

**ANALISIS *SETTING FLEET* DENGAN PENERAPAN TEORI ANTRIAN
PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI *PIT* SUBAN
TAMBANG AIR LAYA PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK**

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Teknik Pertambangan



Oleh :

DESI ANGGRAINI

NIM. 1206369/2012

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

2017

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS *SETTING FLEET* DENGAN PENERAPAN TEORI ANTRIAN
PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI *PIT* SUBAN TAMBANG AIR LAYA
PT. BUKIT ASAM (PERSERO) TBK**

Nama : Desi Anggraini .
NIM/BP : 1206369/2012
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, 14 Juli 2017

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Drs. Sunarya, M.T
NIP: 19541230 198203 1 003

Pembimbing II



Adree Octova, S.Si., M.T
NIP: 19861028 201212 1 003

Mengetahui,

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



Drs. Raimon Kopa, MT
NIP: 19580313 198303 1 001

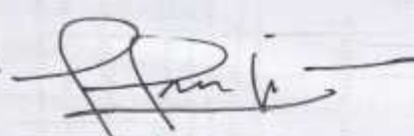
LEMBAR PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus setelah mempertahankan Skripsi di depan Tim Penguji
Skripsi Program studi S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Analisis *Setting Fleet* dengan Penerapan Teori Antrian pada
Pengupasan Overburden di Pit Suban Tambang Air Laya PT. Bukit
Asam (Persero) Tbk
Nama : Desi Anggraini
NIM/BP : 1206369/2012
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, 14 Juli 2017

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Sumarya, M.T	1. 
2. Sekretaris	: Adree Octova, S.Si., M.T	2. 
3. Anggota	: Dr. Rijal Abdullah, M.T	3. 
4. Anggota	: Dedi Yulhendra, S.T., M.T	4. 
5. Anggota	: Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T	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 : DESI ANGGRAINI
NIM/TM : 1206369/2012
Program Studi : S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

" Analisis Setting Fleet dengan Penerapan Teori Antrian pada
Pengupasan Overburden di Pit Suban Tambang Air Laya PT. Bukit
Acam (Persero) Tbk

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, 15 Agustus 2017

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

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



Management
System
ISO 9001:2008

BIODATA

I. DATA DIRI

Nama Lengkap : Desi Anggraini
TM/NIM : 2012 / 1206369
Tempat / Tanggal Lahir : Pekanbaru, 29 Desember 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Makmur Nauli Siregar
Nama Ibu : Evi Sulistri
Jumlah Saudara : 3 (Tiga)
Alamat Tetap : Jalan Harapan Nomor 22, Kecamatan Rumbai
Pesisir, Kelurahan Limbungan Baru, Pekanbaru,
Riau



II. DATA PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SDN 004 Pekanbaru
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 06 Pekanbaru
Sekolah Menengah Atas : SMAN 03 Pekanbaru
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. SKRIPSI

Tempat Penelitian : PT. Bukit Asam (Persero) Tbk
Tanggal Penelitian : 1 Agustus 2016 - 30 September 2016
Judul Skripsi : “Analisis *Setting Fleet* dengan Penerapan Teori Antrian pada Pengupasan Overburden di Pit Suban Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

RINGKASAN

Desi Anggraini.2017.

Analisis *Setting Fleet* dengan Penerapan Teori Antrian pada Pengupasan *Overburden* di *Pit* Suban Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan negara yang mengusahakan pertambangan batubara di Tanjung Enim, kecamatan Lawang Kidul, kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan dengan izin usaha pertambangan untuk tambang Air Laya seluas 7.700 Ha, Muara Tiga Besar 3.300 Ha, dan Banko Barat 4.300 Ha. Target produksi *pit* Suban periode Januari-Juni tahun 2017 untuk *overburden* sebesar 8.173.000 bcm. Target produksi *pit* Suban tahun 2016 adalah 21.651.534,90 Bcm *overburden* sedangkan produksi aktual hanya tercapai 75% atau sebesar 16.249.679,59 Bcm. Ketidakcapaian ini karena faktor kombinasi alat yang tidak sesuai sehingga menyebabkan terjadinya alat gali-muat yang menunggu atau terdapat antrian pada alat angkut saat akan dimuat oleh alat gali-muat. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencapai target produksi tahun 2017 adalah dengan melakukan *setting fleet* sehingga dapat dicapai kombinasi alat yang sesuai.

Alokasi *fleet* alat tambang utama untuk bulan Januari adalah 4 *fleet* yaitu 2 *fleet* PC 2000-8, 1 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Februari terdapat 5 *fleet* yaitu 2 *fleet* PC 2000-8, 2 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Maret terdapat 5 *fleet* yaitu 2 *fleet* PC 2000-8, 2 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan April terdapat 5 *fleet* yaitu 3 *fleet* PC 2000-8, 1 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Mei terdapat 5 *fleet* yaitu 3 *fleet* PC 2000-8, 1 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Juni terdapat 5 *fleet* yaitu 3 *fleet* PC 2000-8 dan 2 *fleet* PC 1250.

Pemilihan jumlah alat angkut dilakukan dengan menggunakan 2 cara yaitu berdasarkan produktivitas alat dan teori antrian. Jumlah alat angkut yang digunakan adalah sebanyak 30 unit berdasarkan produktivitas alat dan 27 unit berdasarkan teori antrian.

Kata kunci : *Setting Fleet*, Teori Antrian, Produksi

ABSTRACT

Desi Anggraini.2017.

Fleet Setting Analysis with Applying Queueing Theory in Overburden Removal at Pit Suban Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk is one of state mining companies which located at Tanjung Enim, Lawang Kidul districts, Muara Enim, Sumatera Selatan. It has a mining permit operation of coal with 7.700 hectare area for Air Laya mining, 3.300 hectare area for Muara Tiga Besar mining, and 4.300 hectare area for Banko Barat mining. Overburden production target for pit Suban on January-June 2017 is 8.173.000 Bcm. Overburden production target for pit Suban in 2016 is 21.651.534,90 but the actual production is only 75% from the target, it is only 16.249.679,59 Bcm. Inaccessibility of target is caused by the combination of mining tolls is not appropriate so the dig-load toll is waiting for the transport tolls or there are transport tolls queueing. One of the ways to achieve the production target in 2017 is doing fleet setting so the appropriate tolls combination can be achieved.

Fleet allocation mining equipments for January is 4 fleets consist of 2 fleets PC 2000-8, 1 fleet PC 1250, dan 1 fleet PC 800-SE7. February uses 5 fleets consist of 2 fleets PC 2000-8, 2 fleets PC 1250, dan 1 fleet PC 800-SE7. There are 5 fleets on March consists of 2 fleets PC 2000-8, 2 fleets PC 1250, dan 1 fleet PC 800-SE7. There are 5 fleets on April consist of 3 fleets PC 2000-8, 1 fleet PC 1250, dan 1 fleet PC 800-SE7. There are 5 fleets on May consist of 3 fleets PC 2000-8, 1 fleet PC 1250, dan 1 fleet PC 800-SE7. Last, there are 5 fleets on June 3 fleets PC 2000-8 dan 2 fleets PC 1250.

For choosing the total of transport tolls are doing by equipment productivity and queueing teory. The total of transport tolls are 30 units according to equipment productivity and 25 units according to queueing theory.

Key words: Setting Fleet, queueing teory, production

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis mohonkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia yang dilimpahkanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan sebaik – baiknya, shalawat beserta salam penulis sampaikan untuk Nabi Muhammad SAW.

Penyelesaian Skripsi ini berdasarkan kegiatan pengambilan data yang dilakukan di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Kabupaten Muara Enim, Propinsi Sumatera Selatan. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Judul Skripsi ini adalah **“Analisis *Setting Fleet* dengan Penerapan Teori Antrian pada Pengupasan *Overburden* di *Pit Suban Tambang Air Laya PT.Bukit Asam (Persero) Tbk*”**.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas semua fasilitas, bantuan, bimbingan dan saran yang diberikan kepada penulis. Ucapan terimakasih tersebut penulis ajukan kepada:

1. Teristimewa Kedua Orang Tua tercinta yang tidak henti-hentinya memberikan doa, kasih sayang dan dukungan yang sangat luar biasa baik secara moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan lancar.
2. Bapak Drs. Sumarya, M.T dan Bapak Adree Octova, S.Si, M.T, selaku pembimbing yang telah banyak membantu dan memberikan arahan kepada penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.

3. Bapak DR. Rijal Abdullah, M.T, Bapak Dedi Yulhendra, S.T, M.T, dan Ibu Yoszi Mingsi Anaperta, S.T, M.T selaku Penguji sidang skripsi.
4. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T, sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Devi Darwis, selaku Manajer Penambangan Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang telah memberi izin kepada penulis untuk melakukan penelitian Skripsi.
6. Bapak Justino Leovigildo M, Asisten Manajer Penambangan Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang senantiasa membantu dan membimbing penulis selama proses Skripsi.
7. Seluruh karyawan Penambangan Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Kakak Fita Ramadhanni, S.T, adikku Firman Saputra dan M. Zam Rizal serta teman-teman angkatan 2012 Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki isi dari Skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis sendiri. Terima Kasih.

Padang, 14 Juli 2017

Desi Anggraini

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
BIODATA	iv
RINGKASAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Deskripsi Perusahaan	6
1. Sejarah Perusahaan.....	6
2. Visi dan Misi Perusahaan.....	8

B. Lokasi dan Kesampaian Daerah	9
C. Keadaan Geologi.....	11
1. Keadaan Geologi Regional.....	11
2. Keadaan Geologi Lokal.....	12
3. Keadaan Topografi.....	15
4. Keadaan Stratigrafi.....	15
D. Cadangan dan Kualitas Batubara	18
E. Iklim dan Curah Hujan.....	19
F. Struktur Organisasi Perusahaan	20
G. Kegiatan Penambangan	21
H. Dasar Teori.....	23
1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat	23
a. Pola Pemuatan	23
b. Faktor Pengembangan Material (<i>Swell Factor</i>)	28
c. <i>Bucket Fill Factor</i>	30
d. Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	31
e. Ketersediaan Alat Mekanis.....	33
f. Sinkronisasi Alat Muat dan Alat Angkut	36
g. Produktivitas Alat.....	37
2. Alat-Alat Penunjang dalam Proses Penambangan	38
a. Alat Gusur	38
b. Alat Gali-Muat.....	42
c. Alat Angkut	43

d. Alat Pemadat (<i>Compactor</i>).....	45
e. <i>Bucket Wheel Excavator</i>	46
3. Teori Antrian	47
a. Pengertian Teori Antrian	47
b. Elemen-Elemen Pokok dalam Sistem Antrian	49
c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Analisis Antrian	51
d. Notasi Model Antrian	56
e. Karakteristik Sistem Antrian Putaran	57
f. Karakteristik Sistem Keseimbangan Pelayanan	59
4. Kerangka Konseptual	60
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	62
A. Jenis Penelitian.....	62
B. Teknik Pengambilan Data.....	62
C. Teknik Pengolahan Data	65
D. Diagram Alir Penelitian	66
E. Waktu dan Jadwal Kegiatan	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	69
A. Populasi Alat yang Tersedia	69
B. Target Produksi.....	69
C. Perhitungan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut.....	70
D. Rencana Kebutuhan Alat untuk Mencapai Target Produksi.....	78
BAB V PENUTUP.....	133
A. Kesimpulan	133

B. Saran	134
DAFTAR PUSTAKA.....	136
LAMPIRAN.....	138

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Target dan Realisasi Produksi <i>pit</i> Suban Tahun 2016.....	2
Tabel 2.	Cadangan Batubara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk	18
Tabel 3.	Data Curah Hujan Bulanan 2007-2016	20
Tabel 4.	<i>Swell Factor</i> dan <i>Density</i> Insitu Berbagai Material	30
Tabel 5.	<i>Bucket Fill Factor</i>	31
Tabel 6.	Uraian Kegiatan dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	68
Tabel 7.	Populasi Alat PT. Pamapersada Nusantara	69
Tabel 8.	Target Produksi	70
Tabel 9.	Efisiensi Kerja	70
Tabel 10.	<i>Cycle Time</i> Alat Angkut.....	73
Tabel 11.	Rekapitulasi Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	77
Tabel 12.	Estimasi <i>Lost Time</i> 2017	78
Tabel 13.	Jam Kerja Efektif Tahun 2017	78
Tabel 14.	Jumlah <i>Fleet</i> dan Kebutuhan Alat Gali-Muat (Simulasi 1).....	79
Tabel 15.	Jumlah <i>Fleet</i> dan Kebutuhan Alat Gali-Muat (Simulasi 2).....	80
Tabel 16.	Jumlah <i>Fleet</i> dan Kebutuhan Alat Gali-Muat (Simulasi 3).....	80
Tabel 17.	Kebutuhan Alat Angkut Berdasarkan Produktivitas Alat	83
Tabel 18.	Probabilitas Antrian PC 2000-8 dengan HD 785-7 Januari-Maret 2017.....	87
Tabel 19.	Probabilitas Antrian PC 1250 dengan HD 785-7 Januari-Maret 2017.....	96
Tabel 20.	Probabilitas Antrian PC 800-SE7 dengan HD 785-7 Januari-Maret	

