

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN KEBUTUHAN ALAT DAN BIAYA TAMBANG BATUBARA UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI DI SITE LANGKOK PIT 1 PT BUKIT ASAM TBK UNIT PENAMBANGAN OMBILIN SAWAHLUNTO SUMATERA BARAT TAHUN 2017

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi S-1
Teknik Pertambangan*



Oleh:

NUZUL SANDRIA SASRA
NIM. 16518.2010

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

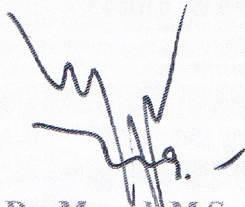
Judul : **Perencanaan Kebutuhan Alat Dan Biaya Tambang
Batubara Untuk Mencapai Target Produksi di Site
Langkok Pit 1 PTBA UPO (Persero) Tbk, Sumatera
Barat Tahun 2017**

Nama : Nuzul Sandria Sasra
Nim : 16518.2010
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Desember 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

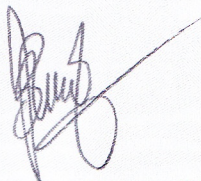
Pembimbing



Dr. Murad, M.S., M.T
NIP. 19631107198903 1 001

Mengetahui,

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



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

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Nuzul Sandria Sasra

Nim : 16518/2010

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul:

**Perencanaan Kebutuhan Alat dan Biaya Tambang Batubara
untuk Mencapai Target Produksi di Site Langkok Pit 1
PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin
Sawahlunto Sumatera Barat
Tahun 2017**

Padang, Desember 2018

Tim Penguji

1. Ketua : Dr. Murad, M.S., M.T.
2. Anggota : Drs. Sumarya, M.T
3. Anggota : Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T.

Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NUZUL SANDRIA SASRA
NIM/TM : 2010/16518
Program Studi : Teknik Pertambangan S1
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

„ PERENCANAAN KEBUTUHAN ALAT DAN BIAYA TAMBANG BATUBARA
UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI DI SITE LANGKOK PIT 1
PT BUKIT ASAM TBK UNIT PENAMBANGAN OMBILIN SAWAHLUNTO
SUMATERA BARAT TAHUN 2017

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

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

Padang, Januari 2019

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Raimon Kopa, M.T.

NIP. 19580313 198303 1 001



Nuzul Sandria Sasra



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105046446

BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : **Nuzul Sandria Sasra**
No. Buku Pokok : 2010/ 16518
Tempat / Tanggal Lahir : Kampung Dilir/ 11 Maret 1993
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Bapak : Basril R
Nama Ibu : Rosnelly, S.Pdi
Jumlah Bersaudara : 3 Orang
Alamat Tetap : Dusun Air` Sempit, Desa Simpang 3 Rawang, Kec
Hamparan Rawang, Kota Madya Sungai Penuh.
Kerinci- Jambi.



II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 222 Simpang 3 Rawang
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 2 Kota Sungai Penuh
Sekolah Menengah Atas : SMAN 1 Kota Sungai Penuh
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT Bukit Asam UPO Sawahlunto, Sumbar
Tanggal Tugas Akhir : 21 Agustus 2017 sampai 21 September 2017
Topik Studi Kasus : Perencanaan Kebutuhan Alat dan Biaya Tambang
Batubara untuk Mencapai Target Produksi di Site
Langkok Pit 1 PTBA UPO (Persero) Tbk,
Sumatera Barat Tahun 2017

Tanggal Sidang Akhir : 13 Desember 2018

Padang, Desember 2018

Nuzul Sandria Sasra
BP. 2010/16518

ABSTRAK

Nuzul Sandria Sasra: Perencanaan Kebutuhan Alat dan Biaya Tambang Batubara untuk Mencapai Target Produksi di Site Langkok Pit 1 PTBA UPO (Persero) Tbk, Sumatera Barat Tahun 2017.

PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah BUMN yang bergerak di bidang perbatubaraan dengan pasar tunggal (*captive market*) yang memiliki 2 unit pertambangan, di antaranya Unit Pertambangan Ombilin (UPO) yang berlokasi di Ombilin, Sawahlunto, Sumatera Barat. Berdasarkan data hasil eksplorasi endapan batubara yang telah dilakukan oleh PTBA UPO, salah satu daerah yang dianggap layak untuk dibuka adalah Site Langkok Pit 1 UPO. Oleh karena itu, perlu adanya pembukaan tambang baru agar target produksi tercapai. Namun, saat ini perencanaan untuk kebutuhan alat berat di site langkok pit 1 belum ada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jenis dan jumlah alat utama serta biaya yang dibutuhkan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian terapan (*Applied Research*). Pada analisis data dilakukan perhitungan terhadap *cycle time* alat mekanis guna mendapatkan produktivitas kerja alat dan target pencapaian produksi perjam dari alat mekanis tersebut dan juga sebagai data dalam pencapaian target rencana penambangan pertahun.

Alat yang digunakan dalam kegiatan penambangan yaitu 1 unit *excavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*. Total biaya sewa yang akan dikeluarkan perbulan dalam kebutuhan alat pada bulan Agustus 2017 adalah Rp. 612.762.500,00/bulan, pada bulan September adalah Rp. 637.273.000,00 /bulan, sedangkan pada bulan Oktober adalah Rp. 588.252.000,00/bulan, pada bulan November adalah Rp. 637.273.000,00/bulan, dan bulan Desember adalah Rp. 588.252.000,00/bulan. Jadi total biaya sewa yang di keluarkan dari bulan Agustus sampai Desember adalah Rp. 3.063.812.500,00

Kata kunci: penambangan, batubara, alat berat, biaya, target produksi

ABSTRACT

Nuzul Sandria Sasra: Planning of Coal Mine Needs and Costs to Reach the Production Target at Langkok Pit 1 Site PTBA UPO (Persero) Tbk, West Sumatra in 2017.

PT Bukit Asam (Persero) Tbk is a state-owned company engaged in the sector of a single market (captive market) which has 2 mining units, including the Ombilin Mining Unit (UPO) located in Ombilin, Sawahlunto, West Sumatra. Based on data from exploration of coal deposits carried out by PTBA UPO, one of the areas considered feasible to open is the Langkok Pit 1 UPO Site. Therefore, it is necessary to open a new mine so that the production target is reached. However, there is currently no planning for the needs of heavy equipment at the Langkok Pit 1 site. The purpose of this study is to determine the type and number of main tools and the costs needed.

The research method used is the Applied Research method. In data analysis the calculation of the cycle time of mechanical devices is used to get the work productivity of the tool and the target of achieving hourly production of these mechanical devices and also as data in achieving the target mining plan per year.

Mining activities used a combination of mining equipment, namely 1 Hitachi ZX330 excavator unit and 8 CWA260MX UD dump truck units. The total rent that will be incurred per month in the needs of the equipment in August 2017 is Rp. 612.762.500,00/ month, in September is Rp. 637.273.000,00 / month, while in October it was Rp.588.252.000,00/ month, in November it was Rp. 637.273.000,00 / month, and December is Rp.588.252.000,00/ month. So the total rental fee issued from August to December is Rp. 3.063.812.500,00

Keywords: mining, coal, heavy equipment, costs, production targets

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahuwata'ala atas segala ridho dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya, shalawat beserta salam penulis sampaikan untuk nabi Muhammad Shallallahu'alaihiwasallam.

Penyelesain tugas akhir ini berdasarkan kegiatan pengambilan data yang dilakukan pada PT Bukit Asam, Tbk. Unit Penambangan Ombilin, Sawahlunto, Sumatera Barat dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan kuliah pada Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP) dengan Judul: **“Perencanaan Kebutuhan Alat dan Biaya Tambang Batubara untuk Mencapai Target Produksi Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin Sawahlunto Sumatera Barat Tahun 2017”**.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa syukur penulis atas segala bantuan, bimbingan, dan saran yang telah diberikan kepada penulis, ucapan terimakasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Dr. Murad, M.S, M.T, sebagai pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Bambang Heriyadi, M.T, sebagai Pembimbing Akademis.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T, sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Eko Budi Saputro, selaku General Manager PT Bukit Asam UPO, Tbk.

5. Bapak Manap, selaku Kepala Perencanaan Tambang PT Bukit Asam UPO, Tbk.
6. Seluruh karyawan PT Bukit Asam UPO, Tbk yang senantiasa membantu penulis dalam proses penelitian.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Kepada seluruh orang-orang terdekat penulis terkhususnya untuk Sahabat Karib yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teristimewa kepada Ibu rahimahallah, Ayah, Kak Aria, Andresa serta seluruh keluarga yang tidak henti-hentinya memberikan doa, kepercayaan, kasih sayang, dan dukungan penuh secara moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini .
10. Semua pihak yang membantu kelancaran Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwasanya Tugas Akhir Ini tidak lepas dari kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun guna memperbaiki Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis sendiri. Terima kasih

Padang, Desember 2018

Nuzul Sandria Sasra

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum.....	8
1. Deskripsi Perusahaan.....	8
a. Sejarah Singkat Perusahaan.....	8
b. Visi dan Misi Perusahaan	9
c. Struktur Organisasi Perusahaan.....	9
2. Lokasi dan Kesampaian Daerah	13
3. Iklim dan Cuaca.....	14
4. Morfologi Wilayah Pertambangan	15
5. Geologi Regional Daerah Penambangan.....	15
6. Stratigrafi.....	17
7. Kualitas Batubara	19
8. Cadangan Batubara.....	20

B. Kajian Teori	
1. Batubara.....	21
a. Pengertian Batubara	21
b. Ganesa Batubara.....	22
c. Kelas Batubara	24
2. Sumber Daya dan Cadangan Batubara	26
a. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara	26
b. Persyaratan Sumberdaya dan Cadangan Batubara	28
3. Biaya Tambang.....	32
4. Owning and Operating Cost Alat Berat.....	33
a. <i>Owning Cost</i> (Biaya Kepemilikan)	33
b. <i>Operating Cost</i> (Biaya Operasi).....	35
5. Ruang Lingkup Perencanaan.....	37
C. Penelitian Sejenis.....	46
D. Kerangka Konseptual	50

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	52
B. Lokasi Penelitian.....	52
C. Jadwal dan Tempat Kegiatan	53
D. Tahapan Penelitian	53
E. Diagram Alir	56

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data	57
1. Produktifitas Alat Berat	57
2. Perhitungan Kebutuhan Peralatan	60
3. Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut	61
4. Total Biaya Operasional Alat Per Jam.....	63
5. Hasil Penelitian	68
B. Pembahasan.....	68

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	72
B. Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Organisasi PT Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Ombilin	12
2. Peta Kesampaian Daerah.....	13
3. Peta IUP Produksi PTBA UPO	14
4. Peta Geologi Kota Sawahlunto	17
5. Peta Stratigrafi.....	19
6. Kualitas Batubara PTBA UPO.....	20
7. Hubungan antara Sumber Daya dan Cadangan Batubara	27
8. Faktor Pengisian Bucket	41
9. Kerangka Konseptual	50
10. Diagram Alir Rencana Penelitian.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi.....	28
2. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara	31
3. Persyaratan Kuantitatif Ketebalan Lapisan Batubara dan Lapisan Pengotor	32
4. Usia Pakai Ban	36
5. Usia Pakai <i>Ripper Point</i> dan <i>Teeth Bucket</i> Biaya Operasional Alat.....	37
6. Perhitungan Produksi Alat Berat <i>Excavator</i>	57
7. Perhitungan Alat Berat <i>Dump Truck</i>	58
8. Produktifitas Alat Berat.....	60
9. Perencanaan Kebutuhan Alat	60
10. Keserasian Alat Berat.....	62
11. Biaya Operasional Alat Produksi.....	63
12. Total Biaya Alat Produksi.....	67
13. Hasil Penelitian	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A. Borehole Data Ombilin I
- B. Rencana Target Produksi
- C. Peta Situasi Langkok
- D. Faktor Efesiensi Alat Mekanis.
- E. Faktor Pengisi Bucket Excavator
- F. Spesifikasi Alat.
- G. *Cycle Time*
- H. Peta Geologi Kota Sawahlunto
- I. Peta Stratigrafi Kota Sawahluntlo

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan semakin pesatnya perkembangan industri dunia pada dekade terakhir ini, semakin besar pula dibutuhkan energi. Salah satu sumber daya alam yang potensial pada saat ini adalah penggunaan batubara sebagai energi alternatif diluar minyak dan gas bumi.

