	SANGKAREWANG FORMATION	0-280 m	Locustrine
		BRANI FORMATION		Alluvial fans
PERMIAN and TRIASSIC	TUHUR FORMATION	Volcanics, andesite and basaltic lavas, and tuffs, argillites in the upper part and limestone.	Unknown	Marine with volcanic activity
	SILUNGKANG FORMATION			
	KUANTAN FORMATION	Slates and marble	100 - 450m	

Gambar 3. Stratigrafi Cekungan Ombilin
Cekungan yang didasari oleh batuan Pra-Tersier tersebut

diisi oleh endapan berumur Tersier dengan ketebalan kurang 4600 meter dengan luas kurang lebih 1500 km². Tatanan tersier ini secara resmi dibagi menjadi 5 formasi, yaitu:

a) Formasi Brani

Terdiri dari konglomerat berwarna coklat keunguan, berukuran kerikil sampai kerakal, dengan aneka fragmen berupa andesit, batu gamping, batu sabak dan argilit, granit, kuarsit, kadang-kadang “arkosic gridsand” yang berbutir kasar, terpilah buruk, menyudut-memundar tanggung padat, keras sampai dapat diremas, umumnya tidak berlapis. Tebalnya

mencapai lebih dari 646 meter.

b) Formasi Sangkarewang

Formasi ini dikenal karena ditemukannya fosil ikan air tawar yang berumur tersier awal. Formasi ini terdiri dari berlapis tipis berwarna kelabu gelap kecoklatan sampai hitam plastis gampingan mengandung material karbon, mika, pirit, dan sisa tumbuhan.

Formasi ini memiliki sisipan berupa lapisan-lapisan batupasir dengan tebal yang umumnya kurang dari 1 meter, terdapat fragmen kuarsa dan feldspar, gampingan berwarna abu-abu sampai hitam matriks lempung terpilah buruk mengandung mika dan material karbon, dan terdapatnya struktur nendatan (slump). Sisipan batupasir menunjukkan pola menghalus ke atas.

c) Formasi Sawahlunto

Formasi Sawahlunto terdiri dari *shale* dari zaman *Eocene*, *siltstone*, *quartz*, *sandstone* dan batubara (*coal*) yang ditemui di sebagian besar di wilayah tenggara dari Cekungan Ombilin. Formasi ini juga termasuk *coal beds* yang ditambang di daerah Sawahlunto. Formasi Sawahlunto meruncing ke arah timur dan selatan dari area Sawahlunto.

d) Formasi Sawah Tamang

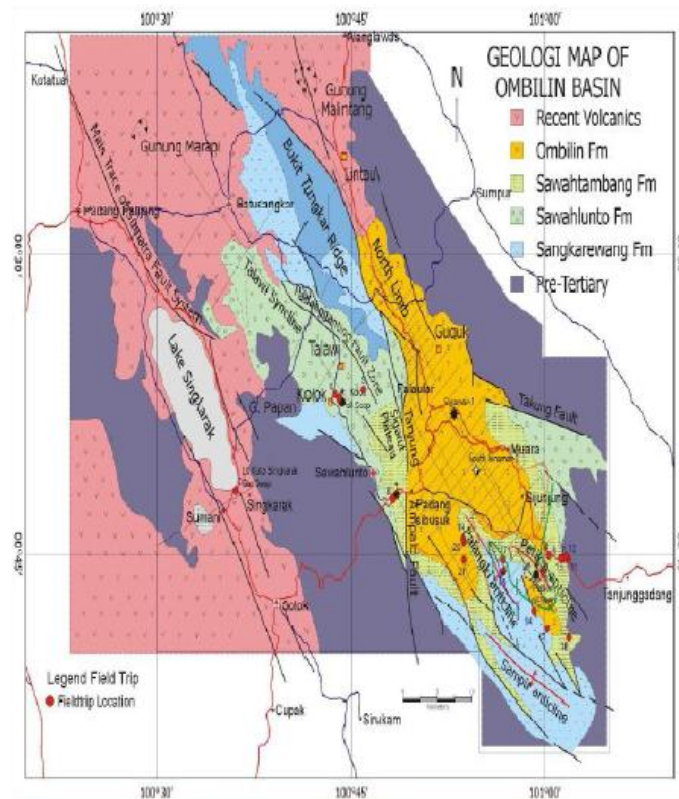
Formasi Sawahtambang dan Sawahlunto telah terbukti

saling *overlay* atau seperti saling terkait. Keterkaitan antara dua formasi secara *paleontology* susah ditentukan, karena ketidakhadiran umur fosil *diagenetic* di antara kedua formasi. Formasi Sawahtambang terdiri dari konglomerat berumur *Oligocene*, *sandstone* dan *shale* yang diendapkan oleh sistem aliran sungai.

e) Formasi Ombilin

Formasi Ombilin terdiri dari *shale* abu-abu muda sampai medium, dimana sering *calcareous* dan biasanya mengandung *limestone*, sisa-sisa tumbuhan dan sel-sel moluska. Ketebalan *limestone* pada Formasi Ombilin terlihat sampai ketebalan 200 ft (60 m). Akan tetapi, ketebalan Formasi Ombilin berkisar antara 146 meter sampai 2740 meter ketebalan sesungguhnya dari formasi ini sukar ditentukan karena adanya erosi pasca endapan. Dari segi lingkungan pengendapan batuan-batuan sedimen di daerah lain diendapkan dalam lingkungan fasies delta, yaitu mulai dari *upper delta plai* hingga *delta front*, lingkungan fasies transisi hingga paparan laut (*marine*), yaitu dari *delta front* hingga *middle shelf* dan lingkungan fasies laut dalam, yaitu dari *outer shelf* hingga *bathyal* (Koning, 1985).

Berikut peta geologi cekungan Ombilin dapat dilihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Peta geologi cekungan ombilin

3) Hidrogeologi

Secara umum hidrogeologi daerah Sawahlunto terdiri dari akuifer produktif sedang, akuifer produktif kecil, dan air tanah langka. Untuk daerah Parambahan kondisi air tanahnya adalah air tanah langka dimana sulit sekali untuk menemukan air karena pada lokasi ini yang litologi batuanannya adalah batuan intrusi diorit, granit, serta batuan serpih batu lempung, dan gamping napalan, dimana semua batu ini memiliki tingkat kelulusan batuan terhadap

air sangat kecil.

c. Kualitas Batubara

Batubara PT. AIC Jaya memiliki kualitas yang sangat baik, dari analisa kualitas batubara yang dilakukan oleh PT. Sucofindo dengan klasifikasi ASTM (American Standart for Testing Material) batubara PT. AIC Jaya termasuk tingkat Bituminous High Volatile B dengan nilai kalori ± 7.020 Kcal/Kg. Adapun kualitas batubara pada PT.AIC dapat kita lihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1: Kualitas Batubara PT. Allied Indo Coaljaya

Parameter	Rata-rata
Total Moisture (%) AR	6,42
Proximate Analisis (ADB) :	
• Inherent Moisture (%)	2,75
• Ash Content (%)	7,30
• Volatile Matter (%)	38,29
• Fixed Carbon	51,66
Total Sulphur (%)	0,88
Calorific Value (Kcal/Kg)	7084
Hardgrove Grindability Index	46
Coal rank	BITUMINOUS

Sumber : PT. Allied Indo Coal

d. Kuantitas Batubara

Dari hasil eksplorasi juga telah diketahui terdapat 2 lapisan utama yaitu B1 dan C, dimana lapisan C mengalami pemisahan (splitting) menjadi 2 lapisan yaitu C1 dan C2. kemiringan lapisan batubara berkisar 50 hingga 150. Lapisan B1 merupakan lapisan batubara

dengan ketebalan berkisar 1,30 – 3,13 m. Untuk penambangan terbuka yang ditambang hanya lapisan batubara pada seam B1.

Lapisan C1 merupakan lapisan batubara dengan ketebalan berkisar 2,5 – 4 m berada pada 35 – 40 m di bawah lapisan batubara B1 sehingga selain ditambang secara tambang terbuka juga memungkinkan untuk ditambang dengan tambang bawah tanah. Lapisan C2 merupakan lapisan batubara dengan ketebalan berkisar 3 – 5 m berada hampir sama dengan lapisan batubara C1 namun memiliki sifat yang lebih kompleks. Kualitas batubara Aic dapat dilihat dalam tabel 1 diatas, sedangkan jumlah cadangan batubara PT. Allied Indo Coaljaya dapat dilihat dalam tabel 2 berikut :

Tabel 2: Cadangan Batubara PT. Allied Indo Coaljaya.

No	Lokasi Tambang	Sisa cadangan yang dapat ditambang
1	Seam B1	1.359.540,95 Ton
2	Seam C1	1.790.257,85 Ton
3	Seam C2	1.494.794,00 Ton
Total Cadangan		4.644.592,80 Ton

Sumber : PT. Allied Indo Coal Jaya,

4. Iklim dan Curah Hujan

a. Iklim

Iklim pada daerah konsesi pertambangan Sawahlunto pada umumnya tidak jauh beda dengan kondisi daerah tambang lainnya dengan iklim tropis. Dengan suhu 29-35⁰ C pada siang hari. Dan 25-31⁰ C pada malam hari.

b. Curah Hujan

Data curah hujan pada daerah ini cukup tinggi, yakni 64.50 MI pada bulan Agustus 2011.

5. Reklamasi

a. Realisasi Reklamasi

Kegiatan reklamasi lahan yang telah dilaksanakan meliputi penataan area waste dump di luar lubang tambang (out pit dump) Selanjutnya dilakukan penebaran tanah pucuk dan penanaman. Kemajuan kegiatan reklamasi hingga saat ini sebagaimana disajikan pada table 3 dibawah ini:

Tabel 3: Realisasi Reklamasi

NO	Lokasi	Luas (Ha)	Luas Tanam		Total (Ha)	Sisa Reklamasi
			Waste Dump (Ha)	Inpit Dump (Ha)		
1	Southern Cross	1.84	0.08	1.76	1.84	
2	Tamasu	36.20	17.93	18.27	36.20	
3	Tamasu Western	32.63	4.43	28.20	32.63	
4	Parambahan Valley	17.08	17.08	-	17.08	
5	Western Area Dump	12.07	11.09	0.98	12.07	
6	Emplasmment	10.05	10.05		10.05	
7	Central Area	5.90	5.76	0.14	5.90	
8	South Western Dump	22.55	5.49	17.06	22.55	
9	Kelok Macan	0.61	0.18	0.43	0.61	
10	Pisang nanas	13.52	3.15	6.11	9.26	
11	Central/ Tambang Aktif	50.66	-	-	-	
12	Fasilitas Tambang	22.58	-	-	13.08	
Total		225.69	53.55	72.95	139.58	86.11

Sumber : PT. Allied Indo Coal, (2010)

Pada umumnya daerah yang selesai ditambang dan tidak dimanfaatkan untuk keperluan lain, langsung direklamasi yang mencakup aktifitas pengembalian lapisan batuan penutup, membentuk jenjang atau teras, perataan permukaan, penebaran tanah (sub soil &

top soil) dan pembangunan sistem pengaliran air atau SPA dan revegetasi atau penanaman.

Jenis tumbuhan / vegetasi yang dikembangkan untuk penghijauan adalah: Albizzia falcate (Sengon), Acasia Mangium (Akasia), Anacardium occidentale (Mete, Muntingia calabura (Ceri). Adapun tanaman penutup (cover crop) yang digunakan adalah jenis rumput-rumputan serta kacang-kacangan. Populasi tanaman pokok 175.460 dan tanaman penutup sekitar 700.000 Batang. Data jumlah bibit yang ada sampai dengan Maret 2010.

b. Pemanfaatan Lahan

Luas KP PT. Allied Indo Coal jaya 372,40 hektar. Lahan yang dimanfaatkan untuk usaha pertambangan dan fasilitas pendukung.

B. KAJIAN TEORITIS

1. Pengertian Batubara

Batubara merupakan sebuah batu, sedimen, konglomerat, fosil biologis, sistem koloid yang kompleks, dan sebuah objek yang menarik untuk analisis kimia dan fisika (Bruce G. Miller, 2005). Secara singkat batubara adalah senyawa kimia dan fisika heterogen yang mudah terbakar, batuan sedimen yang mengandung material organik dan anorgank.

World Coal Institute berpendapat bahwa batu bara adalah sisa tumbuhan dari jaman prasejarah yang berubah bentuk yang awalnya berakumulasi di rawa dan lahan gambut. Penimbunan lanau dan sedimen lainnya, bersama dengan pergeseran kerak bumi (dikenal sebagai

pergeseran tektonik) mengubur rawa dan gambut yang seringkali sampai ke kedalaman yang sangat dalam. Dengan penimbunan tersebut, material tumbuhan tersebut terkena suhu dan tekanan yang tinggi. Suhu dan tekanan yang tinggi tersebut menyebabkan tumbuhan tersebut mengalami proses perubahan fisika dan kimiawi dan mengubah tumbuhan tersebut menjadi gambut dan kemudian batu bara.

Sedangkan menurut undang-undang Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara dijelaskan bahwa batubara adalah endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan.

2. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan

Keberadaan mineral di dalam perut bumi dapat diketahui dari sejumlah indikasi adanya mineral tersebut di permukaan bumi. Para ahli geologi dilatih untuk dapat mengenali indikasi ini. Penyelidikan secara geologis pada dasarnya belum dapat menentukan secara teliti atau kuantitatif informasi mengenai mineral tersebut. Akan tetapi pada tahap ini sudah dapat dikemukakan hasil indikasi adanya mineral. Karena itulah keberadaan mineral pada tahap ini disebut sebagai sumberdaya. Bila penyelidikan dilakukan dengan lebih teliti, yaitu dengan menggunakan berbagai metode (geofisika, geokimia, pemboran dan lain-lain), maka mineral tersebut sudah diketahui dengan lebih pasti, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Dengan keberadaannya yang lebih pasti seperti itu, mineral tersebut sudah dapat dikatakan sebagai cadangan.

Kategori cadangan dibagi bertingkat-tingkat, semakin teliti penyelidikannya maka semakin lengkap informasi mengenai mineral itu, khususnya dalam bentuk kuantitas. Cadangan seperti itu dapat dikatakan sebagai cadangan terbukti. Ada beberapa pertimbangan yang menentukan kelayakan suatu mineral untuk ditambang, seperti letak geografi, teknologi penambangan, teknologi pemrosesan, kondisi social budaya, masalah lingkungan hidup, dan lain-lain. Semakin tinggi tingkat kelayakannya, semakin mungkin kita mengevaluasi manfaat ekonominya.

Bila suatu sumberdaya yang terunjuk telah diteliti dan ternyata layak untuk ditambang, maka pada tingkat ini kita baru berbicara tentang cadangan *probable* atau terkira, sedangkan apabila kita berbicara pada tingkat sumberdaya terukur, dan studi kelayakannya menunjukkan ekonomis, maka kita sampai kepada tingkat cadangan terbukti atau *proved*. Apabila dari studi kelayakan ternyata penambangan bisa menguntungkan, tingkat sumberdaya tereka atau *inferred* dapat digolongkan sebagai cadangan tingkat mungkin (*possible*), dan apabila datanya masih umum, maka data kasar seperti ini hanya memungkinkan mineral itu tetap digolongkan sebagai sumberdaya. Walaupun kelayakannya memungkinkan untuk penambangan secara ekonomis, tetapi pada tingkatan data geologi seperti itu, mineral tersebut hanya dapat disebut sebagai sumberdaya yang ditemukan (*discovered*).

Dengan kejelasan definisi sumberdaya yang mencakup tereka/penemuan, terunjuk, terukur, dan definisi cadangan yang terdiri dari

mungkin, terkira, dan terbukti, diharapkan diketahui dengan jelas saat-saat tingkatan mineral itu akan menjadi kenyataan untuk dapat dieksploitasi. Dengan demikian, para pelaku pasar modal akan mempunyai pijakan yang sama dalam melakukan perkiraan dan *expectation*.

Sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 13-6011-1999) klasifikasi sumberdaya dan cadangan batubara berdasarkan keyakinan geologi dan kelayakan ekonomi. Secara umum klasifikasi cadangan batubara dapat dikelompokkan sebagai berikut :

a. Tahap Eksplorasi

Tahap eksplorasi batubara umumnya dilakukan melalui empat tahap, yakni survei tinjau, prospeksi, eksplorasi pendahuluan, dan eksplorasi rinci. Tujuan penyelidikan geologi ini adalah untuk mengidentifikasi keterdapatan, keberadaan, ukuran, bentuk, sebaran, kuantitas, serta kualitas suatu endapan batubara sebagai dasar analisis/kajian kemungkinan dilakukannya investasi. Tahap penyelidikan tersebut menentukan tingkat keyakinan geologi dan kelas sumberdaya batubara yang dihasilkan. Penghitungan sumberdaya batubara dilakukan dengan berbagai metoda diantaranya poligon, penampangan, *isopach*, *inverse distance*, geostatistik, dan lain-lain.

1) Survei Tinjau (*Reconnaissance*)

Survei tinjau merupakan tahap eksplorasi batubara yang paling awal dengan tujuan mengidentifikasi daerah–daerah yang secara geologis mengandung endapan batubara yang berpotensi untuk

diselidiki lebih lanjut serta mengumpulkan informasi tentang kondisi geografi, tata guna lahan, dan kesampaian daerah. Kegiatannya, antara lain studi geologi regional, penafsiran penginderaan jauh, serta inspeksi lapangan pendahuluan yang menggunakan peta dasar dengan skala sekurang-kurangnya 1:100.000

2) Prospeksi (*Prospecting*)

Tahap eksplorasi ini dimaksudkan untuk membatasi daerah sebaran endapan batubara yang akan menjadi sasaran eksplorasi selanjutnya. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini antara lain pemetaan geologi dengan skala minimal 1:50.000, pengukuran penampang stratigrafi, pembuatan paritan, pembuatan sumuran, pemboran uji (*scout drilling*), pencontohan, dan analisis. Metode eksplorasi tidak langsung, seperti penyelidikan geofisika dapat dilaksanakan apabila dianggap perlu.

3) Eksplorasi Pendahuluan (*Preliminary Exploration*)

Tahap eksplorasi ini dimaksudkan untuk mengetahui gambaran awal bentuk tiga dimensi endapan batubara yang meliputi ketebalan lapisan, bentuk, korelasi, sebaran, struktur, kuantitas dan kualitas. Kegiatan yang dilakukan antara lain, pemetaan geologi dengan skala minimal 1:10.000, pemetaan topografi, pemboran dengan jarak yang sesuai dengan kondisi geologinya, penampangan (*logging*) geofisika, pembuatan sumuran/paritan uji, dan pencontohan yang andal.

4) Eksplorasi Rincian (*Detailed exploration*)

Tahap eksplorasi ini dimaksudkan untuk mengetahui kuantitas dan kualitas serta model tiga dimensi endapan batubara secara lebih rinci. Kegiatan yang harus dilakukan adalah pemetaan geologi dan topografi dengan skala minimal 1:2.000, pemboran dan pencontohan yang dilakukan dengan jarak yang sesuai dengan kondisi geologinya, penampangan (*logging*) geofisika, serta pengkajian geohidrologi dan geoteknik. Pada tahap ini perlu dilakukan penyelidikan pendahuluan pada batubara, batuan, air dan lainnya yang dipandang perlu sebagai bahan pengkajian lingkungan yang berkaitan dengan rencana kegiatan penambangan yang diajukan.

b. Tipe Endapan Batubara dan Kondisi Geologi

Secara umum endapan batubara utama di Indonesia terdapat dalam tipe endapan batubara Ombilin, Sumatera Selatan, Kalimantan Timur dan Bengkulu. Tipe endapan batubara tersebut masing-masing memiliki karakteristik tersendiri yang mencerminkan sejarah sedimentasinya. Selain itu, proses *pascapengendapan* seperti tektonik, metamorfosis, vulkanik dan proses sedimentasi lainnya turut mempengaruhi kondisi geologi atau tingkat kompleksitas pada saat pembentukan batubara.

Berdasarkan proses sedimentasi dan pengaruh tektonik, karakteristik geologi tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama yaitu kelompok geologi sederhana, kelompok geologi moderat, dan kelompok geologi kompleks. Uraian tentang batasan

umum untuk masing-masing kelompok tersebut beserta tipe lokalitasnya adalah sebagai berikut:

1) Kelompok Geologi Sederhana

Endapan batubara dalam kelompok ini umumnya tidak dipengaruhi oleh aktivitas tektonik, seperti sesar, lipatan, dan intrusi. Lapisan batubara pada umumnya landai, menerus secara lateral sampai ribuan meter, dan hampir tidak mempunyai percabangan. Ketebalan lapisan batubara secara lateral dan kualitasnya tidak memperlihatkan variasi yang berarti. Contoh jenis kelompok ini antara lain di lapangan Bangko Selatan dan Muara Tiga Besar (Sumatera Selatan), Senakin Barat (Kalimantan Selatan), dan Cerenti (Riau).

2) Kelompok Geologi Moderat

Batubara dalam kelompok ini diendapkan dalam kondisi sedimentasi yang lebih bervariasi dan sampai tingkat tertentu telah mengalami perubahan *pascapengendapan* dan tektonik. Sesar dan lipatan tidak banyak, begitu pula pergeseran dan perlipatan yang diakibatkannya relatif sedang. Kelompok ini dicirikan pula oleh kemiringan lapisan dan variasi ketebalan *lateral* yang sedang serta berkembangnya percabangan lapisan batubara, namun sebarannya masih dapat diikuti sampai ratusan meter.

Kualitas batubara secara langsung berkaitan dengan tingkat perubahan yang terjadi baik pada saat proses sedimentasi

berlangsung maupun pada *pascapengendapan*. Pada beberapa tempat intrusi batuan beku mempengaruhi struktur lapisan dan kualitas batubaranya. Endapan batubara kelompok ini terdapat antara lain di daerah Senakin, Formasi Tanjung (Kalimantan Selatan), Loa Janan-Loa Kulu, Petanggis (Kalimantan Timur), Suban dan Air Laya (Sumatera Selatan), serta Gunung Batu Besar (Kalimantan Selatan).

3) Kelompok Geologi Kompleks

Batubara pada kelompok ini umumnya diendapkan dalam sistem sedimentasi yang kompleks atau telah mengalami deformasi tektonik yang ekstensif yang mengakibatkan terbentuknya lapisan batubara dengan ketebalan yang beragam. Kualitas batubaranya banyak dipengaruhi oleh perubahan-perubahan yang terjadi pada saat proses sedimentasi berlangsung atau pada *pascapengendapan* seperti pembelahan atau kerusakan lapisan (*wash out*). Pergeseran, perlipatan dan pembalikan (*overturned*) yang ditimbulkan oleh aktivitas tektonik, umum dijumpai dan sifatnya rapat sehingga menjadikan lapisan batubara sukar dikorelasikan. Perlipatan yang kuat juga mengakibatkan kemiringan lapisan yang terjal. Sebaran lapisan batubaranya terbatas dan hanya dapat diikuti sampai puluhan meter. Endapan batubara dari kelompok ini, antara lain, ditemukan di Ambakiang, Formasi warukin dan Ninian.

c. Dasar Klasifikasi

Klasifikasi sumberdaya dan cadangan batubara didasarkan pada tingkat keyakinan geologi dan kajian kelayakan. Pengelompokan tersebut mengandung dua aspek, yaitu aspek geologi dan aspek ekonomi.

1) Aspek Geologi

Berdasarkan tingkat keyakinan geologi, sumberdaya terukur harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih besar dibandingkan dengan sumberdaya tertunjuk, begitu pula sumberdaya tertunjuk harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumberdaya tereka. Sumberdaya terukur dan tertunjuk dapat ditingkatkan menjadi cadangan terkira dan terbukti apabila telah memenuhi kriteria layak . Tingkat keyakinan geologi tersebut secara kuantitatif dicerminkan oleh jarak titik informasi (singkapan, lubang bor).

2) Aspek Ekonomi

Ketebalan minimal lapisan batubara yang dapat ditambang dan ketebalan maksimal lapisan pengotor atau *dirt parting* yang tidak dapat dipisahkan pada saat ditambang, yang menyebabkan kualitas batubaranya menurun karena kandungan abunya meningkat, merupakan beberapa unsur yang terkait dengan aspek ekonomi dan perlu diperhatikan dalam menggolongkan sumberdaya batubara.

d. Persyaratan

Persyaratan yang harus dipenuhi yaitu dari aspek ekonomi dan aspek geologi. Batubara jenis energi rendah (*brown coal*) menunjukkan kandungan panas yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan batubara jenis batubara energi tinggi (*hard coal*). Karena pada hakikatnya kandungan panas merupakan parameter utama kualitas batubara, persyaratan batas minimal ketebalan batubara yang dapat ditambang dan batas maksimal lapisan pengotor yang tidak dapat dipisahkan pada saat ditambang untuk batu bara jenis batubara energi rendah (*brown coal*) dan batu bara jenis batu bara energi tinggi (*hard coal*) akan menunjukkan angka yang berbeda.

e. Pelaporan

Supaya data sumberdaya dan cadangan dapat dimengerti dengan baik dan mudah oleh pihak-pihak yang berkepentingan, perlu adanya sistem pelaporan yang baku. Laporan ini menggambarkan status terakhir mengenai sumberdaya dan cadangan batubara secara rinci dan akurat dan disarikan. Laporan hasil kegiatan penyelidikan sumberdaya dan cadangan batubara ini disimpan di instansi/lembaga yang ditunjuk

f. Pengujian

Pengujian kelas sumberdaya dan cadangan batubara dilakukan terhadap terpenuhinya persyaratan yang telah ditentukan. Panitia/lembaga penguji merupakan tim yang dibentuk oleh instansi yang berwenang untuk tujuan itu. Anggota panitia/lembaga yang

ditunjuk terdiri atas para ahli yang berkompeten dan berpengalaman di bidangnya.

3. Metode Penambangan

Secara garis besar metode penambangan dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu sebagai berikut:

- a. Tambang terbuka (*surface mining*)
- b. Tambang dalam/tambang bawah tanah (*underground mining*)
- c. Tambang bawah air (*underwater mining*)

Pemilihan metode penambangan ini berdasarkan pada keuntungan terbesar yang akan diperoleh, bukan berdasarkan letak dangkal atau dalamnya suatu endapan, serta mempunyai perolehan tambang (*mining recovery*) yang terbaik.

Aturan utama dari eksploitasi tambang adalah memilih suatu metoda penambangan yang paling sesuai dengan karakteristik unik (alam, geologi, lingkungan dan sebagainya) dari endapan mineral yang ditambang di dalam batas keamanan, teknologi dan ekonomi, untuk mencapai ongkos yang rendah dan keuntungan yang maksimum.

