

**ANALISIS BIAYA PRODUKSI PENAMBANGAN BATU KAPUR PADA
BULAN APRIL 2017 DI BUKIT KARANG PUTIH PT. SEMEN PADANG**

SKRIPSI

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



OLEH:

**ELSA RAHMA AFRILA
15137086/2015**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur pada
Bulan April 2017 di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang
Nama : Elsa Rahma Afrila
Nim : 15137086/2015
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, September 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I



Drs. Sumarya, M.T
NIP. 19520911 198103 1 003

Pembimbing II



Dedi Yulhendra, S.T, M.T
NIP. 19800915 200501 1 005

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 : Elsa Rahma Afrila

Nim : 15137086/2015

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

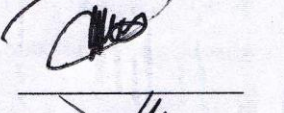
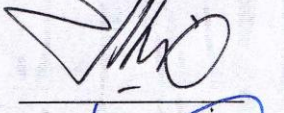
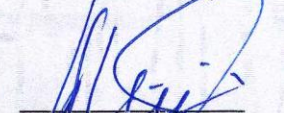
**“Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur pada Bulan April 2017
di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang”**

Padang, September 2017

Tim Penguji

1. Ketua : Drs. Sumarya, M.T
2. Sekretaris : Dedi Yulhendra, S.T, M.T
3. Anggota : Drs. Bambang Heriyadi, M.T
4. Anggota : Drs. Yunasril, M.Si
5. Anggota : Drs. Tamrin Kasim, M.T

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 



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 : Elsa Rahma Afrila
NIM/TM : 15137086 / 2015
Program Studi : S1
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

” Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur pada Bulan April 2017
di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang.”

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



Management
System
ISO 9001:2008

Padang, 29 September 2017

yang membuat pernyataan,



Elsa Rahma Afrila
15137086 / 2015



BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : Elsa Rahma Afrila
Tempat/Tanggal Lahir : Balai Selasa/12 Maret 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Drs. Syafrinal, MM (Alm)
Nama Ibu : Nurhasnah, S.Pd
Jumlah Bersaudara : 3 (tiga) Orang
Alamat Lengkap : Jl. Limau Sundai Kampung Koto Nan IV

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN Bantar Gebang 1
Sekolah Menengah Pertama: SMPN 1 Ranah Pesisir
Sekolah Menengah Atas : SMAN 1 Ranah Pesisir
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Proyek Akhir

Tempat Penelitian : PT. Semen Padang
Tanggal Penelitian : 03 April – 5 Mei 2017
Topik Peneliti : **Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur pada Bulan April 2017 di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang**

Tanggal Sidang Tugas Akhir : 22 Agustus 2017

RINGKASAN

Elsa Rahma Afrila, 2017: Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur pada Bulan April 2017 di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang

PT. Semen Padang merupakan perusahaan yang bergerak di industri semen. PT. Semen Padang telah melakukan penambangan sejak tahun 1910. Cadangan Batukapur yang melimpah menuntut peningkatan produktifitas untuk memenuhi permintaan pasar. Tingginya permintaan pasar mengharuskan PT. Semen Padang untuk selalu merealisasikan peningkatan produksi setiap bulannya.

PT Semen Padang merencanakan untuk meningkatkan produksi batu kapur sebesar 650.749 ton/bulan dari produksi aktual sebesar 580.17 ton/bulan. Peningkatan target produksi batu kapur akan menyebabkan peningkatan biaya produksi, sehingga diperlukan suatu analisis biaya pokok produksi per ton batukapur dari front penambangan sampai pengangkutan ke dumping area. Biaya Produksi ini ditentukan oleh berapa banyak alat mekanis yang digunakan dari front penambangan sampai dumping area. Kemudian, biaya ini juga dipengaruhi oleh kedalaman lubang ledak. Kedalaman lubang ledak harus disesuaikan dengan target produksi yang diinginkan oleh perusahaan.

Produktifitas alat bor *Furukawa HCR 1500 - ED II* adalah 1.519,86 ton/jam. Produktifitas alat gali muat *Backhoe Caterpillar 6030 (EC-03)* adalah 1.292,37 ton/jam. Produktifitas alat angkut *Dumptruck Komatsu HD 785-7* adalah 427,62 ton/jam, sehingga untuk mencapai target produksi 650.749 ton dibutuhkan 1 unit alat bor *furukawa HCR 1500 – ED II*, 1 unit *Backhoe Caterpillar 6030 (EC-03)*, dan 3 unit *Dumptruck Komatsu HD 785-7*. Jumlah kedalaman lubang ledak yang sesuai untuk mencapai target produksi adalah 8.999,43 m/bulan. Biaya produksi per ton batukapur dari front penambangan sampai dumping area yang harus dikeluarkan perusahaan pada bulan april 2017 adalah Rp 11.574,71 dan biaya produksi per ton batu kapur setelah dianalisis menjadi Rp 10.349,08 sehingga perusahaan dapat menghemat biaya produksi sebesar 10,58 %.

Kata Kunci: Target produksi, alat mekanis, biaya produksi

ABSTRACT

Elsa Rahma Afrila, 2017: Analysis Cost of Limestone Mining Production in April 2017 at Bukit Karang Putih PT. Semen Padang

PT. Semen Padang is a company engaged in the cement industry PT. Semen Padang has been mining since 1910. Limestone abundant reserves demand increased productivity to meet market demand. The high demand market demand PT. Semen Padang to always realize the increase of production every month.

PT Semen Padang plans to increase its limestone production by 650,749 tons / month from the actual production of 580.17 tons / month. An increase in limestone production targets will lead to an increase in production costs, requiring an analysis of the cost of production per ton of lime from the mining front until transport to the dumping area. The cost of production is determined by how many mechanical devices are used from the mining front to dumping areas. Then, this cost is also affected by the depth of the bursting hole. The depth of the burst pit should be adjusted to the desired production target by the company.

The productivity of the Furukawa HCR 1500 - ED II drill tool is 1,519.86 tons / hour. The productivity of the Backhoe Caterpillar 6030 (EC-03) loading tool is 1,292.37 ton / hour. Dumptruck Komatsu transport capability HD 785-7 is 427.62 ton / h, so to reach the production target of 650,749 ton/month it takes 1 unit of Furukawa HCR 1500 - ED II driller, 1 unit of Caterpillar 6030 (EC-03) Backhoe and 3 units of Dumptruck Komatsu HD 785- 7. The number of suitable explosive hole depths to reach the production target is 8,999.43 m / month. The production cost per ton of coal from the mining front to dumping area to be issued by the company in April 2017 is Rp 11,574.71 and the production cost per ton of limestone after analyzed to Rp 10,349.08 so that the company can save production cost by 10.58 %.

Keywords: Target production, mechanical tools, production cost

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis mohonkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS BIAYA PRODUKSI PENAMBANGAN BATU KAPUR PADA BULAN APRIL 2017 DI BUKIT KARANG PUTIH PT. SEMEN PADANG ”** dapat diselesaikan dengan sebaiknya, dan seterusnya sholawat dan salam penulis ucapkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabat-nya.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata1 (S1) pada Program Studi Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP). Penulisan Tugas Akhir ini didasarkan pada hasil penelitian di PT. Semen Padang.

Pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu memberikan bimbingan kepada penulis terutama kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua dan keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a, cinta, kasih sayang dan dorongan baik moril maupun materil yang selalu menjadi penyemangat penulis.
2. Bapak Drs. Sumarya, M.T selaku Pembimbing I, terimakasih atas bimbingan, masukan, dan saran untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dedi Yulhendra, S.T, M.T, selaku Pembimbing II, terimakasih atas bimbingan, masukan, dan saran untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

5. Bapak Heri Prabowo selaku Pembimbing Akademis.
6. Seluruh Dosen pengajar Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
7. Bang Yelmi Arya Putra,S.T selaku pembimbing lapangan di PT. Semen Padang.
8. Bang Refki, Bang Ajo, Bang Frans, Bang Joni, Bang Dendi Prima terima kasih pengalamannya selama penulis berada di PT. Semen Padang.
9. Seluruh Staff PT. Semen Padang yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Rekan-Rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki isi dari Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang pertambangan.

Padang, Agustus 2017
Penulis

Elsa Rahma Afrila
Nim: 2015/15137086

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
RINGKASAN	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS

A. Deskripsi Perusahaan	6
B. Lokasi Penelitian.....	15
C. Kajian Teoritis	22
1. Kemampuan Produksi Alat Mekanis.....	22
2. Peledakan.....	31
3. Biaya Produksi Alat Mekanis.....	42
4. Biaya Produksi.....	47
D. Penelitian Sejenis.....	47
E. Kerangka Konseptual	55

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian	56
1. Teknik Pengumpulan Data.....	56
2. Metode Pengambilan Data.....	56
3. Analisis Data.....	57
4. Evaluasi dan Analisa Hasil Pengolahan Data.....	57
B. Diagram Alir	58
C. Jadwal Pelaksanaan.....	59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kemampuan Produksi Alat Mekanis.....	60
1. Metode Pemboran.....	60
2. Geometri Pemboran.....	60
3. Produksi Alat Mekanis.....	61

4. Analisis Kebutuhan Alat Mekanis.....	67
B. Biaya Produksi.....	68
1. Biaya Pemboran.....	68
2. Biaya Peledakan.....	71
3. Biaya Penggalian dan Pemuatan.....	73
4. Biaya Pengangkutan.....	75
C. Total Biaya Produksi	78
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	81
B. Saran	81
 DAFTAR PUSTAKA	
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Struktur Organisasi PT. Semen Padang.....	10
Gambar 2 Peta Kesampaian Daerah PT. Semen Padang.....	16
Gambar 3 Statigrafi Daerah PT. Semen Padang	20
Gambar 4 Geometri Lubang Ledak.....	32
Gambar 5 Pola Peledakan.....	39
Gambar 6 Kerangka Konseptual	55
Gambar 7 Diagram Alir.....	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Jenis Flora di Sekitar IUP Tambang PT. Semen Padang	17
Tabel 2 Jadwal Pelaksanaan	59
Tabel 3 Kedalaman, Tinggi Jenjang, Spasi, dan Burden	60
Tabel 4 <i>Bucket Fill Factor</i>	63
Tabel 5 Faktor Pengembangan Material	64
Tabel 6 Biaya Pemakaian Bahan Bakar Alat Bor per Meter.....	68
Tabel 7 Operating Cost Bahan Peledak dan Pelengkap bulan April 2017...	72
Tabel 8 Operating Cost Alat Gali Muat per Jam.....	74
Tabel 9 Operating Cost Alat Angkut per jam.....	75
Tabel 10 Operating Cost Alat Angkut per Jam (3 Unit)	77
Tabel 11 Total Biaya Produksi per Ton.....	78
Tabel 12 Total Biaya Produksi Per ton Setelah Dianalisis	79

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Peta Topografi Bukit Karang Putih PT. Semen Padang
- Lampiran 2 Peta Geologi Permukaan Bukit Karang Putih PT. Semen Padang
- Lampiran 3 *Cycle Time* Alat Bor *Furukawa HCR 1500 – ED II*
- Lampiran 4 Waktu Kerja Efektif Alat Bor *Furukawa HCR 1500 – ED II*
- Lampiran 5 *Cycle Time Excavator Caterpillar 6030 (EC – 03)*
- Lampiran 6 Waktu Kerja Efektif Alat Gali Muat Backhoe Caterpillar dan Alat Angkut Dumptruck Komatsu 785 - 7
- Lampiran 7 *Cycle Time* Alat Angkut *Dumptruck Komatsu HD 785-7*
- Lampiran 8 Biaya Sewa Pemboran
- Lampiran 9 Biaya Pemakaian Bahan Bakar Alat Bor *Furukawa HCR 1500 – ED II*
April 2017
- Lampiran 10 Data Biaya Bahan Peledak dan Pelengkap Peledakan pada Bulan April 2017
- Lampiran 11 Gaji Karyawan Peledakan PT. Semen Padang
- Lampiran 12 Working Hours Alat Gali Muat dan Alat Angkut
- Lampiran 13 Biaya Pemakaian Bahan Bakar per Jam Alat Gali Muat dan Alat Angkut
- Lampiran 14 Biaya Minyak Pelumas
- Lampiran 15 Biaya Undercarriage dan Ban
- Lampiran 16 Biaya Filter
- Lampiran 17 Biaya Reparasi dan Pemeliharaan Alat Mekanis

Lampiran 16 Upah Operator

Lampiran 19 Spesifikasi Alat Bor Furukawa HCR 1500 – ED II

Lampiran 20 Spesifikasi Alat Gali Muat Caterpillar 6030 (EC – 03)

Lampiran 21 Spesifikasi Dumptruck Komatsu HD 785 – 7

Lampiran 22 Layout Peledakan

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. Semen Padang merupakan perusahaan yang bergerak di industri semen. Proses produksi PT. Semen Padang membutuhkan bahan baku berupa batu kapur dan silika yang merupakan bahan baku kompleks dalam pengolahan hingga menghasilkan semen. Bukit Karang Putih dan Bukit Ngalau merupakan daerah penambangan dari PT. Semen Padang. Bukit Karang Putih merupakan daerah penambangan batu kapur, sedangkan pada Bukit Ngalau merupakan daerah penambangan silika.