	2017.....	103
Tabel 21.	Probabilitas Antrian PC 2000-8 dengan HD 785-7 April-Juni	
	2017.....	110
Tabel 22.	Probabilitas Antrian PC 1250 dengan HD 785-7 April-Juni	
	2017.....	119
Tabel 23.	Probabilitas Antrian PC 800-SE7 dengan HD 785-7 April-Juni	
	2017.....	127
Tabel 24.	Jumlah Alat Angkut dengan Penerapan Teori Antrian	132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta Lokasi Kesampaian Daerah	10
Gambar 2.	Foto Udara Lokasi Tambang PT. Bukit Asam (Persero) Tbk ..	10
Gambar 3.	Peta Geologi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE	12
Gambar 4.	Kolom Stratigrafi Tambang Air Laya	17
Gambar 5.	Grafik Curah Hujan Tahun 2007-2016.....	20
Gambar 6.	Pola Pemuatan <i>Top Loading</i>	24
Gambar 7.	Pola Pemuatan <i>Bottom Loading</i>	25
Gambar 8.	<i>Bulldozer</i>	36
Gambar 9.	<i>Dozer Shovel</i>	37
Gambar 10.	<i>Scraper</i>	38
Gambar 11.	<i>Motor Grader</i>	39
Gambar 12.	<i>Back Hoe</i>	40
Gambar 13.	<i>Shovel</i>	40
Gambar 14.	<i>Truck</i>	41
Gambar 15.	<i>Belt Conveyor</i>	42
Gambar 16.	<i>Compactor</i>	43
Gambar 17.	<i>Bucket Wheel Excavator</i>	44
Gambar 18.	<i>Single Chanel Single Phase</i>	51
Gambar 19.	<i>Single Chanel Multi Phase</i>	52
Gambar 20.	<i>Multi Chanel SinglePhase</i>	52
Gambar 21.	<i>Multi Chanel Multi Phase</i>	53
Gambar 22.	Fase dari Sistem Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	55

Gambar 23.	Kerangka Konseptual Penelitian	58
Gambar 24.	Diagram Alir Penelitian.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.	Spesifikasi <i>Mine Brand</i> Batubara Air Laya	138
Lampiran B.	Spesifikasi <i>Market Brand</i> Batubara PT. Bukit Asam	140
Lampiran C.	Struktur Organisasi PT.Bukit Asam.....	141
Lampiran D.	Struktur Organisasi Satker Tambang Air Laya	142
Lampiran E.	Spesifikasi <i>Hydraulic Excavator</i>	143
Lampiran F.	Spesifikasi <i>High Dump</i> Komatsu 785-7.....	146
Lampiran G.	<i>Cycle Time Excavator</i>	147
Lampiran H.	Analisis <i>Setting Fleet</i> (Simulasi 1).....	150
Lampiran I.	Analisis <i>Setting Fleet</i> (Simulasi 2).....	153
Lampiran J.	Analisis <i>Setting Fleet</i> (Simulasi 3).....	156
Lampiran K	Kebutuhan Alat Angkut Setiap <i>Fleet</i> Berdasarkan Produktivitas Alat	159
Lampiran L.	Kebutuhan Alat Angkut Setiap <i>Fleet</i> dengan Teori Antrian..	160
Lampiran M.	Analisis Kebutuhan <i>Dozer</i>	157

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan negara yang mengusahakan pertambangan batubara di Sumatera Selatan. PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang berkantor pusat di Tanjung Enim, kecamatan Lawang Kidul, kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan merupakan perusahaan dengan izin usaha pertambangan untuk tambang Air Laya seluas 7.700 Ha, Muara Tiga Besar 3.300 Ha, dan Banko Barat 4.300 Ha.

Metode penambangan yang diterapkan di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk adalah tambang terbuka dengan sistem konvensional dan *continuous mining*. Sistem konvensional merupakan kombinasi antara alat gali utama *Excavator Backhoe* dan alat angkut berupa *Dump Truck*. Sedangkan sistem *continuous mining* menggunakan *Bucket Wheel Excavator System* yang merupakan suatu sistem penambangan yang terus menerus.

Kegiatan pengupasan *overburden* dan batubara di tambang Air Laya *pit* Suban dilakukan dengan penggalian oleh alat gali-muat *excavator* dan alat angkut *dump truck*. Kegiatan pengupasan *overburden* dan batubara ini dilakukan oleh kontraktor yaitu PT. Pamapersada Nusantara serta diawasi oleh PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Kegiatan pengupasan *overburden* dilakukan dengan memperhatikan rencana produksi *overburden* pada *pit* tersebut. Peralatan produksi pada operasi penambangan merupakan sarana produksi yang penting untuk mencapai sasaran produksi akhir yang telah ditentukan perusahaan. Pentingnya memperkirakan produksi dari alat muat dan alat angkut

ini karena ada kaitannya dengan target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan.

Alat gali-muat yang digunakan untuk penggalian *overburden* adalah Komatsu PC 2000-8, komatsu PC 1250, dan komatsu PC 800-SE7. Sedangkan untuk pengangkutan *overburden* menggunakan komatsu HD 785-7. Adapun target produksi dan realisasi produksi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk untuk *pit* Suban tahun 2016 dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Target dan Realisasi Produksi *pit* Suban Tahun 2016

Material	Target Produksi	Realisasi	Persentase
Overburden	21.651.534,90 bcm	16.249.679,59 bcm	75%
Batubara	3.302.732,97 ton	2.594.727,34 ton	79%

Tidak tercapainya target produksi ini disebabkan oleh jam kerja efektif tidak mencapai target yang telah direncanakan dan kombinasi alat gali-muat dengan jumlah angkut tidak sesuai. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada beberapa *fleet* terdapat antrian alat angkut saat akan dimuat oleh alat gali-muat dan pada *fleet* lain terdapat alat gali-muat yang menunggu kedatangan alat angkut. Pada *fleet* PC 2000-8 memiliki nilai MF 1,13, *fleet* PC 1250 memiliki nilai MF 0,95, dan *fleet* PC 800-SE7 memiliki nilai MF 1,43.

Penentuan kebutuhan alat gali-muat dan jumlah alat angkut sangat berpengaruh untuk pencapaian target produksi. Penentuan kombinasi alat gali-muat ini akan menentukan *setting fleet* yang akan diterapkan. Jumlah alat yang berlebih mengakibatkan biaya produksi meningkat, sedangkan jumlah alat yang sedikit akan mengurangi produksi tambang. Kondisi ideal dalam proses pemuatan dan pengangkutan sulit dicapai. Tetapi, hal ini dapat diupayakan

dengan melakukan efisiensi terhadap jumlah alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan. Penentuan jumlah alat ini dilakukan berdasarkan produktivitas alat yang digunakan dan penerapan teori antrian. Penentuan alat berdasarkan produktivitas alat adalah menentukan jumlah alat yang digunakan berdasarkan kemampuan alat gali-muat dan kemampuan alat angkut. Sedangkan teori antrian adalah menentukan jumlah alat angkut dengan mempertimbangkan jumlah alat angkut yang mampu dilayani oleh alat gali-muat persatuan waktu dan tingkat kedatangan alat angkut. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah alat angkut yang sesuai untuk menghindari alat gali-muat menunggu kedatangan alat angkut dan antrian alat angkut.

Oleh karena itu penelitian ini mengangkat judul **“Analisis *Setting Fleet* dengan Penerapan Teori Antrian pada Pengupasan *Overburden* di Pit Suban Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Produksi pada tahun 2016 yang tidak mencapai target yang telah direncanakan.
2. Jam kerja efektif tidak sesuai dengan yang telah direncanakan.
3. Kombinasi alat gali-muat dan alat angkut pada beberapa *fleet* tidak sesuai sehingga menyebabkan terjadinya antrian alat angkut di *front* penambangan.
4. Terdapat alat gali-muat yang menunggu untuk melayani alat angkut.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah penelitian pada:

1. Lokasi penelitian ini hanya di *pit* Suban Tambang Air Laya.
2. Penentuan kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut dilakukan pada bulan Januari 2017-Juni 2017.
3. Data target produksi yang digunakan adalah data target produksi dari perusahaan.
4. Untuk penentuan kombinasi alat gali-muat berdasarkan produktivitas alat, sedangkan untuk penentuan jumlah alat angkut berdasarkan produktivitas alat dan teori antrian.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa jam kerja efektif untuk bulan Januari hingga Juni 2017?
2. Bagaimana kombinasi alat gali-muat yang digunakan untuk setting *fleet* dalam kegiatan pengupasan *overburden* bulan Januari hingga Juni 2017 ?
3. Berapa jumlah alat angkut yang dibutuhkan untuk kegiatan pengupasan *overburden* bulan Januari hingga Juni 2017 berdasarkan produktivitas alat?
4. Berapa jumlah dan lamanya alat angkut menunggu pada saat dimuat oleh alat gali- muat dan pada penumpahan material di *disposal* berdasarkan penerapan teori antrian?
5. Berapa jumlah alat angkut yang dibutuhkan untuk kegiatan pengupasan *overburden* bulan Januari hingga Juni 2017 berdasarkan penerapan teori antrian.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghitung jam kerja efektif untuk bulan Januari 2017 hingga Juni 2017.
2. Menentukan kombinasi alat gali-muat yang digunakan untuk setting *fleet* dalam kegiatan pengupasan *overburden* bulan Januari hingga Juni 2017.
3. Menghitung kebutuhan alat angkut yang dibutuhkan setiap alat gali-muat untuk kegiatan pengupasan *overburden* berdasarkan produktivitas alat.
4. Menghitung jumlah dan lamanya alat angkut menunggu pada saat dimuat oleh alat gali- muat dan pada penumpahan material di *disposal* berdasarkan penerapan teori antrian.
5. Menghitung jumlah alat angkut yang dibutuhkan setiap alat gali-muat untuk kegiatan pengupasan *overburden* berdasarkan penerapan teori antrian.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai salah satu pertimbangan perusahaan untuk menentukan kombinasi alat gali-muat dan jumlah alat angkut yang digunakan agar kondisi ideal dalam proses pemuatan dan pengangkutan dapat dicapai.
2. Sebagai masukan kepada perusahaan mengenai hasil penelitian yang diperoleh, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk melakukan proses selanjutnya.
3. Sebagai referensi penelitian mengenai kajian teknis untuk menentukan kombinasi alat yang sesuai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Perusahaan

1. Sejarah PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk memulai kegiatan eksplorasi pada tahun 1915 hingga tahun 1918 dan mulai memproduksi pada tahun 1919. Pertambangan batubara di Tanjung Enim dimulai sejak zaman kolonial Belanda tahun 1919 dengan menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*) di wilayah operasi pertama, yaitu di Tambang Air Laya (TAL). Kemudian dilanjutkan dengan metode penambangan bawah tanah. Selanjutnya mulai 1923 beroperasi dengan metode penambangan bawah tanah (*underground mining*) dari tahun 1923 hingga tahun 1940. Tahun 1938 dimulai produksi untuk kepentingan komersil.

Pemerintah Republik Indonesia kemudian mengesahkan pembentukan Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA) pada tahun 1950. Kemudian 1981, PN TABA kemudian mengalami perubahan status menjadi Perseroan Terbatas dengan nama PT. Tambang Batubara Bukit Asam (Persero), Tbk yang lebih disebut dengan perseroan. Untuk meningkatkan pengembangan industri batubara di Indonesia, pada 1990 Pemerintah menetapkan penggabungan Tambang Batubara dengan Perseroan sesuai dengan program pengembangan ketahanan energi nasional, pada 1993 Pemerintah menugaskan Perseroan untuk mengembangkan usaha briket batubara. Pada 23 Desember 2002, Perseroan

mencatatkan diri sebagai perusahaan publik di Bursa Efek Indonesia dengan kode “PT BA”.

Ditinjau dari lembaga yang mengurusnya sampai saat ini PT. Bukit Asam (Persero) Tbk secara berturut – turut dikelola oleh:

- a. Tahun 1919-1942 oleh pemerintah Belanda
- b. Tahun 1942-1945 oleh pemerintah militer Jepang
- c. Tahun 1945-1947 oleh pemerintah Republik Indonesia
- d. Tahun 1947-1949 oleh pemerintah Belanda (agresi militer)
- e. Tahun 1950 sampai dengan tahun sekarang oleh pemerintah Republik Indonesia.

Sebagai sebuah perseroan dengan status Badan Usaha Milik Negara (BUMN), PT. BA turut serta dalam melaksanakan dan menunjang kebijakan serta program pemerintah dibidang pembangunan ekonomi nasional. PT. BA mempunyai komitmen tinggi untuk melakukan kegiatan penambangan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan serta prinsip-prinsip penambangan yang baik (*good mining practices*) guna mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, yang terdiri dari tiga dimensi yang saling terkait yaitu ekonomi, lingkungan dan sosial. Untuk menunjukkan komitmen tersebut PT. Bukit Asam (Persero) Tbk melakukan kegiatan usaha sebagai berikut:

- a. Mengusahakan pertambangan, meliputi : penyelidikan umum, eksplorasi, eksploitasi, pengolahan, pemurnian, pengangkutan dan perdagangan bahan-bahan galian terutama batubara.

- b. Mengusahakan pengolahan lebih lanjut atas hasil produksi bahan-bahan galian terutama batubara.
- c. Memperdagangkan hasil produksi di dalam dan di luar negeri, sehubungan dengan usaha perseroan, baik hasil sendiri maupun hasil produksi pihak lain.
- d. Mengusahakan atau mengoperasikan pelabuhan dan dermaga khusus batubara, baik untuk kebutuhan sendiri maupun kebutuhan pihak lain.
- e. Mengusahakan atau mengoperasikan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), baik untuk kebutuhan sendiri maupun kebutuhan pihak lain.