Adapun faktor-faktor pemilihan metode penambangan adalah sebagai berikut :

- a. Karakteristik dari endapan

Faktor ini merupakan faktor terpenting dalam pemilihan metode penambangan, karena karakteristik dari endapan dapat menentukan

suatu metode penambangan yang tepat untuk dilakukan. Karakteristik endapan tersebut meliputi:

- 1) Kemiringan, ukuran dan penyebaran.
- 2) Struktur geologi (rekahan/*joint*, patahan dan perlipatan).
- 3) Kedalaman lokasi bahan galian.

b. Kondisi Geologi dan Hidrologi

Karakteristik geologi dari mineral dan batuan induknya sangat mempengaruhi pemilihan metode penambangan. Hidrologi mempengaruhi sistem drainase dan pompa yang diperlukan serta mineralogi mempengaruhi cara pengolahan mineral. Faktor-faktor ini meliputi:

- 1) Mineralogi dan petrografi.
- 2) Komposisi kimia atau kualitas (bahan tambang primer atau produk sampingan).
- 3) Struktur geologi (lipatan, patahan, *diskontinu*, *intrusi*).
- 4) Bidang lemah (kekar, retakan, *cleavage* dalam endapan bijih/*cleats* dalam batubara).
- 5) Airtanah dan hidrologi.

c. Sifat Geoteknik (Mekanika Tanah dan Batuan)

Sifat mekanis dari endapan dan batuan sekitarnya merupakan faktor kunci dalam pemilihan peralatan dalam tambang terbuka dan pada tambang bawah tanah hal ini sangat berpengaruh pada kelas yang

dipilih (*unsupported*, *supported*, atau *caving*). Faktor-faktor sifat geoteknik meliputi:

- 1) Sifat *elastik* (kekuatan, *modulus elastis*).
- 2) Prilaku *elastik* atau *viskoelastik* (*flow/creep*).
- 3) Keadaan tegangan.
- 4) Konsolidasi dan kompaksi.
- 5) Sifat fisik lainnya (bobot isi, *voids*, porositas, *permeabilitas*, kandungan air).

d. Pertimbangan Ekonomi

Faktor ini mempengaruhi hasil, investasi, aliran kas, masa pengembalian dan keuntungan, pertimbangan tersebut antara lain:

- 1) Cadangan (tonase dan kadar/kualitas).
- 2) Laju produksi (produksi per satuan waktu).
- 3) Umur tambang.
- 4) Produktivitas (produksi per satuan pekerja dan waktu).
- 5) Perbandingan biaya penambangan untuk metode penambangan yang cocok.

e. Faktor Teknologi

f. Faktor lingkungan

4. Tambang Terbuka

Tambang terbuka adalah salah satu jenis metode penambangan dimana segala kegiatan atau aktivitas penambangannya dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya

berhubungan langsung dengan udara luar, sehingga metode penambangan terbuka sangat dipengaruhi oleh keadaan iklim dan cuaca. Pengelompokan jenis-jenis tambang terbuka batubara didasarkan pada letak endapan, dan alat-alat mekanis yang dipergunakan. Teknik penambangan pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi geologi dan topografi daerah yang akan ditambang.

Penambangan cara *open pit* adalah penambangan terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan batubara maupun bijih metal seperti endapan bijih nikel, endapan bijih besi, endapan bijih tembaga, dan sebagainya. Penambangan dengan cara *open pit* biasanya dilakukan untuk endapan bijih atau mineral yang terdapat pada daerah datar atau daerah lembah. Tanah akan digali ke bagian bawah sehingga akan membentuk cekungan atau *pit*.

Cara pengangkutan pada *open pit* tergantung dari kedalaman endapan dan topografinya. Pada dasarnya cara pengangkutannya ada 2 (dua) macam, yaitu :

- a. Cara konvensional atau cara langsung, yaitu hasil galian atau peledakan diangkut oleh *truck* atau *belt conveyor* langsung dari tempat penggalian ke tempat *dumping* dengan menelusuri tebing-tebing sepanjang bukit.
- b. Cara inkonvensional atau cara tak langsung adalah cara pengangkutan hasil galian/peledakan ke tempat *dumping* dengan menggunakan cara kombinasi alat-alat angkut. Misalnya dari permukaan/medan kerja (*front*) ke tempat *crusher* digunakan *truck*, dan selanjutnya melalui *ore pass* ke

loading point, dari sini diangkut ke *ore bin* dengan memakai *belt conveyor*, dan akhirnya diangkut ke luar tambang dengan *cage*.

Metode *open pit* merupakan salah satu metode tambang terbuka yang digunakan untuk endapan batubara yang memiliki kemiringan (*dip*) yang relatif kecil. Endapan batubara harus tebal bila lapisan tanah penutupnya cukup tebal. Hal ini akan berdampak pada nisbah pengupasan (*stripping ratio*). Jika nilai *stripping ratio* tidak sesuai dengan yang telah ditetapkan, maka perusahaan tambang akan mendapat kerugian. Oleh karena itu, suatu perusahaan selalu menentukan nilai *stripping ratio* sebelum memastikan tambang layak dilakukan atau tidak, karena hal ini sangat berpengaruh terhadap pendapatan atau keuntungan yang diperoleh perusahaan tambang.

Dalam proses penambangan bahan galian yang pada umumnya terletak di kedalaman, maka diperlukan pengupasan tanah/batuan penutup (*waste rock*) dalam jumlah yang besar. Pemilihan berbagai desain dan metode dalam penambangan, tentunya melibatkan beberapa pertimbangan teknik dan ekonomi yang kompleks. Hal ini berkaitan dengan keuntungan yang akan didapat, karena tujuan utama dari suatu proses penambangan yaitu menambang dengan biaya yang serendah-rendahnya, sehingga dicapai keuntungan yang maksimal.

Beberapa kelebihan dari tambang terbuka antara lain:

- a. Biaya penambangan per ton batubara lebih murah karena tidak perlu adanya penyanggaan, ventilasi dan penerangan.

- b. Kondisi pekerjaannya yang lebih baik karena berhubungan langsung dengan udara luar dan sinar matahari.
- c. Penggunaan alat mekanis dengan ukuran besar dapat lebih leluasa bergerak sehingga produksi dapat lebih besar
- d. Dalam pemakaian bahan peledak akan lebih efisien, karena luas dan bidang bebasnya lebih baik dibanding tambang bawah tanah. Selain itu gas-gas beracun yang dihasilkan dari peledakan dapat dihembuskan oleh angin.

Pada tambang terbuka juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

- a. Para pekerja langsung berada atau dipengaruhi oleh cuaca. Karena, apabila terjadi hujan lebat atau suhu yang tinggi akan mengakibatkan menurunnya efisiensi kerja, begitu juga dengan hasil produksi atau hasil kerja akan menurun.
- b. Kedalaman penggalian terbatas, karena semakin dalam penggalian semakin banyak *overburden* yang akan digali.
- c. Timbulnya masalah dalam tempat peletakan tanah penutup yang cukup besar (*disposal area*).
- d. Alat-alat mekanis yang terletak tersebar dan pencemaran lingkungan hidup yang lebih besar.
- e. Masalah yang sering ditimbulkan tambang terbuka adalah yang paling utama adalah dapat mencemari lingkungan, dan juga merusak bentuk permukaan bumi.

Namun, meskipun semua metode penambangan memiliki kelemahan, hal paling utama dalam pemilihan metode penambangan yaitu tingkat keekonomisan metode yang dipakai, selain itu juga mempertimbangkan dari segi teknis. Karena semua metode pasti memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Oleh karena itu suatu metode penambangan harus dipertimbangkan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Sehingga suatu perusahaan dapat memaksimalkan keuntungan ataupun pendapatan dan meminimalisir terjadinya kerugian.

5. Perencanaan Tambang

Perencanaan adalah penentuan persyaratan teknik pencapaian sasaran kegiatan serta urutan teknis pelaksanaan dalam berbagai macam anak kegiatan yang harus dilaksanakan untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan. Perencanaan tambang merupakan membuat rancangan tambang (mencapai ultimate pit limit) dalam jangka waktu tertentu secara aman dan menguntungkan. Sedangkan perancangan itu sendiri biasanya dimaksudkan sebagai bagian dari proses perencanaan tambang yang berkaitan dengan masalah-masalah geometrik (Nurhakim, Perencanaan dan Permodelan Tambang). Di dalamnya termasuk perancangan batas akhir penambangan, tahapan (pushback), urutan penambangan tahunan, bulanan, penjadwalan produksi dan *waste dump*. Fungsi perencanaan tergantung dari jenis perencanaan yang digunakan dalam sasaran yang dituju, tetapi secara umum fungsi perencanaan antara lain :

- a. Pengarahan kegiatan, adanya pedoman bagi pelaksanaan kegiatan dalam pencapaian tujuan
- b. Perkiraan terhadap masalah pelaksanaan, kemampuan, harapan, hambatan, dan kegagalan yang mungkin terjadi
- c. Usaha untuk mengurangi ketidakpastian
- d. Kesempatan untuk memilih kemungkinan terbaik
- e. Penyusunan urutan kepentingan tujuan
- f. Alat pengukur atau dasar ukuran dalam pengawasan dan penilaian
- g. Cara penggunaan dan penempatan sumber daya secara berdaya guna dan berhasil guna.

Tujuan dari pekerjaan perencanaan tambang adalah membuat suatu rencana produksi tambang untuk satu cebakan bijih yang akan :

- a. Menghasilkan tonase bijih pada tingkat produksi yang telah ditentukan dengan biaya-biaya yang semurah mungkin.
- b. Menghasilkan aliran kas (cash-flow) yang akan memaksimalkan beberapa kriteria ekonomi, seperti rate of Return atau Net Present value.

Secara umum perencanaan dapat digolongkan dalam beberapa bagian, antara lain:

1. Perencanaan Jangka Panjang

Perencanaan jangka panjang yaitu suatu perencanaan kegiatan yang jangka waktunya lebih dari lima tahun secara berkelanjutan.

2. Perencanaan Jangka Menengah

Perencanaan jangka menengah yaitu suatu perencanaan kerja untuk jangka waktu antara satu sampai lima tahun.

3. Perencanaan Jangka Pendek

Perencanaan jangka pendek yaitu suatu perencanaan aktivitas untuk jangka waktu kurang dari setahun demi kelancaran perencanaan jangka menengah dan jangka panjang.

4. Perencanaan Penyangga atau *Alternative*

Perencanaan penyangga atau alternatif merupakan perencanaan sampingan jika kemudian hari terjadi hal-hal tak terduga atau ada perubahan data dan informasi sehingga dapat menyebabkan kegagalan.

6. Perbedaan Perencanaan Tambang dan Perancangan Tambang

a. Perencanaan Tambang

Secara umum tahapan dalam kegiatan perencanaan tambang adalah sebagai berikut:

1) Tahap persiapan penambangan

Beberapa kegiatan yang termasuk kedalam kegiatan persiapan penambangan ini adalah:

- a) Penaksiran cadangan bahan tambang.
- b) Pemilihan metode dan penetapan batas-batas penambangan (*final/ultimate pit limit*, jika dengan metode tambang terbuka).
- c) Pentahapan tambang (*mine sequence*).
- d) Penjadwalan produksi.

- e) Perancangan tempat penimbunan material limbah (*waste dump*), pembuatan *stockpile* dan penyaliran tambang.
 - f) Perancangan dan pemeliharaan jalan angkut.
 - g) Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja.
 - h) Perhitungan biaya modal dan biaya operasi.
 - i) Evaluasi finansial.
 - j) Analisa dampak lingkungan.
- 2) Tahap operasi penambangan

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan meliputi:

- a) Kegiatan pembersihan lahan/*front* penambangan (*land clearing*).
 - b) Kegiatan pengupasan tanah pucuk (*top soil removal*) dan *overburdenremoval*.
 - c) Kegiatan penambangan bahan galian.
 - d) Kegiatan pemuatan dan pengangkutan bahan galian.
 - e) Kegiatan pengolahan lebih lanjut terhadap bahan galian.
 - f) Kegiatan penyaliran tambang.
- 3) Tahap Pasca Operasi Penambangan

Jika kegiatan penambangan hampir selesai atau telah selesai dilakukan pada suatu areal penambangan, maka kegiatan yang harus dilakukan adalah kegiatan penutupan tambang. Dalam hal ini kegiatan penutupan tambang meliputi reklamasi tambang dan rehabilitasi. Reklamasi tambang adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai

akibat kegiatan usaha pertambangan, agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya.

Rehabilitasi lokasi penambangan dilakukan sebagai bagian dari program pengakhiran tambang yang mengacu pada penataan lingkungan hidup yang berkelanjutan. Salah satu kegiatan pengakhiran tambang adalah reklamasi sebagai upaya penataan kembali daerah bekas tambang agar bisa menjadi daerah yang bermanfaat dan berdayaguna. Reklamasi tidak berarti akan mengembalikan seratus persen sama dengan kondisi rona awal. Sebuah lahan atau gunung yang dikupas untuk diambil isinya hingga kedalaman ratusan meter walaupun sistem gali timbun (*back filling*) diterapkan tetap akan meninggalkan lubang besar.