Batubara adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan pengelolaannya sejak awal dilakukan secara eksploitatif tanpa ada upaya serius untuk meningkatkan nilai tambah produknya. Pada tahun 2014 menurut Irwandy Arif, cadangan batubara Indonesia adalah 28 miliar ton dengan sumber daya batubara Indonesia 161 miliar ton dan produksi batubara pertahun adalah sekitar 400 juta ton. Kemudian pada tahun 2017 menurut Rusmadi diperkirakan Indonesia masih memiliki cadangan batubara 0,55% dari 99,45% cadangan dunia.

PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dibidang perbatubaraan dengan pasar tunggal (*captive market*). Dalam usaha pertambangannya PT Bukit Asam (persero) Tbk memiliki 2 unit pertambangan yaitu Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) yang berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Propinsi Sumatera Selatan dan Unit Pertambangan Ombilin (UPO) yang berlokasi di Ombilin, Sawahlunto, Sumatera Barat.

Diantara kajian yang sangat perlu diperhatikan dalam proses pembukaan tambang batubara adalah kajian tentang perencanaan tambang. Masalah perencanaan tambang merupakan masalah yang kompleks karena merupakan problem geometrik tiga dimensi yang selalu berubah dengan waktu. Geometri tambang bukan satu-satunya parameter yang berubah dengan waktu. Parameter-parameter ekonomi juga berubah terhadap fungsi waktu. Perubahan parameter tersebut membutuhkan pengontrolan yang sesuai pertahapannya agar tetap bisa mencapai target produksi yang diinginkan. Oleh karena itu diperlukannya pengkajian pertahapan penambangan agar semua aktivitas teknis dan ekonomis dapat berjalan dengan baik.

Pengkajian tahapan penambangan merupakan salah satu bagian penting dalam perencanaan suatu pekerjaan tambang, karena menyangkut aspek teknis dan ekonomis suatu proyek penambangan. Aspek teknis meliputi rancangan teknis geometri tambang, perencanaan metoda penambangan, kebutuhan alat utama dan pendukung, sedangkan aspek ekonomis meliputi biaya produksi dan operasi.

Untuk dapat memenuhi target produksi yang telah ditentukan maka perlu adanya pembukaan tambang baru pada daerah yang memiliki endapan batubara yang cukup ekonomis. Berdasarkan data hasil eksplorasi endapan batubara yang telah dilakukan oleh PTBA UPO (Lampiran A), salah satu daerah yang dianggap layak untuk dibuka adalah Site Langkok Pit 1 UPO. Site Langkok adalah diantara daerah yang memiliki cadangan batubara yang tersebar pada wilayah penambangan ombilin I.

Luas daerah potensial di Site Langkok adalah sekitar 15 Ha dan target produksi yang direncanakan untuk daerah Pit 1 Langkok ini adalah sebesar 18.708 ton batubara bersih setiap bulannya. Kegiatan penambangan diperkirakan akan berlangsung selama 3 tahun. Pada daerah tersebut terdapat cadangan batubara yang layak ditambang secara tambang terbuka sebesar 673.500 ton dengan volume tanah penutup yang harus dikupas adalah sebesar 5.698.846 BCM, *stripping ratio* 1:11.

Agar target produksi dapat terpenuhi, maka perlu adanya perencanaan tambang yang sesuai dengan kondisi topografi, geologi, dan karakteristik tanah penutup dan kekerasan batubara yang terdapat di lokasi penambangan. Perencanaan penambangan ini meliputi persiapan penambangan, pengupasan tanah penutup, penambangan batubara, pengangkutan batu bara dan tanah penutup.

Sesuai dengan kondisi endapan batubara yang terdapat di lokasi site langkok pit 1 maka perlu perencanaan kebutuhan alat dan biaya tambang batubara yang sesuai. Namun saat ini perencanaan untuk kebutuhan alat berat di site langkok pit 1 belum ada. Oleh karena itu, akan dilakukan kegiatan perencanaan penambangan di site langkok pit 1. Pemilihan alat berat yang sesuai sangat dibutuhkan dalam kegiatan penambangan. Peralatan dianggap memiliki kapasitas tinggi bila peralatan tersebut menghasilkan produksi yang tinggi tetapi dengan biaya yang rendah. Penentuan jumlah dan jenis peralatan utama dan perhitungan biaya sewa peralatan utama seperti *dump truck* dan

excavator merupakan hal yang sulit untuk dilakukan karena pola permintaan batubara yang berubah-ubah.

Oleh karena itu penulis mencoba membahas masalah tersebut sebagai penelitian pada tugas akhir, dengan judul “**Perencanaan Kebutuhan Alat dan Biaya Tambang Batubara untuk Mencapai Target Produksi di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin Sawahlunto Sumatera Barat Tahun 2017**”.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya pembukaan tambang baru pada daerah yang memiliki endapan batubara yang cukup ekonomis.
2. Belum adanya penentuan jenis peralatan utama untuk kegiatan penambangan di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin Sawahlunto Sumatera Barat Tahun 2017.
3. Belum dilakukan perhitungan jumlah peralatan utama untuk kegiatan penambangan di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin Sawahlunto Sumatera Barat Tahun 2017.
4. Belum adanya perhitungan biaya peralatan utama untuk kegiatan penambangan di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin Sawahlunto Sumatera Barat Tahun 2017.

C. Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang akan dibahas, maka penelitian ini dibatasi hanya membahas tentang:

1. Pembahasan pada tambang terbuka dengan sistem *Open Pit Mining*.
2. Perhitungan biaya penambangan dengan menggunakan data *history* penambangan perusahaan sebelumnya.
3. Menentukan jenis peralatan utama untuk kegiatan penambangan di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017.
4. Menghitung jumlah peralatan utama untuk kegiatan penambangan di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017.
5. Menghitung biaya peralatan utama untuk kegiatan penambangan di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017.
6. Dalam penelitian ini penulis tidak membahas masalah kajian teknis penambangan.

D. Rumusan Masalah

Sesuai dengan permasalahan dan identifikasi masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah jenis peralatan utama yang efektif dan efisien untuk kegiatan penambangan batubara di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017?

2. Berapakah jumlah peralatan utama yang efektif dan efisien untuk kegiatan penambangan batubara di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017?
3. Berapakah jumlah biaya peralatan utama kegiatan penambangan batubara di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017?

E. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah tujuan dilakukannya penelitian di PT Bukit Asam Tbk Unit Penambangan Ombilin (Persero) Tbk adalah:

1. Menentukan jenis peralatan utama yang efektif dan efisien untuk kegiatan penambangan batubara di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017.
2. Menentukan jumlah peralatan utama yang efektif dan efisien untuk kegiatan penambangan batubara di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017.
3. Menentukan jumlah biaya peralatan utama untuk kegiatan penambangan batubara di Site Langkok Pit 1 PT Bukit Asam Tbk UPO Sawahlunto Tahun 2017.

F. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat bagi perusahaan maupun bagi peneliti. Berikut manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

1. Menambah pengetahuan peneliti dan pembaca mengenai kajian ekonomis tambang pada sistem penambangan terbuka.
2. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi pihak PT Bukit Asam UPO Site Langkok untuk perencanaan biaya alat pada pembukaan tambang.
3. Penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk diadakan penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Deskripsi Perusahaan

a. Sejarah Singkat Perusahaan

Pertambangan batubara Ombilin merupakan pertambangan batubara tertua yang terdapat di Indonesia karena penambangannya sudah dilakukan semenjak pemerintah Belanda. Batubara pertama kali ditemukan oleh Ir. WH DE Greve, seorang sarjana Belanda yang ditugaskan oleh pemerintah kolonial di cekungan Ombilin. Pada tahun 1868 untuk pertama kalinya ditemukan lapisan batubara di hulu air, tepi sungai Ombilin. Pada tanggal 22 Oktober 1872 Ir. WH DE Greve meninggal dan penyelidikan diteruskan oleh Ir. R D M Verbeck pada tahun 1875, akhirnya diperoleh cadangan batubara Ombilin sebesar 205 juta ton yang tersebar di Sungai Durian, Sigalut, Tanah Hitam dan Parambahan. Pada bulan Juni 1891 dilakukan persiapan penambangan dan bulan November 1891 lubang bukaan telah mencapai batubara. Pekerjaan dipimpin oleh Ir. W Gode Froy.

Pada tanggal 24 November 1891 ditetapkan rancangan Undang Undang Pertambangan Ombilin, dan disahkan pada tanggal 28 Desember 1891 oleh pemerintah Belanda. Pada tahun 1984 bernaung di bawah Perusahaan Umum Tambang Batubara,

kemudian berdasarkan peraturan pemerintah No. 56 yang disahkan tanggal 30 Oktober 1990, Perum Tambang Batubara digabung dengan PT Tambang Batubara Bukit Asam dan menjadi PT Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin yang disingkat PTBA UPO.

b. Visi dan Misi Perusahaan

1) Visi Perusahaan

Adapun visi dari PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah menjadi perusahaan energi kelas dunia yang peduli terhadap lingkungan.