2. Visi, Misi dan Nilai Perusahaan

- a. Visi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk
Perusahaan energi kelas dunia yang peduli lingkungan.
- b. Misi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk
Mengelola sumber energi dengan mengembangkan kompetensi korporasi dan keunggulan insani untuk memberikan nilai tambah maksimal bagi *stakeholder* dan lingkungan.
- c. Nilai PT. Bukit Asam (Persero) Tbk
 - 1) Visioner
Mampu melihat jauh ke depan dan membuat proyeksi jangka panjang dalam pengembangan bisnis.
 - 2) Integritas
Menedepankan perilaku terpercaya, terbuka, positif, jujur, berkomitmen dan bertanggung jawab.

3) Inovatif

Selalu bekerja dengan kesungguhan untuk memperoleh terobosan baru untuk menghasilkan produk dan layanan terbaik dari sebelumnya.

4) Profesional

Melaksanakan semua tugas sesuai dengan kompetensi, dengan kreativitas, penuh keberanian komitmen penuh, dalam kerjasama untuk keahlian yang terus menerus meningkat.

5) Sadar biaya dan lingkungan

Memiliki kesadaran tinggi dalam setiap pengolahan aktifitas dengan menjalankan usaha atau asas manfaat yang maksimal dan kepedulian lingkungan.

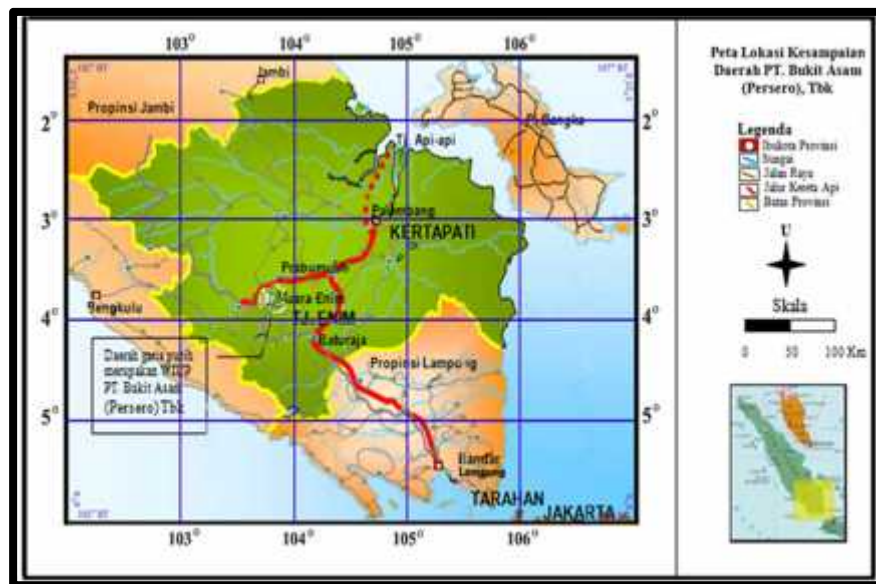
B. Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, berlokasi di daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dapat ditempuh melalui jalan darat dengan jarak tempuh $\pm$ 200 kilometer dari kota Palembang atau $\pm$ 190 kilometer dengan kereta api kearah Barat Daya. Untuk bisa sampai ke lokasi penelitian jika dimulai dari kota Padang ditempuh dengan transportasi darat menuju ke kota Tanjung Enim, membutuhkan waktu tempuh selama 14-15 jam.

Wilayah Izin Usaha Penambangan (WIUP) PT. Bukit Asam (Persero) Tbk terletak di daerah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten

Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada posisi $3^{\circ} 42' 30''$ LS – $4^{\circ} 47' 30''$ LS dan $103^{\circ} 45' 00''$ BT - $103^{\circ} 50' 10''$ BT.

Untuk selengkapnya dapat dilihat peta regional PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE (**Gambar 1 dan Gambar 2**)



Gambar 1. Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT. Bukit Asam (Persero), Tbk

Sumber: Satuan Kerja Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam (Persero), Tbk



Gambar 2. Foto Udara Lokasi Tambang PT. Bukit Asam (Persero), Tbk

Sumber: Satuan Kerja Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam (Persero), Tbk

C. Keadaan Geologi

1. Keadaan Geologi Regional

Struktur geologi regional Pulau Sumatera terutama Sumatera Selatan merupakan bagian dari pola struktur geologi yang dikontrol oleh pergerakan lempeng benua Asia yang bertumbukan dengan lempeng Samudra Hindia-Australia, salah satunya yaitu dari Sumatera. Cekungan Sumatera Selatan merupakan salah satu dari cekungan-cekungan yang terbentuk, dimana klasifikasi tektonik di Indonesia termasuk gerak rotasi yang berlawanan arah jarum jam sebesar 42° . Peta geologi regional PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Secara garis besar struktur geologi regional Sumatera meliputi:

- a. Zona Sesar Semangko (Sesar Sumatera) yang merupakan hasil tumbukan konvergen antara lempengan samudra Hindia ke arah timur laut dengan Sumatera, akibatnya timbul gerak rotasi *right lateral* antara lempeng Samudra Hindia dan Pulau Sumatera.
- b. Perlipatan dengan *arah* barat-laut tenggara akibat efek pilahan gaya kopel Sesar Samangko.
- c. Sesar-sesar yang berasosiasi dengan perlipatan dan sesar pra-tercier yang mengalami peningkatan lebih lanjut.

Sumber: Satuan Kerja Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam (Perseo) Tbk

a. Formasi Lahat

Formasi Lahat merupakan formasi tertua yang tersingkap di cekungan Sumatera Selatan yang terdiri dari sedimen klastik yang berasal dari material vulkanik, tersusun atas *tuff*, aglomerat, batu pasir kasar, batu lempung, batu pasir tufaan, dan breksi. Dibagian cekungan yang dalam, ukuran butiran litologinya sangat halus, terdiri dari batu lempung serta serpi dengan batubara dan *glaukonit* yang menunjukkan lingkungan antara air laut dan air tawar sampai air payau, yang disebut dengan anggota benakat.

Formasi ini menipis dan menghilang pada sayap antiklin Pendopo. Ketebalan di daerah Pendopo ± 200 meter diendapkan selama *Eosen-Oligosen*.

b. Formasi Talang Akar

Formasi ini terdiri dari anggota gritsan (GRM) dan anggota transisi (TRM) lokasi tipenya di sumur limau kurang lebih barat daya Prabumulih dengan nama asal “Talang Akar *Stage*”. Anggota gritsan terdiri dari batu pasir hingga sangat kasar dengan interkalasi serpih dan lanau yang diendapkan tidak selaras di atas Formasi Lahat selama *Oligosen* dalam ketebalan 550 meter.

c. Formasi Baturaja

Formasi Baturaja diendapkan selaras di atas Formasi Talang Akar, formasi ini berumur Miosen Bawah yang tersusun oleh napal, batu lempung berlapis dan batu lempung terumbu. Ketebalan formasi ini berkisar antara 0 - 160 meter.

d. Formasi Gumai

Formasi Gumai diendapkan selaras di atas Baturaja yang berumur Miosen Bawah sampai Miosen Tengah. Formasi Gumai tersusun serpih dengan sisipan napal dan batu gamping dibagian bawah. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah laut dalam dengan ketebalan antara 300 – 2.200 meter.

e. Formasi Air Benakat

Formasi ini diendapkan selaras di atas Formasi Gumai yang berumur Miosen Tengah, formasi ini tersusun oleh batu lempung pasir dan pasir glaukolit. Diendapkan pada lingkungan laut neritik dan berangsur menjadi dangkal dengan ketebalan 100 - 800 m.

f. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim diendapkan selaras di atas Formasi Air Benakat, formasi ini berumur Miosen atas yang tersusun oleh pasir lempungan, pasir lempung dan batubara dan merupakan indikasi yang mengandung batubara. Formasi ini merupakan hasil pengendapan lingkungan laut neritik sampai rawa.

Di daerah Tambang Air Laya, Formasi Muara Enim tertindih oleh endapan sungai yang tidak selaras. Endapan sungai yang berumur kuartar belum mengalami pemadatan secara sempurna. Ketebalan formasi ini berkisar antara 150 - 750 meter.

g. Formasi Kasai

Formasi Kasai diendapkan selaras di atas Formasi Muara Enim. Formasi ini tersusun oleh pasir tufaan, pasir lempung dan sisipan batubara tipis. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah daratan sampai transisi. Formasi Muara Enim merupakan endapan rawa sebagai fase akhir yang menghasilkan endapan batubara yang penting seperti endapan pada Bukit Asam.

3. Keadaan Topografi

Topografi Tambang Air Laya (TAL) secara umum berupa dataran rendah dibagian utara dan timur dengan ketinggian ± 50 m serta bagian selatan dan barat berupa dataran tinggi dengan ketinggian ± 115 m. Ada beberapa bukit yang membentuk dataran tinggi dibagian daerah TAL yaitu Bukit Murman, Bukit Munggu, Bukit Tupuan, dan Bukit Asam. Sungai terdekat yang mengalir di daerah TAL adalah Sungai Enim (Air Enim) di sebelah timur dan Sungai Lawai (Air Lawai) di sebelah barat. Bagian utara dari Tambang Air Laya merupakan daerah terendah yang berada pada batas wilayah operasi penambangan PT. BA. Pada sisi bagian Timur banyak terdapat beberapa buah sungai-sungai kecil yang bermuara pada Sungai Lawai.

4. Keadaan Stratigrafi

Pola struktur stratigrafi Tambang Air Laya (TAL) dipengaruhi faktor utama yaitu proses intrusi batuan beku andesit. Litologi yang utama dijumpai di daerah Tambang Air Laya termasuk dalam Formasi Muara Enim. Kolom stratigrafi Tambang Air Laya dapat dilihat pada **Gambar 4**. Litologi yang ada di daerah Tambang Air Laya adalah sebagai berikut:

a. Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Berupa material yang terdiri dari *top soil*, batupasir halus, batulanau, bentonit, dan tanah timbunan bekas tambang lama, sedangkan ketebalan lapisan tanah penutup ini berkisar antara 85 – 120 m.

b. Lapisan Batubara Mangus A1

Umumnya dicirikan dengan adanya pengotoran berupa tiga pita tanah liat, ketebalan lapisan berkisar antara 6,5 – 10 meter.

c. Lapisan antara (*interburden*) A1 dan A2

Terdiri dari batu lempung dan batu pasir tuffan dengan ketebalan berkisar antara 0,5 – 2 meter.

d. Lapisan Batubara Mangus A2

Lapisan ini dicirikan oleh adanya silika di bagian atas dan ketebalannya berkisar 9,0 – 12,9 meter.

e. Lapisan antara (*interburden*) A2 dan B1

Lapisan ini terdiri dari batu lempung lanauan yang ketebalan lapisan berkisar 15 – 23 meter.

f. Lapisan Batubara B1

Terdiri dari batu lempung dengan ketebalan lapisan berkisar 2 – 5 meter.

g. Lapisan Batubara B2

Lapisan ini mengandung satu lapisan tipis batu lempung dan mempunyai ketebalan berkisar antara 4 - 5 meter.

h. Lapisan antara (*interburden*) B2 dan C

Lapisan ini terdiri dari batu pasir, batu lanau lempungan dan ketebalannya berkisar 25 – 40 meter.

D. Cadangan dan Kualitas Batubara

Jumlah cadangan batubara yang terdapat pada lokasi PT. Bukit Asam

Unit Penambangan Tanjung Enim dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Cadangan Batubara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

Nama Daerah	CADANGAN (juta ton)			
	Terukur (Measured)	Terindikasi (Indicated)	Tereka (Inferred)	Jumlah
Air Laya	138	-	-	138
Arahan Utara	-	180	50	230
Arahan Selatan	-	226	73	299
Air Selero	-	73	-	73
Banko Barat	560	-	-	560
Banko Tengah	-	308	570	878
Banko Selatan	-	580	-	580
Banjar Sari	-	95	800	895
Bukit Bunian	-	18	-	18
Bukit Kendi	14	53	154	221
Kungkulan	-	36	-	36
Muara Tiga Besar Utara	371	-	-	371
Muara Tiga Besar Selatan	-	86	100	186
Sukamerindu	-	32	-	32
Suban Jeriji Timur	-	325	-	325
Suban Jeriji Utara	-	502	95	597
Total	1.083	2.514	1.842	5.439

Sumber : Satuan Kerja Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

Kualitas batubara di Tambang Air Laya terdiri atas:

1. AL 50 (4.901-5.200 kkal/kg, ar)
2. AL 52 (5.201-5.500 kkal/kg, ar)
3. AL 55 (5.501-5.800 kkal/kg, ar)
4. AL 58 (5.801-6.100 kkal/kg, ar)

5. AL 61 (6.101-6.400 kkal/kg, ar)
6. AL 64 (6.401-6.700 kkal/kg, ar)
7. AL 67 (6.701-7.100 kkal/kg, ar)
8. AL 72 (7.101 < kkal/kg, ar)

Produk batubara hasil dari proses penambangan di bukit asam dikenal dengan istilah *mine brand*. Spesifikasi *mine brand* batubara di Tambang Air Laya terlampir pada **Lampiran A**. Sedangkan *market brand* adalah nama produk batubara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang siap dipasarkan. Penamaan *market brand* ini berdasarkan nilai kalori. Spesifikasi *market brand* batubara produksi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk terlampir pada **Lampiran B**. *Market brand* PT. Bukit Asam (Persero) Tbk adalah sebagai berikut:

1. Bukitasam - 45 (4.400 - 4.600 kkal/kg, ar)
2. Bukitasam - 50 (4.900 - 5.100 kkal/kg, ar)
3. Bukitasam - 55 (5.400 - 5.600 kkal/kg, ar)
4. Bukitasam - 64 (6.300 - 6.500 kkal/kg, ar)

E. Iklim dan Curah Hujan

Data curah hujan di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim (UPTE) untuk tahun 2007-2016 dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **Gambar 5**. Curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli 2015 yaitu 26,3 mm/bulan dan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Mei 2013 yaitu 663,9 mm/bulan.