Pada prinsipnya kawasan atau sumberdaya alam yang dipengaruhi oleh kegiatan pertambangan harus dikembalikan ke kondisi yang aman dan produktif melalui rehabilitasi. Kondisi akhir rehabilitasi dapat diarahkan untuk mencapai kondisi seperti sebelum ditambang atau kondisi lain yang telah disepakati. Kegiatan rehabilitasi dilakukan merupakan kegiatan yang terus menerus dan berlanjut sepanjang umur pertambangan sampai *pasca* tambang.

Tujuan jangka pendek rehabilitasi adalah membentuk bentang alam (*landscape*) yang stabil terhadap erosi. Selain itu rehabilitasi juga bertujuan untuk mengembalikan lokasi tambang ke kondisi yang memungkinkan untuk digunakan sebagai lahan produktif.

Bentuk lahan produktif yang akan dicapai menyesuaikan dengan tata guna lahan *pasca* tambang. Penentuan tata guna lahan *pasca* tambang sangat tergantung pada berbagai faktor antara lain potensi ekologis lokasi tambang dan keinginan masyarakat serta pemerintah. Bekas lokasi tambang yang telah direhabilitasi harus dipertahankan agar tetap terintegrasi dengan ekosistem bentang alam sekitarnya. Teknik rehabilitasi meliputi *reconturing* dan penanaman kembali permukaan tanah yang tergradasi, penampungan dan pengelolaan racun dan air asam tambang (AAT).

Dalam suatu perencanaan tambang, terdapat dua pertimbangan dasar yang perlu diperhatikan, yaitu:

1) Pertimbangan Ekonomis

Pertimbangan ekonomis ini menyangkut anggaran. Data untuk pertimbangan ekonomis dalam melakukan perencanaan tambang batubara, yaitu:

- a) Nilai (*value*) dari endapan per ton batubara.
- b) Ongkos produksi, yaitu ongkos yang diperlukan sampai mendapatkan produk berupa hasil bahan galian yang diambil.
- c) Ongkos *stripping of over burden* dengan terlebih dahulu mengetahui *stripping ratio*.
- d) Keuntungan yang diharapkan dengan mengetahui *economic stripping ratio*.
- e) Kondisi pasar.

2) Pertimbangan Teknis

Yang termasuk dalam data untuk pertimbangan teknis adalah:

a) Menentukan *Ultimate Pit Slope* (UPS)

Ultimate pit slope adalah kemiringan umum pada akhir operasi penambangan yang tidak menyebabkan kelongsoran atau jenjang masih dalam keadaan stabil. Untuk menentukan UPS ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- (1) *Stripping ratio* yang diperbolehkan.
- (2) Sifat fisik dan mekanik batuan.
- (3) Struktur geologi.
- (4) Jumlah air dalam di dalam batuan.

b) Ukuran dan batas maksimum dari kedalaman tambang pada akhir operasi.

c) Dimensi Jenjang/*Bench*

Cara pembongkaran atau penggalian mempengaruhi ukuran jenjang. Dimensi jenjang juga sangat tergantung pada produksi yang diinginkan dan alat-alat yang digunakan. Dimensi jenjang harus mampu menjamin kelancaran aktivitas alat mekanis dan faktor keamanan. Dimensi jenjang ini meliputi tinggi, lebar, dan panjang jenjang.

d) Pemilihan sistem penirisan yang tergantung kondisi air tanah dan curah hujan daerah penambangan.

e) Kondisi Geometrik Jalan

Kondisi geometrik jalan terdiri dari beberapa parameter antara lain lebar jalan, kemiringan jalan, jumlah lajur, jari-jari belokan, *superelevation*, *cross slope*, dan jarak terdekat yang dapat dilalui oleh alat angkut.

f) Pemilihan peralatan mekanis yang meliputi pemilihan alat dengan jumlah dan *type* yang sesuai, serta koordinasi kerja alat-alat yang digunakan.

g) Topografi

Topografi suatu daerah sangat berpengaruh terhadap sistem penambangan yang digunakan. Dari faktor topografi ini, dapat ditentukan cara penggalian, *tempat* penimbunan *overburden*, penentuan jenis alat, jalur-jalur jalan yang dipergunakan, dan sistem penirisan tambang.

h) Struktur Geologi

Struktur geologi ini terdiri atas lipatan, patahan, rekahan, perlapisan dan gerakan-gerakan tektonis.

i) Kondisi air tanah terutama bila disertai oleh stratifikasi dan rekahan. Adanya air dalam massa ini akan menimbulkan tegangan air pori.

b. Perancangan Tambang

Rancangan atau *design* adalah penentuan persyaratan, spesifikasi dan kriteria teknik yang rinci (pasti) untuk mencapai tujuan dan sasaran

kegiatan serta urutan teknis pelaksanaannya. Di industri pertambangan juga dikenal rancangan tambang (*mine design*) yang mencakup kegiatan-kegiatan seperti yang ada pada perencanaan tambang, tetapi semua data dan informasi sudah rinci. Pada umumnya ada dua tingkat dalam rancangan (Maryanto, 2013 dalam Arik Rizkia 2015:102), yaitu:

1) Rancangan Konsep (*Conceptual Design*)

Rancangan konsep yaitu suatu rancangan awal atau titik tolak rancangan yang dibuat atas dasar analisis dan perhitungan secara garis besar dan baru dipandang dari beberapa segi ruang terpenting, kemudian akan dikembangkan agar sesuai dengan keadaan (*condition*) sebenarnya. Rancangan konsep pada umumnya digunakan untuk perhitungan teknis dan penentuan ukuran kegiatan sampai tahap studi kelayakan (*feasibility study*).

2) Rancangan Rekayasa/Rekapipta (*Engineering Design*).

Rancangan rekayasa atau rekapipta adalah suatu rancangan lanjutan dari rancangan konsep yang disusun dengan rinci dan lengkap berdasarkan data dan informasi hasil penelitian laboratorium serta literatur lengkap. Rancangan rekayasa (rekapipta) dipakai sebagai dasar acuan atau pegangan dari pelaksanaan kegiatan sebenarnya dilapangan yang meliputi rancangan batas akhir tambang, tahapan penambangan (*mining phases pushback*), penjadwalan produksi dan material buangan (*waste*). Rancangan

rekayasa tersebut biasanya juga diperjelas menjadi rancangan bulanan, mingguan dan harian.

7. Aplikasi *Minescape*

Minescape merupakan salah satu perangkat lunak terpadu yang dirancang khusus untuk industri pertambangan. *Minescape* yang berintikan sistem grafik CAD 3D dengan produk-produk aplikasinya memungkinkan pengguna secara interaktif membuat dan mengolah model-model geologi tiga dimensi serta desain tambang dalam *Platform Silicon Graphics* dan *Sun UNIX*. Aplikasi *Minescape* meliputi sistem dasar dari program, bahasa pemrograman, struktur data, *library*, alat-alat dan modul-modul yang merupakan bagian perangkat lunak *Minescape*.

Komponen-komponen *Minescape* meliputi :

a. GTI (*Graphic Task Interface*)

GTI merupakan sistem *minescape* yang menyediakan manajemen *interface* yang kaya akan gambar-gambar dan secara visual berbeda. GTI terdiri dari *base window* dan berisi sejumlah *page* yang dapat dikonfigurasi untuk kebutuhan pemakai dan ditampilkan sebagai *tab-tab* dalam *tabdeck*.

b. *Page*

Page (halaman layar) merupakan gabungan jendela yang menjalankan fungsi-fungsi khusus dan ditampilkan di dalam GTI Window. Secara umum *page* ada dua macam, yaitu *monitor page* yang menyediakan layanan pemantauan dan kontrol terhadap modul-modul

yang dijalankan dan *minescape page* yang menyediakan fungsi-fungsi *minescape*.

c. CAD Window

CAD Window menampilkan grafis 3D CAD dari *Minescape* (*Computer Aided Design*).

d. Form

Form merupakan *window* tersendiri yang menampilkan parameter dan data yang relevan untuk mengoperasikan *minescape* secara khusus serta memungkinkan anda untuk melihat, memanipulasi parameter secara interaktif dan menyerahkan modul-modul tersebut untuk dijalankan. Produk ini adalah perangkat lunak khusus yang dipadukan dengan aplikasi *minescape*. Produk-produk tambahan memberikan kehandalan dalam aplikasi dan fungsi-fungsi tambahan yang khusus pada operasi-operasi tertentu (misalnya *Quality*, *Stratigraphic Modelling* dan *Underground Design*).

Salah satu kegunaan *minescape* yaitu untuk membuat desain pit penambangan. Adapun cara atau poses perancangan pit dengan menggunakan *minescape* sebagai berikut:

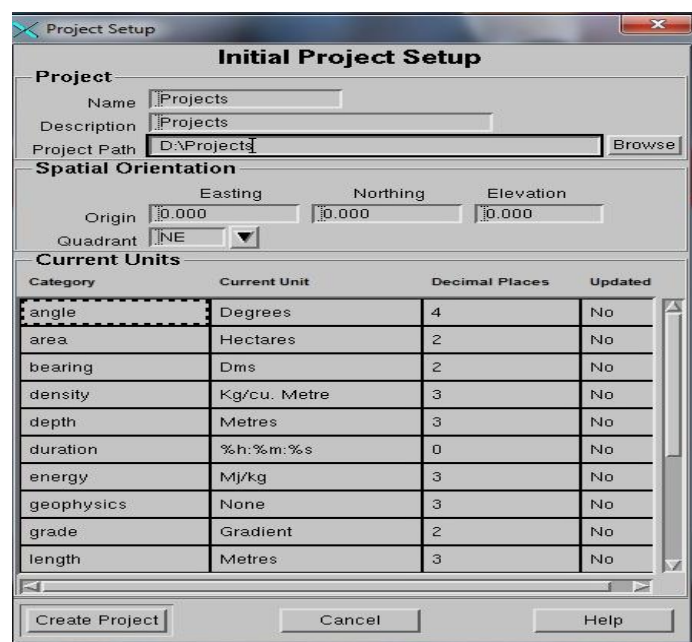
Untuk memulai *project* baru, langkah yang harus dilakukan yaitu buka aplikasi *minescape*, kemudian akan keluar tampilan seperti gambar 3 di bawah ini.

Lalu tulis nama *project* yang diinginkan dengan cara klik *create project*, setelah klik *create project* akan muncul tampilan seperti pada

gambar 5. Kemudian tulis nama *project* yang akan dibuat untuk nama desain *pit*. Dari tampilan pada gambar 6, terdapat beberapa satuan yang harus diatur terlebih dahulu, satuan yang dimaksud yaitu *angle*, *area*, *density*, *depth*, *grade*, dan *length*. Langkah awal membuka minescae dan project setup dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 berikut.

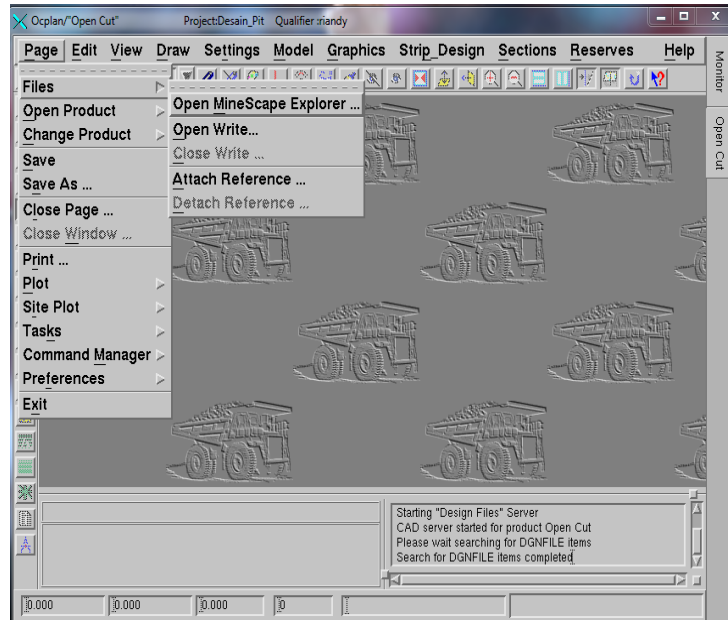


Gambar 5. Langkah Awal Membuka Project



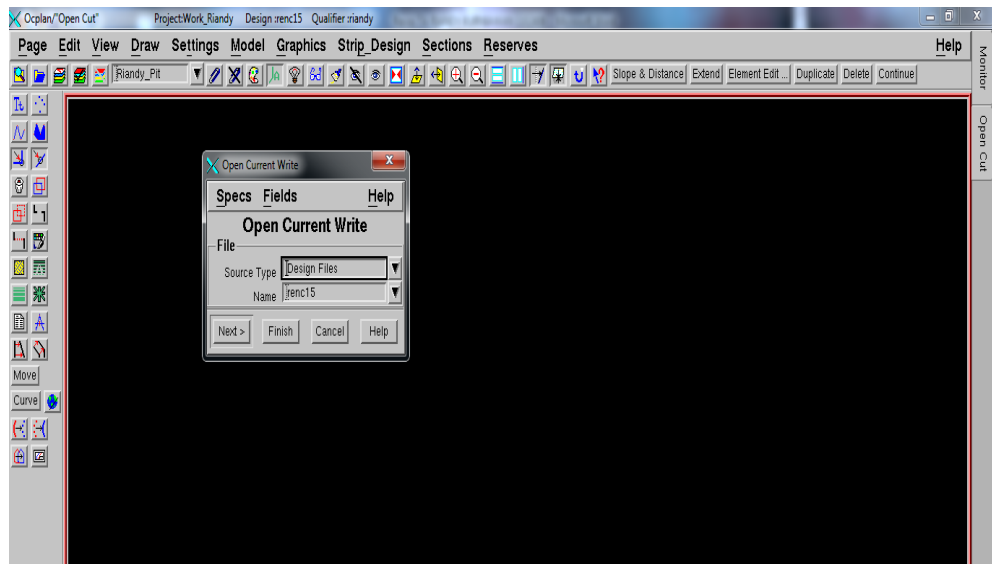
Gambar 6. Project Setup

Langkah selanjutnya adalah membuat nama tampilan untuk desain pada *project* yang telah dibuat dengan cara klik *page – files – open minescape explorer*. Tampilan *minescape explorer* dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Open Minescape Eksplorier

Sebelum memulai perancangan desain *pit*, kita masukkan atau buka terlebih dahulu data topografi serta data batas penambangan yang telah dibuat, dengan cara *open write file*, kemudian akan keluar tampilan seperti gambar 8 di bawah ini.