PT. Semen Padang telah melakukan kegiatan penambangan sejak tahun 1910, dari tahun tersebut telah banyak lahan yang di ambil bahan galian batu kapurnya. Cadangan batu kapur yang melimpah menuntut peningkatan produktifitas untuk memenuhi permintaan pasar. Tingginya permintaan pasar mengharuskan PT. Semen Padang untuk selalu merealisasikan peningkatan produksi setiap bulannya.

PT Semen Padang merencanakan untuk meningkatkan produksi batu kapur (*limestone*) sebesar 650.749 ton sedangkan produksi aktual sebesar 580.017 ton, hal ini menunjukkan belum tercapainya target produksi batu kapur. Belum tercapainya target produksi ini disebabkan oleh penggunaan alat mekanis yang belum optimal. Peningkatan target produksi batu kapur (*limestone*) akan menyebabkan peningkatan biaya produksi, sehingga diperlukan suatu perencanaan biaya pokok produksi per ton batukapur dari

front penambangan sampai pengangkutan ke *dumping area*. Kegiatan pada *front* penambangan sampai ke *dumping area* meliputi : pemboran (*drilling*), peledakan (*blasting*), pemuatan (*loading*) dan pengangkutan (*hauling*).

Biaya produksi ini meliputi biaya pemilikan (*owning cost*) dan biaya operasional (*operating cost*). Dari data hasil analisis ini akan diketahui rincian biaya pada kegiatan pemboran, peledakan, pemuatan dan pengangkutan batu kapur sampai ke *dumping area* yang akan dikeluarkan oleh perusahaan, sehingga biaya produksi per ton batu kapur (*limestone*) di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang dapat ditekan seoptimal mungkin.

Biaya produksi ini ditentukan oleh berapa banyak alat mekanis yang digunakan dari *front* penambangan sampai pengangkutan ke *dumping area*. Kemudian, biaya ini juga dipengaruhi oleh kedalaman lubang ledak. Kedalaman lubang ledak harus disesuaikan dengan target produksi yang diinginkan oleh perusahaan. Dari latar belakang yang telah dikemukakan, maka penulis tertarik untuk mengangkat topik ini dengan memilih judul skripsi sebagai berikut : “*Analisis Biaya Produksi per Ton Batu Kapur dari Front Penambangan sampai Dumping Area pada Bulan April 2017 di Bukit Karang Putih PT Semen Padang.*”

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang ada, maka didapatkan identifikasi masalah adalah sebagai berikut:

1. Belum optimalnya penggunaan alat angkut Komatsu HD 785-7.
2. Geometri lubang ledak aktual (kedalaman) di lapangan pada bulan april 2017 belum sesuai dengan hasil analisis.
3. Perhitungan biaya produksi yaitu biaya pada kegiatan pemboran, peledakan, pemuatan, dan pengangkutan batu kapur sampai ke *dumping area* dapat ditekan seoptimal mungkin.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Produktivitas alat mekanis meliputi alat bor *Furukawa HCR 1500 - ED II*, alat gali muat *Caterpillar 6030 (EC-03)* dan alat angkut *Komatsu HD 785-7*.
2. Geometri lubang ledak aktual (kedalaman) pada bulan April 2017.
3. Perhitungan biaya produksi alat-alat berat per jam mulai dari pengeboran, peledakan, pemuatan, dan pengangkutan sampai *dumping area*.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Berapa produktivitas aktual alat bor *Furukawa HCR 1500 - ED II*, alat gali muat *Caterpillar 6030 (EC-03)* dan alat angkut *Komatsu HD 785-7* untuk

mencapai target produksi bulan april di bukit karang putih PT. Semen Padang?

2. Berapa kedalaman lubang ledak yang sesuai untuk mencapai target produksi?
3. Berapa biaya produksi yang dikeluarkan perusahaan untuk menghasilkan satu ton batu kapur mulai dari *front* penambangan sampai ke *dumping area*?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan pada penelitian ini antara lain:

1. Memperoleh produktivitas dari setiap alat mekanis yang digunakan sehingga dapat ditentukan kebutuhan alat mekanis untuk mencapai target produksi.
2. Mendapatkan kedalaman lubang ledak yang sesuai untuk mencapai target produksi.
3. Memperoleh biaya produksi yang dibutuhkan untuk memproduksi satu ton batu kapur dari kegiatan pengeboran, peledakan, pemuatan dan pengangkutan sampai ke *dumping area*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara teoritis
 - a. Sebagai sumbangan terhadap ilmu pengetahuan tentang biaya produksi penambangan.
 - b. Sebagai sarana dalam menambah wawasan ilmu pengetahuan.
2. Secara praktis
 - a. Sebagai masukan bagi perusahaan dalam langkah pengambilan kebijakan yang berkaitan dengan biaya produksi.

BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS

A. Deskripsi Perusahaan

1. Sejarah PT. Semen Padang

PT. Semen Padang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di lingkungan Direktorat Jenderal Industri Logam, Mesin dan Kimia. Dimana dalam hal pengolahan semen, PT. Semen Padang adalah penghasil semen tertua di Indonesia. PT. Semen Padang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan yang jaraknya ± 14 Km dari Pusat Kota Padang dengan ketinggian ± 200 M dari permukaan laut.

Bermula pada tahun 1906 seorang Ilmuwan Belanda berkebangsaan Jerman yang bernama *Ir. Carl Cristoper Lau* menemukan deposit batu kapur dan batu silika di Bukit Karang Putih dan Bukit Ngalau. Kedua jenis batu tersebut dikirim ke Belanda untuk diteliti lebih lanjut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis batu tersebut layak dijadikan bahan dasar pembuatan semen. Bahan lainnya yaitu tanah liat yang berada di sekitar perkampungan Indarung.

Setelah diteliti, jumlah cadangan dari ketiga bahan baku tersebut sangat besar, maka pada saat Pemerintah Belanda yang berkuasa saat itu *Carl Cristoper Lau* melakukan kerja sama dengan beberapa perusahaan seperti *Fa. Geproe Ders Veth*, *Fa. Yarman and Soon* serta pihak swasta lainnya. Pada tanggal 18 Maret 1910 berdirilah pabrik semen dengan nama *NV. Nedherlandsch-Indische Portland Cement Maatschappij (NI-PCM)*.

Dengan akte notaris *Johanes Pieter Smith* No. 385. Menurut status pendiriannya, perusahaan itu bertujuan untuk mengelola pabrik semen sekaligus perdagangan semen. Menurut catatan sejarah, pabrik semen di Indarung adalah satu-satunya pabrik semen di Hindia-Belanda waktu itu, bahkan sampai Indonesia merdeka. Kantor pusatnya terletak di *Prins Hendrikade* 123, Amsterdam, dan kantor cabangnya di Padang dikelola oleh *Firma Geroeder Veths Maatschappij* yang sekaligus bertindak sebagai perwakilan perusahaan di Hindia-Belanda.

Dua tahun pertama sejak berdiri merupakan tahun-tahun eksperimen, dan produksi pertama tahun 1911 tercatat sebesar 25.000 vaten (satuan ukuran berat semen berupa drum=170 Kg) atau sekitar 4.250 ton setiap bulan (+51.000 ton per tahun). Pada tahun 1913, PT. Semen Padang berproduksi dengan kapasitas 22.900 ton/tahun dan pernah mencapai produksi sebesar 172.000 ton. Penampungan semen pada tahun itu masih menggunakan drum dan baru memakai karung kertas. Uji coba mesin pabrik dan mutu produksi terus dikontrol, karena belum sepenuhnya memuaskan.

Untuk selanjutnya bangsa Jepang merebut dan menguasai Indonesia pada tahun 1942 – 1945. Kemudian pabrik ini diambil alih oleh Jepang dengan manajemen *Asano Cement*. Kemudian dengan kegigihan Bangsa Indonesia pada tanggal 17 Agustus 1945 Bangsa Indonesia mampu memproklamkan kemerdekaan dari penjajahan bangsa Jepang. Setelah itu, pabrik diambil alih oleh karyawan pribumi dan selanjutnya diserahkan

kepada Pemerintah Republik Indonesia. Kemudian diberi nama Kilang Semen Indarung. Keadaan ini tidak berlangsung lama karena Agresi Militer I tahun 1947, pabrik dikuasai kembali oleh Bangsa Belanda dan namanya diganti menjadi *NV. Padang Portland Cement Maatschappij* (NVPPCM).

Dalam PP No. 50 Tanggal 5 Juli 1958 tentang penentuan perusahaan perindustrian, pertambangan milik Belanda dikenakan nasionalisasi, maka *NV. Padang Portland Cement Maatschappij* (NVPPCM) dinasionalisasikan dan selanjutnya ditangani oleh Badan Pengelola Perusahaan Industri dan Tambang (BAPPIT) Pusat. Setelah selama tiga tahun dikelola oleh BAPPIT Pusat, berdasarkan peraturan pemerintah No. 135 Tahun 1961 status perusahaan diubah menjadi PN (Perusahaan Negara). Akhirnya pada tahun 1971 melalui PP No. 7 status PT. Semen Padang ditetapkan menjadi PT. Persero dengan Akta Notaris No. 5 Tanggal 4 Juli 1972 dengan seluruh modalnya dipegang oleh Pemerintah Republik Indonesia.

Setelah Surat Keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia No. 5326/MK. 016/1995 dikeluarkan, pemerintah melakukan konsolidasi atas tiga pabrik semen milik pemerintah, yaitu PT. Semen Tonasa (PT. ST), PT. Semen Padang (PT. SP), dan PT. Semen Gresik (PT. SG) yang terealisasi pada tanggal 15 September 1995, sehingga saat ini PT. Semen Padang berada dibawah naungan Semen Indonesia Group.