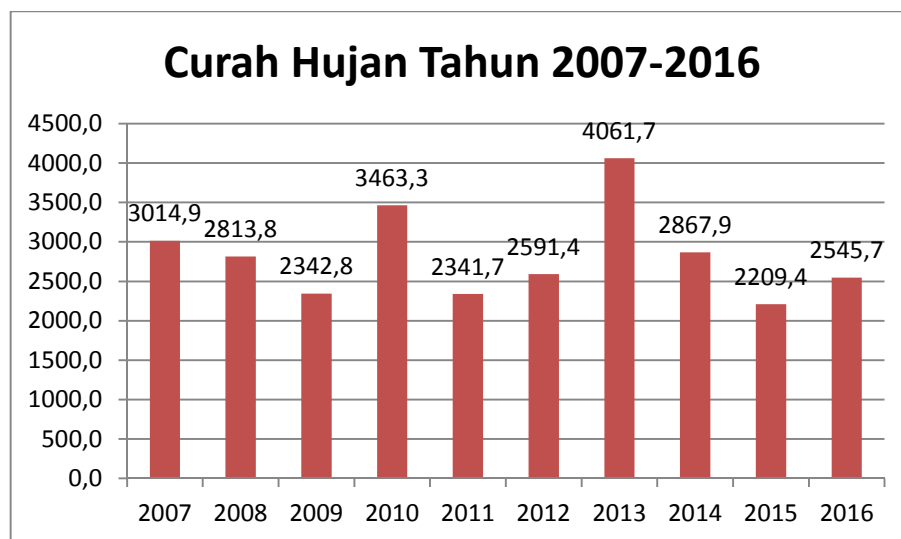
**Tabel 3. Data Curah Hujan Bulanan 2007-2016 PT. Bukit Asam
(Persero) Tbk UPTE**

Tahun	Bulan											
	Jan	Febr	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
2007	411,1	349,0	400,7	317,5	211,4	132,2	122,7	116,2	132,6	216,3	261,0	344,2
2008	402,4	162,8	279,2	372,2	147,3	147,7	35,8	114,1	148,2	370,6	202,9	430,7
2009	291,9	182,7	171,9	308,8	196,0	83,6	73,3	92,5	125,5	211,0	150,7	454,8
2010	459,0	574,8	375,2	343,7	365,3	110,9	96,2	209,4	221,0	274,4	338,3	95,0
2011	214,3	196,9	204,2	320,4	263,2	146,0	50,4	29,8	55,7	179,1	354,7	327,1
2012	197,3	389,1	177,1	156,4	170,4	107,7	53,8	38,9	77,0	245,6	323,5	654,6
2013	479,5	320,8	401,5	336,4	663,9	86,7	453,6	136,0	241,6	201,3	292,0	448,5
2014	350,8	472,1	370,5	162,6	220,3	179,3	139,0	155,9	27,3	52,7	312,1	425,3
2015	138,1	393,4	345,2	307,7	33,9	60,8	26,3	109,6	30,1	52,5	311,5	400,3
2016	536,5	380,8	701,2	476,2	244,3	118,4	88,3					
Jumlah	3.481,0	3.422,4	3.426,7	3.101,9	2.515,9	1.173,1	1.139,5	1.002,5	1.059,1	1.803,4	2.546,6	3.580,5
Average	348,1	342,2	342,7	310,2	251,6	117,3	113,9	100,2	105,9	180,3	254,7	358,1

Sumber : Satuan Kerja Perencanaan dan Sipil Hidrologi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk

Berikut grafik curah hujan tahunan di PT. Bukit Asam (Persero)

UPTE Tbk 2007-2016 dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5. Grafik Curah Hujan Tahun 2007-2016 PT. Bukit Asam
(Persero), Tbk**

Sumber: Satuan Kerja Perencanaan dan Sipil Hidrologi PT. Bukit Asam (Persero), Tbk

F. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan secara umum dibuat untuk meningkatkan kinerja dari setiap divisi penyokong dalam suatu perusahaan. Dengan struktur organisasi yang optimal maka diharapkan mampu mendukung

pencapaian target disetiap tahunnya. Penyusunan struktur organisasi dibuat berdasarkan spesifikasi dan fungsi kinerja yang ada sehingga dapat dipertanggungjawabkan. Berikut struktur organisasi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk pada **Lampiran C**.

Penelitian dilakukan disatuan kerja penambangan. Satuan kerja penambangan dipimpin oleh seorang *senior manager* penambangan. Satuan kerja penambangan terbagi atas empat sub satuan kerja yang terdiri atas evaluasi dan pelaporan penambangan, penambangan muara tiga besar, penambangan air laya, dan penambangan banko barat. Masing-masing sub satuan kerja ini dipimpin oleh seorang *manager*. Penambangan air laya (PAL) terbagi atas PAL 1, PAL 2, dan PAL 3 yang masing-masingnya dipimpin oleh seorang *assistant manager*. Penulis ditempatkan di PAL 1. *Assistant manager* PAL 1 membawahi empat *supervisor* dan *supervisor* membawahi pengawas penambangan. Struktur organisasi satuan kerja penambangan dapat dilihat pada **Lampiran D**.

G. Kegiatan Penambangan

Sistem penambangan yang diterapkan di *pit* Suban Tambang Air Laya adalah metode konvensional. Sistem konvensional merupakan kombinasi antara *excavator backhoe* dan *dump truck*. Berikut adalah tahapan penambangan di *pit* Suban:

1. ***Land Clearing* (Pembersihan Lahan) dan Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil*)**

Merupakan kegiatan yang bertujuan untuk pembersihan lahan dari tumbuh-tumbuhan maupun pepohonan sebelum kegiatan penambangan dimulai. Kegiatan *land clearing* dilakukan menggunakan alat mekanis *bulldozer*.

Setelah kegiatan *land clearing* maka akan dilakukan pengupasan dan pemindahan tanah pucuk yang kemudian akan digunakan untuk kegiatan reklamasi.

2. **Pengupasan *Overburden***

Overburden (OB) merupakan lapisan penutup yang bersifat tidak humus yang menutupi lapisan batubara, sedangkan *interburden* merupakan lapisan batuan diantara dua *seam* batubara.

Kegiatan selanjutnya setelah *Land Clearing* dan pengupasan tanah pucuk adalah pengupasan *overburden*. Pengupasan *overburden* merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengexpose lapisan batubara. Pada proses pengupasan *overburden* di *pit* Suban dilakukan dengan metode *ripping*. Metode *ripping* merupakan metode pembongkaran *overburden* dengan menggunakan alat mekanis *bulldozer*.

Pemuatan (*loading*) merupakan kegiatan untuk menggali *overburden*. Kegiatan pemuatan di *pit* Suban dilakukan dengan menggunakan *Excavator* PC 2000, PC 1250, dan PC 800.

3. Pengangkutan *Overburden*

Material *overburden* akan dimuat di HD 785 dan diangkut menuju ke *disposal*. Area *disposal overburden* yang berasal dari *pit* Suban adalah *back filling pre bench*, masjid jami', dan cupang dengan jarak angkut sekitar 2.300 m.

4. Penambangan Batubara (*Coal Getting*)

Sebelum dilakukannya kegiatan *coal getting* akan dilakukan kegiatan *coal cleaning*. *Coal cleaning* merupakan kegiatan untuk membersihkan pengotor yang berasal dari permukaan batubara. Selanjutnya akan dilakukan kegiatan *coal getting* hingga pemuatan ke alat angkut. Kegiatan *coal getting* dilakukan dengan menggunakan *excavator* PC 200 dan PC 400 dan diangkut ke *stockpile* Inpit B4 dan B5 dengan jarak angkut sekitar 3.800 m.

H. Dasar Teori

1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat

a. Pola Pemuatan

Tingkat ketercapaian produksi salah satunya dipengaruhi oleh pola pemuatan dari alat angkut dan alat gali-muat. Pola pemuatan akan mempengaruhi waktu edar alat. Pola pemuatan yang digunakan tergantung pada kondisi lapangan serta alat mekanis yang digunakan, dengan harapan bahwa setiap alat angkut yang datang, maka mangkuk (*bucket*) alat gali-muat sudah terisi penuh dan siap untuk ditumpahkan ke bak alat angkut.

Cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut ditentukan oleh kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut, apakah kedudukan alat muat tersebut berada lebih tinggi atau kedudukan kedua-duanya sama tinggi. Pola muat terdiri atas :

1) Top Loading

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari alat angkut atau alat muat berada di atas tumpukan material atau berada di atas jenjang. Cara ini hanya dipakai pada alat muat *back hoe*. Selain itu operator lebih leluasa untuk melihat bak alat angkut dan menempatkan material. Pola pemuatan *top loading* dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Pola Pemuatan *Top Loading*

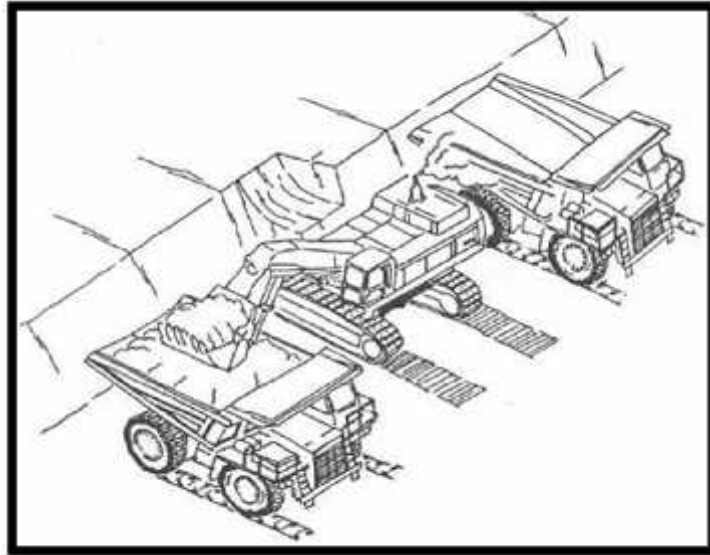
Sumber: Dokumentasi Penulis

2) Bottom Loading

Pola pemuatan dimana alat gali muat dan alat angkut terletak pada satu ketinggian yang sama. Cara ini idealnya dipakai pada alat

muat *power shovel*. Pola pemuatan *bottom loading* dapat dilihat pada

Gambar 7.



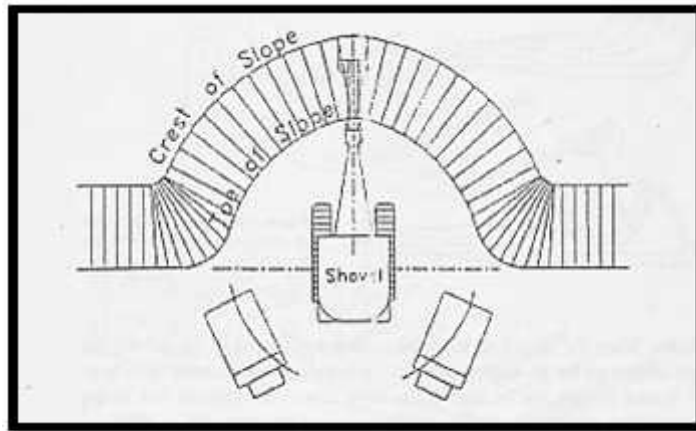
Gambar 7. Pola Pemuatan *Bottom Loading*

Sumber: Yanto Indonesianto, 2014

Berdasarkan dari posisi alat muat terhadap *front* penggalian dan posisi alat angkut terhadap alat muat, posisi pemuatan ini dapat dibedakan menjadi tiga cara yaitu :

1) Frontal Cuts

Alat muat berhadapan dengan muka jenjang atau *front* penggalian dan mulai menggali ke depan dan samping alat muat. Dalam hal ini digunakan *double spotting* dalam penempatan posisi truk. Alat muat memuat pertama kali pada truk sebelah kanan sampai penuh dan berangkat, setelah itu dilanjutkan pada truk sebelah kiri. Pola pemuatan *frontal cuts* dapat dilihat pada **Gambar 8.**

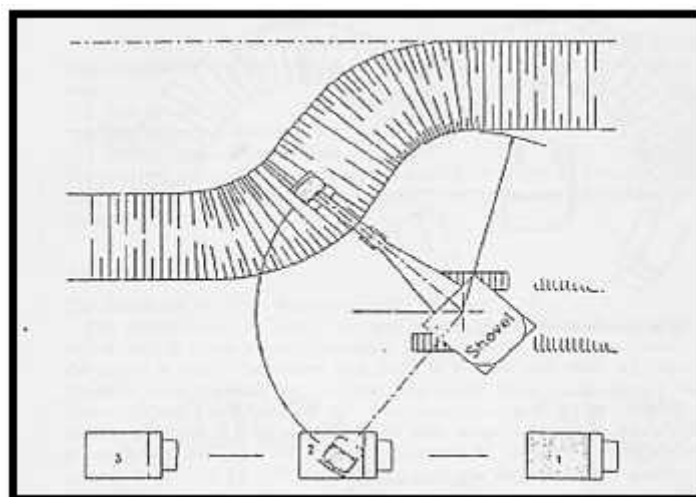


Gambar 8. Pola Pemuatan *Frontal Cuts*

Sumber: Yanto Indonesianto, 2014

2) *Parralel Cut With Drive-by*

Alat muat bergerak melintang dan sejajar dengan *front* penggalian. Pada metode ini, akses untuk alat angkut harus tersedia dari dua arah. Walaupun sudut putar rata-rata lebih besar daripada *frontal cut*, truk tidak perlu membelakangi alat muat dan *spotting* lebih mudah. Pola pemuatan Parralel Cut With Drive-by ini dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Pola Pemuatan Parralel Cut With Drive-by