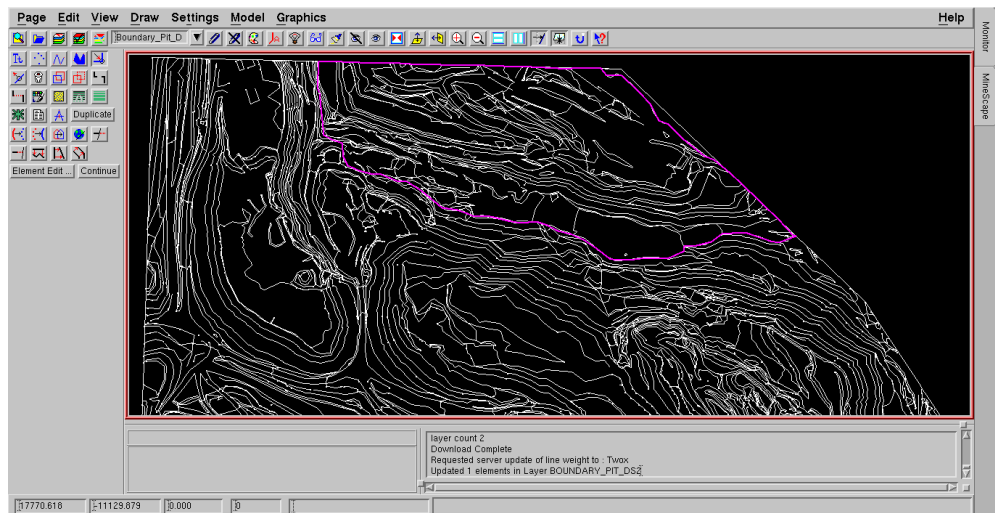


Gambar 8. *Open Write File*

Setelah muncul tampilan di atas, kemudian pilih jenis *file*, pada tampilan gambar 8, terdapat dua jenis *file*, yaitu *triangles files* dan *design files*. Pada proses pembuatan desain *pit*, kita harus pilih *design file*. Setelah itu masukkan data topografi dan data batas penambangan (*boundary*) yang telah dibuat sebelumnya.

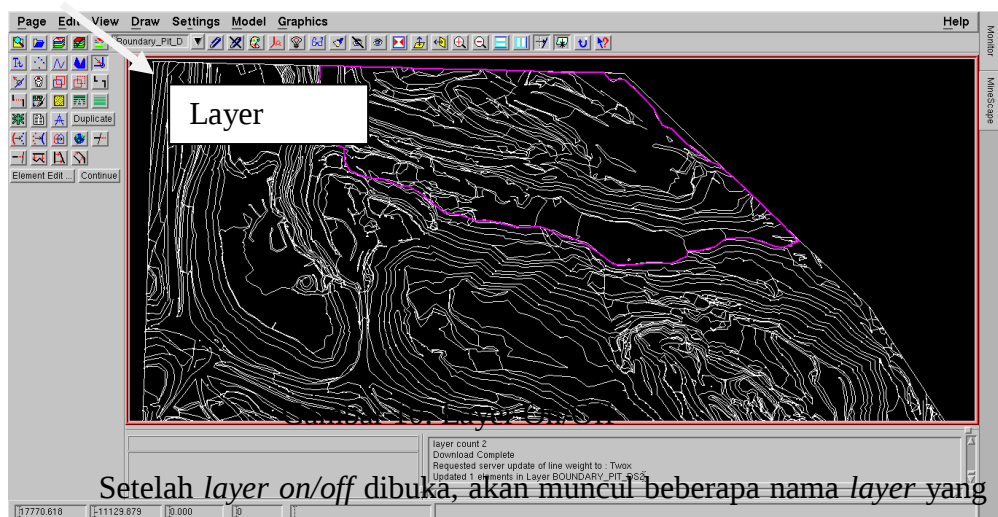
Data topografi dan data *boundary* dimasukkan sebagai data awal untuk melakukan perancangan *pit*. Hal ini berhubungan dengan ketinggian permukaan atau dataran yang akan digali. Selain itu, data geoteknik juga menjadi dasar dan pedoman untuk *mine plan* dalam merancang geometri jenjang yang aman dan sesuai dengan rekomendasi dari tim geoteknik.

Setelah data topografi dan data *boundary* dimasukkan, maka tampilan yang muncul pada gambar 9 di bawah ini.



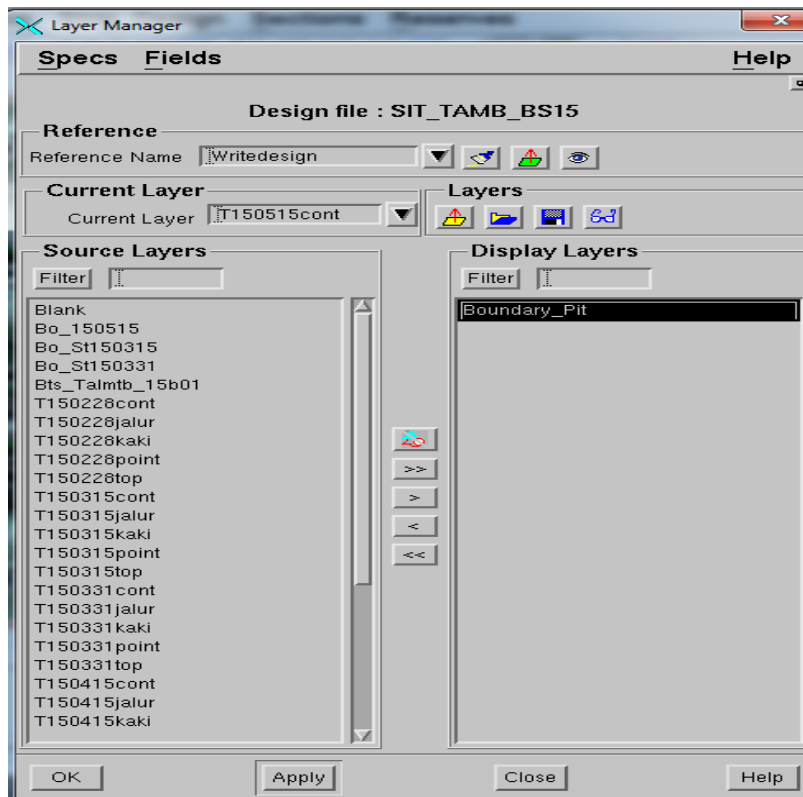
Gambar 9. Input Data Topografi dan Boundary

Pada tahap perancangan *pit*, yang perlu ditampilkan pada *layer* hanya data *boundary* saja, hal ini dimaksud untuk mempermudah dalam proses perancangan, langkah yang dilakukan yaitu klik *layer on/off* pada *toolbar*, untuk lebih jelasnya seperti pada gambar 10.



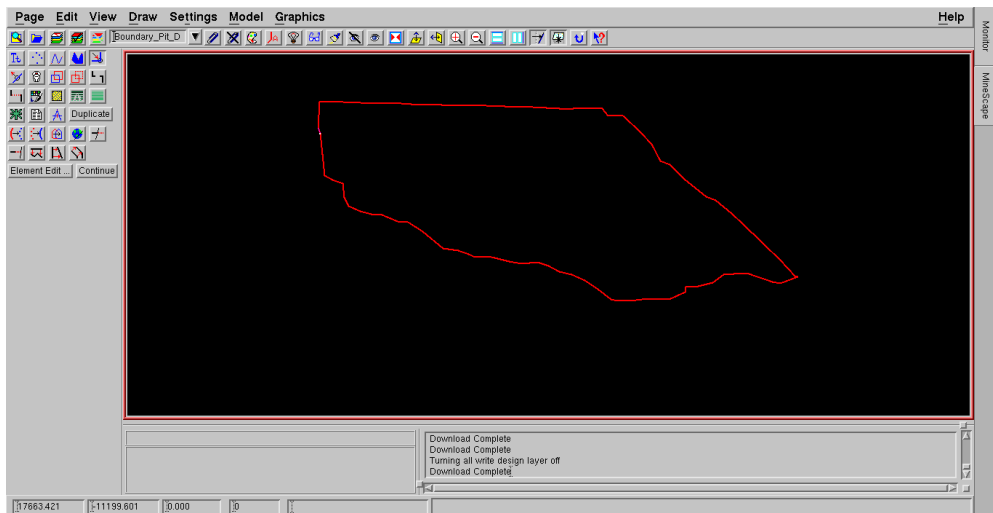
Setelah *layer on/off* dibuka, akan muncul beberapa nama *layer* yang dapat ditampilkan pada lembar kerja. Pada kolom *source layers* terdapat beberapa nama *layer* (sebelah kiri), untuk menampilkan data *layer* pada lembar kerja, maka *layer* tersebut dipindahkan ke kolom *display layers*. Pada kolom *display layers*, kita dapat memindahkan beberapa *layers*.

Seperti pada gambar 11, terdapat kumpulan beberapa *layer*. Pada tahap ini, *layer* yang diperlukan adalah data *boundary* untuk perancangan *pit*. Pemilihan *layer* dapat dilihat pada gambar 11 berikut.



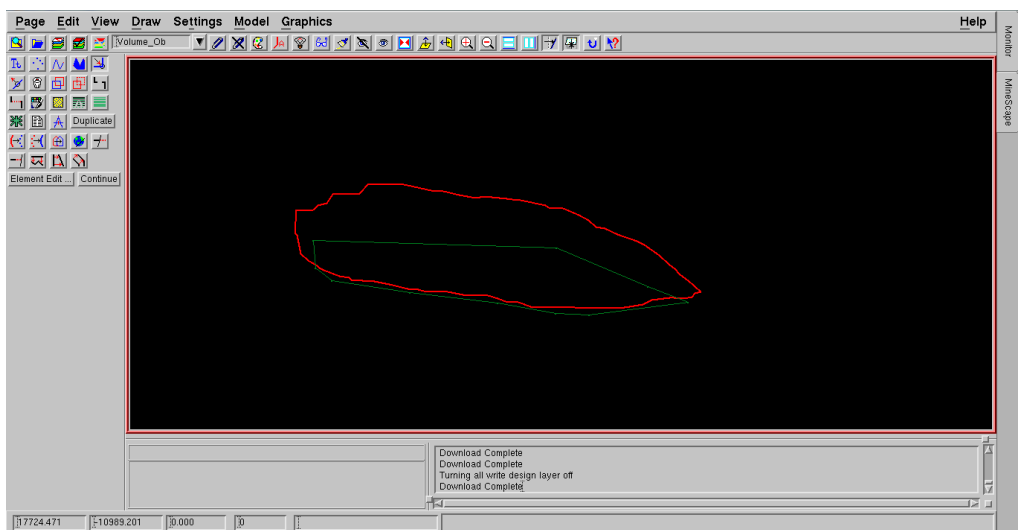
Gambar 11. Input Layer Boundary

Pada gambar 11 di atas terdapat kolom *current layer*, kolom tersebut berguna untuk memilih nama *layer* yang akan ditampilkan pada lembar kerja (untuk keperluan desain gambar). Setelah klik ok pada gambar 11, maka tampilan yang muncul hanya *layer boundary* saja seperti pada gambar 12 berikut..



Gambar 12. Layer Boundary Pit

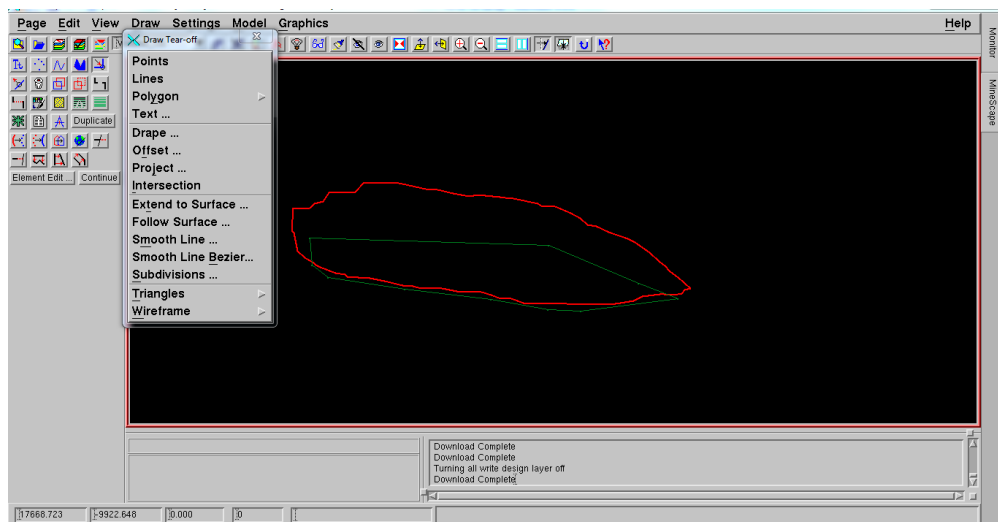
Langkah awal dalam memulai perancangan *pit* yaitu menggambar garis mengikuti batas penambangan yang ada dengan cara klik *draw line*, kemudian klik pada *boundary* untuk memulai garis awal. Untuk lebih jelas perhatikan gambar 13.