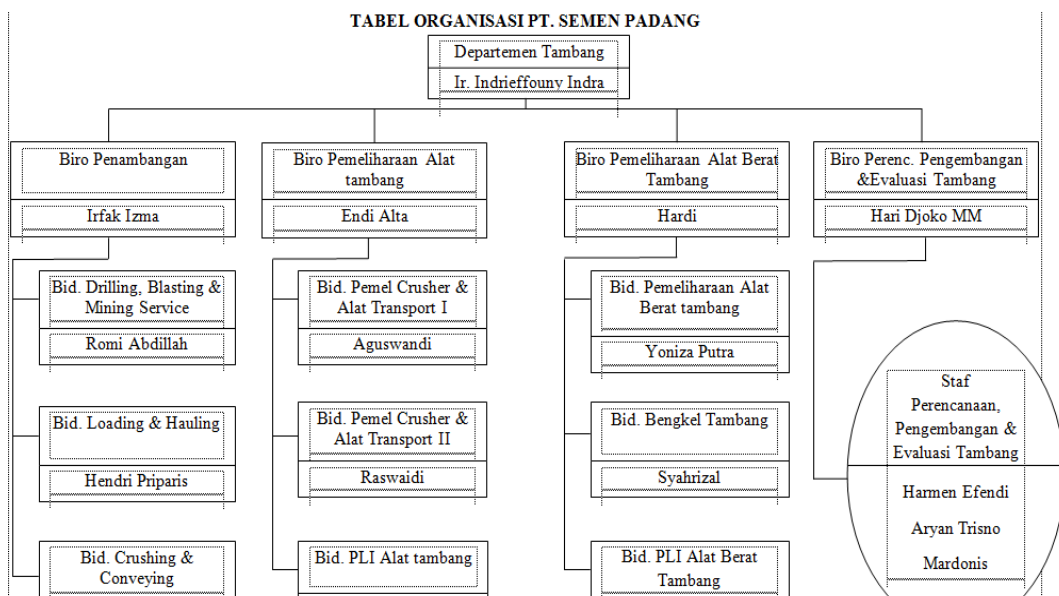
Dalam perkembangannya, PT. Semen Padang mampu meningkatkan produksinya, karena merupakan komitmen dari perusahaan. Selain hal itu, masyarakat terus membutuhkan semen dalam pembangunan infrastruktur. Berikut peningkatan produksi PT. Semen Padang:

- a. Tahun 1970 dilakukan rehabilitasi I yang diselesaikan pada tahun 1973 dengan kapasitas produksi menjadi 220.000 ton/tahun.
- b. Tahun 1973 dilakukan rehabilitasi tahap kedua yang diselesaikan pada tahun 1976 dengan kapasitas produksi 330.000 ton/tahun.
- c. Tahun 1977 dilakukan pembangunan proyek Indarung II dengan teknologi pembuatan semen proses kering bekerja sama dengan *F.L. Schmidt 7 dan Co. A / S* (Denmark). Proyek ini selesai pada tahun 1980 dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun.
- d. Tahun 1981 dibangun dua unit pabrik yaitu proyek Indarung III A bekerja sama dengan Denmark dan III B bekerja sama dengan India. Proyek Indarung III A selesai tahun 1983 dengan kapasitas 660.000 ton/tahun, sedangkan III B mengalami keterlambatan dan baru bisa diselesaikan pada tahun 1987 dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun.
- e. Tahun 1991 dimulai proyek Indarung III C yang pelaksanaannya dilakukan secara swakelola oleh pihak PT. Semen Padang. Proyek ini selesai pada tahun 1994 yang berkapasitas produksi 660.000 ton/tahun. Pada saat ini proyek Indarung III B dan III C diberi nama Indarung IV dengan kapasitas produksi 1.320.000 ton/tahun.

- f. Tahun 1996 dibangun proyek Indarung V. Proyek Indarung V diresmikan pada tanggal 16 Desember 1998 dengan kapasitas produksi 3.910.000 ton/tahun.
- g. Pada tahun 2012 ditargetkan produksi batu kapur sebanyak 7.602.474 ton/tahun.

2. Struktur Organisasi

Pertambangan PT. Semen Padang memiliki struktur organisasi yang kompleks, yang bertujuan untuk kemudahan pengawasan kegiatan industri, baik dilingkungan kantor maupun di lingkungan penambangan sesuai dengan kompetensi yang dimiliki tenaga kerja sehingga terciptalah kegiatan yang teratur, efisien dan menguntungkan. Adapun struktur organisasi Departemen Tambang tempat penulis melakukan penelitian :



Gambar 1. Struktur Organisasi PT. Semen Padang
 Sumber: Departemen Tambang PT. Semen Padang (2016)

Departemen Tambang PT. Semen Padang terdiri atas biro-biro yang mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

a. Biro Penambangan

Biro ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk menyediakan bahan baku semen berupa batu kapur dan batu silika sesuai dengan permintaan pabrik. Biro penambangan ini terdiri atas tiga bidang, yaitu:

1) Bidang *Drilling, Blasting* dan *Mining Service*

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas kegiatan pemboran, peledakan dan pelayanan di tambang.

2) Bidang *Loading* dan *Hauling*

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas kegiatan pemuatan dan pengangkutan batu kapur maupun batu silika. Tugas pada bidang ini berhubungan dengan alat berat yaitu *Dump Truck* dan *Excavator*.

3) Bidang *Crushing* dan *Conveying*

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas kegiatan peremukan dan transfer batu kapur maupun batu silika ke gudang penyimpanan atau *storage* sesuai dengan kebutuhan pabrik.

b. Biro Pemeliharaan Alat Tambang

Biro ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan terhadap alat-alat tambang. Biro pemeliharaan alat berat tambang ini terdiri atas tiga bidang yaitu:

1) Bidang Pemeliharaan *Crusher*& Alat Transpor I

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan alat-alat yang berada di tambang dan unit *crusher* dan *belt conveyor* (tambang) yang mengalami kerusakan.

2) Bidang Pemeliharaan *Crusher*& Alat Transpor II

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan terhadap *crusher*, *belt* dan alat berat Indarung (pabrik) seperti *crane*, *wheelloader*, *forclap* dan sebagainya.

3) Bidang Pemeliharaan Listrik dari Instrumen Alat Tambang

Bidang ini bertugas dalam perawatan sistem kelistrikan dan instrumen listrik dari alat-alat tambang yang ada di PT. Semen Padang. Jika ada masalah tentang kelistrikannya, maka bidang ini yang bertanggung jawab memperbaikinya.

c. Biro Pemeliharaan Alat Berat Tambang

Biro ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk memelihara alat berat tambang dan memperbaikinya jika ada kerusakan untuk mendukung kebutuhan departemen tambang. Biro pemeliharaan alat berat tambang ini terdiri atas tiga bidang yaitu:

1) Bidang Pemeliharaan Alat Berat Tambang

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas pemeliharaan terhadap alat berat tambang yang mengalami kendala atau masalah.

2) Bidang Bengkel Tambang

Mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk pemeliharaan terencana seluruh alat khusus yang sifatnya *general over haul*.

3) Bidang Pemeliharaan Listrik dan Instrumen Alat Berat Tambang (PLIAT)

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan sistem listrik dan instrumen yang terdapat pada alat berat tambang.

d. Biro Perencanaan, Pengembangan dan Evaluasi Tambang

Biro ini bertugas untuk evaluasi pemeliharaan dan kinerja peralatan, pengendalian dan evaluasi biaya, lingkungan dan *safety*.

3. Visi, Misi, dan Budaya Kerja PT. Semen Padang

PT. Semen Padang merupakan pabrik semen tertua di Indonesia dengan motto "***Kami telah membuat sebelum yang lain memikirkannya***". Kesuksesan PT. Semen Padang terbukti dengan pengembangan produksi dalam membangun unit pabrik baru secara swakelola sampai kepada kemampuan rancang bangun perekayasa dengan aplikasi membuat peralatan pabrik.

a. Visi PT. Semen Padang

Menjadi perusahaan semen yang handal, unggul dan berwawasan lingkungan di Indonesia bagian barat dan Asia Tenggara.

b. Misi PT. Semen Padang

- 1) memproduksi dan memperdagangkan semen serta produk terkait lainnya yang berorientasi kepada kepuasan pelanggan.

- 2) Mengembangkan SDM yang kompeten, profesional dan berintegritas tinggi.
- 3) Meningkatkan kemampuan rekayasa dan *engineering* untuk mengembangkan industri semen nasional.
- 4) Memberdayakan, mengembangkan dan mensinergikan sumber daya perusahaan yang berwawasan dan lingkungan.
- 5) Meningkatkan nilai perusahaan secara berkelanjutan dan memberikan yang terbaik kepada *stakeholder*.

c. Budaya Kerja PT. Semen Padang

PT. Semen Padang mempunyai nilai budaya kerja yang diterapkan dalam perusahaannya yang dikenal dengan istilah *CHAMPS*, yang terdiri dari:

- 1) Ciptakan visi jelas yang sinergis untuk bersaing.
- 2) Hidupkan semangat belajar terus menerus.
- 3) Amalkan tugas dengan akuntabilitas tinggi.
- 4) Mantapkan usaha untuk penuhi harapan pelanggan.
- 5) Praktekkan etika bisnis dengan integritas tinggi.
- 6) Senantiasa tingkatkan kerjasama.

4. Jam Kerja

Jam kerja perusahaan PT. Semen Padang disesuaikan dengan jenjang pendidikan yang dimiliki. Sebagian besar karyawan yang dipekerjakan sebagai pelaksana yang berijazah SMA atau sederajat, jam kerjanya dikenakan jadwal shift dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. *Shift* I : 07.00 – 15.00
- b. *Shift* II : 15.00 – 22.00
- c. *Shift* III : 22.00 – 07.00

Jam kerja tersebut dilakukan dengan estimasi adanya waktu yang hilang selama pergantian shift, sedangkan karyawan yang nonshift mempunyai jabatan lebih tinggi, berijazah diploma 3 atau Strata 1 dengan jam kerja 5 hari kerja dalam seminggu dengan waktu kerja dari jam 08.00 sampai jam 17.00.

Proses penambangan batu kapur di PT. Semen Padang membutuhkan serangkaian kegiatan seperti survey pemetaan pada kawasan yang akan di tambang, pengeboran, peledakan, *loading*, *hauling*, serta *crushing*.

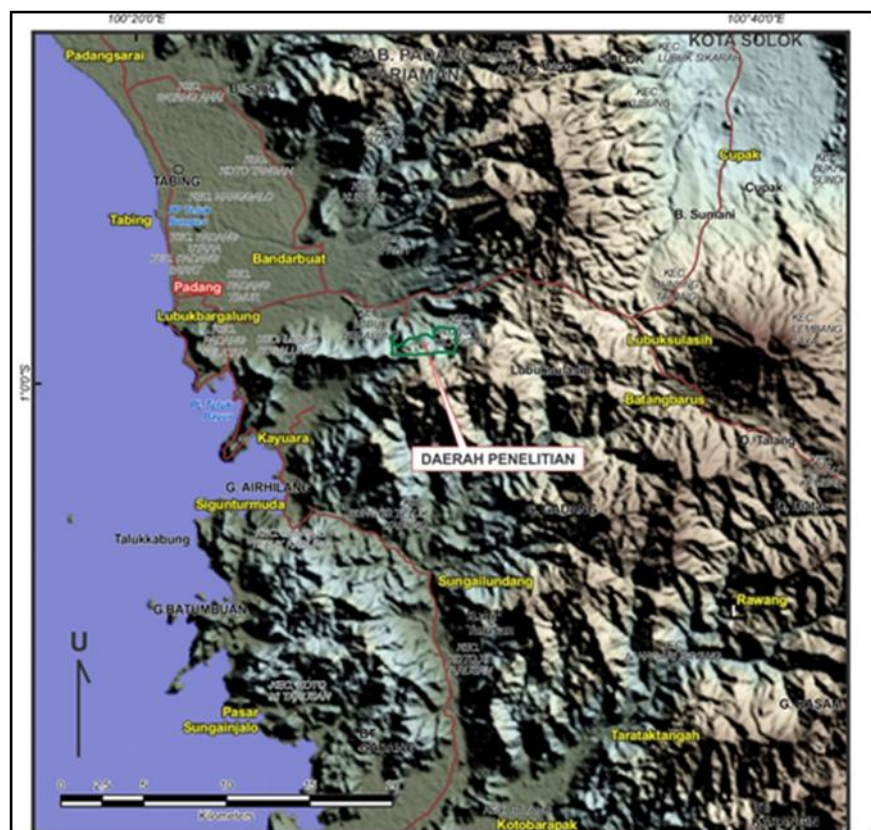
Agar kegiatan penambangan berjalan lancar, maka PT. Semen Padang melakukan kegiatan penambangan dengan tetap memperhatikan keselamatan kerja, kondisi alat serta kondisi jalan di lokasi penambangan.