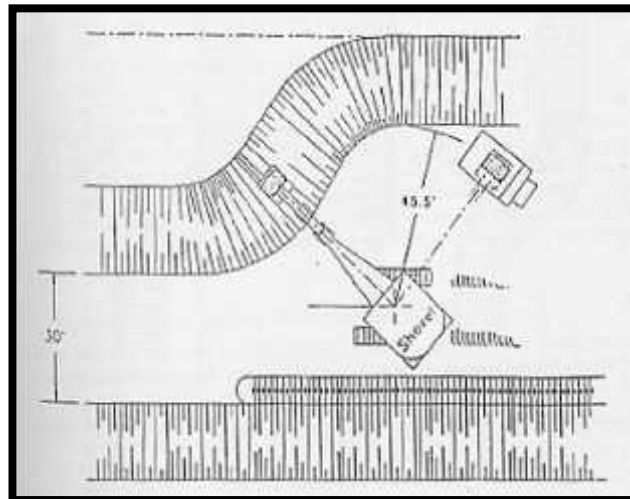
Sumber: Yanto Indonesianto, 2014

3) *Parallel Cut With Turn and Back*

Parallel cut with turn and back terdiri dari dua metode, yaitu:

a) *Single Spotting / Single Truck Back Up*

Pada cara ini truk kedua menunggu selagi alat muat mengisi truk pertama, setelah truk pertama berangkat, truk kedua berputar dan mundur, saat truk kedua diisi, truk ketiga datang dan melakukan manuver, dan seterusnya. Pola pemuatan ini dapat dilihat pada **Gambar 10**.

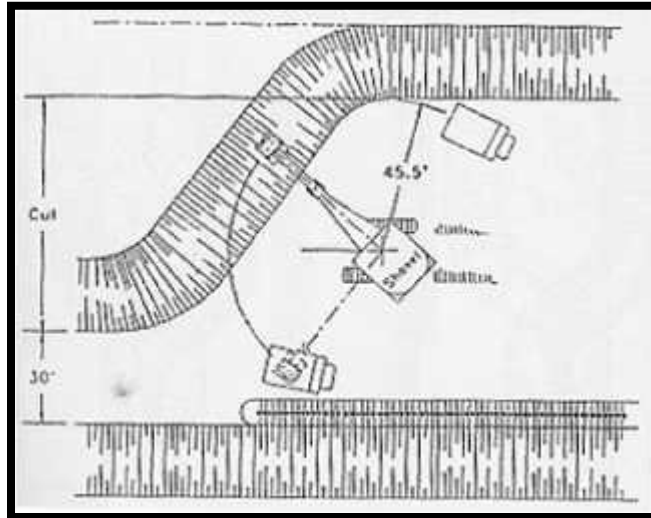


Gambar 10. Pola Pemuatan *Single Truck Back Up*

Sumber: Yanto Indonesianto, 2014

b) *Double Spotting / Double Truck Back Up*

Pada cara ini truk memutar dan mundur ke salah satu sisi alat muat pada waktu alat muat mengisi truk pertama. Setelah truk pertama berangkat, alat muat mengisi truk kedua. Ketika truk kedua dimuati, truk ketiga datang dan langsung berputar dan mundur ke arah alat muat, begitu pula seterusnya. Pola pemuatan ini dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Pola Pemuatan *Double Truck Back Up*

Sumber: Yanto Indonesianto, 2014

b. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan material merupakan perbandingan volume material dalam keadaan *insitu* dengan volume batuan dalam keadaan *loose*. Material di alam ditemukan dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, dimana bagian yang kosong merupakan rongga-rongga pemisah antar butir mineral yang sangat kecil. Tetapi apabila suatu material tersebut diberaikan dan digali dari keadaan awalnya, maka akan tampak terjadi penambahan volume yang disebabkan terbentuknya rongga-rongga baru yang lebih besar dari sebelumnya.

Faktor pengembangan dan pemuatan volume material perlu diketahui, sebab pada waktu penggalian material volume yang diperhitungkan adalah volume dalam kondisi *Bank Yard*, yaitu volume aslinya seperti di alam. Akan tetapi pada waktu perhitungan penangkutan material, volume yang dipakai adalah volume material

setelah digali, jadi material telah mengembang sehingga volumenya bertambah besar.

Kemampuan alat angkut maksimal biasanya dihitung dari kemampuan alat itu mengangkut material pada kapasitas munjung, jadi bila kapasitas munjung dikalikan dengan faktor pengembangan material yang diangkut, akan diperoleh *Bank Yard Capacity*-nya. Tetapi sebaliknya, bila *Bank Yard* itu dipindahkan lalu dipadatkan di tempat lain dengan alat pemadat mekanis, maka volume material tersebut menjadi berkurang. Hal ini disebabkan karena material menjadi benar-benar padat, jika 1 m^3 tanah dalam kondisi *Bank Yard* dipadatkan, maka volumenya menjadi sekitar $0,9 \text{ m}^3$, tanah mengalami penyusutan sekitar 10%. Nilai *swell factor* untuk berbagai macam material dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai *Swell factor* dan *Density Insitu* untuk Berbagai Macam Material

Macam Material	Density Insitu (lb/cu yd)	Swell Faktor (%)
Bauksit	2.700 – 4.325	75
Tanah liat kering	2.300	85
Tanah liat basah	2.800 – 3.000	80 – 82
Antrasit	2.200	74
Batubara bituminus	1.900	74
Bijih tembaga	3.800	74
Tanah biasa kering	2.800	85
Tanah biasa basah	3.370	85
Tanah biasa bercampur pasir dan kerikil	3.100	90
Kerikil kering	3.250	89
Kerikil basah	3.600	88
Granit pecah – pecah	4.500	56 – 67
Hematit pecah – pecah	6.500 – 8.700	45
Bijih besi pecah – pecah	3.600 – 5.500	45
Batu kapur pecah – pecah	2.500 – 4.200	57 – 60
Lumpur	2.160 – 2.970	83
Lumpur sudah ditekan	2.970 -3.510	83
Pasir kering	2.200 – 3.250	89
Pasir basah	3.300 – 3.600	88
Serpil (shale)	3.000	75
Batu sabak (slate)	4.590 – 4.860	77

Sumber : Partanto, 1996

c. *Bucket Fill Factor*

Besarnya nilai faktor isian mangkuk (*bucket fill factor*) tergantung dari jenis material yang akan digali. Untuk faktor *bucket excavator* diperoleh berdasarkan **Tabel 5** dibawah ini.

Tabel 5. Bucket Fill Factor

<i>Backhoe</i>		
Kondisi Operasi/ Penggalian		Bucket Factor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	0,8– 0,9
Sulit	Tanah keras bekas ledakan	0,7 – 0,8
<i>Shovel</i>		
Mudah	Tanah clay, agak lunak (biasa)	1,0 – 1,1
Sedang	Tanah Gembur campur Kerikil	0,95 – 1,0
Agak Sulit	Batu keras bekas ledakan ringan	0,90 – 0,95
Sulit	Batu keras bekas ledakan	0,85 – 0,90

Sumber : Handbook Komatsu Edition 30

d. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan alat berat untuk menyelesaikan suatu proses gerakan : mulai dari gerakan awal hingga akhir dan kembali kesemula atau awal (menggali, memuat, mengangkat, membuang, manuver, kembali). Waktu edar dibagi dua:

1) Waktu Tetap (*Fixed Time*)

Waktu tetap adalah waktu yang diperlukan untuk gerakan-gerakan tetap, seperti: memuat, menumpahkan dan manuver.

2) Waktu Tidak Tetap (*Variable Time*)

Waktu tidak tetap adalah waktu yang berubah-ubah tergantung dari jarak dan kondisi lapangan.

Waktu Siklus = Waktu Tetap + Waktu Tidak Tetap..... (1)

(Sumber: Sumarya, 2012)

Untuk memperbesar produksi alat berat perjam, yaitu dengan memperkecil waktu edar sehingga trip/rit dalam jam menjadi besar. Beberapa cara untuk mengurangi waktu edar, sebagai berikut:

1) Mengurangi Waktu Tetap

Mengurangi waktu tetap dapat dilakukan dengan:

- a) Pemuatan material oleh alat diusahakan merupakan pemuatan ke bawah dan jangan ke atas.
- b) Sesuaikan jumlah alat pengangkutan dengan kemampuan alat pemuat sehingga tidak ada alat pengangkut yang menunggu untuk dimuat material.

2) Mengurangi Waktu Tidak Tetap

Mengurangi waktu tidak tetap dapat dilakukan dengan:

- a) Menentukan jalur/*route* kerja betul dan ekonomis dari beberapa alternatif.
- b) Pemeliharaan jalan kerja secara teratur/rutin dan jangan sampai rusak karena menunggu operasional kerja.

Berikut ini cara untuk menghitung waktu siklus:

1) Waktu edar yang dibutuhkan oleh alat gali-muat (*excavator*)

$$C_{tm} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \dots\dots\dots (2)$$

Sumber: *Handbook Komatsu Edition 30*

Keterangan:

C_{tm} = Waktu edar alat muat

T_1 = Waktu gali

T_2 = Waktu *swing* isi

T3 = Waktu tumpah

T4 = Waktu *swing* kosong

2) Waktu edar yang dibutuhkan oleh alat angkut (*dump truck*)

$$\mathbf{Cta = T1+T2+T3+T4+T5+T6 \dots\dots\dots (3)}$$

Sumber: *Handbook Komatsu Edition 30*

Keterangan:

Cta = Waktu edar alat angkut

T1 = Waktu ambil posisi untuk dimuat

T2 = Waktu diisi muatan

T3 = Waktu mengangkut muatan

T4 = Waktu mengambil posisi untuk membuang muatan

T5 = Waktu untuk membuang muatan

T6 = Waktu untuk kembali

e. Ketersediaan Alat Mekanis

Ketersediaan alat mekanis juga sering disebut dengan *availability* suatu alat mekanis. Beberapa jenis *availability* alat yang dapat menunjukkan keadaan alat mekanis dan keefektifan penggunaannya antara lain :

1) *Mechanical Availability*

Mechanical Availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu suatu alat yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (*mechanical reason*) (Indonesianto, 2014)

$$MA = \frac{\text{hours worked}}{\text{hours worked} + \text{repair hours}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Sumber : Yanto Indonesianto, 2014

Keterangan:

Hours worked = waktu yang dimulai dari operator berada di dalam suatu alat dimana alat tersebut dalam keadaan *operable* (siap dipakai dalam operasi).

Repair hours = merupakan waktu yang hilang dikarenakan menunggu perbaikan alat juga termasuk waktu untuk penyediaan suku cadang dan waktu perawatan preventif.

2) *Physical Availability*

Physical Availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan berapa jam (waktu) suatu alat dipakai selama jam total kerjanya (*schedule hours*). Jam kerja total meliputi *working hours+repair hours+standby hours*.

Standby hours adalah waktu dimana alat siap pakai atau tidak rusak, tetapi karena satu dan lain hal tidak dipergunakan ketika operasi penambangan sedang berlangsung. Perlu diingat bahwa *off shift* tidak diperhitungkan sebagai *standby hours*. *Schedule hours* adalah waktu dimana tambang dikerjakan (*the pit is worked*). Dan hal ini meliputi *hours worked+repair hours+standby hours*.

$$PA = \frac{\text{hours worked} + \text{standby hours}}{\text{schedule hours}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Sumber : Yanto Indonesianto, 2014

Physical availability akan menunjukkan catatan sejarah alat dan menunjukkan apa yang sudah dilakukan selama selang waktu yang lampau. *Physical availability* merupakan faktor *availability* penting untuk menyatakan unjuk kerja *mechanical* alat dan juga sebagai petunjuk terhadap efisiensi mesin dalam program penjadwalan. Nilai *physical availability* biasanya lebih besar daripada nilai *mechanical availability*, tetapi nilai keduanya bisa sama, apabila *standby hours* sama dengan 0. Jika nilai *physical availability* mendekati nilai *mechanical availability*, berarti efisiensi operasi meningkat.

3) *Use of Availability*

Dari *use of availability* (UA) akan dapat diketahui apakah suatu pekerjaan berjalan dengan efisien atau tidak. Selain itu dapat juga diketahui apakah pengelolaan alat berjalan dengan baik atau tidak.

$$UA = \frac{\text{hours worked}}{\text{hours worked} + \text{standby hours}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Sumber : Yanto Indonesianto, 2014

4) *Effective Utilization*

Effective utilization merupakan angka yang menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat

dimanfaatkan untuk kerja produktif. Nilai EU inilah yang digunakan sebagai efisiensi kerja suatu alat.

$$EU = \frac{\text{hours worked}}{\text{total hours}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Sumber : Yanto Indonesianto, 2014

f. Sinkronisasi Alat Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Keserasian kerja yang dimaksud ini adalah bahwa keserasian antara alat muat yang berkerjasama dengan alat angkut, yang diharapkan adalah efisiensi 100%. Hal ini berarti alat muat maupun alat angkut tidak pernah menunggu tanpa rencana.