Gambar 13. Garis Awal Perancangan Pit

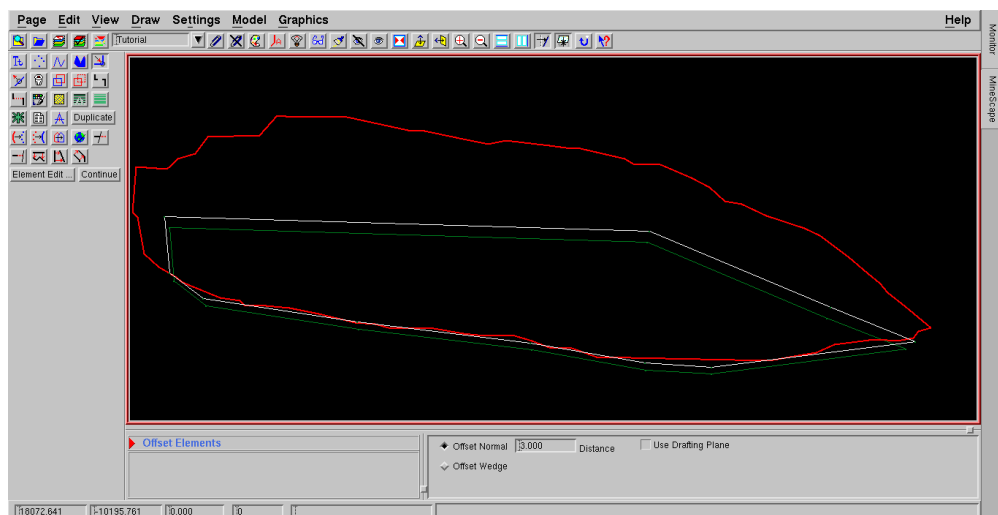
Garis berwarna hijau pada gambar 13 merupakan garis awal untuk perancangan *pit*, sedangkan garis merah merupakan boundary atau batas pit yang akan dibuat. Setelah garis awal dibuat, agar menghemat waktu,

garis dapat dibuat dengan cara *offset* dan *project*. *Offset* dan *project* merupakan perintah yang ada pada *toolbar minescape* yang berfungsi untuk menggandakan garis atau *element* dengan suatu elevasi (ketinggian tertentu). Langkah yang dilakukan untuk *offset element* yaitu dengan klik *draw – project* seperti pada gambar 14.



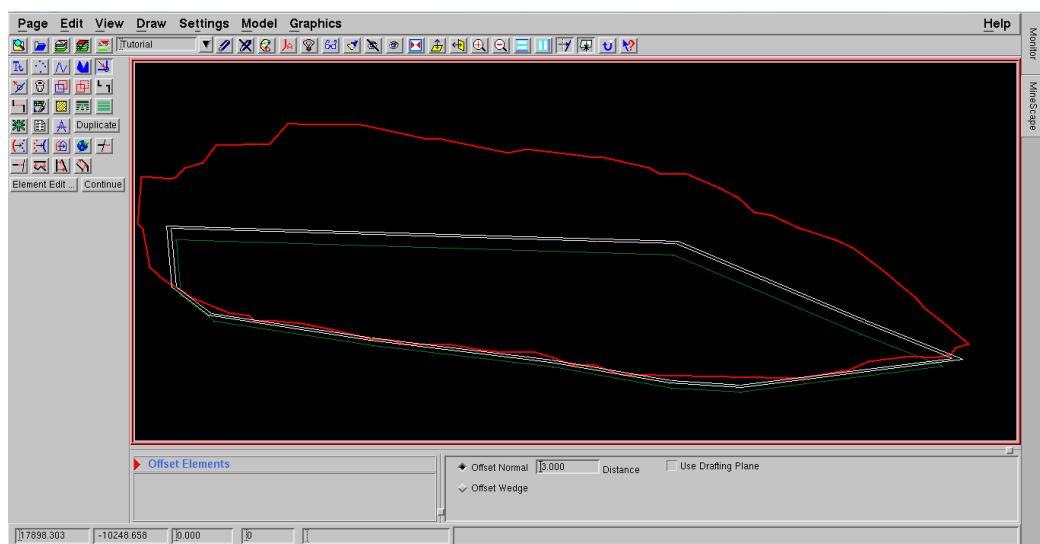
Gambar 14. Project Element

Garis yang telah dilakukan *project* secara otomatis akan menjadi dua buah garis dengan elevasi tertentu, seperti pada gambar 15 berikut ini.



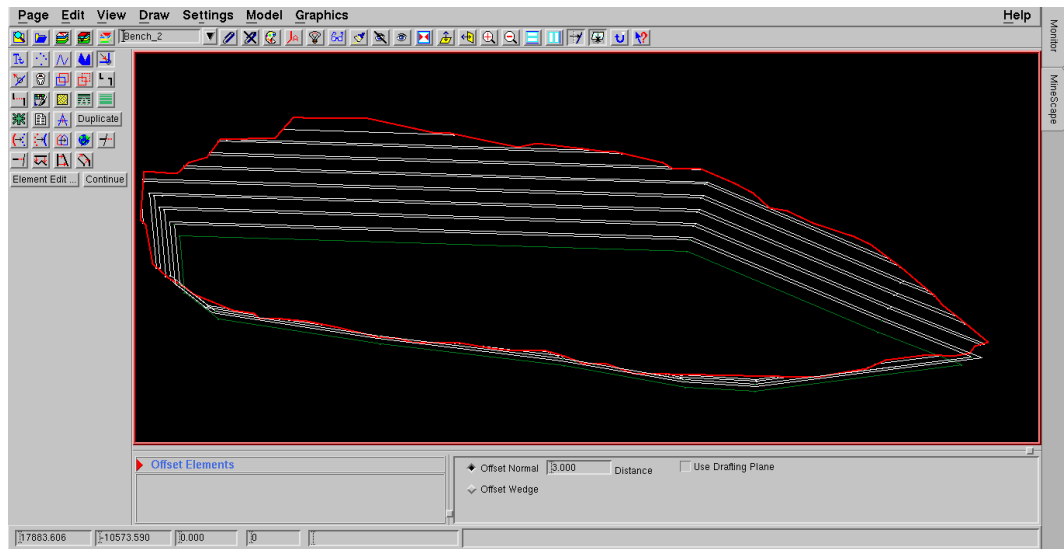
Gambar 15. Project garis

Langkah selanjutnya adalah *offset element*, tujuannya hampir sama dengan *project element*, yaitu sama dalam hal penggandaan garis atau *element*, perbedaannya terletak pada elevasinya, *project element* berfungsi untuk menggandakan garis dengan elevasi yang berbeda, sedangkan *offset element* berfungsi untuk menggandakan garis dengan elevasi yang sama. Hasil *offset element* dapat dilihat pada gambar 16 berikut.



Gambar 16. Offset garis

Perintah *project element* dan *offset element* dilakukan hingga batas elevasi terendah yang telah disarankan oleh tim geoteknik, dan hasilnya seperti pada gambar 17.



Gambar 17. Hasil Garis Offset dan Project

8. *Overburden Removal*

Overburden removal atau kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup yaitu pemindahan suatu lapisan tanah atau batuan yang berada diatas cadangan bahan galian, agar bahan galian tersebut menjadi tersingkap. Menurut Andi Tenrrisukki dalam pemindahan tanah mekanis, pada dasarnya pekerjaan pemindahan tanah adalah sama yaitu memindahkan material (tanah) dari suatu tempat ke tempat lainnya, akan tetapi proses pekerjaan dalam pelaksanaan nya berbeda-beda, hal ini disebabkan karena beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Sifat-sifat fisik material / tanah
- b. Jarak angkut / pemindahan
- c. Tujuan akhir pekerjaan
- d. Keadaan situasi / kondisi lapangan (topografi)
- e. Tuntutan kualitas
- f. Skala proyek (besar kecilnya proyek)

Pekerjaan pengupasan lapisan tanah penutup merupakan kegiatan yang mutlak harus dikerjakan pada pertambangan terutama pada kegiatan penambangan yang menggunakan sistim tambang terbuka. Secara umum pekerjaan pemindahan tanah dilakukan dengan langkah berikut:

a. Pengupasan *top soil*

Top soil pada pekerjaan konstruksi merupakan material yang harus dibuang karena dapat berakibat kurang stabil terhadap hasil suatu pekerjaan pemindahan tanah. Namun pada pekerjaan penambangan *top soil* akan disimpan di suatu tempat, yang nantinya setelah selesai proses penambangan bisa dipakai kembali untuk kegiatan reklamasi sehingga kondisi permukaan tanah bisa dilakukan penanaman kembali. Kegiatan pengupasan *top soil* dinamakan *stripping*.

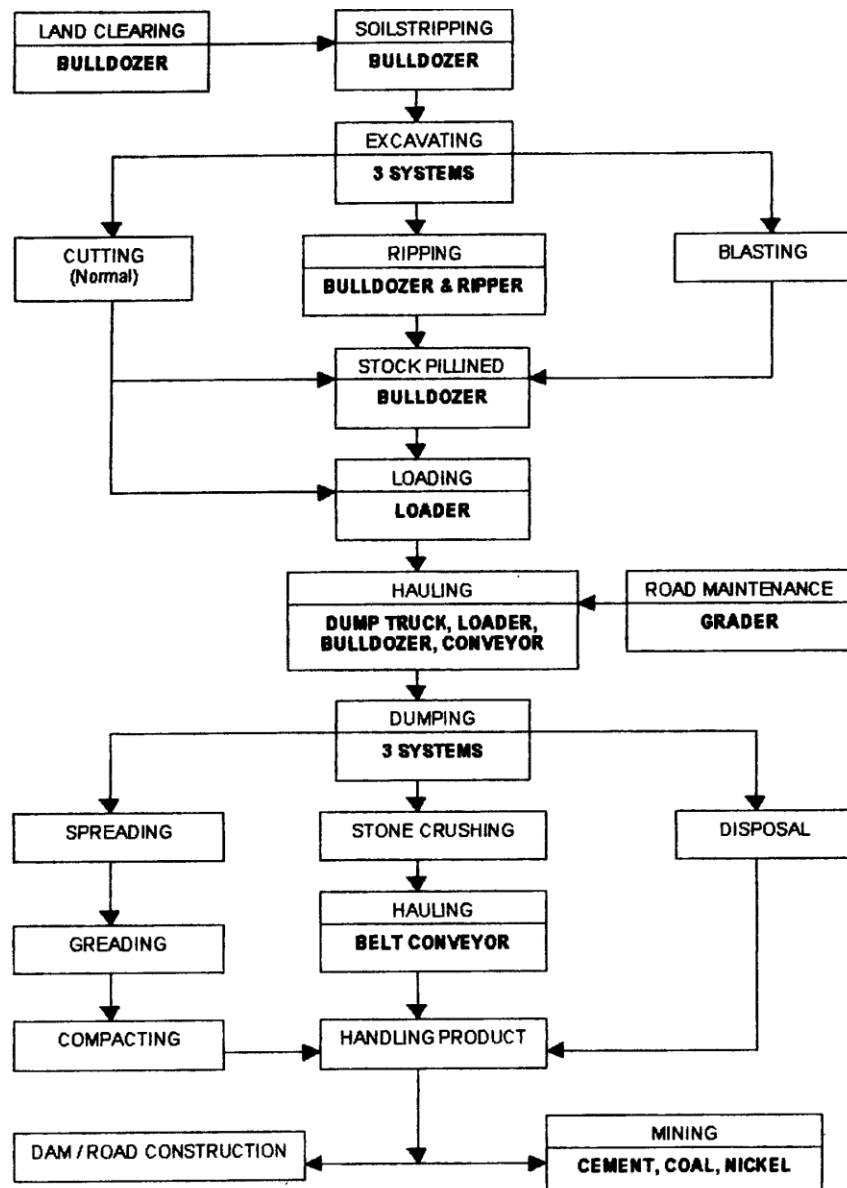
b. Penggalian atau *excavating*

Excavating adalah suatu kegiatan penggalian material yang akan digunakan atau dibuang. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi berikut:

- 1) Bila tanah biasa (normal), bisa langsung dilakukan penumpukan stock stsu langsung dimuat (loading).
- 2) Bila kondisi tanah keras harus dilakukan penggaruan (ripping) terlebih dahulu, kemudian dilakukan stock pilling dan pemuatan (loading).
- 3) Bila terlalu keras dimana pekerjaan ripping tidak ekonomis (tidak mampu) mesti dilakukan peledakan guna memecah material terlebih

dahulu sebelum dilakukan stock pilling kemudian dilakukan pemuatan (loading).

Secara umum proses pembongkaran *overburden* dapat dijelaskan pada gambar 18 berikut (Tenriajeng, 2003).