B. Lokasi Penelitian

1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat $\pm$ 15 KM di sebelah Timur Kota Padang. Secara geografis terletak pada $1^{\circ} 04' 30''$ LS sampai $1^{\circ} 06' 30''$ LS dan $100^{\circ} 15' 30''$ BT sampai $100^{\circ} 10' 30''$ BT. Berbatasan ke arah Barat dengan Kota Padang, ke arah Timur dengan Kabupaten Solok, ke arah Utara dengan Kabupaten Agam

dan ke arah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan. PT. Semen Padang dilalui oleh jalan utama yang menghubungkan Kota Padang dan Kota Solok. Lokasi penambangan batu kapur dan silika ini dihubungkan dengan jalan yang telah dibeton. Gambar 2 memperlihatkan lokasi PT. Semen Padang.



Gambar 2. Peta Kesampaian Daerah PT. Semen Padang
Sumber: Departemen Tambang PT. Semen Padang (2016)

2. Flora dan Fauna

Keberadaan flora dan fauna di sekitar area kegiatan penambangan sangat beragam. Adapun jenis flora yang ditemui di area penambangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis Flora di Sekitar IUP Tambang PT. Semen Padang

No.	Nama Umum	Nama Ilmiah
1	Kuini	<i>Mangifera Indica</i>
2	Ambacang	<i>Mangifera Foetida</i>
3	Sirsak	<i>Annona Muricata</i>
4	Unit Nona	<i>Annona Reticula</i>
5	Kenanga	<i>Canangium Frusticosum</i>
6	Pisang – pisang	<i>Polyathia Oblonga</i>
7	Kamboja	<i>Plumeieria Acuminata</i>
8	Bunga Bangkai	<i>Amorphophalus Campanulatus</i>
9	Durian	<i>Durio Zibethinus</i>
10	Kayu Minyak	<i>Shorea Sumatrana</i>
11	Unit Seri	<i>Muntingia Calabura</i>
12	Kemiri	<i>Aleurites Moluccana</i>
13	Kayu Manis	<i>Cinnamomum Burmanni</i>
14	Waru	<i>Hibiscus Tiliaceus</i>

Sumber: Data PT. Semen Padang (2016)

3. Topografi Daerah Penelitian

Dari Kota Padang kearah Timur keadaan topografi mulai naik sampai ke kaki pegunungan Bukit Barisan, yang membujur dari arah Utara ke Selatan Pulau Sumatera. Indarung terletak di kaki pegunungan ini dengan puncak tertinggi 549 meter dari permukaan laut. Di daerah ini mengalir dua unit sungai yaitu Sungai Batang Kasumba dan Sungai Batang Arau.

Topografi di daerah penelitian dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

a. Dataran Rendah

Topografi di daerah ini sedikit bergelombang atau relatif datar dengan ketinggian antara 130 – 250 meter diatas permukaan laut dan terdapat di bagian Timur Laut Bukit Karang Putih. Batuannya terdiri dari *alluvial* berupa pasir dan lempung dari Sungai Batang Idas, bongkah-bongkah batuan vulkanik, batu gamping, batu kersikan dan batu sabak.

b. Daerah Perbukitan Rendah

Daerah ini mempunyai ketinggian 250 – 450 meter dari permukaan air laut dan teletak pada ujung Barat Daya, Selatan, Timur dan Tenggara daerah penambangan. Daerah ini merupakan hutan sekunder yang bersifat musiman.

c. Daerah Perbukitan Tinggi

Daerah ini berupa bukit-bukit terjal yang terdiri dari Bukit Karang Putih dengan ketinggian 550 m. Bukit Gadang dengan ketinggian 586 m dan Bukit Tajarang dengan ketinggian 750 m di atas permukaan laut. Batuan pembentuk daerah ini adalah batu gamping dan batu andesit yang membentuk dinding terjal.

4. Keadaan Geologi

Batu kapur tersusun oleh mineral kalsium karbonat (CaCO_3), yang terbentuk secara organik karena perombakan unsur kimia. Jenis organik rombakan berasal dari kumpulan endapan, kerang atau siput, *foraminifera*, serta ganggang. Jenis rombakan kimia terjadi pengendapan dari hasil

rombakan jenis organik yang berlangsung tidak dari tempatnya semula. Ada juga jenis yang lain, yaitu terjadi dari pengendapan kalsium karbonat dalam kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu, baik dalam air laut, tawar, ataupun endapan kapur. Sedangkan *silica stone* adalah batuan yang menjadi *overburden* batu kapur. Lokasi keberadaan *silica stone* adalah di pit limit/puncak dari bukit karang putih.

a. Geomorfologi

Secara umum daerah kawasan penambangan PT. Semen Padang merupakan daerah perbukitan bergelombang hingga sangat terjal. Kemiringan lerengnya berkisar 10% hingga lebih dari 85%, dengan ketinggian dari 225 m hingga 720 m dari permukaan air laut.

b. Stratigrafi dan Ganesa Bahan Galian

Tatanan Stratigrafi daerah Bukit Karang Putih tersusun oleh litologi berurutan dari tua ke muda adalah batuan kersikan anggota formasi kuantan dengan batuan gamping kristalin, berumur permokarbon, secara tidak selaras berada diatas satuan batuan kersikan dan satuan batu gamping yang terendapkan bersama satuan konglomerat anggota formasi Tuhur, berumur trias tengah akhir dengan ditutupi oleh *silica stone* pada bagian atasnya.

Bukit Karang Putih berumur kala miosen tengah dan *intrusi* batuan beku. Di sebelah Selatan daerah Bukit Karang Putih berumur kala *miosen* akhir. Satuan batuan yang paling muda yang terdapat di Bukit Karang Putih adalah *vulkanik* berumur *tersier* atau *kuarter* dan

secara tidak selaras menutupi satuan batuan lain yang ada sebelumnya. Stratigrafi daerah Bukit Karang Putih PT. Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 3.

Unit Batuan	Tebal Rata-Rata (m)	Simbol Batuan	Pemerian	Sumber Bahan
Endapan Resen	0,8-3,0		Material Timbunan/Urugan	
	0,4-2,5		Lempung Residu/Foil	Alumina Al_2O_3
Endapan Vulkanik	13,6		Tufa	Silika (SiO_2)
	68,9		Tufa Kersikan Tektonik Deposit (Bahan Rombakan)	
Batuan Metasedimen dan Metamorf	±360		Batugamping Marmer	Kapur Cao.Mgo
	>500		Batulempung Tufaan (Batuan Kersikan)	Silika (SiO_2)

Gambar 3. Stratigrafi Daerah PT. Semen Padang

Sumber: Departemen Tambang PT. Semen Padang (2016)

c. Litologi

Secara umum litologi penyusun satuan batuan di lokasi tambang PT. Semen Padang didominasi oleh batuan rijang (*chert*), sekisan (*filit*), batu sabak dan konglomerat yang hanya tersingkap pada alur Sungai Batang Idas arah ke hulu.

d. Struktur Geologi

Keadaan geologi daerah Bukit Karang Putih merupakan bukit yang sangat terjal dengan sudut lereng alami mencapai 45^0 . Bukit Karang Putih pada umumnya ditempati oleh batu kapur (gamping) yang

ditutupi oleh *silica stone* dengan terobosan batuan beku (basalt, andesit, granit). Lapisan batu kapur terletak di atas batuan endapan *vulkanik* dengan ketebalan 100 m-350 m.

Morfologi Bukit Karang Putih terbagi dua unit morfologi, yaitu morfologi perbukitan terjal dan morfologi lembah. Morfologi perbukitan terjal menempati bagian Utara Tengah, Timur dan Selatan daerah penambangan. Mempunyai pegunungan berarah Barat-Laut Tenggara dan Timur-Barat. Mempunyai puncak yang landai ke arah Utara dan puncak yang terjal serta ber *relief* kasar kearah Selatan. Morfologi ini berada pada ketinggian antara 262-525 m diatas permukaan laut, dan dibatasi oleh lereng yang terjal di bagian Utara, Barat, Timur dan Selatan dengan sudut berkisar antara 45^0 - 75^0 . Morfologi lembah terletak dibagian Barat dari penambangan, memanjang kearah Barat Laut-Tenggara, searah dengan pegunungan perbukitan dan arah aliran sungai dengan ketinggian 250-400 mdpl. Peta geologi PT. Semen Padang dapat dilihat pada Lampiran 2.

5. Iklim dan Curah Hujan

Iklim di daerah PT. Semen Padang adalah iklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau dengan kisaran temperatur 27°C – 35°C .

Cuaca dapat mempengaruhi efektivitas kerja pada penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka. Curah hujan kota padang

bisa dikatakan rendah. Hal ini disebabkan karena letak kota padang di tepi pantai.

6. Sifat-sifat dan Kualitas *Lime Stone*

Berdasarkan hasil contoh permukaan dan inti bor dilaboratorium PT. Semen Padang pada pertengahan 2010, diketahui sifat fisik *Lime stone* di daerah Bukit Karang Putih sebagai berikut:

Warna : Putih susu/bening, abu-abu gelap sampai terang

Density : 2,65 ton/BCM dan 1,72 ton/LCM

Komposisi kimia *Lime stone* :

SiO : 6 %

Fe₂O₃ : 0,7 %

H₂O : 4,4 %

CaO : 52 %

MgO : 3 %

CO₂ : 28 %

C. Kajian Teoritis

1. Kemampuan Produksi Alat Mekanis

a. Alat Bor

Pemboran pada kegiatan pertambangan adalah suatu kegiatan membuat lubang pada batuan dengan menggunakan unit alat bor untuk berbagai kepentingan dalam kegiatan pertambangan. Salah satu kegunaan pemboran pada kegiatan pertambangan adalah untuk

membuat lubang ledak dengan pola tertentu sebagai tempat bahan peledak dengan tujuan untuk membongkar batuan dari batuan induknya.

Menurut Sari (2011: 18-20), sistem pemboran secara mekanik (*mechanical drilling*) merupakan operasi pemboran yang peralatan pemborannya digerakkan secara mekanis sehingga operator pemboran dapat mengendalikan semua parameter pemboran lebih mudah. Komponen utama pada *mechanical drilling* adalah,

- Mesin (sumber energi mekanik)
- Batang bor (mentransmisi energi mekanik)
- Mata bor (menggunakan energi mekanik untuk menembus batuan)
- *Flushing* (membersihkan lubang bor dari *cuttings*)

Mechanical drilling terbagi menjadi tiga macam berdasarkan cara penetrasi terhadap batuan, yaitu: *rotary drilling*, *percussive drilling*, dan *rotary- percussive drilling*.

1) Metode pemboran *rotary drilling*

Rotary drilling adalah metode pemboran yang menggunakan aksi putaran untuk melakukan penetrasi terhadap batuan. Pada metode ini ada dua jenis mata bor, yaitu *tricone bit* dengan hasil penetrasinya berupa gerusan dan *drag bit* dengan hasil penetrasinya berupa potongan (*cutting*).

2) Metode pemboran *percussive drilling*

Percussive drilling adalah metode pemboran yang menggunakan aksi tumbukan untuk melakukan penetrasi terhadap batuan. Komponen utama *percussive drilling* adalah piston. Energi tumbukan piston diteruskan ke batang bor dan mata bor dalam bentuk gelombang kejut yang bergerak sepanjang batang bor untuk meremukkan permukaan batuan.

3) Metode pemboran *rotary- percussive drilling*

Rotary-percussive drilling adalah metode pemboran yang menggunakan aksi tumbukan yang dikombinasikan dengan aksi putaran, sehingga terjadi proses peremukan dan penggerusan batuan. Metode ini terbagi menjadi dua:

(a) *Top hammer*

Pada metode ini, aksi putaran dan tumbukan dihasilkan di luar lubang bor yang kemudian ditransmisikan melalui batang bor yang menuju mata bor.

(b) *Down the hole hammer*

Pada metode ini, aksi tumbukan dihasilkan di dalam lubang bor yang dialirkan langsung ke mata bor, sedangkan aksi putarannya dihasilkan diluar mata bor yang kemudian ditransmisikan melalui batang bor menuju mata bor.