Sinkronisasi alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan dapat diketahui dengan cara menghitung besarnya *match factor* (faktor keserasian) alat muat dan alat angkut. Besarnya nilai *match factor* adalah:

- 1) $MF < 1$, berarti faktor kerja alat muat lebih kecil dari 100% dan faktor kerja alat angkut 100% atau dengan kata lain kemampuan alat angkut lebih besar dari pada kemampuan alat muat sehingga akan terjadi waktu tunggu bagi alat muat.
- 2) $MF = 1$, berarti faktor kerja alat muat dan alat angkut sama, sehingga tidak ada waktu tunggu lagi bagi kedua alat mekanis tersebut.
- 3) $MF > 1$, berarti faktor kerja alat muat 100% dan faktor kerja alat angkut kurang dari 100% atau kemampuan alat muat lebih besar dari kemampuan alat angkut, akibatnya waktu tunggu alat angkut besar

Besarnya *match factor* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$MF = \frac{nHnXCtm}{nMXCth} \dots\dots\dots (8)$$

Sumber: Sumarya, 2012

Keterangan:

nH = Jumlah alat angkut (unit)

n = Banyak pengisian *bucket* hingga *vessel* penuh

Ctm = Waktu edar alat muat (menit)

nM = Jumlah alat muat (unit)

Cth = Waktu edar alat angkut (menit)

g. Produktivitas Alat

1) Produktivitas Alat Gali-Muat

Berdasarkan *handbook* komatsu edisi 30, produktifitas alat gali-muat dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \dots\dots\dots (9)$$

$$q = q_1 \times k \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam (bcm/jam)

q = Produksi per siklus (bcm)

q₁ = Kapasitas *bucket* (bcm)

CT = *Cycle Time* (detik)

k = *Bucket Fill Factor*

E = Efisiensi Kerja

2) Produktivitas Alat Angkut

Berdasarkan *handbook* komatsu edisi 30, produktivitas alat angkut dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{CT} \dots\dots\dots (11)$$

$$C = n \times q_1 \times k \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

Q = Produksi per jam (bcm/jam)

C = Kapasitas *Vessel* (bcm)

n = Banyak pemuatan

q₁ = Kapasitas *bucket* (bcm)

k = *Bucket Fill Factor*

E = Efisiensi Kerja

CT = *Cycle Time* (menit)

2. Alat-Alat Penunjang dalam Proses Penambangan

Dalam proses penambangan tidak akan pernah lepas dari peranan alat-alat penunjang penambangan. Alat-alat ini sangat berguna dalam pelaksanaan proses penambangan. Berikut merupakan beberapa alat yang menunjang dalam proses penambangan.

a. Alat Gusur

Kondisi lahan proyek kadang-kadang masih merupakan lahan asli yang harus dipersiapkan sebelum lahan tersebut mulai diolah. Jika pada lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan

lahan dapat dilakukan dengan menggunakan *dozer*. Untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas dapat digunakan *scraper*. Sedangkan untuk pembentukan permukaan supaya rata selain *dozer* dapat digunakan juga motor *grader*.

1) *Bulldozer*

Adalah salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai (*track shoe*), untuk pekerjaan serba guna yang memiliki kemampuan traksi yang tinggi. Bisa digunakan untuk menggali, mendorong, menggosok, meratakan, menarik beban dan menimbun. Alat ini mampu beroperasi di daerah yang lunak sampai yang keras. Mampu beroperasi pada daerah yang miring (sudut kemiringan tertentu), berbukit apalagi di daerah yang rata. Untuk jarak dorong yang efisiensi antara 25 – 40 meter jangan lebih dari 100 meter dan mendorong pada turunan lebih produktif dari pada tanjakan.

Bulldozer ini dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. *Bulldozer*

Sumber: <https://constructionreviewonline1-groupafrica.netdna-ssl.com/>

2) Dozer Shovel

Dozer Shovel yang dapat dilihat pada **Gambar 13** adalah sebuah alat berat pemuat beroda rantai (*track loader*) yang biasa digunakan untuk memuat material / tanah atau batu ke dalam alat pengangkut (*dump truck* atau *hopper* pada *belt conveyor*) atau memindahkan material ke tempat lain dengan jarak angkut sangat terbatas (*load and carry*). Hanya bisa beroperasi di daerah yang keras dan agak keras. Pada landasan yang kurang rata sekalipun, daya cengkram lebih kuat, tetapi tidak atau kurang mampu di daerah yang lunak dan basah, mampu mengambil sendiri tanah merah asli atau yang lunak. Memerlukan daerah pemuatan (*loading point*) sedikit lebar tetapi perpindahan daerah operasi kurang cepat.



Gambar 13. Dozer Shovel

Sumber: <http://sewatruckjogja.com/wp-content/uploads/2015/12/Dozer-Shovel->

3) Scraper

Scraper yang dapat dilihat pada **Gambar 14** adalah salah satu alat gusur seperti *bulldozer* ada *cutting edge* sebagai alat muat

seperti *loader*, ada *appron* dan *ejector* sebagai alat angkut seperti *truck*, ada *bowl* sebagai alat untuk menumpahkan muatan hasil gusuran atau galian dengan *scraper* tetap dalam berjalan. Ada 2 macam *scraper* yaitu:

- a) *Towed Scraper*, dalam operasinya ditarik *bulldozer* karena memang tidak bermesin, tenaganya diambil dari *bulldozer* dan jarak angkut tidak lebih dari 500 m.
- b) *Motor Scraper*, ada yang menggunakan mesin tunggal dan mesin ganda. Untuk yang bermesin ganda tidak harus dibantu pendorong *bulldozer*. Jarak angkut motor scraper antara (500 – 2000 m).



Gambar 14. Scraper

Sumber: <http://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/>

4) Motor Grader

Digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah, misalnya pada pembuatan jalan. Agar diperoleh

kerataan yang lebih baik, juga dapat digunakan untuk membuat kemiringan jalan atau *slope* dan bisa membuat parit-parit kecil. Alat motor *grader* ini dapat dilihat pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Motor Grader

Sumber: <http://www.equipmentworld.com/wp-content/uploads/sites/>

b. Alat Gali-Muat (*Excavator*)

Pada umumnya menggunakan tenaga *diesel engine* dan *full hydraulic system*. Operasi *excavating* paling efisien adalah menggunakan metode *heel* dan *toe* (ujung dan pangkal), mulai dari atas permukaan sampai ke bagian bawah. Bagian atas bisa berputar (*swing*) 360 derajat. Dalam konfigurasi *back hoe* (**Gambar 16**), ukuran *boom* lebih panjang sehingga jangkauan lebih jauh, tetapi *bucket* lebih kecil. Ini bukan berarti produksinya lebih rendah, karena putaran *swing*nya bisa lebih kecil berarti *cycle timenya* lebih pendek atau cepat. Pada konfigurasi yang lain adalah *loading shovel* (**Gambar 17**) , biasanya *boom* lebih pendek, tetapi *bucket* lebih besar, ketinggian permukaan galian lebih tinggi, jangkauan pendek ketinggian muat lebih tinggi, *cycle*

time swing lebih lama. Hal ini bukan berarti produksinya lebih rendah, karena besar *bucketnya* lebih besar dari pada *back hoe*.



Gambar 16. Back Hoe

Sumber: <http://kavanaghstoys.ie/wp-content/uploads/2015/09/>



Gambar 17. Shovel

Sumber: <http://www.modelsnavigator.com/>

c. Alat Angkut

1) Truck

Truck yang dapat dilihat pada **Gambar 18** dipakai untuk menangani atau mengangkut tanah , batuan (*rock*), bijih (*ore*),

batubara (*coal*), dan material-material lain. Hampir semua jenis *truck* membutuhkan kondisi jalan dengan tanjakan (*grade*) yang tidak terlalu curam agar dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 18. Truck

Sumber: Dokumentasi Penulis

2) *Belt Conveyor*

Belt Conveyor yang dapat dilihat pada **Gambar 19** adalah alat angkut yang biasa dipakai untuk jarak pendek (kurang dari 500 *feet*), sehingga biasa disebut *belt loader* atau *belt dumper*, namun bisa juga dipakai untuk jarak angkut yang jauh (lebih dari 1.500 m). Bahkan sekarang sudah ada *belt conveyor* sebagai *transportation equipment* untuk jarak jauh yang melebihi 20 mile atau 30 km.



Gambar 19. Belt Conveyor

Sumber: <http://www.metso.com/contentassets/>

d. Alat Pemadat (*Compactor*)

Alat ini berguna untuk memadatkan tanah atau material, sehingga tercapai tingkat kepadatan yang diinginkan. Jenis roda bisa dari besi seluruhnya atau ditambahkan pemberat berupa air atau pasir, bisa terbuat dari karet (berupa roda ban), ada yang berbentuk kaki kambing (*sheep foot*). Ada yang ditarik dengan alat penarik seperti *bulldozer*, ada yang menggunakan mesin penarik sendiri, yang ukuran kecil bisa menggunakan tangan dengan mengendalikannya kearah yang akan dipadatkan. Alat *compactor* ini dapat dilihat pada **Gambar 20**.



Gambar 20. Compactor

Sumber: [http://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/C356323?\\$cc-g\\$](http://s7d2.scene7.com/is/image/Caterpillar/C356323?$cc-g$)

e. Bucket Wheel Excavator

Bucket wheel excavator (BWE) adalah alat berat yang digunakan pada *surface mining*, dengan fungsi utama sebagai mesin penggali terus menerus (*continuous digging machine*) dalam skala besar pada penambangan terbuka. Sistem pengoperasiannya paling efektif digunakan di tanah lunak yang tidak banyak mengandung batuan keras seperti halnya ditambang batubara. Komponen utama *bucket wheel excavator* adalah roda berputar besar (*bucket wheel*) yang seperti piringan besar pada sebuah lengan raksasa secara vertikal dengan beberapa ember besi atau baja (*bucket*) bergigi-gigi logam dibagian ujung *bucket*. Alat BWE ini dapat dilihat pada **Gambar 21**.



Gambar 21. Bucket Wheel Excavator

Sumber: <http://www.ptba.co.id/id/article/index/32/mine-supporting-equipments>

3. Teori Antrian

a. Pengertian Teori Antrian

Pada dasarnya, antrian dihasilkan dari permintaan sementara melebihi kapasitas layanan fasilitas, setiap kali pelanggan yang tiba tidak bisa menerima pelayanan segera karena semua server sibuk. Situasi ini adalah hampir selalu terjadi dibeberapa waktu dalam setiap sistem yang memiliki kedatangan probabolistik dan pola layanan.

Menurut Iqbal (2011: 95), antrian terdapat pada kondisi apabila obyek- obyek menuju suatu area untuk dilayani, namun kemudian menghadapi keterlambatan disebabkan oleh mekanisme pelayanan mengalami kesibukan. Antrian timbul karena adanya ketidakseimbangan antara yang dilayani dengan pelayanannya.

Menurut Thomas J. Kakiay dalam skripsi Bambang Ruswandi (2006: 29), sistem antrian dapat dijelaskan sebagai kedatangan

pelanggan atau unit-unit yang membutuhkan pelayanan pada suatu sisten pelayanan. Pelanggan bergabung pada barisan penungguan (antrian) untuk dilayani.

Analisa dari teori antrian menyediakan informasi tentang kemungkinan yang dapat membantu dalam mengambil keputusan untuk menciptakan sistem antrian dengan tujuan untuk mengatasi permintaan pelayanan yang fluktuatif secara acak dan menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu.

Berdasarkan definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa antrian adalah suatu proses yang berhubungan dengan suatu kedatangan seseorang pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu antrian pada akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut. Jadi, sistem antrian adalah himpunan pelanggan, pelayanan dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan dan pemrosesan masalahnya.

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dan baris-baris penungguan. Formasi ini merupakan fenomena yang sering terjadi jika kebutuhan akan sesuatu pelayanan yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan tersebut

Proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan konsumen pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu barisan (antrian) bila fasilitas pelayanan sedang sibuk konsumen tersebut akan menunggu

dan konsumen akan meninggalkan fasilitas pelayanan tersebut apabila sudah mendapatkan pelayanan.

b. Elemen-Elemen Pokok dalam Sistem Antrian

Sistem antrian adalah kedatangan pelanggan untuk mendapatkan pelayanan, menunggu untuk dilayani jika fasilitas pelayanan (server) masih sibuk, mendapatkan pelayanan dan kemudian meninggalkan sistem setelah dilayani. Pada umumnya, sistem antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda-beda di mana teori antrian dan simulasi sering diterapkan secara luas.

Terdapat 5 (lima) elemen pokok dalam antrian:

1) Sumber Input

Suatu karakteristik yang perlu diketahui dari sumber input ini adalah ukurannya (jumlahnya), yaitu jumlah total unit yang memerlukan pelayanan dari waktu ke waktu atau disebut jumlah total langganan potensial. Sumber masukan dari suatu sistem antrian dapat terdiri atas suatu populasi orang, barang komponen atau kertas kerja yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar seiring dianggap bahwa hal itu merupakan besaran yang tak terbatas. Anggapan ini adalah umum karena perumusan sumber masukan yang tak terbatas lebih sederhana dari pada sumber yang terbatas. Suatu populasi dinyatakan besar apabila populasi tersebut besar bila dibanding kapasitas sistem pelayanan

2) Antrian

Karakteristik suatu antrian ditentukan oleh jumlah unit maksimum yang boleh ada dalam sistemnya. Antrian ini dikatakan terbatas atau tidak terbatas, tergantung pada apakah jumlahnya unitnya terbatas atau tidak terbatas.

3) Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan berkaitan dengan cara memilih anggota antrian yang akan dilayani. Sebagai contoh, disiplin pelayanan ini dapat berupa *First Come First Served* (FCFS), atau *Random* atau dapat pula berdasarkan prosedur prioritas tertentu. Jika tidak ada keterangan apa-apa tentang disiplin pelayanan ini, maka asumsi yang biasa digunakan adalah *First Come First Served* (FCFS).

4) Mekanisme Pelayanan

Terdiri dari satu atau lebih pelayanan yang masing-masing terdiri dari satu atau lebih saluran pelayanan paralel. Jika ada lebih dari satu fasilitas pelayanan, maka unit-unit yang memerlukan pelayanan akan dilayani oleh serangkaian fasilitas pelayanan tersebut (saluran pelayanan seri).

5) Proses Antrian Dasar

Suatu garis penungguan tunggal terbentuk di depan suatu fasilitas pelayanan tunggal, dimana ada satu atau beberapa pelayanan. Setiap unit (langganan) yang diturunkan dari suatu sumber input dilayani oleh salah satu pelayanan-pelayanan yang

ada, mungkin setelah unit itu menunggu dalam antrian (garis penungguan).

c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Analisis Antrian

Menurut Kusnaeni (2009 : 57), adapun faktor – faktor yang mempengaruhi analisis antrian yaitu :

1) Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah urutan dimana para pelanggan yang menunggu dilayani. Disiplin antrian berkaitan erat dengan urutan pelayanan yang diterima pelanggan ketika memasuki fasilitas pelayanan. Disiplin antrian ini terbagi menjadi empat bentuk, yaitu:

a) FCFS (*First Come, First Served*)

Merupakan suatu peraturan dimana pelanggan yang dilayani terlebih dahulu adalah pelanggan yang datang pertama kali. Contohnya seperti pelanggan yang antri pada loket penjualan karcis.

b) LCFS (*Last Come, First Served*)

Merupakan antrian dimana pelanggan yang datang terakhirlah yang akan dilayani terlebih dahulu. Contohnya seperti pada sistem antrian bongkar muat barang dalam truk, dimana barang yang masuk terakhir akan keluar terlebih dahulu.

c) SIRO (*Service in Random Number*)

Merupakan salah satu disiplin antrian dimana pelayanan dilakukan dengan urutan acak (*Random Order*). Contohnya

seperti dalam suatu kegiatan arisan, dimana pemenangnya didasarkan pada proses undian.

d) *Priority Queue* (Antrian Prioritas)

Merupakan prioritas pelayanan yang dilakukan khusus kepada pelanggan utama yang mempunyai prioritas tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas rendah. Contohnya seperti pada pasien rumah sakit yang mendapatkan prioritas penanganan terlebih dahulu dikarenakan mempunyai penyakit yang lebih berat dibandingkan dengan pasien lain.

2) *Populasi Pelanggan (Calling Population)*

Calling population (yaitu populasi pelanggan yang membutuhkan) adalah sumber atau alasan bagi pelanggan memiliki suatu pasar, dimana dalam kasus ini diasumsikan tidak terhingga (infinitif). Dengan kata lain, terdapat sejumlah besar pelanggan yang mungkin di daerah lokasi toko tersebut dimana jumlah pelanggan potensial tersebut diasumsikan sebesar tidak terhingga.

3) *Tingkat Kedatangan*

Tingkat kedatangan (*arrival rate*) adalah tingkat dimana para pelanggan datang ke suatu fasilitas jasa selama periode waktu tertentu.

Tingkat ini dapat diperkirakan berdasarkan data empiris yang diambil dari hasil mempelajari sistem tersebut atau mempelajari suatu sistem yang sama, atau dapat dianggap sebagai nilai rata-rata dari data empiris tersebut.

4) Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan (*service rate*) adalah rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani selama periode waktu tertentu.

5) Kapasitas antrian

Dalam beberapa proses antrian ada keterbatasan fisik mengenai jumlah ruang tunggu, sehingga ketika jumlah pelanggan yang mengalami antrian mencapai jumlah maksimal tertentu, maka tidak ada lagi jumlah pelanggan yang diizinkan masuk ke dalam sistem antrian sampai jumlah pelanggan dalam antrian tersebut tidak mencapai batas maksimal. Sebuah antrian dengan ruang tunggu yang terbatas dapat dikatakan sebagai *balking* dimana pelanggan dipaksa untuk menolak jika hendak memasuki sistem antrian dengan jumlah pelanggan yang sudah mencapai batas maksimal.

6) Struktur Antrian

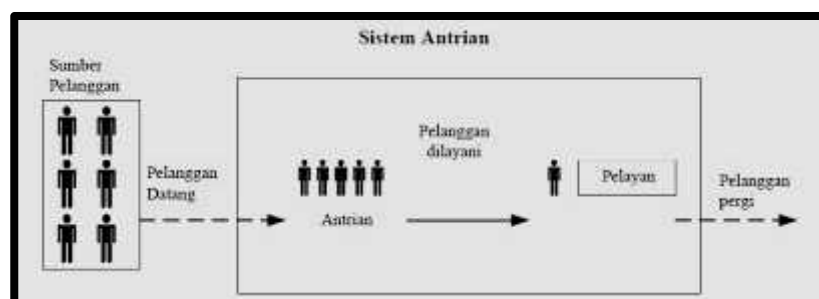
Berdasarkan sifat pelayanannya dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan saluran dan phase yang akan membentuk suatu antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran menunjukan jumlah jalur untuk memasuki sistem pelayanan.

Sedangkan istilah phase berarti jumlah stasiun-stasiun pelayanan, dimana para langganan harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap.

Menurut Anaviroh dalam skripsi (2011: 8). Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian:

a) *Single Chanel-Single Phase*

Single chanel single phase berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan sehingga yang telah menerima pelayanan dapat langsung keluar dari sistem antrian. Contohnya adalah pada pembelian tiket bus yang dilayani oleh satu loket, seorang pelayanan toko dan lain-lain. Model antrian *single chanel single phase* ini dapat dilihat pada **Gambar 22**.



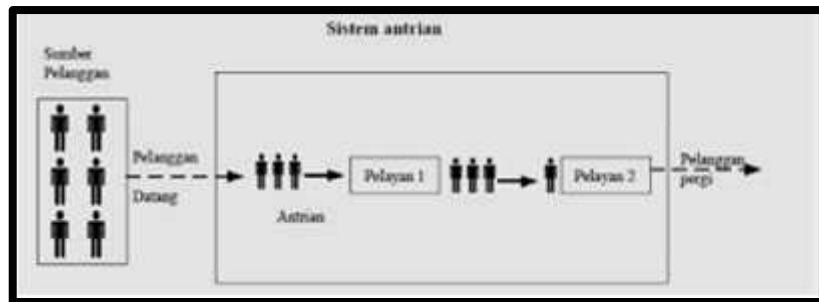
Gambar 22. Single Chanel Single Phase

Sumber : Anaviroh, 2011

b) *Single Chanel-Multi Phase*

Single chanel multi phase berarti ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan dalam phase-

phase. Misalnya pada proses pencucian mobil, lini produksi massa dan lain-lain. Model antrian *Single Chanel-Multi Phase* ini dapat dilihat pada **Gambar 23**.



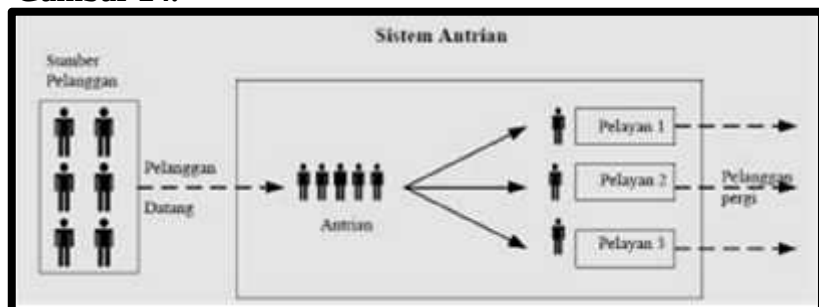
Gambar 23. *Single Chanel-Multi Phase*

Sumber : Anaviroh, 2011

c) *Multi Chanel-Single Phase*

Sistem *multi chanel single phase* terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh suatu antrian tunggal. Sebagai contoh adalah pada pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari loket, pelayanan nasabah di bank, dan lain-lain. Model antrian *multi chanel single phase* dapat dilihat pada

Gambar 24.

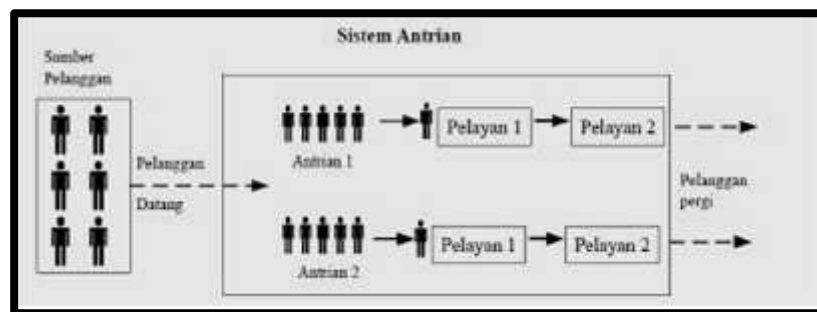


Gambar 24. *Multi Chanel Single Phase*

Sumber : Anaviroh, 2011

d) *Multi Chanel-Multi Phase*

Sistem ini terjadi jika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dengan pelayanan pada lebih dari satu phase, sebagai contoh adalah pada pelayanan kepada pasien di rumah sakit dari pendaftaran, diagnosa, tindakan medis sampai pembayaran. Setiap sistem-sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Model antrian *Multi Chanel-Multi Phase* dapat dilihat pada **Gambar 25**.



Gambar 25. *Multi Chanel-Multi Phase*

Sumber : Anaviroh, 2011

d. Notasi Model Antrian

Prinsip notasi-notasi untuk model-model antrian ini adalah:

λ = tingkat kedatangan rata-rata, unit/jam

$1/\lambda$ = waktu kedatangan rata-rata, jam/unit

μ = tingkat pelayanan rata-rata dalam satu sistem, unit /jam

$1/\mu$ = waktu pelayanan rata-rata, jam/unit

L_q = rata-rata jumlah alat angkut menunggu dalam antrian

Θ = yang terlayani dalam keluaran sistem, unit/jam

N = jumlah populasi, unit

M = tahap-tahap dalam antrian

η = tingkat kesibukan, %

n = jumlah individu dalam sistem pada suatu waktu, unit

CT = waktu edar alat, jam

T = waktu pelayanan rata-rata dalam suatu tahap sistem, jam

W_t = rata-rata waktu tunggu alat dalam sistem

W_q = rata-rata waktu tunggu dalam antrian

P_n = probabilitas jumlah n individu dalam sistem antrian

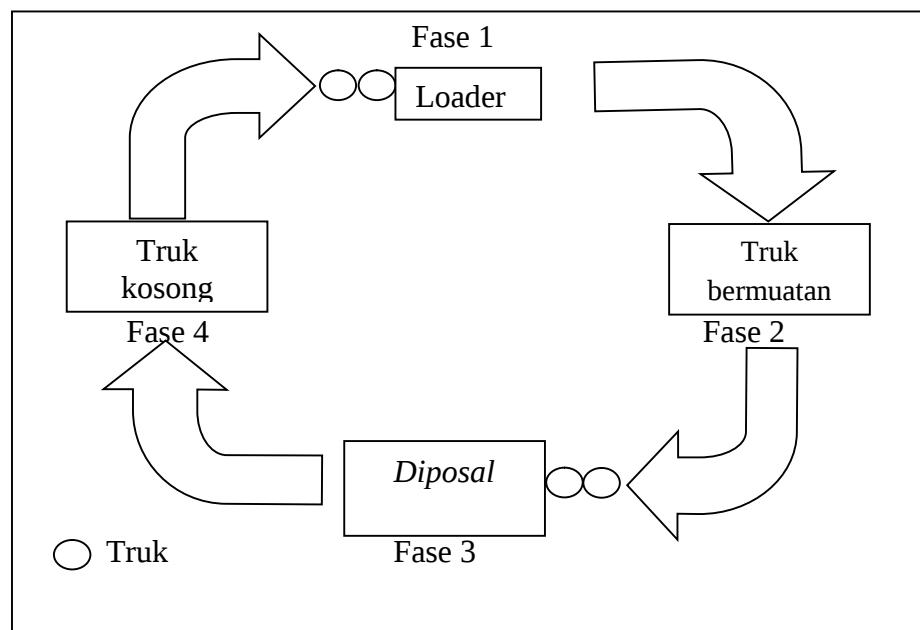
P_0 = probabilitas tidak ada individu dalam sistem

e. Karakteristik Sistem Antrian Putaran

Operasi antrian adalah memakai sistem antrian putaran terdiri dari kumpulan tahap atau fase dalam suatu rangkaian tertutup. Sistem ini memakai 1 unit alat muat sebagai pelayan untuk melayani alat angkut sebagai pelanggan. Pada tiap tahap, pelanggan menerima pelayanan. Pelanggan yang selesai pada tahap i dengan segera antri untuk mendapatkan pelayanan pada tahap $i + 1$, $i = 1, 2, \dots, M$, dimana M adalah jumlah seluruh tahap. Output dari tahap i adalah input pada tahap $i + 1$. Setelah mendapatkan pelayanan lengkap pada tahap M , pelanggan antri untuk mendapatkan pelayanan pada tahap i , jadi tahapnya berulang kembali. Karena operasi ini adalah sebuah rangkaian tertutup, maka hanya ada pelanggan (N) dengan jumlah terbatas dalam seluruh tahap.