Sumber: pemindahan tanah mekanis

Gambar 18. Sistem kerja pemindahan tanah

c. Pengangkutan (*hauling*)

Pengangkutan material (tanah) oleh alat angkut dilakukan dengan menggunakan dumptruk, wheel loader dan sebagainya.

d. *Dumping*

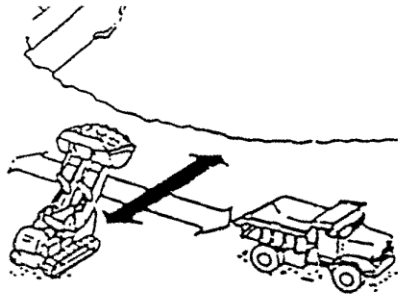
Dumping adalah suatu kegiatan pembuangan material (tanah) yang telah diangkut.

9. Produktifitas Alat Untuk Pekerjaan Pembongkaran Overburden

a. Produktifitas kegiatan loading

1) *Cross loading* (1 – *shape loading*)

Metode *cross loading* dapat dilihat pada gambar 19 berikut.



Sumber : pemindahan tanah mekanis
Gambar 19. Metode *Cross Loading*

Produktifitas loading dengan metode ini dapat dicari dengan rumus berikut (Tenriajeng, 2003):

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT}$$

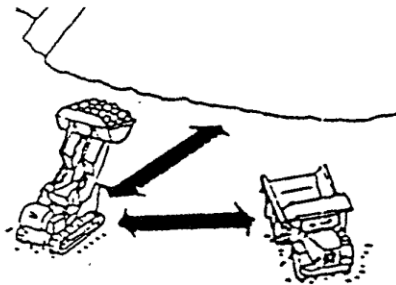
$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{I}{F} + \frac{I}{R} \right) n + Z}$$

Keterangan :

- TP : Taksiran produksi (m^3/jam)
- FK : Faktor koreksi
- Availability mesin
 - Skil Operator
 - Efisiensi kerja
- J : Jarak angkut (meter)
- F : Kecepatan maju (meter/menit)
- R : Kecepatan mundur (meter/menit)
- N : $n = 1$ (cross loading method)
 $n = 2$ (V – shape loading method)
- Z : Waktu tetap / pindah parsneing
- CT : Cycle time

2) Shape loading

Metode *shape loading* dapat dilihat pada gambar 20 berikut.



Sumber: pemindahan tanah mekanis
 Gambar 20. V-Shape Loading

Produktifitas loading dengan metode ini dapat dicari dengan rumus berikut (Tenriajeng, 2003):

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT}$$

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R} \right) n + Z}$$

Keterangan :

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)

FK : Faktor koreksi

- Availability mesin
- Skil Operator
- Efisiensi kerja

J : Jarak angkut (meter)

F : Kecepatan aju (meter/menit)

R : Kecepatan mundur (meter/menit)

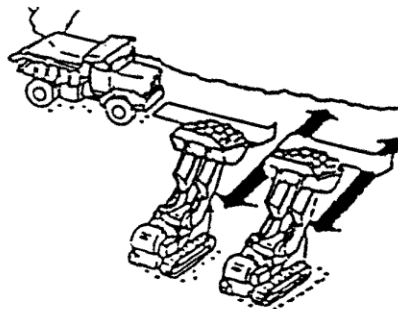
N : $n = 1$ (cross loading method)
 $n = 2$ (V – shape loading method)

Z : Waktu tetap / pindah parsneing

CT : Cycle time

3) Step loading / pass loading

Metode *step loading* dapat dilihat pada gambar 21 berikut.



Sumber: *pemindahan tanah mekanis*

Gambar 21. Step Loading / Pass Loading

Produktifitas loading dengan metode ini dapat dicari dengan rumus berikut (Tenriajeng, 2003):

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT}$$

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R} \right) n + Z}$$

Keterangan :

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)

FK : Faktor koreksi

- Availability mesin
- Skil Operator
- Efisiensi kerja

J : Jarak angkut (meter)

F : Kecepatan maju (meter/menit)

R : Kecepatan mundur (meter/menit)

N : $n = 1$ (cross loading method)
 $n = 2$ (V – shape loading method)

Z : Waktu tetap / pindah parsneing

CT : Cycle time

Nilai Z disamping tergantung dari jenis transmisi dari shovel juga dipengaruhi oleh metoda yang dipakai, hal ini dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4. Waktu tetap (z) berdasarkan metode pemuatan dan jenis transmisi

Jenis Transmisi	Waktu tetap		
	V-shape loading	Cross loading	Load and carry
Direct Drive	0,25	0,35	-
Hydroshift	0,20	0,30	-
Torque Flow	0,20	0,30	0,35

b. Produktifitas dumptruk

Dasar operasi dumptruk meliputi loading, hauling, dumping dan returning. Untuk mencari nilai produktifitas dumptruk bisa digunakan rumus berikut (Tenriajeng, 2003):

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT}$$

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{LT + HT + RT + t1 + t2}$$

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{(n \times ct) + \frac{J}{v1} + \frac{J}{v2} + t1 + t2}$$

Keterangan :

TP : Taksiran produksi (m³/jam)

C : Kapasitas vessel Lcm atau ton

Bila menggunakan play load PL = ton, maka harus dikalikan berat jenis material

$$BD = \text{ton/m}^3$$

FK : faktor koreksi, dipengaruhi oleh :

- Machine availability
- Skill operator

CT : Cycle timr per rit dari dump truk

n : Jumlah rit pemuatan / loading truk

ct : cycle time per rit shovel

J : jarak angkut dumptruk

V1 : Kecepatan angkut

V2 : Kecepatan kembali

t1 : Waktu dumping

t2 : Waktu atur posisi muat

Untuk memperoleh nilai dari Kapasita Vessel (C) dalam satuan m^3 , bisa dengan cara melihat spesifikasi masing-masing tipe alat, atau ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = n \times KB \times BF$$

Keterangan:

n = jumlah rit pengisian

C = Kapasitas vessel

KB = kapasitas bucket shovel

BF = bucket faktor

Sedangkan nilai n ditentukan dengan rumus:

$$n = C / KB \times BF$$

Penentuan nilai Cycle Time (CT) Dumptruk dapat digunakan rumus:

$$CT = LT + HT + RT + t1 + t2$$

Keterangan:

LT = waktu loading (menit)

HT = waktu hauling (menit)

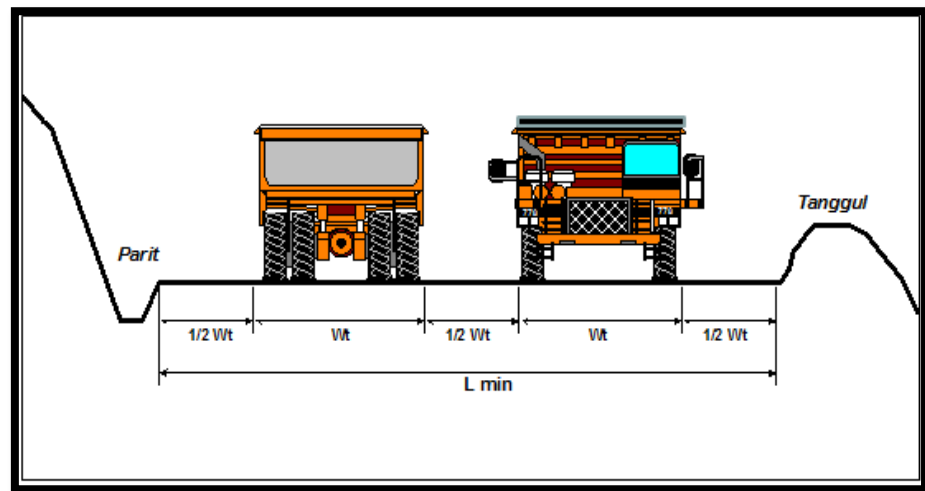
RT = waktu returning (menit)

t1 = waktu dumping

t2 = waktu muat

10. Dimensi Jalan Tambang

Faktor-faktor yang mempengaruhi dimensi minimal untuk jalan tambang dapat dijelaskan dalam gambar 22 berikut.



sumber: <http://artikelbiboer.blogspot.co.id/2010/10/10/jalan-tambang.html?m=1>

Gambar 22. Lebar Jalan Angkut

Jalan angkut pada lokasi tambang sangat mempengaruhi kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Beberapa geometri yang perlu diperhatikan agar tidak menimbulkan gangguan/hambatan yang dapat mempengaruhi keberhasilan kegiatan pengangkutan. Perhitungan lebar jalan angkut didasarkan pada lebar kendaraan terbesar yang dioperasikan. Semakin lebar jalan angkut yang digunakan maka operasi pangangkutan akan semakin aman dan lancar.

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai untuk jalur ganda atau lebih menurut “AASHTO Manual Rural High-Way Design” adalah:

$$L = n. Wt + (n + 1) (0,5. Wt)$$

Keterangan :

L = Lebar jalan angkut minimum (meter)

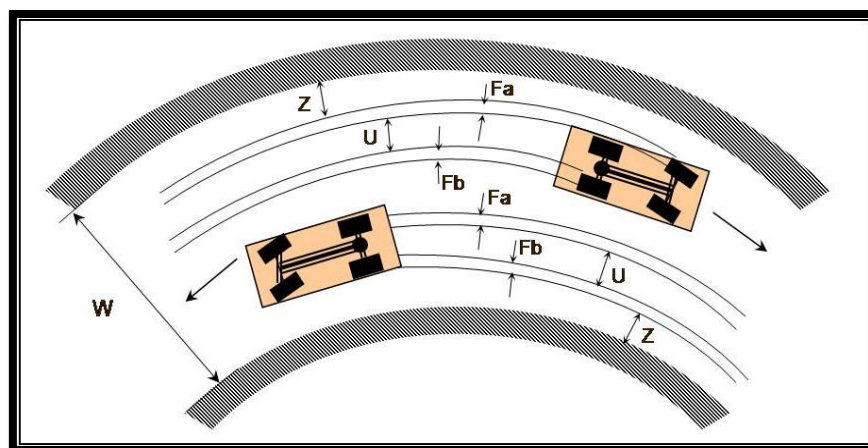
n = Jumlah jalur

W_t = Lebar truk jungkit (meter)

Lebar jalan angkut minimum pada tikungan selalu lebih besar dari pada jalan angkut pada jalan lurus. Pada gambar 21 merupakan contoh gambar suatu lebar jalan angkut pada tikungan, untuk melakukan perhitungannya, rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan adalah:

- 1) Lebar jejak ban.
- 2) Lebar jantai (*overhang*) bagian depan dan belakang saat kendaraan belok.
- 3) Jarak antar kendaraan saat bersimpangan.
- 4) Jarak dari kedua tepi jalan

Faktor-faktor yang mempengaruhi lebar jalan angkut minimum dapat dilihat pada gambar 23 berikut.



sumber: <http://artikelbiboer.blogspot.co.id/2010/10/10/jalan-tambang.html?m=1>

Gambar 23. Contoh Dimensi Jalan Tikungan Pada Tambang

Maka, lebar jalan angkut untuk tikungan dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_{\min} &= 2 (U+Fa+Fb+Z) + C \\ Z &= (U+Fa+Fb)/2 \end{aligned}$$

Keterangan :

U = Lebar jejak roda (*center to centertires*), m

Fa = lebar jantai (*overhang*) depan, m

Fb = lebar jantai belakang, m

Z = lebar bagian tepi jalan, m

C = jarak antar kendaraan yang bersimpangan (*clearance*), m

11. Rancangan Geoteknik

Karena letak batubara berada dilapisan bawah dari permukaan dan tertutup oleh lapisan tanah penutup, maka untuk mencapai lapisan batubara itu biasanya dibuat jenjang/*bench*. Suatu jenjang yang dibuat harus mampu menampung dan mempermudah pergerakan alat-alat mekanis pada saat aktivitas pengupasan tanah penutup dan pengambilan bijih.

Geometri jenjang terdiri dari tinggi jenjang, sudut lereng jenjang tunggal dan lebar jenjang. Rancangan geoteknik jenjang biasanya dinyatakan dalam bentuk parameter-parameter untuk ketiga aspek ini:

a. Tinggi Jenjang (*Bench Height*)

Biasanya alat muat yang digunakan harus mampu mencapai *crest* (bagian atas jenjang). Apabila diinginkan peningkatan dimensi

jenjang maka ukuran alat muat harus menyesuaikan dengan pertimbangan tersebut.

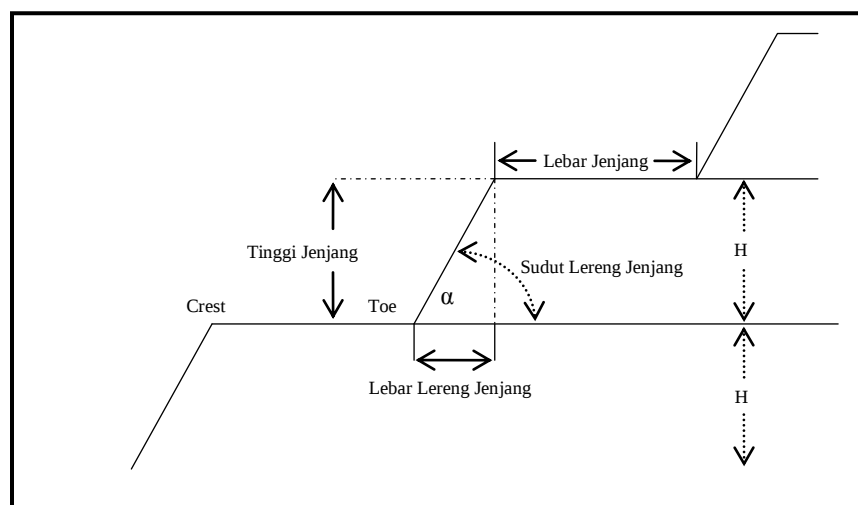
b. Sudut Lereng Jenjang (*Face Angle*)

Pada umumnya pekerjaan penggalian yang dilakukan memakai alat gali mekanis seperti *backhoe* atau *shovel* dipermukaan jenjang akan menghasilkan sudut lereng antara $60^0 - 70^0$. Biasanya sudut lereng yang lebih curam memerlukan peledakan *pre-splitting*.

c. Lebar Jenjang (*Bench Width*)

Lebar jenjang ditentukan berdasarkan faktor keamanan. Tujuan pembuatan jenjang adalah untuk menahan tanah atau batuan yang runtuh. Pembersihan berkala pada jenjang ini dilakukan menggunakan *bulldozer* kecil atau *motorgrader*.