Produktivitas alat bor menunjukkan kemampuan alat bor untuk memproduksi sejumlah lubang bor dalam waktu yang telah

ditentukan. Produktivitas alat bor ini sangat dipengaruhi oleh waktu edar (*cycle time*) pemboran, kecepatan pemboran, efesiensi kerja pemboran, kemampuan alat bor dan volume setara pemboran. Untuk mengetahui produktivitas alat bor ini harus dilakukan pengamatan langsung di lapangan. Dalam menghitung kemampuan produksi alat bor tersebut maka harus dihitung hal- hal sebagai berikut (Singgih, 2006)

(1) Waktu Edar Pemboran (*cycle time*)

Waktu edar pemboran merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu lubang ledak dengan kedalaman tertentu, termasuk adanya hambatan-hambatan yang terjadi selama kegiatan pemboran berlangsung (Singgih, 2006).

Secara matematis perhitungan waktu edar (*cycle time*) alat bor dapat ditentukan dengan persamaaan sebagai berikut (Singgih, 2006)

$$Ct = Pt + Bt1 + St1 + Bt2 + St2 + At + Dt$$

dimana:

$$Ct = \text{waktu edar (detik)}$$

$$Pt = \text{waktu untuk mengambil posisi (detik)}$$

$$Bt = \text{waktu untuk melakukan pemboran (detik)}$$

$$St = \text{waktu menyambung batang bor (detik)}$$

$$At = \text{waktu melepas batang bor (detik)}$$

$$Dt = \text{waktu untuk mengatasi hambatan (detik)}$$

(2) Kecepatan Pemboran

Secara matematis perhitungan kecepatan alat bor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Singgih, 2006)

$$V_t = \frac{H \times 60}{C_t}$$

dimana:

V_t = Kecepatan Pemboran (m/jam)

H = Kedalaman Lubang Bor (m)

C_t = Waktu Edar (menit)

(3) Efisiensi Kerja Pemboran

Efisiensi kerja pemboran dinyatakan dalam persen waktu efektif terhadap waktu kerja tersedia. Waktu efektif adalah waktu yang digunakan untuk kerja pemboran. Secara matematis perhitungan efisiensi kerja alat bor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Singgih, 2006)

$$EK = \frac{WE}{WT} \times 100\%$$

dimana:

EK = Efisiensi Kerja (%)

WE = Waktu Efektif (menit)

WT = Waktu Tersedia (menit)

(4) Kemampuan Alat Bor

Secara matematis perhitungan kemampuan alat bor dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Singgih, 2006)

$$n = \frac{WE \times 60}{Ct}$$

dimana:

n = Jumlah Lubang

WE = Waktu Efektif (menit)

Ct = Waktu Edar (menit)

(5) Volume Setara

Perhitungan produksi setiap lubang bor terlebih dahulu ditentukan volume setara (*equivalent volume*). Volume setara adalah suatu angka yang menyatakan volume batuan yang diharapkan terbongkar untuk setiap meter kedalaman lubang ledak. Volume setara dapat ditentukan dengan persamaan (Singgih, 2006)

$$V_{eq} = \frac{B \times S \times L \times D_i}{H}$$

dimana:

Veq = Volume setara (ton/m)

B = Burden (m)

S = Spasi (m)

L = Tinggi jenjang (m)

H = Kedalaman Lubang (m)

Di = *Density insitu* batuan (ton/m³)

(6) Produksi Mesin Bor

Kemampuan alat bor untuk memproduksi batuan per jam (produktivitas) dapat ditentukan dengan persamaan (Singgih, 2006)

$$P = V_{eq} \times V_t \times EK$$

dimana:

P = Produktivitas (ton/jam)

V_{eq} = Volume Setara (ton/m)

V_t = Kecepatan Pemboran (m/jam)

EK = Efisiensi Kerja (%)

b. Alat Gali Muat

Kegiatan penggalian dan pemuatan batu kapur di *front* penambangan ke bak *dumptruck* dilakukan dengan *excavator*. Jenis *excavator* yang digunakan adalah *backhoe*. *Backhoe* ini memiliki kelebihan dalam mendistribusikan muatan segala arah bagian *dumptruck* secara merata sehingga *dumptruck* berjalan dengan seimbang.

Produktivitas alat gali muat sangat tergantung dari kapasitas *bucket* alat gali muat, efektifitas kerja, dan waktu edar (*cycle time*). *Cycle time* untuk alat gali muat jenis *backhoe* terdiri dari 4 segmen yaitu waktu isi (*load bucket*), waktu *swing* isi (*swing loaded*), waktu isi (*dump bucket*), waktu *swing* kosong (*swing empty*). Waktu edar alat gali muat dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Yanto, Indonesianto : Pemindahan Tanah Mekanis, 2013)

$$Cycle\ time = Loading + swing\ loaded + dumping + swing\ empty$$

dimana:

Cycle Time = waktu edar (dtk)

Loading = waktu mengisi (dtk)

Swing Loaded = waktu memutar isi (dtk)

Dumpling = waktu menumpahkan (dtk)

Swing empty = waktu memutar kosong (dtk)

Perhitungan kemampuan produksi *backhoe* secara optimal dapat dicapai dalam waktu yang tersedia dengan memperhitungkan faktor koreksi yang mempengaruhinya. Persamaan produktivitas *backhoe* yang digunakan sebagai berikut (Yanto, Indonesianto : Pemindahan Tanah Mekanis, 2013)

$$Q = \frac{3600 \times kb \times FF \times Ek \times SF}{CTm}$$

dimana:

Q = Produksi Excavator (m³/jam)

KB = Kapasitas Bucket (m³)

FF = Fill Faktor (%)

Ek = Efisiensi Kerja

Sf = Swell Faktor

CTm = Waktu siklus alat muat (detik)

c. Alat Angkut

Kegiatan pengangkutan batu kapur dari *front* penambangan sampai *dumping area* dilakukan oleh *dumprtruck* dengan menggunakan sistem mengosongkan muatan ke belakang (*end dump*). *Dumprtruck* dioperasikan oleh seorang *driver* atau operator pada proses pengangkutan bahan galian. *Dumprtruck* mempunyai waktu edar yang juga menjadi penentu dari produktivitas dari *dumprtruck* itu sendiri.

Waktu edar alat gali muat dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Yanto, Indonesianto : Pemindahan Tanah Mekanis, 2013)

$$\text{Cycle Time} = \text{Loading} + \text{Hauling} + \text{Dumping} + \text{Return}$$

dimana:

Cycle time = waktu edar (dtk)

Loading = waktu isi *dumptruck* (dtk)

Hauling = waktu pergi (dtk)

Dumping = waktu menumpahkan (dtk)

Return = waktu kembali (dtk)

Persamaan produktivitas alat angkut adalah (Yanto, Indonesianto: Pemindahan Tanah Mekanis, 2013)

$$P = \frac{Cx 60 x Ek x SF}{CTa}$$

dimana:

P = Produksi alat angkut (m³/jam)

CTa = Waktu edar alat angkut (menit)

Ek = Efisiensi kerja (%)

FF = *Fill Factor*

KB = Kapasitas *Bucket*

n = Jumlah *Bucket*

Kapasitas produksi persiklus (C) = KB x FF x n

Dalam menentukan jumlah alat yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Yanto, Indonesianto: Pemindahan Tanah Mekanis, 2013)

$$\text{Jumlah alat bor dan alat gali muat} = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$$

Alat angkut

$$\text{Jumlah alat} = \frac{nL \times CtT}{CtL}$$

Dimana:

nL = jumlah alat gali muat

CtT = cycle time angkut

CtL = cycle time alat gali muat

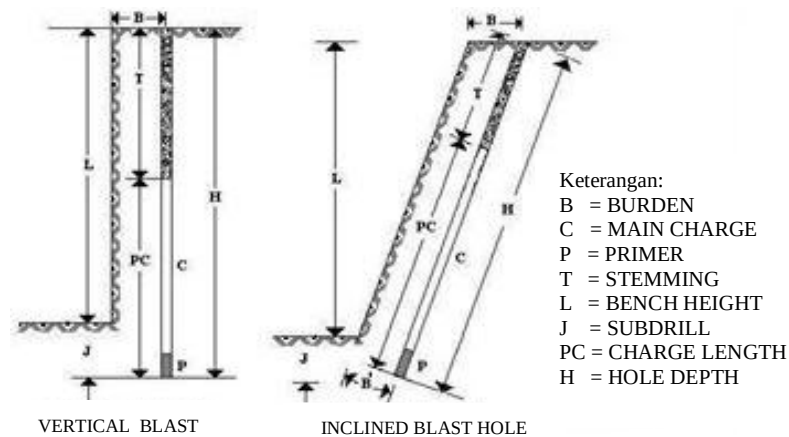
2. Peledakan

Kegiatan peledakan bertujuan untuk memberaikan batuan dari batuan induknya. Pelaksanaan kegiatan peledakan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. Geometri Lubang Ledak

Geometri lubang ledak merupakan suatu hal yang sangat menentukan hasil peledakan dari segi fragmentasi yang dihasilkan. Dalam kegiatan peledakan, yang termasuk geometri lubang ledak adalah: *burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian, diameter lubang ledak dan tinggi jenjang (Singgih, 2006) .

Geometri lubang ledak menurut RL Ash dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Geometri Lubang Ledak

Sumber: RL Ash (Ash,1967)

Geometri lubang ledak menurut Metode R.L.Ash sebagai berikut:

1) Burden (B)

Burden merupakan jarak tegak lurus terpendek antara lubang ledak yang diisi bahan peledak dengan bidang bebas atau ke arah mana batuan hasil peledakan akan terlempar. *Burden* yang baik adalah jarak dimana energi ledakan bisa menekan batuan secara maksimal sehingga pecahnya batuan dapat sesuai dengan fragmentasi batuan yang direncanakan dengan mengupayakan sekecil mungkin terjadinya batu terbang, bongkah, dan retaknya batuan pada batas akhir jenjang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *burden* adalah (Singgih, 2006)

$$B = \frac{K_b \times D_e}{12}$$

dimana:

B = *Burden* (m)

De = Diameter Lubang Ledak (m)

Kb = Burden Ratio

Faktor penyesuai :

Batuan yang akan diledakkan (AF_1)

Bahan peledak yang dipakai (AF_2)

Maka :

Kb_{koreksi} = Nisbah *burden* standar

AF_1 = Faktor untuk batuan yang diledakkan

AF_2 = Faktor untuk bahan peledak yang dipakai

Dengan (Singgih, 2006)

$$AF_1 = \left[\frac{D_{std}}{D} \right]$$

$$AF_2 = \left[\frac{SG \cdot Ve^2}{SG_{std} \cdot Ve_{std}^2} \right]$$

dimana:

Ve = VOD bahan peledak yang dipakai

SG = Berat jenis bahan peledak yang dipakai

D = Bobot isi batuan yang diledakkan

D_{st} = Bobot isi batuan standar (160 lb/cuft)

SG_{std} = Berat jenis bahan peledak standar (1,20)

Ve_{std} = VOD bahan peledak standar (12.000 fps)

Kb_{std} = 30

Jadi :

$$B = \frac{Kb \text{ terkoreksi} \times Ds}{39,30} \text{ m}$$

2) Spasi (S)

Spasi adalah jarak terdekat antara dua lubang tembak yang berdekatan di dalam satu baris (*row*). Persamaan yang digunakan untuk mencari besarnya *spasi* adalah (Singgih, 2006)

$$S = Ks \times B$$

dimana:

$$S = \text{Spasi (m)}$$

$$Ks = \text{Spacing ratio (1,00 – 2,00)}$$

$$B = \text{Burden (m)}$$

3) Stemming (T)

Stemming adalah bagian lubang ledak yang tidak terisi bahan peledak, tetapi terisi dengan material seperti *cutting* dan material lepas lainnya yang berada diatas kolom isian bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah untuk mengurung gas- gas hasil proses peledakan agar dapat terdistribusi secara maksimal ke sekeliling lubang ledak. Panjang *stemming* juga tergantung dari nilai *burden*. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai *stemming* adalah (Singgih, 2006)

$$T = Kt \times B$$

dimana:

$T = \text{Stemming (m)}$

$K_t = \text{Stemming ratio (0,75 – 1,00)}$

$B = \text{Burden (m)}$

Pengaruh yang terjadi apabila panjang *stemming* tidak tepat adalah:

- a) Apabila *stemming* terlalu panjang, maka akan menimbulkan bongkahan setelah peledakan.
- b) Apabila *stemming* terlalu pendek, maka akan mengakibatkan *fly rock* dan *over break*.