Sebagai contoh, pada operasi penambangan yang melibatkan sebuah alat gali-muat, dan beberapa truk (**Gambar 26**) yang terdiri dari empat tahap, yaitu:

- 1) Tahap 1 merupakan tahap pemuatan alat angkut , μ_1
- 2) Tahap 2 merupakan pelayanan pengangkutan ke *disposal*, μ_2
- 3) Tahap 3 merupakan pelayanan alat angkut menumpahkan muatannya, μ_3
- 4) Tahap 4 merupakan pelayanan truk kembali ke *front* penambangan, μ_4



Gambar 26. Fase dari Sistem Alat Gali-Muat dan Alat Angkut
 Sumber: *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*

f. Karakteristik Sistem Keseimbangan Pelayanan

Probabilitas keadaan tetap dari M tahap dan N truk adalah sebagai berikut:

$$\left(\frac{N+M-1}{N}\right) = \frac{N+M-1}{M-1} \frac{1}{N!} \dots\dots\dots (13)$$

Probabilitas keadaan tetap dapat diselesaikan berkenaan dengan satu yang tidak diketahui, $P(N,0,\dots, 0)$ yang dapat diberikan dengan :

$$\begin{aligned} P(n_1, n_2, \dots, n_M) &= \frac{\mu_1^{(N-n_1)}}{\mu_2^{n_2} \mu_3^{n_3} \dots \mu_M^{n_M}} \times P(N, 0, \dots, 0) \\ &= \left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)^{n_1} \left(\frac{\mu_1}{\mu_3}\right)^{n_2} \dots \left(\frac{\mu_1}{\mu_M}\right)^{n_M} P(N, 0, \dots, 0) \dots\dots\dots (14) \end{aligned}$$

$P(N, 0, \dots, 0)$ diperoleh dengan ketentuan jumlah probabilitas keadaan = 1, yaitu:

$$\sum P(n_1, n_2, \dots, n_M) = 1 \dots\dots\dots (15)$$

Probabilitas keadaan antrian putaran bila ada 4 tahap dengan N truk dapat dihitung dengan rumus :

$$P(n_1, n_2, n_3, n_4) = \frac{\mu_1^{(N-n_1)}}{n_2! \mu_2^{n_2} \mu_3^{n_3} n_4! \mu_4^{n_4}} \dots\dots\dots (16)$$

Probabilitas bahwa sebuah tahap bekerja adalah:

$$Pr(\text{tahap } i \text{ bekerja}) = \rho_i = 1 - \sum P(n_1, n_2, \dots, n_{i-1}, 0, n_{i+1}, \dots, n_M) \dots\dots (17)$$

Jumlah truk yang dapat terlayani pada tiap-tiap tahapnya adalah:

$$\rho_i = \rho_1 \times \mu_i \dots\dots\dots (18)$$

Jumlah truk yang menunggu dalam antrian pada tahap ke i adalah:

$$L_{qi} = \sum n_i P(n_1, n_2, \dots, n_M) - \rho_i \sum P(n_1, n_2, \dots, n_M) \dots\dots\dots (19)$$

Durasi waktu sebuah antruk antri pada tahap i adalah:

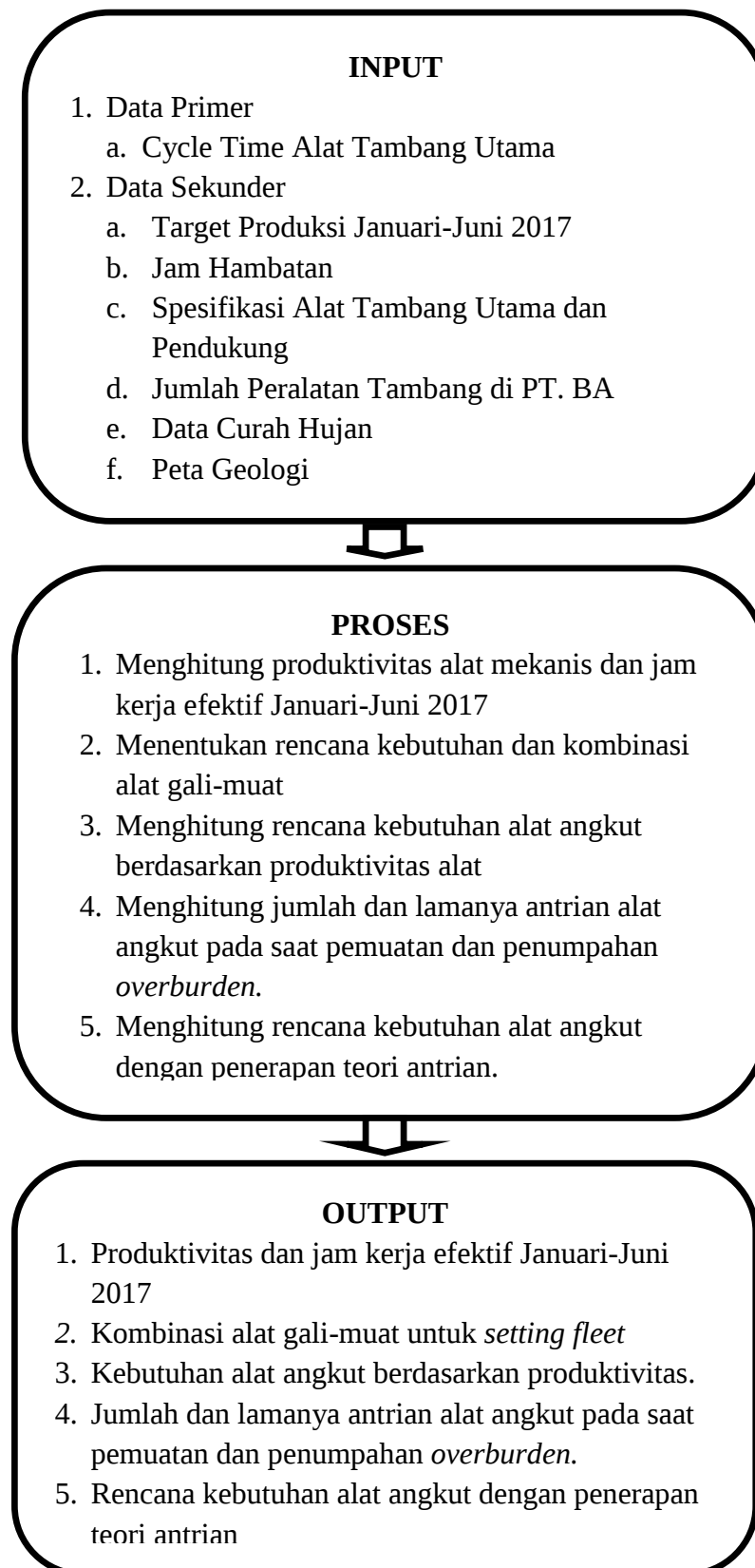
$$Wq_i = \frac{Lq_i}{\theta} \dots\dots\dots (20)$$

Total *cycle time* satu unit truk untuk menyelesaikan tahap M adalah:

$$CT = \sum_{i=1}^M (Wq_i + \frac{1}{\mu_i}) \dots\dots\dots (21)$$

4. Kerangka Konseptual

Dari uraian latar belakang dan tujuan masalah dari penelitian ini maka dapat dibuat kerangka konseptual seperti yang digambarkan pada **Gambar 27** di bawah ini.



Gambar 27. Kerangka Konseptual Penelitian

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jam kerja efektif bulan Januari-Juni 2017 adalah 494,17 jam, 446,24 jam, 477,36 jam, 482,00 jam, 523,31 jam, dan 534,10 jam.
2. Alokasi *fleet* alat tambang utama untuk bulan Januari adalah 4 *fleet* yaitu 2 *fleet* PC 2000-8, 1 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Februari terdapat 5 *fleet* yaitu 2 *fleet* PC 2000-8, 2 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Maret terdapat 5 *fleet* yaitu 2 *fleet* PC 2000-8, 2 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan April terdapat 5 *fleet* yaitu 3 *fleet* PC 2000-8, 1 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Mei terdapat 5 *fleet* yaitu 3 *fleet* PC 2000-8, 1 *fleet* PC 1250, dan 1 *fleet* PC 800-SE7. Bulan Juni terdapat 5 *fleet* yaitu 3 *fleet* PC 2000-8 dan 2 *fleet* PC 1250.
3. Jumlah keseluruhan alat angkut yang dibutuhkan berdasarkan produktivitas untuk kegiatan pengupasan *overburden* pada bulan Januari sebanyak 21 unit HD 785-7, bulan Februari sebanyak 26 unit HD 785-7, bulan Maret sebanyak 26 unit HD 785-7, bulan April sebanyak 28 unit HD 785-7, bulan Mei sebanyak 28 unit HD 785-7, dan bulan Juni sebanyak 30 unit HD 785-7.
4. a. Nilai L_{q1} (jumlah alat angkut yang menunggu pada saat dimuat oleh alat gali-muat), L_{q3} (jumlah alat angkut yang menunggu pada saat penumpahan *overburden* di *disposal*, W_{q1} (lamanya waktu tunggu saat pemuatan), dan

Wq_3 (lamanya waktu tunggu saat penumpahan material) pada bulan Januari-Maret adalah sebagai berikut:

- 1) PC 2000-8 melayani 6 unit HD 785-7: $Lq_1 = 3$ unit, $Lq = 1$ unit, $Wq_1 = 11,11$ menit, dan $Wq_3 = 0,23$ menit.
- 2) PC 1250 melayani 5 unit HD 785-7: $Lq_1 = 2$ unit, $Lq = 1$ unit, $Wq_1 = 10,28$ menit, dan $Wq_3 = 0,22$ menit.
- 3) PC 800-SE7 melayani 4 unit HD 785-7: $Lq_1 = 2$ unit, $Lq = 1$ unit, $Wq_1 = 9,54$ menit, dan $Wq_3 = 0,13$ menit.

b. Nilai Lq_1 , Lq_3 , Wq_1 , dan Wq_3 bulan April-Juni adalah sebagai berikut:

- 1) PC 2000-8 melayani 6 unit HD 785-7: $Lq_1 = 3$ unit, $Lq = 1$ unit, $Wq_1 = 10,25$ menit, dan $Wq_3 = 0,23$ menit.
- 2) PC 1250 melayani 6 unit HD 785-7: $Lq_1 = 3$ unit, $Lq = 1$ unit, $Wq_1 = 11,87$ menit, dan $Wq_3 = 0,21$ menit.
- 3) PC 800-SE7 melayani 4 unit HD 785-7: $Lq_1 = 2$ unit, $Lq = 1$ unit, $Wq_1 = 8,89$ menit, dan $Wq_3 = 0,13$ menit.

5. Jumlah keseluruhan alat angkut yang dibutuhkan berdasarkan penerapan teori antrian untuk kegiatan pengupasan *overburden* pada bulan Januari sebanyak 17 unit HD 785-7, bulan Februari sebanyak 21 unit HD 785-7, bulan Maret sebanyak 21 unit HD 785-7, bulan April sebanyak 26 unit HD 785-7, bulan Mei sebanyak 26 unit HD 785-7, dan bulan Juni sebanyak 27 unit HD 785-7.

B. Saran

Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran kepada perusahaan agar mengkaji kembali kebutuhan alat gali-muat dan alat

angkutan yang digunakan dalam penambangan untuk mendapatkan produksi yang lebih optimal dan untuk pengerjaan di lapangan agar memperhatikan rencana yang telah dibuat agar mencapai target produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim .2009 . “*Specification & Application Handbook Edition 30*” .Jepang: Komatsu.
- Anaviroh. 2011. “*Model Antrian Satu Server dengan Pola Kedatangan Berkelompok*”. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ariyanto, Anjar. 2003. “*Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut dengan Penerapan Metode Antrian untuk Mencapai Sasaran Produksi pada Penambangan Tanah Liat Kuari Temandang PT. Semen Gresik (Persero) Tbk Tuban Jawa Timur.*” Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- Ercelebi S.G dan Bascetin. 2009. “Optimization of Shovel-Truck System for Surface Mining.” *The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy Volume 109*
- Febrianto, Ardyan, dkk. 2016. “*Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*”. Yogyakarta: Universitas Veteran.
- Hamdan, Muhammad. 2016. “*Quarterly Plan Penambangan Batubara Tahun 2016 pada Pit SR4 Mine Project PT. Bara Anugrah Sejahtera, kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.* Padang: Universitas Negeri Padang.
- Indonesianto, Yanto. 2014. “*Pemindahan Tanah Mekanis*”. Yogyakarta: Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”.
- Iqbal, Muhammad. 2011. “*Analisis Kinerja Sistem Pendekatan Teori dan Praktek*”. Depok: Universitas Gunadarma.
- Prasmoro, Alloysius Vendhi. 2014. “*Optimasi Produksi Dump Truck Volvo FM 440 dengan Metode Kapasitas Produksi dan Teori Antrian di Lokasi Pertambangan Batubara (Studi pada Salah Satu Kontraktor Pertambangan Area Samarinda, Kalimantan Timur*”. Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana.
- Prodjosumarto, Partanto. 1996. “*Pemindahan Tanah Mekanis*”. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Sugiyono. 2008. “*Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*”. Bandung