Untuk lebih jelasnya mengenai geometri jenjang pada penambangan terbuka dapat dilihat pada gambar 24 berikut.



Gambar 24. Geometri Jenjang

12. Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi merupakan penjadwalan yang menyatakan besarnya jumlah atau produksi material yang harus digali untuk dipindahkan ke tempat lain dalam tiap satuan waktu. Penjadwalan produksi tambang meliputi periode waktu (pertahun), *tonase* dan pemindahan material total yang akan dihasilkan oleh tambang tersebut. Target produksi ini biasanya dinyatakan dalam ton/tahun atau m^3 /tahun, ton/bulan atau m^3 /bulan, hingga ke satuan waktu terkecil ton/hari atau ton/jam. Tujuan penjadwalan produksi adalah membuat suatu jadwal untuk mencapai target produksi yang telah ditentukan (Waterman, 2011).

Untuk dapat melakukan penjadwalan produksi, maka harus diketahui terlebih dahulu berapa besar sasaran atau target produksi yang akan dicapai. Setelah diketahui target produksi yang akan dicapai, kemudian dilakukan penjadwalan produksi. Dalam hal melakukan penjadwalan produksi, faktor-faktor yang harus diperhitungkan adalah (Waterman, 2011):

- a. Curah hujan dan hari hujan yang akan mengganggu jalannya produksi.
- b. Tersedia atau tidaknya *workshop* untuk perbaikan (*repair*) alat.

Setelah melakukan penjadwalan produksi, dilanjutkan dengan penjadwalan alat sesuai dengan alat yang tersedia. Kapasitas peralatan mekanis yang digunakan juga harus sesuai dengan target produksi yang ditentukan.

Pada kondisi ideal (efisiensi 100%) diinginkan terhadap alat-alat mekanis adalah bahwa (Waterman, 2011):

- a. Setiap alat bekerja pada kemampuan semaksimal mungkin.
- b. Setiap alat bekerja sepanjang waktu selama masa kerjanya.
- c. Setiap alat tidak pernah rusak.

Namun dalam kenyataannya hal-hal tersebut tidaklah mungkin diterapkan, dikarenakan kondisi dari alat itu sendiri (*mechanical condition*), kondisi medan kerja (*operating condition*) serta faktor manusianya sendiri. Meskipun demikian efektifitas penggunaan alat dapat diusahakan semaksimal mungkin dengan cara (Waterman, 2011):

- a. Memperkerjakan alat dengan jumlah seminimal mungkin pada kapasitas kerja semaksimal mungkin.
- b. Memperkerjakan alat sepanjang waktu atau hari kerjanya selama alat tersebut tidak rusak yaitu dengan menghilangkan waktu hambatan atau menganggur (*idle time*).

Selama proses penjadwalan, evaluasi pada beberapa hal sering dilakukan antara lain yaitu tingkat produksi batubara dan jadwal pengupasan tanah penutup. Data masukan adalah tonase material dari tiap tahap penambangan yaitu dalam tabulasi ton atau dalam meter kubik (m^3). Secara garis besar, tahapan dalam perancangan tambang meliputi penaksiran jumlah sumberdaya, penaksiran jumlah cadangan tertambang dan penjadwalan produksi sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan.

C. PENELITIAN SEJENIS

1. Alpiana (2011:Universitas Muhammadiyah Mataram) dengan judul penelitian Rancangan Desain Tambang Batubara di PT. Bumi Bara Kencana di Desa Masaha Kec. Kapusa Hulu Kab. Kapuas Kalimantan Tengah menyebutkan, Seiring dengan kemajuan industri pertambangan, mendorong perkembangan investasi di sektor pertambangan. Sehingga banyak bermunculan perusahaan pertambangan khususnya di tambang batubara. Salah satunya adalah di PT. Bumi Bara Kencana yang berdasarkan hasil eksplorasi memiliki daerah keprospekan seluas 350 Ha. Penelitian ini dilakukan karena PT. BBK belum memiliki rancangan urutan penambangan. Rancangan penambangan yang dibatasi oleh blok seluas 350 Ha pada blok utara dengan target produksi 50.000 ton/bulan. Sehingga saat ini diperlukan suatu rancangan penambangan dengan mempertimbangkan *stripping ratio* (SR) berkisar 5 yang telah disesuaikan dengan *Break Even Stripping Ratio* (BESR) sebesar 6,2 sehingga rencana penambangan yang dibuat masih berada pada kondisi yang menguntungkan. Rancangan penambangan ini akan digunakan oleh PT. Bumi Bara Kencana sebagai tambang perintis untuk wilayah Masaha. Jika pada akhir periode didapatkan hasil yang sesuai dengan harapan, maka akan dilanjutkan dengan pembuatan rancangan penambangan yang lebih luas. Metode penelitian yang digunakan yaitu studi literatur, pengumpulan data di lapangan dan pengolahan data. Dimana pengolahan data menggunakan software autoCAD dan penampakan tiga dimensi untuk

mengetahui bentuk penambangan yang akan dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan ada tiga lapisan batubara, dengan menggunakan metode penambangan terbuka, dimana Geometri lereng penambangan akhir yang ditetapkan oleh PT Bumi Bara Kencana adalah tinggi jenjang individu 6 m, lebar jenjang pengaman 4 m, lebar jenjang kerja 13 m, dengan single slope 70° overall slope 44°. Lebar total jalan angkut tambang pada jalan lurus adalah 13 m, lebar jalan angkut pada tikungan 15 m. Geometri jalan tambang yang ditentukan oleh PT. Bumi Bara Kencana didasarkan pada rencana produksi dan juga penggunaan alat gali, muat dan angkut. Kegiatan penambangan akan dilakukan selama 3 tahun. Penambangan tahun ke-1 dilakukan pada seam 1,2 dan 3 dengan elevasi pit bottom 72 mdpl, batubara yang tertambang adalah 608.176 ton dengan overburden 2.410.493 bcm dan SR 3,96:1. Penambangan tahun ke-2 dilakukan pada seam 1, 2 dan 3 dengan elevasi pit bottom 54 mdpl, batubara yang tertambang adalah 608.721 ton dengan over burden 2.564.977 bcm dan SR 4,21:1. Penambangan tahun ke-3 dilakukan pada seam 1, 2 dan 3 dengan elevasi pit bottom 32 mdpl, batubara yang tertambang adalah 604.357 ton dengan overburden 2.504.983 bcm dan SR 4.14:1. Total perolehan sumberdaya sebesar 1.821.254 ton.

2. Herna Toban, Wawong D Ratminah, Bambang Wisaksono, Dyah Probawati (2015 : UPN) dengan judul penelitian Perencanaan Produksi Pengupasan *Overburden* Pada Tambang Batubara Periode 2014-2015 di Pit Inul East PT. Kaltim Prima Coal Provinsi Kalimantan Timur

menyebutkan, bahwa PT Kaltim Prima Coal adalah salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan batubara dengan lokasi site yang berada di Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian ini dilakukan di salah satu pit yang dioperasikan oleh Departemen Hatari, PT KPC yakni Pit Inul East. Penambangan dilakukan dengan menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode Strip Mine. Jumlah cadangan batubara yang terdapat pada Pit Inul East sebanyak 7.668.664 ton dengan jumlah *overburden* sebesar 87.268.166 bcm dan *stripping ratio* 1 : 11.38.

Dalam penelitian ini direncanakan produksi pengupasan *overburden* untuk tahun 2014 sampai tahun 2015. Target produksi yang digunakan untuk tahun 2014 adalah target produksi dari perusahaan, sedangkan untuk target produksi tahun 2015 direncanakan dalam penelitian ini dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti alokasi alat gali muat, data curah hujan, faktor kesediaan alat dan rencana akses baru. Hasil produksi Pit Inul East tahun 2014- 2015 dihitung menggunakan bantuan *software Minex 6.2*.

Jumlah total produksi tahun 2014-2015 sebesar 54.295.885 bcm *overburden* dengan perolehan 3.970.165 ton batubara sehingga SR rata-rata 13,67 yang mana masih dibawah batasan SR maksimum yang ditetapkan perusahaan yaitu 15,01. Alat gali muat yang digunakan untuk penambangan adalah *Shovel Liebherr R966* dengan kapasitas bucket 29 bcm, *Backhoe Liebherr R966* dengan kapasitas bucket 30 bcm dan

Backhoe Hitachi EX3600 dengan kapasitas bucket 22 bcm. Penimbunan overburden dilakukan di Inul East Big Dump, yaitu *out pit waste dump* yang terletak disebelah barat Pit Inul East dengan kapasitas 145.518.761 bcm.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan jumlah *overburden* yang akan dibongkar dengan peroleh batubara berdasarkan desain *pit* adalah sebesar 192.230 Bcm *overburden* dan 20.670 ton batubara, dengan SR 9,2 : 1.
2. Desain *pit* pada bulan Oktober sampai Desember dirancang berdasarkan data rekomendasi geoteknik yang dimiliki oleh perusahaan, dengan tinggi jenjang 5 meter, lebar jenjang 5 meter, sudut *single slope* 65⁰ dan *overall slope* 45⁰.
3. Berdasarkan perhitungan kemampuan alat, maka target produksi pembongkaran *overburden* untuk 3 bulan ke depan adalah sebesar 37.500 Bcm, sedangkan target produksi dari desain yang dibuat adalah sebesar 43.111,25 Bcm. Target produksi berdasarkan desain *pit* harus lebih besar daripada target produksi berdasarkan kapasitas alat karena akan menjadi masalah jika volume desain lebih kecil dari kapasitas alat yang digunakan.
4. Produktifitas 4 unit Dumptruk Hino FM 260 Ti pada bulan September adalah sebesar 20.517,69 ton/bulan, sedangkan target produksi yang ditetapkan perusahaan sebesar 30.000 ton/bulan.

B. Saran

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh lebar jalan dari pit penambangan menuju disposal area saat ini terhadap produksi alat berat yang bekerja karena dari analisis yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa lebar jalan saat ini hanya memenuhi syarat untuk satu jalur.
2. Produksi alat berat terutama dumptruk perlu di optimalkan agar target produksi pembongkaran overburden yang telah direncanakan bisa tercapai.
3. Untuk rekomendasi geoteknik sebaiknya dilakukan *study* lebih lanjut mengenai kestabilan lereng.

DAFTAR PUSTAKA

- Adittio, Koko. (2015). “*Rancangan Desain Pit Tambang Batubara Quarter Kedua Tahun 2015 di PT. Arkananta Apta Pratista Site Sangasanga, Kalimantan Timur*”. Skripsi. Teknik Pertambangan UNP. Padang.
- Adrian, Yogi., Bochori. Juli 2012. *Perencanaan Teknis Penambangan Batubara Periode April – September 2012 pada Pit Optimasi PT. Cipta Kridatama Jobsite PT. Titian Wijaya Bengkulu Utara*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya. Vol. 21, NO. 2.
- Alpiana. *Rancang Desain Tambang Batubara di PT. Bumi Bara Kencana di Desa Masaha Kec. Kapuas Hulu Kab. Kapuas*. Artikel Pendidikan. Volume 23.
- Aldiansyah, Jamal Rauf Husain,. Arif Nurwaskito. April 2016. *Analisis Geometri Jalan di tambang Utara Pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara*. Jurnal Geomine. Volume 04, No. 1.
- Andi, Tenrisukki T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Gunadarma.
- Anonim, Laporan, Data-data dan Arsip PT. Allied Indo Coaljaya.
- Fadli, Sri Widodo. April 2015. *Desain Pit Penambangan Batubara Blok C Pada PT. Intibuana Indah Selaras Kab. Nunukan Provinsi Kalimantan Utara*. Jurnal Geomine. Volume 01.
- Kurniawan, Riandy. (2015). *Rancangan Pit Muara Tiga Besar Selatan Bulan Juni Tahun 2015 Unit Penambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan*. Skripsi. Teknik Pertambangan UNP. Padang.
- Kusuma, Tulus. *Minescape Tutorial Series*. Frasta Education Training Center
- Komatsu, *Specification and application handbook, edition 28*. Halaman 214.
- Lidya, Riri F. (2015). “*Desain Pit 8 Block Barat PT. Sarolangun Prima Coal, Kecamatan Sarolangun, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi*”. Skripsi. Teknik Pertambangan UNP. Padang.
- Miller, Bruce G. (2005). *Coal Energy Systems*. California: Elsevier Academic Press.