4) *Subdrilling* (J)

Subdrilling merupakan bagian dari panjang lubang tembak yang terletak lebih rendah dari lantai jenjang. *Subdrilling* diperlukan agar batuan dapat meledak secara keseluruhan dan terbongkar tepat pada batas lantai jenjang, sehingga tonjolan – tonjolan pada lantai jenjang dapat dihindari. Persamaan yang digunakan untuk mencari *sub drilling* adalah (Singgih, 2006)

$J = K_j \times B$

dimana:

$J = \text{subdrilling (m)}$

$K_j = \text{subdrilling ratio (0,2 – 0,4)}$

$B = \text{burden (m)}$

5) Kedalaman Lubang Tembak (H)

Kedalaman lubang ledak merupakan jumlah total antara tinggi jenjang dengan besarnya *subdrilling*. Kedalaman lubang ledak biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik. Persamaan yang digunakan untuk mencari kedalaman lubang tembak adalah (Singgih, 2006)

$$H = K_h \times B$$

dimana:

$$L = \text{kedalaman lubang tembak(m)}$$

$$K_h = \text{hole depth ratio (1,5 - 4,0)}$$

$$B = \text{burden (m)}$$

6) Panjang Kolom Isian (PC)

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang tembak yang akan diisi bahan peledak. Panjang kolom ini merupakan kedalaman lubang tembak dikurangi panjang *stemming* yang digunakan. Persamaan yang digunakan untuk mencari panjang kolom isian adalah (Singgih, 2006)

$$PC = H - T$$

dimana:

$$PC = \text{panjang kolom isian (m)}$$

$$H = \text{kedalaman lubang tembak (m)}$$

$$T = \text{stemming (m)}$$

7) Tinggi Jenjang (L)

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia. Tinggi jenjang berpengaruh terhadap hasil peledakan seperti fragmentasi batuan, ledakan udara, batu terbang, dan getaran tanah. Berdasarkan perbandingan ketinggian jenjang dengan jarak burden yang diterapkan (*Stiffness Ratio*). Persamaan yang digunakan untuk mencari tinggi jenjang adalah (Singgih, 2006)

$$L = \frac{5 \times De}{12}$$

dimana:

L = tinggi jenjang minimum (ft)

De = diameter lubang tembak (inchi)

b. Pengisian Bahan Peledak

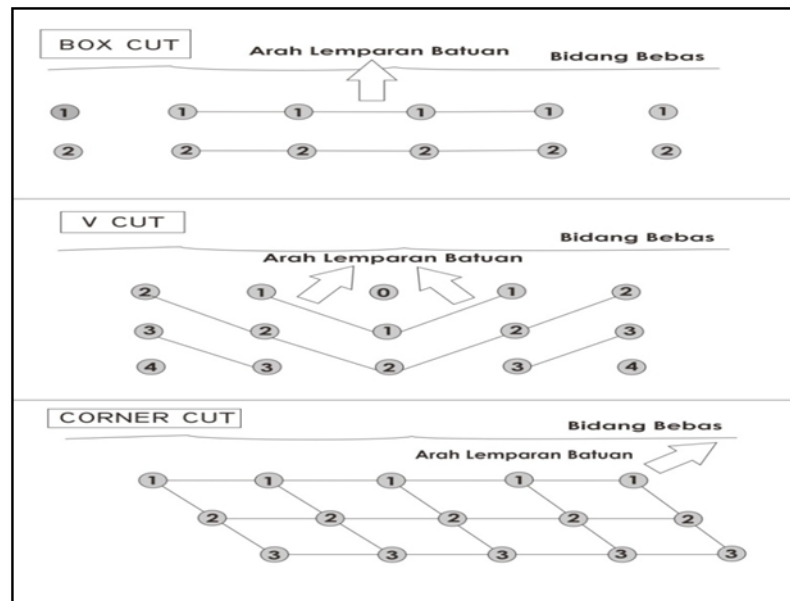
Jumlah pemakaian bahan peledak sangat berpengaruh terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan. *Powder factor* merupakan suatu bilangan untuk menyatakan berat bahan peledak yang dibutuhkan untuk menghancurkan batuan. Semakin besar jumlah bahan peledak yang digunakan, maka akan mengakibatkan pelemparan batuan hasil peledakan semakin jauh dan hal ini sering mengakibatkan terjadinya *fly rock* yang dapat membahayakan keselamatan pekerja tambang dan juga mesin-mesin yang ada serta bangunan di sekitar lokasi peledakan. Sebaliknya jika bahan peledak yang digunakan kurang (tidak cukup) hal ini akan menimbulkan batuan *boulder*. Hal ini dapat

terjadi karena bahan peledak tidak dapat memecahkan batuan yang ada atau beban untuk memecahkan batuan yang diberikan kepada bahan peledak melebihi jumlah bahan peledak itu sendiri (Singgih, 2006).

c. Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang-lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang tembak yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Berdasarkan arah runtuh batuan pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut (Singgih, 2006).

- 1) *Box cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke depan dan membentuk kotak.
- 2) *Corner cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke salah satu sudut dari bidang bebas.
- 3) *“V” cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke depan dan membentuk huruf V.



Gambar 5. Pola peledakan

d. Loading Density

Loading Density merupakan banyaknya bahan peledak untuk setiap panjang kolom lubang ledak yang dinyatakan dalam kg/m.

Persamaan yang digunakan adalah (Singgih, 2006)

$$\text{de} = \frac{SG_e \times D^2 \times \pi}{4000}$$

dimana:

$$\text{de} = \text{Loading Density (kg/m)}$$

$$SG_e = \text{bobot isi bahan peledak (g/cm}^3\text{)}$$

$$D_e = \text{Diameter lubang ledak (mm)}$$

e. Powder Factor (PF)

Powder faktor merupakan suatu bilangan untuk menyatakan jumlah material yang diledakkan atau dibongkar oleh sejumlah bahan peledak yang dapat dinyatakan dalam kg/ton. Persamaan yang digunakan adalah (Singgih, 2006)

$$PF = \frac{E}{V}$$

dimana:

$$PF = \text{Powder Factor (kg/m}^3\text{) atau (kg/ton)}$$

$$E = \text{Banyak Bahan Peledak (kg)}$$

$$V = \text{Volume (m}^3\text{) atau (ton)}$$

f. *Fragmentasi Peledakan*

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Tingkat *fragmentasi* menunjukkan suatu keberhasilan dalam kegiatan peledakan. Dimana tingkat *fragmentasi* diharapkan dapat sesuai dengan kapasitas alat gali muat dan alat angkut.

Perkiraan fragmentasi batuan hasil peledakan dapat digunakan persamaan model Kuz-Ram. Persamaan model Kuz-Ram adalah sebagai berikut:

1) Persamaan Kuznetsov

Ukuran rata- rata dari hasil peledakan didapat dengan menggunakan persamaan Kutnetsov. Persamaan menurut Kuznetsov adalah sebagai berikut (Singgih , 2006)

$$X = A \times \left[\frac{v}{Q} \right]^{0,8} \times Q^{0,167} \times \left[\frac{E}{115} \right]^{-0,63}$$

dimana:

$$X = \text{Ukuran rata – rata fragmentasi batuan (cm)}$$

$$A = \text{Faktor batuan}$$

$$V = \text{Volume batuan yang terbongkar (m}^3\text{)}$$

Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

E = *Relative weight strenght*

2) Persamaan Rosin-Ramler untuk mencari material yang tertahan pada saringan.

Persamaan menurut Rosin- Ramler adalah sebagai berikut

(Singgih, 2006)

$$X_c = X / (0,693)^{1/n}$$

$$R = e^{-(X/X_c)^n}$$

dimana:

R = Perbandingan material yang tertinggal pada ayakan

X = Ukuran ayakan (cm)

n = Indeks keseragaman

Persamaan indeks keseragaman adalah sebagai berikut

(Singgih, 2006)

$$n = \left[2,2 - 14 \frac{B}{D_e} \right] \times \left[\frac{1+A}{2} \right]^{0,5} \times \left[1 - \left(\frac{W}{B} \right) \right] \left[\frac{PC}{l} \right]$$

dimana:

D_e = Diameter bahan peledak atau lubang ledak (mm)

B = Burden (m)

W = Standar deviasi pemboran (m)

S = *Spacing* (m)

A = Nisbah spasi dan burden

L = Tinggi jenjang (m)

PC = Panjang isian bahan peledak (m)

Penerapan geometri peledakan yang kurang tepat dalam proses peledakan akan mengakibatkan terhambatnya proses produksi, terjadinya *fly rock*, fragmentasi batuan peledakan yang didapatkan kurang memuaskan, berkurangnya efisiensi biaya dan tidak tercapainya target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Potensi perbaikan fragmentasi dilakukan dengan memperhatikan geometri peledakan.

3. Biaya Produksi Alat Mekanis

Biaya produksi alat adalah biaya- biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memproduksi suatu produk karena menggunakan alat mekanis. Biaya produksi alat terdiri dari dua macam yaitu biaya kepemilikan (*owning cost*) dan biaya operasional (*operating cost*). Biaya kepemilikan alat mengacu pada biaya yang terjadi bahkan bila alat tersebut tidak dapat bekerja atau rusak. Biaya tersebut termasuk depresiasi, bunga, pajak, dan asuransi. Sedangkan biaya operasional alat adalah biaya yang terjadi dalam pengoperasian alat termasuk didalamnya biaya- biaya perbaikan, bahan bakar, pelumas, ban, dan lain- lain (Prayantara, 2007).

a. Biaya Kepemilikan (*Owning Cost*)

Biaya kepemilikan (*Owning Cost*) merupakan biaya alat yang dikeluarkan oleh perusahaan meskipun alat tidak dioperasikan. Biaya kepemilikan (*owning cost*) terdiri dari biaya penyusutan harga alat (*Depresiasi*) dan bunga modal (*interest*), asuransi (*insurance*) dan pajak (*taxes*) (Komatsu, 2009).

1) *Depresiasi* Alat

Depresiasi alat adalah penurunan nilai yang dikarenakan adanya kerusakan, pengurangan, dan harga pasaran alat. *Depresiasi* alat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

$$\text{Depreciation} = \frac{\text{Net Depreciation Value}}{\text{Depreciation Period in Hours}}$$

dimana :

Net Depreciation Value = Harga Jual Kembali

Depreciation Period in Hours = Umur Alat dalam jam

2) Bunga, Pajak dan Asuransi

Peralatan yang sudah dibeli baik dioperasikan atau tidak, pemiliknya tetap harus membayar bunga, pajak dan asuransi. Bunga dihitung dari nilai investasi dan mempunyai tingkatan bunga yang sama, baik itu investasi milik sendiri atau dilakukan dengan peminjaman (kredit).

Bunga, pajak dan asuransi adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pemakai. Biaya bunga pada bulan April 2017 adalah 10,5 % (Lampiran 16). Biaya pajak biasanya diambil 2% dan pajak biasanya diambil 2%. Jadi, total biaya bunga pajak dan asuransi adalah 14,5 %.

Biaya ini dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

$$\text{Bunga, pajak dan asuransi} = \frac{\text{Factor} \times \text{Delivered price} \times \text{Annual rates}}{\text{Annual use in hours}}$$

Persamaan factor adalah sebagai berikut:

$$\text{Factor} = 1 \frac{(n-1) \times (1-r)}{2n}$$

n = umur alat dalam jam

r = trade in value

b. Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Biaya Operasional (*Operating Cost*) merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan jika alat tersebut dioperasikan. Biaya operasional ini terdiri dari (Handbook of Komatsu, 2009)

1) Biaya Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar untuk setiap alat per jam dari berbagai jenis alat berat umumnya berbeda- beda. Biasanya untuk memperkirakan kebutuhan pemakaiannya diperoleh dari referensi pabrik atau *dealer* alat- alat tersebut atau akan lebih akurat apabila data dari lapangan.