2) Misi Perusahaan

Misi yang dilakukan PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah mengelola sumber energi dengan mengembangkan kompetensi korporasi dan keunggulan insani untuk memberikan nilai tambah maksimal untuk *stakeholder* dan lingkungan.

c. Struktur Organisasi Perusahaan

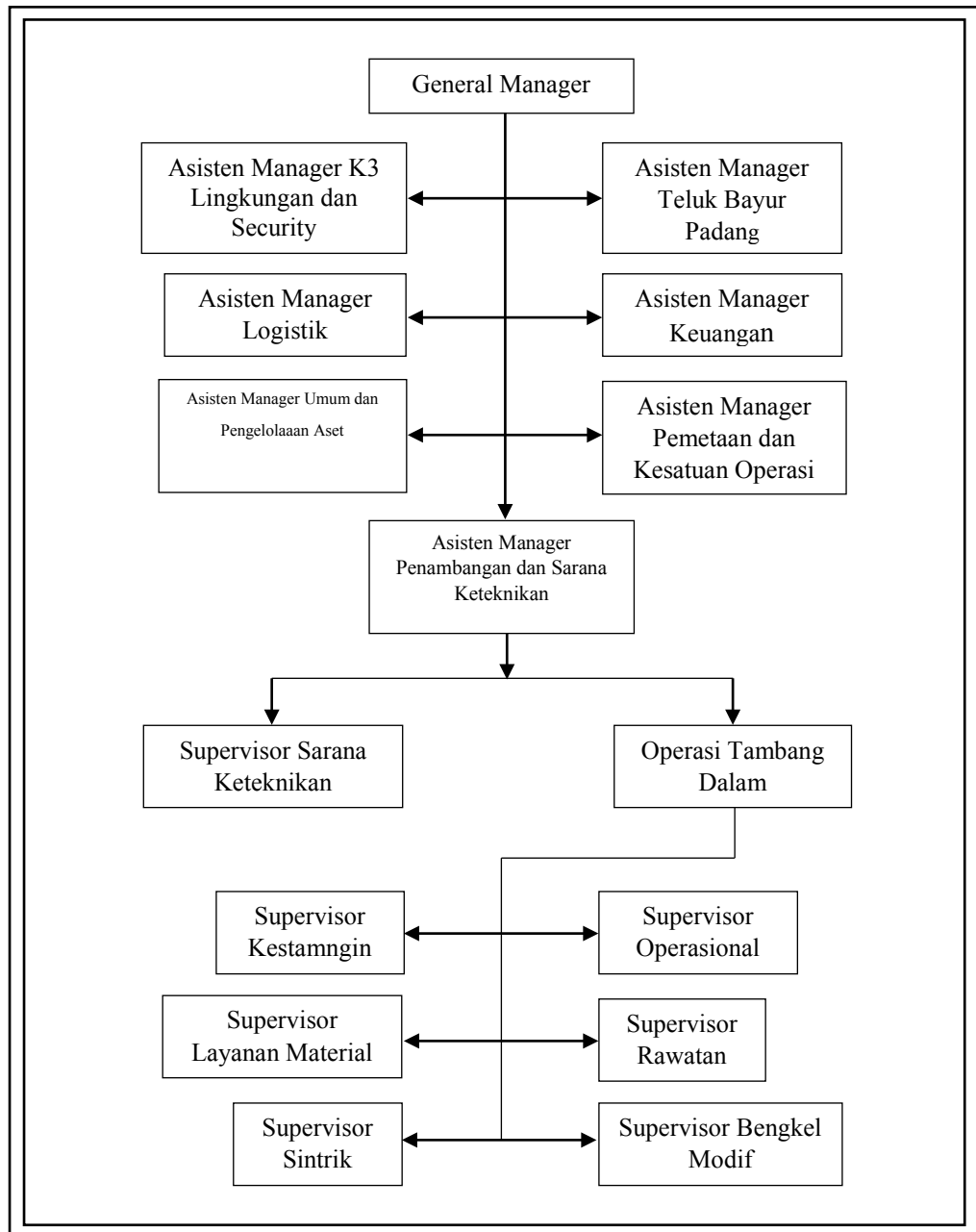
Struktur Organisasi PT Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Ombilin memiliki struktur organisasi yang bertanggung jawab pada direktur utama PT Bukit Asam (Persero) Tbk sebagai induk perusahaan. Pembentukan struktur organisasi dari satuan kerja PT Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Ombilin berdasarkan SK. Direksi Nomor 110/KEP/Int-0100/OT.01/2013 pada tanggal 27 Mei 2013 sebagai berikut:

- 1) *General Manager* Unit pertambangan Ombilin
- 2) Bagian Kajian Operasi Teknik
- 3) Bagian K3 dan Lingkungan
- 4) Bagian Keuangan yang terdiri dari satuan kerja Perbendaharaan, Akutansi, dan Pembinaan Usaha Kecil dan Koperasi (PUKK)
- 5) Bagian Sumber Daya Manusia dan Umum yang terdiri dari satuan kerja Administrasi Kepegawaian, Bina Lingkungan, Hukum dan Humas, Layanan Umum, dan Poliklinik.
- 6) Bagian Logistik dan Gudang Utama.
- 7) Bagian *Security* yang terdiri dari satuan kerja Operasional Pengamanan Gr. A-C dan Operasional Pengamanan Dermaga Teluk Bayur
- 8) Bagian perencanaan yang terdiri dari satuan kerja Eksplorasi, Perencanaan Operasi, Perencanaan dan Pengelolaan Lingkungan, dan Pemetaan.
- 9) Bagian Operasi penambangan yang terdiri dari satuan kerja Persiapan Penambangan Ombilin 1, Persiapan Penambangan Ombilin 3, Operasi Penambangan, Layanan dan Rawatan Tambang Dalam, Kestamngin dan Peranginan Tambang Dalam, Permesinan dan Perlistrikan Tambang Dalam.

- 10) Bagian Sarana Ketechnikan yang terdiri dari satuan kerja
Sintrik Penunjang, Penanganan dan Angkutan Batubara,
Bengkel Utama, Pembangkit, dan Distrik.
- 11) Bagian Dermaga Teluk Bayur yang terdiri dari satuan kerja
Perawatan dan Optimasi Alat Pelabuhan, Administrasi, dan
Umum.

Bagan Struktur Organisasi PT Bukit Asam (Persero) Tbk Unit

Pertambangan Ombilin dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber: SK. Direksi Nomor 110/KEP/Int-0100/OT.01/2013

Gambar 1. Struktur Organisasi PT Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Ombilin

2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara geografis PT Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pertambangan Ombilin terletak pada Koordinat $100^{\circ} 44' - 100^{\circ} 50'$ Bujur timur dan $0^{\circ} 35' - 0^{\circ} 43'$ Lintang Selatan.

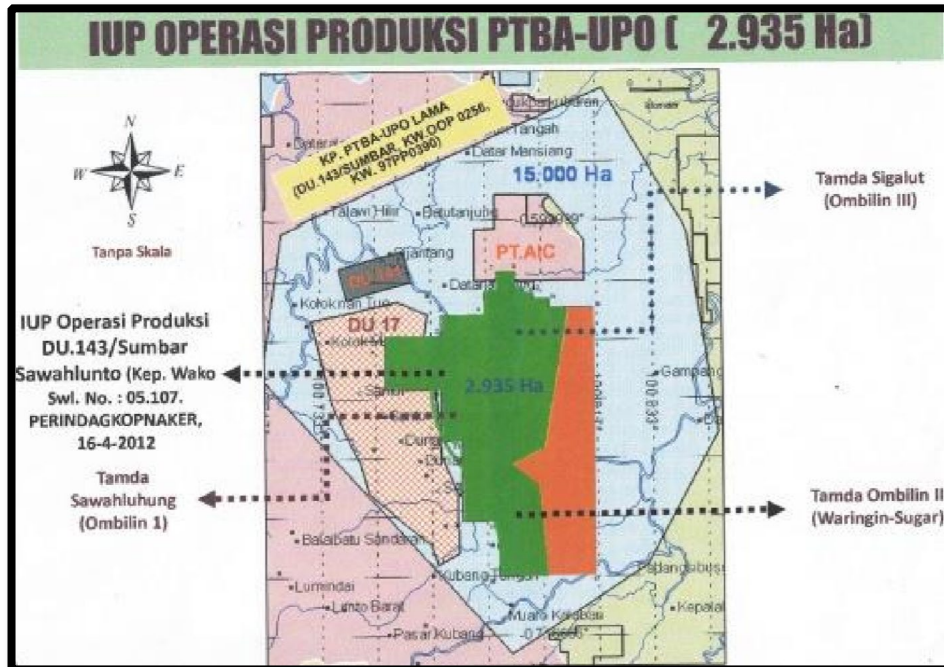
Tambang ini berada di Kota Sawahlunto, Propinsi Sumatera Barat yang berjarak 90 km dari Kota Padang melalui jalan raya Indarung. Lokasi daerah penambangan meliputi Tanah Hitam, Kandi, Sapan Dalam, Kumanis, Parambahan, Simaung, Langkok, Waringin, Sugar, Sawah Rasau, Sawahluwung dan Sigalut dengan luas sekitar 2.935 Ha. Kesampaian daerah kota Sawahlunto dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber: PTBA UPO

Gambar 2. Peta Kesampaian Daerah

Sedangkan untuk peta IUP produksi PTBA UPO dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber: PTBA UPO

Gambar 3. Peta IUP Produksi PTBA UPO

3. Iklim dan Cuaca

Secara umum daerah penyelidikan seperti daerah-daerah lainya di Indonesia yaitu beriklim tropis, yang bertemperatur panas dan lembab sepanjang tahun. Ada dua musim yang terjadi secara bergantian yaitu:

- Musim hujan dan lembab, biasanya terjadi pada bulan Oktober sampai April.
- Musim Kemarau dan panas dengan sesekali hujan, biasanya terjadi pada bulan April sampai Oktober.

Jumlah hari hujan umumnya terbesar terjadi pada bulan agustus dan september dimana besarnya curah sangat besar sekali

pengaruhnya terhadap kegiatan operasi penambangan, dimana dengan curah hujan yang cukup tinggi dapat meningkatkan rembesan air tanah yang tinggi, sehingga berpengaruh terhadap kegiatan operasi *development* maupun penambangan.

4. Morfologi Wilayah Pertambangan

Wilayah konsensi berada pada wilayah yang terletak pada rangkaian pegunungan Bukit Barisan, merupakan morfologi yang terdiri dari perbukitan terjal dan lembah-lembah. Morfologi perbukitan ini ketinggiannya mencapai 600 m dari permukaan laut dengan kemiringan yang agak landai kearah Timur. Sungai-sungai yang terdapat di wilayah Kuasa Pertambangan tersebut diantaranya adalah sungai Ombilin dengan pola aliran *dendritik*.

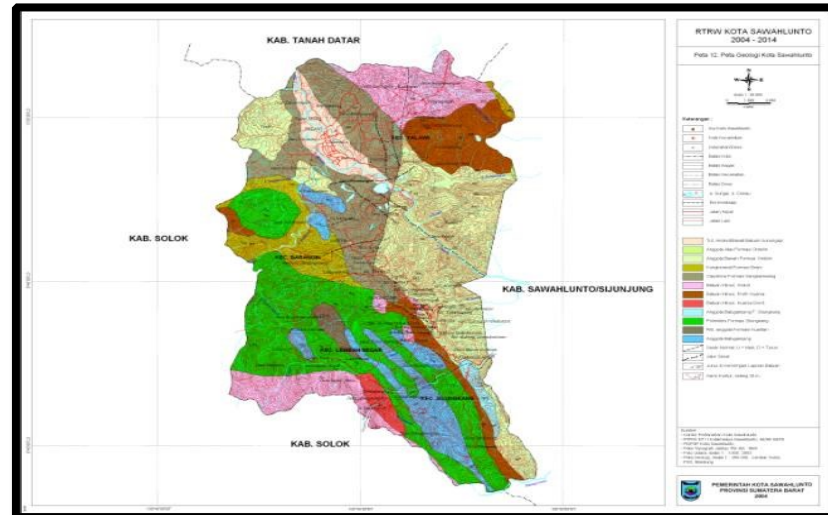
5. Geologi Regional Daerah Penambangan

Berdasarkan peta geologi Kota Sawahlunto skala 1:50.000, litologi regional yang terletak pada wilayah penyelidikan dan sekitarnya, secara berurutan dari muda ke tua dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Alluvium Sungai (Qal), berumur kuarter yang terdiri dari material lepas, berukuran lempung, pasir, kerikil dan bongkahan batuan beku.
- b. Tufa batu apung (Qpt), merupakan batuan vulkanik, berumur kuarter, terdiri dai batu apung didalam matriks kaca kelaran.

- c. Anggota atas formasi ombilin (Tmou), merupakan batuan sedimen berumur miosen tersier, yang terdiri dari lempung dan napal dengan sisipan batu pasir, konglomerat mengandung kapur dan berfosil.
- d. Anggota bawah formasi ombilin (Tmol), merupakan batuan sedimen, berumur miosen tersier, yang terdiri dari batu pasir kuarsa yang mengandung mika sisipan arkose, serpih lempungan, konglomerat kuarsa dan batubara.
- e. Batu gamping karang (Tml), merupakan batu gamping karang yang berumur oligosen.
- f. Formasi brani (Tob), merupakan batuan sedimen, berumur oligosen, yang terdiri dengan batuan konglomerat dengan sisipan batu pasir.
- g. Granit (G), susunan berkisar dari leucogranit sampai monzonit kuarsa yang berumur trias.
- h. Anggota batu gamping formasi kuantan (PCkl), merupakan batuan hasil proses metamorfosis, terdiri dari batu gamping, batu sabak, filit, serpih terkersiknya dan kuarsit yang berumur perm dan karbon.

Peta geologi kota Sawahlunto dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber: Dinas Perindaakopnaker Sawahlunto
Gambar 4. Peta Geologi Kota Sawahlunto

6. Stratigrafi

Adapun stratigrafi (susunan formasi batuan) yang mengisi cekungan ombilin dari tua ke muda adalah sebagai berikut:

- a. Formasi sangkarewang (paleosen), disusun oleh batuan sedimen paralis yang terdiri atas perlapisan batu lempung napalan coklat-hitam berselingan dengan batu pasir dan batu lempung yang mengandung fosil ikan air tawar.
- b. Formasi Brani (Paleosen), disusun oleh perlapisan batuan sedimen kipas aluvial dan konglomerat. Formasi ini bersilang jari dengan formasi sangkarewang.
- c. Formasi Sawahlunto (Eosen) terletak selaras diatas Formasi Sangarewang, Batu Lempung karbonan dan beberapa sisipan

- d. konglomerat. Pada bagian atas formasi ini terdapat tiga buah sisipan lapisan batubara (Seam A, B dan C). Ketebalan total formasi ini kurang lebih 600 meter.
- e. Formasi Sawahtambang (Oligosen); menindih secara selaras di atas dan sebagian diduga mencemari formasi Sawahlunto, disusun oleh batu pasir berstruktur silang siur dan kadang disisipi konglomerat. Pada bagian atas formasi ini mempunyai anggota Sawah Rasau yang disusun oleh endapan sungai teranyam dan kadang mengandung pula sisipan tipis lapisan batubara.
- f. Formasi Ombilin (Miosen Bawah); terletak tidak selaras diatas formasi Sawahtambang, disusun oleh batuan napal lempung yang mengandung *globigerina*.

Lapisan batubara terdapat pada Formasi Sawahlunto. Formasi Sawahlunto disusun oleh perulangan konglomerat, batu pasir lanauan, batu lempung karbonan, dan beberapa sisipan batubara. Ketebalan total formasi Sawahlunto kurang lebih 126 meter. Dijumpai tiga sisipan lapisan batubara. Lapisan yang paling atas adalah Seam A dengan ketebalan rata-rata 2 meter, kemiringan 3^0-8^0 dan tebal *Overburden* antara 40-300 meter. Seam B1 ketebalan rata-rata 0,6-1,5 meter, kemiringan 3^0-23^0 dan tebal *Interburden* antara 10-15 meter. Seam B2 ketebalan rata-rata 0,8-1,5 meter, kemiringan 3^0-23^0 dan tebal *Interburden* antara 0,8-3 meter. Dan yang paling bawah adalah Seam C dengan tebal 3-12 meter, kemiringan 3^0-24^0 dan tebal *Interburden* antara 14-20 meter. Sebaran lapisan batubara ini dikontrol oleh

susunan stratigrafi dan struktur geologi yang berkembang. Sebagian ada yang tersingkap di permukaan dan ada yang menerus hingga pada kedalaman lebih dari 500 meter, mengikuti pola lipatan dan pensesaran. Sebaran lateral dalam bentuk kolom stratigrafi disajikan pada gambar berikut:

Umur	Satuan Stratigrafi	Lithologi
Kuarter	Formasi Ranau	Endapan Vulkanik, tuf batuapung
Miosen	Formasi Ombilin	Lempung gampingan, napal lepuangan mengandung globigerina, batupasir gampingan
Oligosen	Anggota Sawah Rasau Formasi Sawah Tambang	Batupasir silang-siur, konglomerat Endapan sungai teranyam, batupasir
Eosen	Formasi Sawahlunto	Perselingan serpih karbonan, batulanau, batupasir, dengan sisipan-sisipan, konglomerat dan batubara 1. seam A, tebal 2. seam B, tebal 3. seam C, tebal
Paleosen	Formasi Sangkarewang Formasi Brani	Endapan lakustrin, batulempung mengandung fosil ikan tawar, serpih napalan dan gampingan Sedimen kipas aluvial, batupasir konglomerat
Prä-Tersier	Formasi Tuhur Formasi Silungkang Formasi Kuantan	Intrusi granitis batuan sedimen Triassik. Batuan vulkanik permian. Batugamping karbonan.

Sumber: Dinas Perindagkopnaker Sawahlunto

Gambar 5. Peta Stratigrafi

7. Kualitas Batubara

Menurut klasifikasi ASTM (*American Standart for Testing Material*), Batubara Ombilin termasuk ke dalam tingkat Bituminus high Volatile dengan nilai kalori 6800-7200 Kkal /kg. Hasil ini didapat dari analisa Proximate (Analisa Komponen pembentuk batubara) dan analisa Ultimate (Analisa unsur-unsur kimia yang terkandung pada batubara) yang menunjukkan kadar

belerang dan kadar abu yang rendah sedangkan bobot isi rata-rata batubara dari hasil eksplorasi adalah 1,3 ton /m³. Kualitas batubara PTBA UPO dapat dilihat pada gambar berikut:

Ombilin Mine Coal Brand			
NO	PARAMETER	BASIS	NUMBER
1	Total Moisture	(%), ar	10 - 12
2	Inherent Moisture	(%), adb	5 - 6
3	Ash Content	(%), adb	< 10
4	Volatile Matter	(%), adb	36 - 37
5	Fixed Carbon	(%), adb	48 - 49
6	Calorific Value	Kkal/kg, adb	6,800
7	Total Sulphur	(%), adb	< 1
8	Hardgrove Grindability Index	-	43 - 45
9	Free Swelling Index	-	3.5
NO	PARAMETER	UNIT	NUMBER
1	C (Carbon)	%	65.54 - 80.70
2	H (Hydrogen)	%	4.05 - 5.14
3	N (Nitrogen)	%	1.20 - 1.17
4	O (Oxygen)	%	9.50 - 15.67
5	SiO ₂	%	25.94 - 68.40
6	Al ₂ O ₃	%	16.96 - 30.71
7	Fe ₂ O ₃	%	11.84 - 64.83
8	MgO	%	0.65 - 3.85
9	CaO	%	4.46 - 15.57
10	Na ₂ O	%	0.55 - 1.35
11	K ₂ O	%	0.54 - 1.58
12	P ₂ O ₅	%	0.13 - 0.84
13	SO ₂	%	2.25 - 7.25
14	I. DF. Temp.	deg C	1,160 - 1,370
15	HEM. Temp.	deg C	1,200 - 1,450
16	FLD. Temp.	deg C	1,210 - 1,420

Sumber: PTBA UPO

Gambar 6. Kualitas Batubara PTBA UPO

8. Cadangan Batubara

Cadangan batubara Ombilin 101.996.870 ton yang terdiri dari 85.736.375 ton cadangan terukur (*measured*) dan 16.260.495 ton terunjuk, yang tersebar pada wilayah penambangan Ombilin I (Tanah Hitam, Kandi, Langkok, Sawah Rasau V, Sawahluwung) Ombilin II (Waringin, Sugar) Ombilin III (Sigalut).

B. Kajian Teori

1. Batubara

a. Pengertian Batubara

Batubara adalah endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. Pertambangan Batubara adalah pertambangan endapan karbon yang terdapat di dalam bumi, termasuk birumen padat, gambut, dan batuan aspal.

Endapan batubara adalah endapan yang mengandung hasil akumulasi material organik yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang telah melalui proses litifikasi untuk membentuk lapisan batubara. Material tersebut telah mengalami kompaksi, ubahan kimia dan proses metamorfosis oleh peningkatan panas dan tekanan selama periode geologis. Bahan-bahan organik yang terkandung dalam lapisan batubara mempunyai berat lebih dari 50% atau volume bahan organik tersebut, termasuk kandungan lengas bawaan (*inherent moisture*), lebih dari 70%.

Sumberdaya batubara adalah bagian dari endapan batubara yang diharapkan dapat dimanfaatkan. Sumberdaya batubara ini dibagi dalam kelas-kelas sumberdaya berdasarkan tingkat keyakinan geologi yang ditentukan secara kualitatif oleh kondisi geologi/tingkat kompleksitas dan secara kuantitatif oleh jarak titik informasi. Sumberdaya ini dapat meningkat menjadi cadangan apabila setelah dilakukan kajian kelayakan dinyatakan layak.

Cadangan batubara adalah bagian dari sumberdaya batubara yang telah diketahui dimensi, sebaran kuantitas, dan kualitasnya, yang pada saat pengkajian kelayakan dinyatakan layak untuk ditambang.

Ketebalan lapisan batubara adalah jarak terpendek antara atap dan lantai lapisan batubara yang diukur pada singkapan batubara (*surface outcrop*), lubang bor (*borehole*), dan pengamatan pada tambang dalam aktif (*working underground mining*). Lapisan batubara seringkali, meskipun tidak selalu, terdiri atas sub-lapisan atau lapisan majemuk yang dihasilkan oleh terbelahnya lapisan atau penggabungan lapisan. Sub-lapisan ini mempunyai karakteristik masing-masing yang kadang-kadang dipisahkan oleh lapisan pengotor (*rock/dust parting*) dengan ketebalan bervariasi.

b. Ganesa Batubara

Proses pembatubaraan secara umum dapat digolongkan menjadi dua tahap, yaitu penggamburan (*pearification*) dan pembatubaraan (*coalification*). Proses pembentukan batubara diawali dengan fase biokimia dan kemudian diikuti fase geokimia (peran organisme sudah tidak ada lagi). Fase biokimia terjadi pada gambut segera setelah deposisi dan pengendapan sedimen lain terjadi di atas gambut tersebut.

1). Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pembentukan batubara

Faktor-faktor dalam pembentukan batubara sangat berpengaruh terhadap bentuk maupun kualitas dari lapisan

batubara. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam pembentukan batubara adalah:

- a). Meteri dasar, yakni flora atau tumbuhan yang tumbuh beberapa juta tahun yang lalu, yang kemudian terakumulasi pada suatu lingkungan dan zona fisiografi dengan iklim dan topografi tertentu. Jenis dari flora sendiri amat sangat berpengaruh terhadap tipe dari batubara yang terbentuk.
- b). Proses dekomposisi, yakni proses transformasi dari material dasar pembentuk batubara menjadi batubara. Dalam proses ini, sisa tumbuhan yang terendapkan akan mengalami perubahan baik secara fisika maupun kimia.
- c). Umur geologi, yakni skala waktu (dalam jutaan tahun) yang menyatakan berapa lama material dasar yang diendapkan mengalami transformasi. Untuk material yang diendapkan dalam skala waktu geologi yang panjang, maka proses dekomposisi yang terjadi adalah fase lanjut dan menghasilkan batubara dengan kandungan karbon yang tinggi.
- d). Posisi geotektonik, yang dapat mempengaruhi proses pembentukan suatu lapisan batubara yang terbentuk. Struktur dari lapisan batubara tersebut, yakni bentuk cekungan stabil, atau patahan. Intrusi magma, yang akan mempengaruhi dan/atau merubah *grade* dari lapisan batubara yang dihasilkan.

c. Kelas Batubara

1) Berdasarkan proses pembentukannya

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas, dan waktu. Batubara umumnya dibagi dalam lima kelas, yaitu antrasit, bituminus, sub-bituminus, lignit, dan gambut.

- a) **Antrasit** adalah kelas batubara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (*luster*) metalik, mengandung antara 80%-98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.
- b) **Bituminus** mengandung 68%-80% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. Kelas batubara yang paling banyak ditambang di Australia.
- c) **Sub-bituminus** mengandung sedikit karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
- d) **Lignit** atau batubara coklat adalah batubara yang sangat lunak yang mengandung air 33-75% dari beratnya.
- e) **Gambut**, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah.

Untuk komoditas batubara, dikelompokkan berdasarkan nilai kalorinya dengan mengacu pada Keppres No. 13 Tahun 2000 yang diperbaharui dengan PP No. 45 Tahun 2004 tentang tarif atas jenis penerimaan Negara bukan pajak yang berlaku pada

Departemen Pertambangan dan Energi bidang Pertambangan Umum. Selain itu juga modifikasi dari US *system* ASTM (ASA), *Internasional system* (UN-ECE), dan SNI 5015-2011 turut dijadikan acuan.

2) Berdasarkan tingkat kalori

Berdasarkan tingkat kalorinya, batubara Indonesia dikelompokkan menjadi :

- a) Batubara Kalori Rendah, yaitu jenis batubara yang paling rendah peringkatnya, bersifat lunak-keras, mudah diremas, mengandung kadar air tinggi (10-70%), memperlihatkan struktur kayu, nilai kalorinya kurang dari 5100 kal/gr (adb).
- b) Batubara Kalori Sedang, yaitu jenis batubara yang peringkatnya lebih tinggi daripada batubara kalori rendah, bersifat lebih keras, mudah diremas – tidak bisa diremas, kadar air relatif lebih rendah, umumnya struktur kayu masih tampak, nilai kalori 5100-6100 kal/gr (adb).
- c) Batubara Kalori Tinggi, adalah jenis batubara yang peringkatnya lebih tinggi lagi, kadar air relatif lebih rendah dibandingkat batubara kalori sedang, umumnya struktur kayu tidak tampak, nilai kalorinya 6100-7100kal/gr (adb).
- d) Batubara Kalori Sangat Tinggi, adalah jenis batubara dengan peringkat paling tinggi, umumnya dipengaruhi intrusi ataupun

struktur lainnya, kadar air sangat rendah, nilai kalorinya lebih dari 7100 kal/gr (adb).

2. Sumber Daya dan Cadangan Batubara

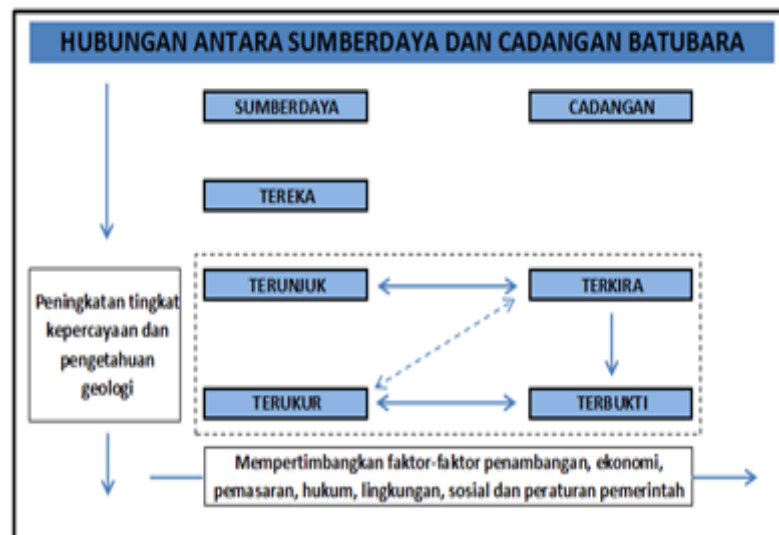
a. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara

Klasifikasi sumberdaya dan cadangan batubara berdasarkan SNI, 1999 :

- 1) Sumber daya batubara hipotetik (*hypothetical coal resource*): jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap survey tinjau.
- 2) Sumber daya batubara tereka (*inferred coal resource*): jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap prospeksi.
- 3) Sumber daya batubara terindikasi (*indicated coal resource*): jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi pendahuluan.
- 4) Sumber daya batubara terukur (*measured coal resource*): jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi rinci.

- 5) Cadangan batubara terkira (*probable coal reserve*): Sumber daya batubara terindikasi dan sebagian sumberdaya terukur, tetapi berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga penambangan dapat dilakukan secara layak.
- 6) Cadangan batubara terbukti (*proved coal reserve*): Sumberdaya batubara terukur yang berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga penambangan dapat dilakukan secara layak.

Klasifikasi sumber daya batubara merupakan upaya pengelompokan sumber daya batubara berdasarkan keyakinan geologi dan kelayakan ekonomi.



Sumber : SNI, 1999

Gambar 7. Hubungan antara Sumber Daya dan Cadangan Batubara

b. Persyaratan Sumber Daya dan Cadangan Batubara

1) Aspek Geologi

Berdasarkan tingkat keyakinan geologi, sumberdaya terukur harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih besar dibandingkan dengan sumberdaya terunjuk, begitu pula sumberdaya terunjuk harus mempunyai tingkat keyakinan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumberdaya tereka. Sumberdaya terukur dan terunjuk 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).

Tabel 1. Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi

Kondisi Geologi	Kriteria	Sumberdaya			
		Terukur	Terunjuk	Tereka	Hipotetik
Sederhana	jarak titik	$x \leq 500\text{m}$	$500 < x \leq 1000\text{m}$	$1000 < x \leq 1500\text{m}$	Tidak terbatas
Moderat	jarak titik	$x \leq 250\text{m}$	$250 < x \leq 500\text{m}$	$500 < x \leq 1000\text{m}$	Tidak terbatas
Kompleks	jarak titik	$x \leq 100\text{m}$	$100 < x \leq 200\text{m}$	$200 < x \leq 400\text{m}$	Tidak terbatas

Sumber: SNI, 1999

Uraian tentang batasan umum untuk masing-masing kondisi geologi di atas adalah sebagai berikut:

a) Kondisi Geologi Sederhana

Dengan ciri sebagai berikut:

- (1) Endapan batubara umumnya tidak dipengaruhi oleh aktivitas tektonik seperti sesar, lipatan, dan intrusi.
- (2) Lapisan batubara umumnya landai, menerus secara lateral sampai ribuan meter, dan hampir tidak memiliki percabangan.
- (3) Ketebalan lapisan batubara secara lateral dan kualitasnya tidak menunjukkan variasi yang berarti.

Contoh batubara di Bangko Selatan dan Muara Tiga Besar (Sumsel), Senakin Barat (Kalsel), dan Cerenti (Riau).

b) Kondisi Geologi Moderat

Dengan ciri sebagai berikut:

- (1) Endapan batubara sampai tingkat tertentu telah mengalami pengaruh deformasi tektonik.
- (2) Pada beberapa tempat, intrusi batuan beku mempengaruhi lapisan dan kualitas batubaranya.
- (3) Dicitrakan oleh kemiringan lapisan dan variasi ketebalan lateral yang sedang.
- (4) Sebaran percabangan batubara masih dapat diikuti sampai ratusan meter.

Contoh batubara di Senakin, *Formasi Tanjung (Kalsel)*, Loa Janan-Loa Kulu, Petanggis (Kaltim), Suban dan Air Laya (Sumsel), serta Gunung Batu Besar (Kalsel).

c) Kondisi Geologi Kompleks

Kondisi geologi kompleks memiliki ciri sebagai berikut:

- (1) Umumnya telah mengalami deformasi tektonik yang intensif.
- (2) Pergeseran dan perlipatan akibat aktivitas tektonik menjadikan lapisan batubara sulit dikorelasikan.
- (3) Perlipatan yang kuat juga mengakibatkan kemiringan lapisan terjal.
- (4) Sebaran lapisan batubara secara lateral terbatas dan hanya dapat diikuti sampai puluhan meter.

Contoh batubara di Ambakiang, Formasi Warukin, Ninian, Belahiang dan Upau (Kalsel), Sawahlunto (Sumbar), Air Kotok (Bengkulu), Bojongmanik (Jabar), serta daerah batubara yang mengalami ubahan intrusi beku di Bunian Utara (Sumsel).

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. (Tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara

Tahap Eksplorasi Status Hasil Kajian	Survei Tinjau (Reconnaissance)	Prospeksi (Prospecting)	Eksplorasi Pendahuluan (Preliminary Exploration)	Eksplorasi Rinci (Detailed Exploration)
Belum Layak	Sumber Daya Hipotetik (Hypothetical Resources)	Sumber Daya Tereka (Inferred Resources)	Sumber Daya Tertunjuk (Indicated Resources)	Sumber Daya Terukur (Measured Resources)
Layak				Cadangan Terkira (Probable Reserves)
				Cadangan Terbukti (Proved Reserves)

KEYAKINAN GEOLOGI →

Kajian Kelayakan Didasarkan pada Faktor Ekonomi, Penambangan, Pengolahan, Pemasaran, Kebijakan Pemerintah, Peraturan/Perundang-Undangan, Lingkungan, Sosial

Sumber: SNI, 1999

- a) Batubara energi rendah (*brown coal*) adalah jenis batubara yang paling rendah peringkatnya, bersifat lunak, mudah diremas, mengandung kadar air yang tinggi (10-70%), terdiri atas batubara energi rendah lunak (*soft brown coal*) dan batubara lignitik atau batubara energi tinggi (*lignitik atau hard brown coal*) yang memperlihatkan struktur kayu. Nilai kalorinya < 7000 kalori/gram (*dry ash free ASTM*).
- b) Batubara energi tinggi (*hard coal*) adalah semua jenis batubara yang peringkatnya lebih tinggi dari *brown coal*, bersifat lebih keras, tidak mudah diremas, kompak, mengandung kadar air yang relatif rendah, umumnya struktur kayu tidak tampak lagi, dan relatif tahan terhadap kerusakan fisik pada saat penanganan (*coal handling*). Nilai kalorinya > 7000 kalori/gram (*dry ash free ASTM*).

Batubara jenis batubara 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 batubara jenis batubara energi rendah (*brown coal*) dan batubara jenis batubara energi tinggi (*hard coal*) akan menunjukkan angka yang berbeda. Berdasarkan SNI, 1999 persyaratan tersebut diperlihatkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Persyaratan Kuantitatif Ketebalan Lapisan Batubara dan Lapisan Pengotor

Ketebalan	Tingkat batubara	
	Batubara energi rendah	Batubara energi tinggi
• Lapisan batubara minimal (m)	$\geq 1,00$	$\geq 0,4$
• Lapisan pengotor (m)	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$

3. Biaya Tambang

Biaya produksi merupakan besaran uang yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan suatu hasil yang kita inginkan. Menurut Irwandi Arif, ada parameter yang harus diperhatikan dalam perhitungan biaya produksi, yaitu:

- a. Tingkat upah pekerja
- b. Harga bahan bakar (Solar)
- c. Biaya Listrik
- d. Jumlah gilir yang dijadwalkan untuk tiap jenis alat

Dari sekian banyak parameter yang ada, *owning* dan *operating cost* alat beratlah yang paling berpengaruh, dikarenakan alat berat yang menjadi motor penggerak dalam kegiatan pertambangan.

4. *Owning and Operating Cost* Alat Berat

- a. *Owning Cost* (Biaya Kepemilikan)

Owning cost atau biaya kepemilikan adalah biaya yang harus dikeluarkan pemilik alat berat tersebut walaupun alat tidak beroperasi tetapi biaya ini tetap harus dibayarkan. Biaya kepemilikan terdiri atas 2 komponen besar, yakni:

- 1) *Depreciation Cost* (Biaya Depresiasi)

Biaya depresiasi adalah penurunan nilai/ harga dari alat itu sendiri terhadap usia pakainya. Nilai depresiasi ini dapat dihitung besarnya untuk setiap jam dengan cara seperti berikut:

$$\text{Depreciation Cost} = \frac{\text{Net Depreciation Value}}{\text{Depreciation Period (Hrs)}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Net Depreciation Value : Selisih antara harga beli baru dengan harga jual kembali

Depreciation Period : Masa pakai alat efektif dalam jam

2) *Interest, Insurance, and Tax (IIT)*

Interest adalah biaya bunga yang harus dibayarkan pemilik terhadap investasi yang ia miliki, terutama bagi pemilik yang membeli unit secara *leasing* / angsuran.

Insurance adalah biaya penjamin terhadap kerusakan alat yang diakibatkan kecelakaan kerja ataupun bencana alam, bergantung dari jenis *polis* asuransi yang dipilih. Biasa harga yang harus dibayarkan untuk asuransi berupa % dari harga alat

Tax adalah besaran pajak yang harus dibayarkan terhadap kepemilikan alat berat, besaran biaya pajak diatur dalam undang-undang dan peraturan daerah.

Besarnya *interest, insurance, and tax* dapat dihitung dengan formula seperti berikut:

Interest Cost/hour =

$$\frac{\frac{P(N+1)+S(N-1)}{2N} \times \text{Simple Int. \% Rate}}{\text{Hours/Year}} \dots\dots\dots (2)$$

Insurance Cost/hour =

$$\frac{\frac{P(N+1)+S(N-1)}{2N} \times \text{Simple Insurance \% Rate}}{\text{Hours/Year}} \dots\dots\dots (3)$$

Tax Cost/hour =

$$\frac{\frac{P(N+1)+S(N-1)}{2N} \times \text{Simple Tax \% Rate}}{\text{Hours/Year}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

P = Harga alat sampai di *Site*
 N = Tahun pemakaian alat
Simple Int. \% Rate = Persentase suku bunga

Insurance % Rate = Persentase asuransi
Tax % Rate = Persentase Pajak

b. *Operating Cost* (Biaya Operasi)

Operating cost/biaya operasi adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna alat berat tersebut saat alat berat tersebut bekerja. Ada 6 hal yang diperhitungkan dalam *operating cost* ini, yakni:

1) Bahan Bakar (*Fuel*)

Biaya bahan bakar merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat, masing-masing jenis alat berat memiliki *fuel consumption* yang berbeda-beda.

$$\text{Fuel consumption, in gal/hr} = \frac{\text{weight of fuel/hp/hr} \times \text{brakehp} \times \text{load factor}}{\text{weight of fuel/gallon}} \dots\dots\dots(5)$$

(Sumber: Yanto Indonesianto, 2010: V-10)

2) *Lubricant (Oil and Grease), Filters, and Periodic Maintenance*

Setiap unit yang dioperasikan tentunya membutuhkan perawatan, baik itu perawatan apabila terjadi kerusakan, maupun perawatan rutin setiap waktu penggunaan tertentu. Perawatan rutin biasanya meliputi penggantian oli, pelumasan dengan *grease* (gomok), pergantian saringan, dan beberapa perawatan rutin lainnya. Untuk setiap unit yang berbeda tentunya juga memiliki kebutuhan terhadap oli dan gomok yang berbeda.

3) Ban (*Tires*)

Salah satu komponen penting dari alat berat, terutama alat pengangkutan adalah komponen ban. Karena ban menjadi tumpuan dari

beban yang diangkutnya. Untuk jenis wheel loader ban menjadi sebuah komponen yang cukup mahal dikarenakan ukuran ban yang tergolong raksasa. Usia pakai dari ban itu sendiri juga dapat diperhitungkan, menyesuaikan dengan kondisi permukaan jalan yang dilalui, usia pakai ban dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Usia Pakai Ban

<i>Type of Tire</i>	<i>Hours</i>	<i>km</i>	<i>Miles</i>
<i>E-3 Std. Bias Tread</i>	2510	40400	25100
<i>E-4 Bias Xtra Tread</i>	3510	56500	35100
<i>E-4 Radial Xtra Tread</i>	4200	67600	42000

Sumber: Caterpillar Performance Handbook Edisi 41:20-35

4) Biaya Perbaikan (*Repair Cost*)

Selain perawatan berkala seperti pergantian oli, saringan oli, saringan minyak, dan perawatan rutin lainnya, kerusakan pada unit juga sering terjadi. Untuk itu biaya perbaikan (*repair cost*) juga harus diperhitungkan.

5) *Special Items*

Special item adalah bagian-bagian dari unit alat berat yang harus diganti bila sudah haus, seperti *teeth bucket*, *ripper point*, dan *shank* pada grader. *Special Items* juga mempunyai masa pakai, tergantung material yang dikerjakan dan lokasi kerjanya. Masa pakai *special items* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Usia Pakai *Ripper Point* dan *Teeth Bucket*

Kondisi	Usia Pakai (jam)		Keterangan
	<i>Teeth Bucket</i>	<i>Ripper Point</i>	
<i>Easy Range</i>	450	150	
<i>Medium Range</i>		30	
<i>Severe Range</i>		15	

Sumber: *Spesification and Aplication Handbook*

6) Gaji Operator (*Operator Salary*)

Gaji operator menjadi salah satu hal yang harus diperhitungkan dalam penghitungan biaya produksi alat berat.

Biasanya operator digaji berdasarkan jam kerja mereka, namun beberapa perusahaan operator alat berat menjadi karyawan tetap, sehingga gaji operator dibayarkan perbulan. Besarannya berkisar antara 2-3 kali upah minimum regional di daerah tersebut.

5. Ruang Lingkup Perencanaan

Agar suatu persamaan tambang dapat disebut lengkap, maka harus mencakup:

a. Penentuan Batas Akhir Tambang (*Ultimate Pit Limit*)

Untuk menentukan batas akhir tambang harus mempertimbangkan bentuk, ukuran, posisi cadangan terukur bahan galian, BESR yang sesuai dan kemantapan lereng batas akhir tambang ini harus tergambar pada peta.

b. Pentahapan Kemajuan Penambangan (*Push Back*).

Membuat bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) agar bisa menambang habis cadangan terukur mulai dari titik awal penambangan hingga ke batas akhir tambang. Pada perencanaan urutan tahap-tahap kemajuan penambangan ini batas batas akhir tambang dibagi

menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil agar lebih mudah dikelola hal ini akan menyederhanakan masalah perencanaan tambang tiga dimensi yang biasanya sangat kompleks.

c. Penjadwalan Produksi

Menambang endapan bahan galian dan lapisan penutupnya jenjang demi jenjang harus mengikuti urutan tahap-tahap kemajuan tambang yang sudah direncanakan dengan memakai tabulasi volume (*tonase*) dan kadar (mutu) nya pengaruh dari berbagai evaluasi untuk menentukan jadwal sasaran produksi pada kadar batas yang terbaik.

d. Pemilihan Peralatan

Berdasarkan rencana produksi penambangan dan penimbunan lapisan penutup pertahun dapat ditentukan tipe, ukuran dan jumlah peralatan, armada pengangkutan, alat muat dan peralatan penunjangnya (*bulldozer*, alat garuk, *motorgrader*) untuk tiap tahun.

e. Pembuatan Peta Kemajuan Tambang

Peta rencana kemajuan penambangan dibuat untuk setiap tahun yang menunjukkan dari bagian-bagian mana endapan bahan galian dan lapisan penutup ditambang pada tahun yang bersangkutan. Pada peta-peta tersebut juga akan tergambar rencana jalan angkut, letak medan kerja (*front*), tempat penyimpanan lapisan penutup, kolam pengendap (*settling treatment ponds*), bengkel dan kantor sehingga diperoleh gambaran lengkap dari seluruh kegiatan penambangan.

f. Perhitungan Produktifitas Alat Berat

Produktifitas alat dan pencapaian target produksi bisa berubah sewaktu-waktu dikarenakan banyak hal.

1) Produksi *Excavator*

Merupakan kemampuan gali *back hoe* dalam satu satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam m^3 per jam. Produksi back hoe dapat dipengaruhi oleh beberapa factor, antara lain :

a) Sifat material

Meliputi kandungan air, ukuran butir, sifat adhesi dan kohesi, kekerasan dan berat jenis. Hal ini akan berpengaruh terhadap tingkat kesulitan penggalian (*bucket fill factor*).

b) Faktor pemekaran (*swell factor*)

Adalah tingkat perubahan volume material setelah material digali dari keadaan aslinya. Artinya, perubahan dari "*bank volume*" ke "*loose volume*". Hal ini berpengaruh terhadap volume pengangkutan, sebab pada saat penggalian dihasilkan "*bank volume*" sedang pada saat pengangkutan menggunakan "*loose volume*".

c) Dalamnya penggalian dan tinggi medan kerja

Semakin dalam lapisan tanah yang dikupas, maka semakin kecil tanah yang berhasil digali. Hal ini berdasarkan dari kemampuan gali alat tersebut.

d) Sudut putar (*angel of swing*)

Sudut putar berpengaruh terhadap waktu edar dari back hoe itu sendiri. Hal ini berhubungan dengan pengaturan posisi antara alat gali muat dengan alat angkut. Diusahakan agar sudut putar sekecil mungkin, agar mengurangi waktu edarnya.

e) Kondisi kerja

Pada factor ini meliputi sarana dan prasarana agar alat dapat beroperasi dengan optimal.

f) Kapasitas dan jumlah alat angkut

Kapasitas dan jumlah alat angkut dump truck yang dipilih harus berimbang dengan alat gali muat yang digumakan, sebab jika pembanding ini kurang tepat (proporsional), maka ada kemungkinan alat gali muat ini banyak menunggu ataupun sebaliknya. Sebagai pegangan (*rule of thumb*), ukuran kapasitas minimum bak dump truck adalah 5 – 6 kali kapasitas *bucket back hoe*.

g) Pengalaman dan keterampilan operator

h) Keadaan fisik dan mekanis peralatan

i) Ketinggian dari permukaan air laut

Dari faktor–faktor di atas, maka produksi Excavator

$$\text{Produksi} = \frac{E \times I \times H}{C_t} \times 60 \text{ menit}$$

keterangan: E (*efisiensi kerja*)

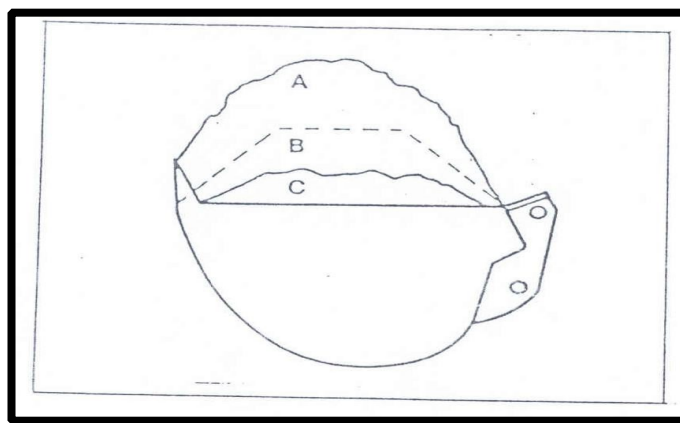
(6)

Dari jam berhenti yang terjadi selama operasi penggalian, maka dapat diketahui jam produktifnya, sehingga dengan membandingkan dengan jam kerja yang tersedia akan dapat dihitung efisiensi kerja dalam satuan persen (%). Nilai efisiensi kerja tersebut sebesar 83 % I (factor pemekaran) Besarnya dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{"Swell Factor"} = \frac{\text{"bank volume"}}{\text{"loose volume"}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

Besarnya faktor pemekaran tanah penutup adalah 80 %. H (kapasitas bucket) Merupakan jumlah material sebenarnya yang masuk ke dalam mangkok (bucket) pada saat penggalian. Berbeda material, berbeda pula faktor pengisiannya.

Dengan gambar di bawah ini, maka kita dapat membedakannya.



Gambar 8. Faktor Pengisian Bucket

Volume ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V = V_h \times F \quad \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

V = besar kapasitas bucket

V_h = kapasitas standart (m³)

F = faktor pengisian mangkok (%)

Cycle Time alat gali muat adalah waktu yang dibutuhkan back hoe untuk melakukan satu kali waktu penggalian dan penumpahan terhadap dump truck hingga kembali ke posisi kerja semula dalam keadaan bucket kosong. Waktu tersebut meliputi:

a) Waktu gali muat

Adalah waktu yang dibutuhkan oleh back hoe untuk melakukan satu kali penggalian dan menumpahkannya ke dalam back truck. Kegiatan ini dipengaruhi oleh kedalaman penggalian dan jenis material, karena semakin dalam material yang digali, maka akan semakin besar waktu edarnya. Waktu yang diperlukan back hoe untuk berputar menuju ke bak penumpahan juga menjadi pengaruh bagi waktu edarnya. Hal ini tergantung oleh besar sudut putar atau lokasi penumpahan. Waktu penumpahan material juga termasuk dalam waktu edar gali muat ini.

b) Waktu kembali kosong

Adalah waktu yang dibutuhkan back hoe untuk kembali ke posisi kerja setelah melakukan penumpahan. Waktu ini tergantung dari besarnya sudut putar yang dilakukan back hoe.

2) Produksi *Dump Truck*

Agar dump truck dapat berproduksi dengan optimal, maka ada hal yang perlu diperhatikan selain dari pada factor yang terjadi pada back hoe. Hal tersebut antara lain:

a) Kondisi jalan

Kondisi jalan angkut sangat berpengaruh pada waktu edar dari dump truck. Jika kondisi jalan buruk, maka hal tersebut dapat menambah waktu edar dump truck menjadi besar dan dapat mengurangi produksi dump truck itu sendiri. Untuk itu kondisi jalan angkut harus dijaga agar jangan sampai menurun dengan cara perawatan rutin harus dimaksimalkan.

b) Kemiringan jalan (*grade*)

Dusahakan kemiringan jalan (*grade*) jangan melebihi dari kemampuan dump truck dalam mengatasi kemiringan, yaitu sebesar 35° .

c) Jarak tempat penimbunan

Dusahakan tempat penimbunan sedekat mungkin dengan lokasi penggalian, tetapi di luar area penambangan. Karena semakin jauh lokasi dumpung area, maka semakin besar waktu edar dump truck. Dan hal ini jelas berpengaruh pada nilai produksi.

d) Kapasitas bak

Kapasitas angkut harus diusahakan sesuai dengan kapasitasnya sehingga truck akan bekerja secara optimal. Dari faktor – faktor di atas, maka produksi *Dump Truck* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Produksi} = \frac{E \times I \times H}{C_t} \times 60 \text{ menit} \quad \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan: E = efisiensi kerja

I = swell factor

H = kapasitas vessel

CT = cycle time alat angkut

Dari data jam berhenti yang terjadi selama operasi penggalian, maka dapat diketahui jam produktifnya, sehingga dengan membandingkan dengan jam kerja yang tersedia akan dapat dihitung efisiensi kerja dalam satuan persen. Nilai efisiensi kerja tersebut sebesar 83%. I (*factor pemekaran*)

Besarnya dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{"Swell Factor"} = \frac{\text{"bank volume"}}{\text{"loose volume"}} \times 100\%$$

Besarnya faktor pemekaran tanah penutup adalah 80 %. H (*kapasitas bucket*) Kapasitas angkut truck sangat dipengaruhi oleh volume kapasitas *bucket back hoe*. Berdasarkan pengamatan di lapangan, volume angkut truck rata – rata adalah 4 kali pengisian mangkok back hoe atau sebanyak $= 4 \times 3,146 \text{ m}^3 = 12,584 \text{ m}^3$. Cta (*cycle time* alat angkut) Adalah waktu yang dibutuhkan oleh *dump truck* untuk melakukan satu kali *manuver* pengisian, pengisian, pengangkutan, *manuver* penumpahan, penumpahan dan kembali kosong untuk siap diisi kembali oleh *back hoe*.

Waktu tersebut meliputi:

(1) Waktu *manuver* pengisian

Adalah waktu yang dibutuhkan oleh *dump truck* untuk melakukan gerakan mundur mendekati *back hoe* dan mengarahkan baknya untuk diisi.

(2) Waktu pengisian

Adalah waktu yang dibutuhkan *dump truck* agar baknya diisi oleh material tanah penutup oleh *back hoe* sampai dengan penuh.

(3) Waktu angkut

Adalah waktu yang dibutuhkan oleh *dump truck* dari tempat penggalian menuju ke lokasi penimbunan setelah baknya diisi oleh *back hoe*. Besarnya tergantung dari jarak dan kecepatan truck.

(a) Waktu manuver penumpahan

Adalah waktu yang dilakukan *dump truck* dengan memposisikan baknya mendekati area penimbunan dengan cara bergerak mundur.

(b) Waktu penumpahan

Adalah waktu yang dibutuhkan oleh *dump truck* untuk menumpahkan muatannya ke area penimbunan.

(c) Waktu kembali kosong

Adalah waktu *dump truck* untuk kembali dari lokasi penimbunan ke tempat penggalian dan memposisikan diri seperti semula.

e. Perhitungan kebutuhan alat berat

Adapun perhitungan kebutuhan peralatan didasarkan atas:

- 1) Target produksi perjam.
- 2) Produktivitas alat.

Berikut rumus perhitungan untuk mengetahui kebutuhan alat penambangan tahun 2017.

$$\frac{\text{Target Produksi per jam}}{\text{Produktivitas alat}} \dots\dots\dots(10)$$

Perhitungan biaya kebutuhan alat berat dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:

Rumus Biaya Sewa Alat Penambangan

$$Biaya = C \times W \times Na \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

C = biaya sewa alat perjam	(Rp)	
W = jam kerja alat	(jam)	
Na	= jumlah alat	(unit)

f. Perhitungan Biaya Produksi

Dengan menggunakan tingkat produksi tahunan dan bentuk organisasi yang dipilih, maka dapat dihitung jumlah tenaga kerja dan gilir kerja (*shift*) yang diperlukan untuk operasi, perawatan dan pengawasan kemudian biaya produksi, modal kerja dan biaya penggantian peralatan dapat dihitung.

C. Penelitian Sejenis

Dalam jurnal Androly Andreas (2013) tentang Perencanaan Biaya dan Kebutuhan Alat Muat dan Angkut pada Lokasi Penambangan Area 242,2 Ha Batu Kapur PT Semen Padang Sumatera Barat mengatakan bahwa beban rencana penambangan pada area 242,3 Ha menggunakan *Excavator* dan *Dump Truck* dimana banyaknya *Dump Truck* adalah 7 buah terdiri dari 4 buah yang berkapasitas 80 ton dan 3 buah yang berkapasitas 100 ton pada *Shift* 1. Produksi sebesar 30.000 ton batu kapur perhari akan tercapai asalkan

jumlah perbandingan produksi *Dump Truck* dan *Excavator* mendekati satu, dengan keserasian kerja $MF=1$. Dan dalam penelitian Tony Mayyondra (2015) tentang Perencanaan Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut di PT Karbindo Abesya Pradh didapatkan kesimpulan bahwasanya kebutuhan alat muat dan alat angkut yang digunakan untuk mengupas *overburden* sesuai dengan rencana produksi yang telah ditentukan adalah 1 unit *Excavator Komatsu PC 1800* sebaiknya melayani 6 unit *DT Euclid R60*. 1 unit *Excavator KOMATSU PC 300* sebaiknya melayani 5 unit *DT Terx TA40*. Besarnya biaya produksi alat muat dan alat angkut sesuai dengan target produksi adalah Rp. 2.938.200.000.

Hal ini dikuatkan oleh Yonal Ferdian (2017) dalam penelitiannya mengenai Estimasi Kebutuhan Peralatan Tambang Batubara untuk Mencapai Target Produksi PT *Partner Resource* Indonesia *Jobsite* Sungai Lilin, Provinsi Sumatera Selatan (2017) bahwa untuk mencapai target produksi sebesar 4.020.000 BCM *overburden* dibutuhkan alat gali muat sebanyak 3 unit excavator dan sebanyak 11 unit *dumptruck*. Kemudian sebesar 708.000 ton batubara dibutuhkan alat gali muat sebanyak 2 unit *excavator* dan sebanyak 5 unit *dumptruck*. Sedangkan dalam penelitian Benti Jul (2018) mengenai Optimalisasi Peralatan Tambang di PTBA UPT mengatakan bahwa hasil produksi *Excavator Komatsu PC 400LC* bulan Januari adalah 737.676,9 ton dari target produksi sebesar 660.00 ton dan hasil produksi *Dump Truck Scania P360* bulan Januari adalah 433.693,08 ton dari target produksi sebesar 660.00 ton.

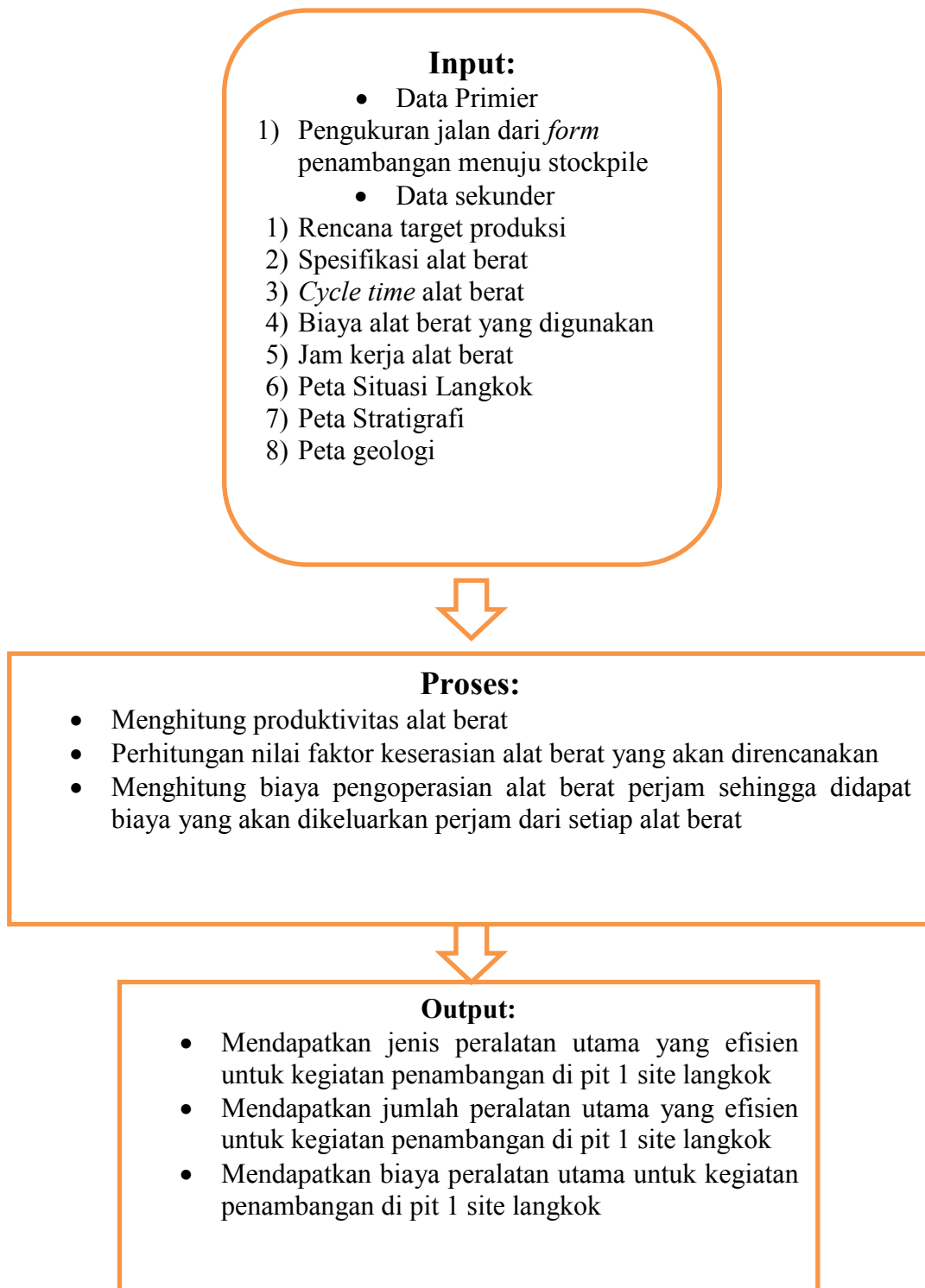
Pada penelitian Ajib Wangkot (2103) yang berjudul Study Kelayakan Penambangan Batubara pada PT Inti Bara Perdana di Taba Penanjung Bengkulu menyimpulkan bahwa jumlah biaya produksi yang dipergunakan untuk memproduksi batubara sebesar Rp. 200.000 perton dengan terget produksi batubara bersih rata-rata sebanyak Rp. 237.000 ton pertahun maka diperlukan dana kurang lebih Rp. 47.500.000.000. Dengan perkiraan harga jual batubara bersih sebesar harga jual Rp. 638.000 perton akan didapatkan hasil penjualan batubara setiap tahunnya sebanyak 237.500 ton sebesar Rp. 151.525.000.000. Sedangkan dalam penelitian Jeferson Tobing (2011) tentang Perbandingan Perhitungan Biaya Produksi Dan Operasional Tambang Bauksit PT Matahari Bentan Dwikarya mendapat hasil bahwa PT MBD menggunakan metode tradisional dalam perhitungan harga pokok produksinya dengan menggunakan jumlah hari tenaga kerja langsung sebagai dasar penentuan biaya *overhead* untuk masing-masing produksi. Pada penelitian Sutoyo tentang Biaya Produksi Tambang Terbuka menjelaskan untuk menganalisis kemungkinan sistem penambangan yang akan digunakan maka dipelajari break even striping ratio (BESR), yaitu perbandingan antara biaya penggalan endapan bijih (*ore*) dan biaya pengupasan tanah penutup (*overbuden*).

Pada penelitian Arya Pradipta (2013) tentang Pemodelan Penentuan Tingkat Produksi Optimum Pada Tambang Terbuka Batubara menyimpulkan bahwa biaya yang dikeluarkan dalam industri pertambangan pada umumnya terbagi 2, yakni biaya investasi yang dikeluarkan pada awal kegiatan tambang

dan biaya operasional. Seperti pada penelitian Syamsu Eka (2016) tentang Biaya Reklamasi Tambang Batubara di Kalimantan Timur. Dalam penelitian tersebut dihitung biaya operasional dan material penimbunan di lubang terakhir meskipun hal tersebut memberatkan perusahaan. Kemudian pada penelitian Dadang Aryanda Tentang Perencanaan *Sequence* Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan PT Fajar Bumi Sakti Kalimantan Timur menghasilkan rancangan *sequence* batubara untuk memenuhi target produksi bulanan PT Fajar Bumi Sakti.

Penelitian-penelitian diatas adalah penelitian yang relevan dengan penelitian penulis, baik itu relevan dengan konsep, kajian ataupun metode yang digunakan. Perbedaan-perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada objek penelitian dan desain penelitiannya.

D. Kerangka Konseptual



Gambar 9. Kerangka Konseptual

Kebutuhan alat produksi ditujukan untuk memenuhi kebutuhan material yang dibutuhkan oleh perusahaan. Kebutuhan alat tersebut memiliki peran penting dalam penambangan karena tanpa adanya alat produksi material tersebut tidak dapat diolah dengan baik. Sesuai dengan kondisi endapan batubara yang terdapat di lokasi site langkok pit 1 PTBA UPO maka perlu perencanaan kebutuhan alat dan biaya tambang batubara yang sesuai. Namun, saat ini perencanaan untuk kebutuhan alat berat di site langkok pit 1 PTBA UPO belum ada. Oleh karena itu, akan dilakukan kegiatan perencanaan penambangan di site langkok pit 1.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, kajian mengenai optimalisasi kebutuhan alat produksi dikhususkan untuk merencanakan alat yang dibutuhkan serta biaya yang akan dikeluarkan alat tersebut dalam satu jam di daerah penambangan Site Langkok Pit 1 di PTBA UPO. Analisis data yang dilakukan adalah penulis melakukan penghitungan terhadap *cycle time* alat mekanis yaitu *cycle time Dump Truck* dan *Excavator* guna mendapatkan produktivitas kerja alat dan target pencapaian produksi perjam dari alat mekanis tersebut dan juga sebagai data dalam pencapaian target rencana penambangan pertahunnya.

Adapun perhitungan kebutuhan alat yang dilakukan meliputi produktivitas alat berat, faktor keserasian alat dan berapa biaya perjam yang di keluarkan alat setiap bulannya sehingga hasil yang akan didapatkan dari proses pengolahan data adalah jenis dan jumlah peralatan utama yang efektif dan efisien serta biaya yang akan dikeluarkan dari setiap alat berat di Site Langkok Pit 1 PTBA UPO.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan di PTBA UPO (Persero) Tbk, diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis peralatan utama yang efektif dan efisien untuk kegiatan penambangan pada bulan Agustus sampai Desember 2017 adalah unit *excavator Hitachi ZX330* dan unit *dump truck UD CWA260MX*.
2. Jumlah peralatan utama yang efektif dan efisien untuk kegiatan penambangan batubara di site langkok pit 1 adalah:
 - a. Bulan Agustus dan Oktober 2017 dibutuhkan 1 unit *excavator hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*.
 - b. Bulan September dan November 2017 dibutuhkan 1 unit *exacavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*.
 - c. Bulan Desember 2017 dibutuhkan 1 unit *exacavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*. Agar nilai MF=1 (tidak memiliki waktu tunggu alat berat) dibutuhkan alat berat dari bulan Agustus-Desember 2017 adalah 1 unit *exacavator Hitachi ZX330* dan 8 unit *dump truck UD CWA260MX*.
3. Total biaya sewa yang akan dikeluarkan perbulan dalam kebutuhan alat adalah:
 - a. Bulan Agustus 2017 sebesar Rp. 612.762.500,00/bulan.
 - b. Bulan September 2017 sebesar Rp. 637.273.000,00/ bulan.

- c. Bulan Oktober 2017 sebesar Rp. 588.252.000 ,00/ bulan.
- d. Bulan November 2017 sebesar Rp. 637.273.000,00 / bulan.
- e. Bulan Desember 2017 sebesar Rp. 588.252.000,00/ bulan.

Jadi, total biaya sewa yang dikeluarkan dari bulan Agustus sampai Desember 2017 adalah Rp. 3.063.812.500,00

B. Saran

Setelah melakukan Penelitian di PTBA UPO (Persero) Tbk, penulis menyarankan:

1. Sebaiknya perusahaan menggunakan *Excavator* Hitachi ZX330 dan *Dump Truck* UD CWA260X untuk produksi ke *Washing Plant* tanpa menggunakan ADT VOLVO A35F karena lebar *vessel* ADT tidak bisa *dumping* langsung ke *washing plant*.

Apabila target produksi tidak tercapai dapat dilakukan:

- a. Penambahan alat 1-2 unit saat produksi atau
 - b. Melakukan penambahan jam kerja (*secondary time*).
2. Melakukan pengontrolan kinerja alat supaya tetap stabil (nilai MF=1) agar tidak terjadinya waktu tunggu bagi alat berat.
 3. Melakukan pengontrolan HM (*Hours Meter*) alat berat saat mulai kerja dan akhir pekerjaan harian ataupun dalam keadaan *standby* agar pengeluaran biaya yang jelas dan tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan biaya yang akan dikeluarkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Androly Andrea, dkk. 2016. "Perencanaan Biaya dan Kebutuhan Alat Muat dan Angkut pada Lokasi Penambangan Area 242,3 Ha di PT Semen Padang, Indarung, Sumatera Barat". (<http://www.ejournal.unp.ac.id/index.php/mining>, diakses Juli 2018)
- Arif Irwandi. 2014. "Batubara Indonesia". Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- _____.2005. "Perencanaan Tambang". (<http://www.scribd.com/doc/49629866/Tamban-Umum-TPB>, diakses April 2018).
- Dedi Yulhendra. 2015. "Tahapan Penambangan". Padang: Universitas Negeri Padang.
- Giatman, M. 2011. "Ekonomi Teknik" Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Komatsu. 2009. "*Specification & Application Handbook Edition 30*". Jepang: Komatsu.
- Mulya Gusman. 2011. "Alat Berat". Padang: Universitas Negeri Padang.
- Moh Nazir. 2003. "Metode Penelitian". Jakarta: Ghalia Indonesia.
- PT Bukit Asam UPO. 2017. "Data-data, Laporan dan Arsip". Sawahlunto: PTBA UPO (Persero) Tbk.
- Partanto. 1989. "Tambang Terbuka (Surface Mining)". Bandung: Departemen Tambang, ITB.
- _____. 2014. "Manajemen Pertambangan". Yogyakarta : Program Studi Teknik Pertambangan, UPN Veteran.