Pemakaian bahan bakar per jam dipengaruhi oleh kondisi kerja dimana alat dioperasikan, semakin berat kondisi kerja maka akan semakin besar pula pemakaian bahan bakar per jam nya.

Biaya bahan bakar dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

Biaya per jam = Pemakaian bahan bakar per jam x harga bahan bakar

2) Biaya Pelumas

Jenis- jenis pelumas antara lain: pelumas engine, pelumas final drive, pelumas transmisi, pelumas hydraulic dan gemuk (grease). Pergantian pelumas untuk setiap komponen alat berbeda- beda. Umur pelumas engine 500 jam, umur pelumas final drive 2000 jam, umur pelumas transmisi 1000 jam, umur pelumas hydraulic 2000 jam dan umur pelumas gemuk 168 jam. Pemakaian pelumas sama halnya dengan pemakaian bahan bakar yang dipengaruhi oleh kondisi medan kerja dimana semakin berat kondisi kerja maka pemakaian pelumas akan semakin besar.

Biaya pelumas ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

Biaya per jam = Pemakaian pelumas per jam x harga pelumas.

3) Biaya *Filter*

Jumlah *filter* setiap alat berbeda- beda, tetapi umur *filter* seluruh unit sama adalah 500 jam. Jumlah *filter Backhoe Caterpillar 6030 (EC-03)* adalah 15 buah antara lain: 4 *filter engine*, 3 *filterfuel*, 1 *filter transmisi* dan 7 *filter hydraulic*. Jumlah *filter Dumptruck Komatsu HD 785-7* adalah 17 buah antara lain: 4 *filter engine*, 6 *filterfuel*, 3 *filter transmisi* dan 4 *filter hydraulic*

Biaya pergantian filter ini dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

$$\text{Biaya per jam} = \frac{\text{Jumlah Pemakaian per unit x Harga Filter}}{\text{Umur Filter}}$$

4) Biaya Pergantian Ban / *Undercarrige*

Umur ban/ undercarrige dari alat berat tidak dapat ditentukan secara pasti karena akan sangat bergantung pada keadaan mesin, kecepatan kendaraan, tekan dan keadaan jalan tambang itu sendiri.

Biaya pemakaian ban/ undercarrige dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

$$\text{Biaya per jam} = \frac{\text{Harga Ban/Undercarrige}}{\text{Umur Ban/Undercarrige}}$$

5) Biaya Operasi Pemeliharaan Alat

Biaya operasi pemeliharaan alat adalah biaya perbaikan dan perawatan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi operasinya. Semakin berat kondisi kerja makin besar pula biaya perbaikannya. Pemeliharaan alat dilakukan setelah habisnya masa pemakaian alat, sehingga perlu dilakukan pergantian komponen atau bagian- bagian alat tersebut. Biaya pemeliharaan alat berat adalah 50 % dari harga pembelian alat tersebut dan umur ekonomis alat berat adalah 20.000 jam.

Biaya pemeliharaan alat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Handbook of Komatsu, 2009)

$$\text{Biaya per jam} = \frac{\text{Biaya Pemeliharaan Alat}}{\text{Umur Ekonomis Alat}}$$

6) Gaji Operator

Biaya operator per jam dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Biaya per jam} = \frac{\text{Banyak Operator} \times \text{Gaji Operator}}{\text{Jam Kerja}}$$

4. Biaya Produksi

Biaya produksi yang harus dikeluarkan perusahaan untuk memperoleh batu kapur dihitung dengan menjumlahkan komponen-komponen seluruh biaya yang telah dikeluarkan selama operasi penambangan berlangsung, mulai dari *front* penambangan sampai ke *dumping area*. Total biaya produksi per ton batu kapur dihitung dengan membagi total biaya produksi (BP) dengan Produksi (P). Persamaan biaya produksi per ton adalah sebagai berikut (PT. Semen Padang)

$$\text{Biaya produksi per ton batu kapur} = \frac{\text{Biaya Produksi Rp/jam}}{\text{Produksi ton/jam}}$$

D. Penelitian Sejenis

1. Alfajri Rachmat Syahrul, Analisis Biaya Operasional Alat Bor Rental dan Alat Bor Perusahaan pada Kegiatan Pemboran Peledakan Job Site Karang Putih PT. Semen Padang. Observasi awal di lapangan, peneliti melihat alat bor rental lebih banyak aktif dari pada alat bor milik perusahaan. Hal ini disebabkan alat bor perusahaan sering mengalami kerusakan dan memerlukan waktu perbaikan. Jika menggunakan alat bor milik perusahaan apabila alat bor tersebut mengalami kerusakan maka biaya kerusakan dari alat bor tersebut sepenuhnya ditanggung oleh perusahaan, sedangkan apabila menggunakan alat bor rental maka biaya perawatan dan perbaikan dari kerusakan alat ditanggung oleh PT. Inspectindo Mediatama sebagai pemilik alat bor tersebut. Populasi penelitian ini adalah seluruh alat bor yang berada

di PT. Semen Padang. Dengan sampel pada penelitian ini adalah alat bor Sandvik DM 03, serta alat bor Sandvik DM 05. Sandvik DM 03. Jumlah sampel dalam penelitian ini berjumlah 2 alat bor, satu milik perusahaan dan satu milik rental. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data biaya operasional alat bor rental dan alat bor perusahaan. Selanjutnya data dianalisis perhitungan biaya kepemilikan dan biaya operasional alat berat, perhitungan produktivitas dan produksi masing-masing alat bor, analisis pemilihan alternatif terbaik. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk: (1) Produktivitas alat bor untuk pekerjaan pengeboran peledakan di PT. Semen Padang adalah jumlah rata-rata 14,47 m/jam dengan menggunakan Alat bor milik perusahaan (Sandvik DM03) sedangkan Alat bor rental (Sandvik DM05) 40,25 m/jam. (2) Biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemboran alat bor milik perusahaan Sandvik DM03 sebesar Rp. 2.034.755,413,- /jam, sedangkan untuk bor rental Sandvik DM 05 sebesar Rp 2.941.087/jam.

2. Muhammad Fauzi, Analisis Biaya Peledakan Pada Proses Pembongkaran Batu Gamping PT. Semen Bosowa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Peledakan adalah suatu aktivitas pemisahan batuan dari batuan induknya agar menjadi material berukuran tertentu sehingga memudahkan untuk kegiatan produksi selanjutnya dan optimalisasi produksi dari suatu kegiatan peledakan tidak saja ditinjau dari aspek teknis saja, akan tetapi harus pula mempertimbangkan aspek ekonomi/ biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar biaya peledakan pada proses pembongkaran

batugamping. Jenis data yang harus didapatkan terdiri dari data harga peralatan dan perlengkapan peledakan dan data harga bahan peledak. Untuk pengambilan data dilakukan dengan melakukan wawancara dan observasi langsung ke lapangan terutama mengenai biaya dari kegiatan peledakan. Hasil penelitian didapatkan total keseluruhan biaya peledakan selama 30 hari yaitu sebesar Rp. 507.389.850 dengan jumlah lubang ledak sebanyak 2.011 lubang dan jumlah batuan yang terbongkar yaitu 275.447 ton. Rata-rata biaya peledakan selama 30 hari yaitu Rp. 16.912.995 dengan jumlah lubang 67 dan jumlah batuan yang terbongkar 9.182 ton. Target produksi peledakan yang diterapkan perusahaan yaitu 12.000 ton, tetapi dari hasil perhitungan tidak mencapai target yang diinginkan.

3. Heru Cahyanto, Optimasi Biaya Peledakan Pada Pembongkaran LimeStone di Quarry Batu Gamping. Kegiatan penambangan menggunakan, metode *quarry* dan proses pembongkaran material *limestone* menggunakan metode peledakan, agar memenuhi target produksi dan memperlancar proses pemuatan dan pengangkutan. Dalam setiap peledakan menghendaki ukuran fragmentasi yang sesuai dengan lebar bukaan *fedeer crusher* (80 cm) dan nilai *Powder Factor* (PF) ≤ 0.14 kg/ton. Semakin besar nilai *powder factor* yang digunakan maka akan semakin banyak bahan peledak yang terpakai dan berakibat meningkatnya *cost* yang akan dikeluarkan. Analisa fragmentasi menggunakan tiga variabel yaitu Teoritis *Kuz-Ram* Hitungan, Teoritis *Kuz-Ram Software* dan *Software Image Analysis*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui persentase fragmentasi hasil peledakan, hasil dari *Image*

Analysis digunakan untuk menghitung volume *boulder*. Hasil analisa dengan menghilangkan *secondary blasting* sehingga didapatkan total *cost* peledakan yang optimal. Diameter lubang ledak 3' (76.2 mm) menggunakan geometri *burden* 2.71 m, *spacing* 3.39 m, kedalaman 8.94 m, menghasilkan *powder factor* 0.16 kg/ton, dengan total *cost* peledakan Rp 225,564.94/lubang. Diameter lubang ledak 3.5' (88.9 mm) menggunakan geometri *burden* 3.16 m *spacing* 3.95 m kedalaman 10.42 m menghasilkan *powder factor* 0.16 kg/ton, dengan total *cost* peledakan Rp 327,029.92/lubang.

4. Agus Arie Yudha. Evaluasi Produksi Alat Mekanis Untuk Pemindahan Overburden di PT. Riung Mitra Lestari Site Rantau. PT Riung Mitra Lestari Site Rantau memiliki target produksi pemindahan material *overburden* pada bulan oktober 2014 sebesar 250 BCM/Jam per Fleet. Proses pemindahan material *overburden* menggunakan unit alat gali muat Doosan 500 LC serta alat angkut DT Scania P380 dengan jarak hauling *overburden* rata-rata yaitu 2200 meter. Setelah melakukan kegiatan pemindahan *overburden* perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui tingkat pencapaian target tersebut seperti produksi alat gali muat dan alat angkut pada pemindahan *overburden*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara menghitung produksi alat gali muat dan alat angkut serta menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya produksi alat gali muat dan alat angkut dalam pencapaian target pemindahan *overburden* dan melakukan simulasi perbaikan untuk meningkatkan produksi alat. Produksi aktual bulan oktober 2014 untuk alat gali muat pada *fleet* 1 sebesar 175.19 BCM/Jam atau 70%

dari tingkat pencapaian target dan pada *fleet* 2 sebesar 216.7 BCM/Jam atau 87% dari tingkat pencapaian target serta *fleet* 3 sebesar 189.19 BCM/Jam atau 76% tingkat pencapaian target produksi. Menurut data aktual produksi pada bulan oktober 2014, target produksi pemindahan *overburden* belum tercapai sehingga perlu dilakukan evaluasi dan simulasi agar target produksi tercapai. Langkah yang dilakukan yaitu dengan melakukan simulasi perbaikan efisiensi kerja alat gali muat dan simulasi perbaikan cycle time alat angkut dengan cara melakukan pelebaran jalan angkut di beberapa segmen agar sesuai standar serta melakukan simulasi penambahan jumlah alat angkut

5. Akhmad Rahmadi. Analisis Produksi dan Biaya Alat Wheel Loader Pada Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Bahan Galian Bijih Besi di PT. Pacific Han Minindo Desa Tampang Kec Peleihari Kab Tanah Laut Kalsel. PT Pacific Han Minindo *site* Desa Tampang Kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan telah membangun satu unit lokasi pengolahan bijih besi. Target produksi pada tahun 2011 sebesar 270 ton per jam belum tercapai, sehingga pada tahun 2012 direncanakan peningkatan produksi pengolahan bijih besi dalam rangka memenuhi target produksi tersebut. Hal ini melatarbelakangi untuk mengadakan analisa ketercapaian target produksi tahun 2011 dan kajian teknis guna memenuhi target produksi tahun 2012 pada serangkaian unit pengolahan, khususnya unit untuk proses pemuatan PT Pacific Han Minindo. Pencapaian target produksi sangat bergantung pada produktivitas unit pengolahan dan

permurnian. Oleh karena itu, metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa faktor-faktor pendukung produktivitas pemuatan seperti *cycle time* alat muat, spesifikasi alat, kondisi ROM dan *stockpile*, faktor-faktor penyebab *loss time* seperti *delay* dan *breakdown time* pada tahun 2011. Setelah dilakukan penelitian dan pengambilan data untuk analisa ketercapaian produksi unit pengolahan pada PT Pacific Han Minindo, didapat produktivitas sebesar 255.18 ton per jam dan belum memenuhi target produksi tahun 2011. Untuk memenuhi target produksi tahun 2012 sebesar 270 ton per jam dilakukan analisis terhadap alat muat *wheel loader* (CAT 980 dan CAT 966 E), cost (biaya produksi), dan *design* ROM agar produksi unit pemuatan bisa ditingkatkan.

6. Aminuddin, dalam jurnal yang berjudul “Kajian Alternatif Pemilihan Alat Berat Untuk Memenuhi Target Produksi Lempung dan Batu Gamping di Lokasi Rencana Tambang Semen Sukabumi Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat”. Rencana produksi batu gamping pada periode pertama (tahun 1-5) ditetapkan sebesar 15,2 juta ton/tahun dan akan meningkat pada periode kedua (tahun 6-10) sebesar 21,7 juta ton/tahun. Untuk lempung pada periode pertama ditetapkan sebesar 2,9 juta ton dan akan meningkat pada periode kedua sebesar 4,23 juta ton/tahun. Penggunaan alat berat dengan tipe dan kapasitas yang beda supaya lebih efektif dan efisien, maka jumlah alat berat yang diperlukan pada penambangan batu gamping adalah: backhoe Caterpillar CAT375 = 2-3 unit, dan dump truk IVECO MPC410E38H = 3-9 unit. Jumlah alat berat yang diperlukan untuk penambangan lempung adalah:

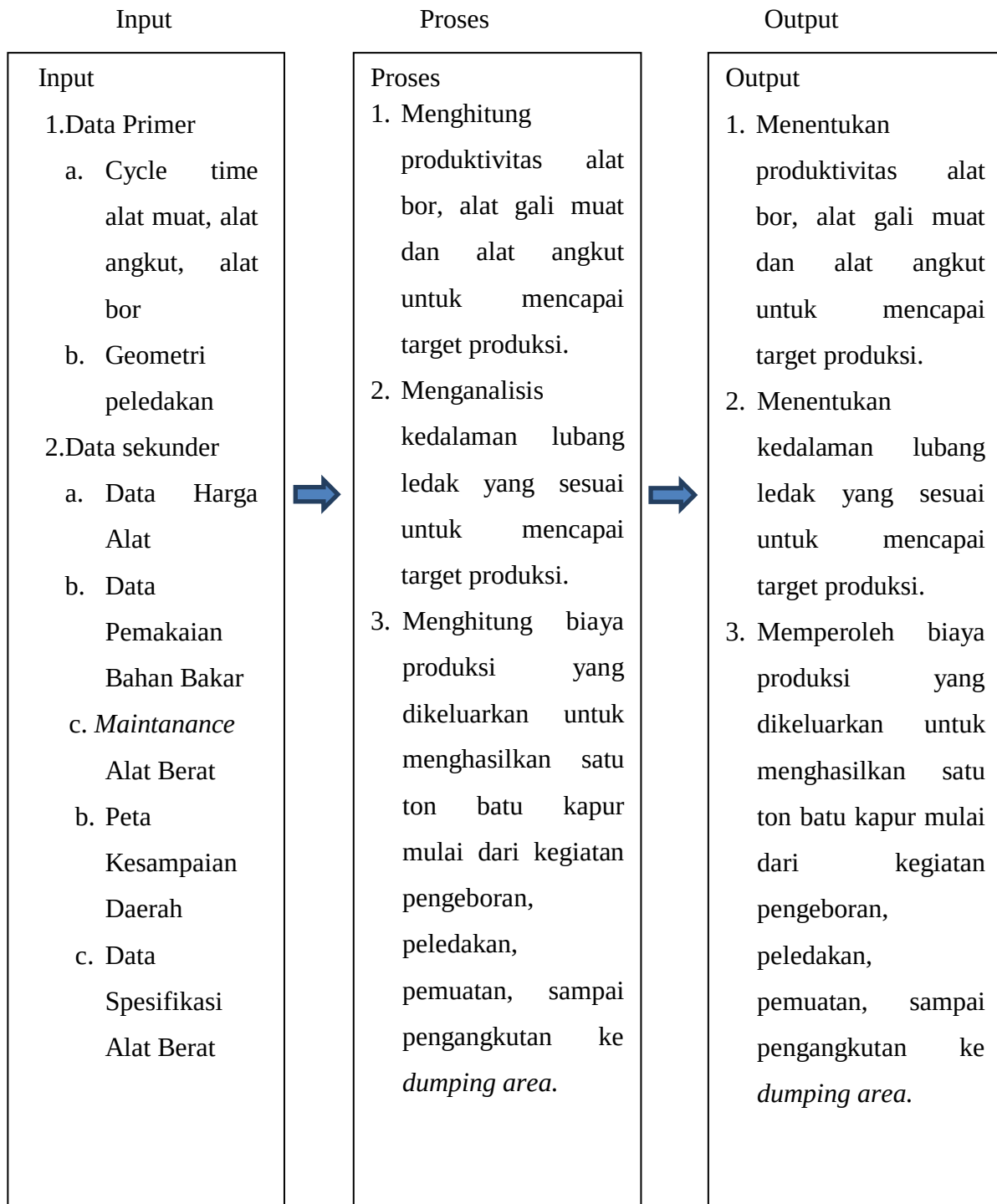
backhoe Caterpillar CAT375 = 1-2 unit, dump truck IVECO MPC410E38H=3-6 unit.

7. S.G Ercelebi dan A. Bascetin, dalam jurnal yang berjudul Optimization of Shovel-Truck System for Surface Mining. Penggunaan alat angkut truk pada tambang terbuka membutuhkan biaya operasional yang besar, berkisar antara 50-60% dari total biaya operasional. Untuk mengurangi biaya operasional tersebut, sangat penting untuk mengalokasi truk secara efisien. teori closed queueing network dan pemrograman linear digunakan untuk mengoptimalkan jumlah truk dan menekan biaya operasional truk.
8. Erick Ramadhani Syahputra, dalam skripsi yang berjudul “Studi Peningkatan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut di Tambang Terbuka Pit A Bengalon PT. Darma Henwa”. Upaya peningkatan produksi dalam penelitian ini dilakukan dengan penentuan jumlah alat angkut yang optimum pada area pemuatan berdasarkan analisis match factor dengan mempertimbangkan kapasitas bucket excavator dan bak truk yang sesuai. Selain itu upaya peningkatan produksi juga dilakukan dengan melakukan simulasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat seperti metode pemuatan, faktor pengisian bucket (bucket fill factor), dan nilai ketersediaan alat. Penentuan jumlah alat angkut optimal berdasarkan hasil pengolahan data lapangan untuk area pemuatan RH 200 (7001) dibutuhkan 4 unit Terex, area pemuatan RH 200 (7002) dibutuhkan 5 unit Terex, area pemuatan RH 340 (7003) dibutuhkan 5 unit Liebherr, area pemuatan RH 340 (7004) dibutuhkan 4 unit Liebherr dan 2 unit Komatsu, area pemuatan RH 340 (7005)

dibutuhkan 6 unit Liebherr, area pemuatan Hitachi Ex 5500 (7006) dibutuhkan 6 unit Komatsu, dan area pemuatan Hitachi Ex 5500 (7007) dibutuhkan 7 unit Komatsu. Hal ini dapat meningkatkan total produksi gabungan alat angkut dan alat muat yang pada awalnya bernilai 7390 bcm/jam menjadi 7583 bcm/jam. Setara dengan peningkatan sebesar 2,61 %.

9. Toni Mayyondra, dalam skripsi yang berjudul Kajian Teknis dan Perencanaan Biaya Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden Penambangan Batubara di PT. Karbindo Abesyapradhi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan total produksi alat gali muat aktual di PT. Karbindo Abesyapradhi adalah 104.910 BCM/ bulan dan alat angkut sebesar 84.590 BCM/ bulan dan target produksi pengupasan overburden belum terealisasi. Setelah dianalisis penyebab tidak tercapainya produksi adalah efisiensi penggunaan alat yang rendah dan alokasi alat angkut yang tidak cukup. Dengan meningkatkan efisiensi kerja alat dan menambah alat angkut, maka diperoleh total produksi alat gali muat sebesar 131.090 BCM/ bulan dan alat angkut sebesar 123.436 BCM/ bulan.

Kerangka Konseptual



Gambar 6. Kerangka Konseptual

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini antara lain:

1. Produktivitas alat bor *Furukawa HCR 1500 – ED II* adalah 1.519,86 ton/jam. Produktivitas alat gali muat *Backhoe Caterpillar 6030 (EC-03)* adalah 1.292,37 ton/jam. Produktivitas alat angkut *Dumptruck Komatsu HD 785-7* adalah 427,62 ton/jam, sehingga untuk mencapai target produksi 650.749 ton dibutuhkan 1 unit alat bor *Furukawa HCR 1500 – ED II*, 1 unit *Backhoe Caterpillar 6030 (EC-03)* dan 3 unit *Dumptruck Komatsu HD 785-7*.
2. Kedalaman lubang ledak yang sesuai untuk mencapai target produksi bulan april 2017 adalah 8.999,43 m
3. Biaya produksi per ton batu kapur dari *front* penambangan sampai *dumping area* yang harus dikeluarkan perusahaan pada bulan April 2017 adalah Rp 11.574,71 dan biaya produksi per ton batu kapur setelah dianalisis menjadi Rp 10.349, 08 sehingga perusahaan dapat menghemat biaya produksi sebesar 10, 58 %.

B. Saran

Saran pada penelitian ini antara lain:

1. Sebaiknya penggunaan alat mekanis lebih di optimalkan, karena dengan begitu perusahaan bisa menghemat biaya produksi.

2. Sebaiknya pada alat bor dilakukan *maintenance* alat yang terjadwal sehingga tidak adanya kerusakan pada alat yang menyebabkan berkurangnya jam kerja alat yang berdampak terhadap target kedalaman lubang ledak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Arie Yudha. 2016. "Evaluasi Produksi Alat Mekanis Untuk Pemindahan Overburden di PT. RiungMitra Lestari Site Rantau". Banjarmasin: Program Studi Teknik Pertambangan Univaersitas Lambung Mangkurat.
- Akhmad Rahmadi. 2015. "Analisis Produksi dan Biaya Alat Wheel Loader Pada Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Bahan Galian Bijih Besi di PT. Pacific Han Minindo Desa Tampang Kec Peleihari Kab Tanah Laut Kalsel". Banjarmasin: Program Studi Teknik Pertambangan Universitas lambung Mangkurat.
- Alfajri Rachmat Syahrul. 2014. "Analisis Biaya Operasional Alat Bor Rental dan Alat Bor Perusahaan Pada Kegiatan Pemboran Peledakan Job Site Karang Putih PT. Semen Padang". Padang: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
- Aminuddin. 2010. "Kajian Alternatif Pemilihan Alat Berat Untuk Memenuhi Target Produksi Lempung dan Batu Gamping di Lokasi Rencana Tambang Semen Sukabumi Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat". Bandung: Pusat Lingkungan Geologi
- Anonim. (2003). *Operation & Maintenance Manual Backhoe Komatsu HD 785-7*. Komatsu.
- Anonim. (2009). *Specification and Application Handbook 30th Edition*. Japan: Komatsu Ltd Tokyo.
- Erick Ramadhani Syahputra, 2008. "Studi Peningkatan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut di Tambang Terbuka Pit ABengalon PT. Darma Henwa". Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Faidullah Abdul Rofi. 2016. " Evaluasi Produksi dan Biaya Penambangan Batubara di PT. Kuansing Inti Makmur Kabupaten Muaro Bungo Provinsi Jambi. Padang: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
- Heru Cahyanto. 2016. "Optimasi Biaya Peledakan Pada Pembongkaran Lime Stone di Quarry Batu Gamping". Banjarmasin: Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat.