

**ANALISIS *FUEL RATIO* ALAT ANGKUT PADA
PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PIT 1 BLOK 10
PT. KTC COAL MINING & ENERGY
DESA LEMO KECAMATAN TEWEH TENGAH
KABUPATEN BARITO UTARA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan



OLEH :

KRISTOPER LEONARDO
DBD 112 041

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

**ANALISIS *FUEL RATIO* ALAT ANGKUT PADA
PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PIT 1 BLOK 10
PT. KTC COAL MINING & ENERGY
DESA LEMO KECAMATAN TEWEH TENGAH
KABUPATEN BARITO UTARA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI



OLEH:

**KRISTOPER LEONARDO
DBD 112 041**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kristoper Leonardo

NIM : DBD 112 041

Jurusan : Teknik Pertambangan

Jenjang : Strata I (S-1)

Menyatakan bahwa Saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penyusunan Tugas Akhir yang berjudul :

**"ANALISIS FUEL RATIO ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN
OVERBURDEN DI PIT 1 BLOK 10 PT. KTC COAL MINING & ENERGY DESA
LEMO KECAMATAN TEWEH TENGAH KABUPATEN BARITO UTARA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH"**

Tugas Akhir ini merupakan hasil penyusunan sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di Daftar Pustaka.

Palangka Raya, Januari 2020

Penulis,

KRISTOPER LEONARDO
NIM. DBD 112 041



HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS *FUEL RATIO* ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN*
DI PIT 1 BLOK 10PT. KTC COAL MINING & ENERGY DESA LEMO
KECAMATAN TEWEH TENGAH
KABUPATEN BARITO UTARA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh :

KRISTOPER LEONARDO
DBD 112 041

Tim Dosen Penguji :

1. Lisa Virgianti, ST., MT
Nip. 197709042008012011
2. Yossa Yonathan Hutajulu , ST.,MT
Nip. 198410222015041001
3. Fahrul Indrajaya, ST., MT
Nip. 198102112006041001
4. Ir. Yulian Taruna, M.Si
Nip. 195807051989031019
5. Dody, A. K. Wijaya.,S.Hut.,M.Si
Nip. 19831207 201212 1 001

Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota


Anggota

Dehan Fakultas Teknik
Enis dan Palangkaraya



K. WALLYON SWANTORO, MT
NIP. 19651119 199302 1 001

Ketua Jurusan/Program Studi
Teknik Pertambangan



FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terimakasih Dan Puji Syukur Kepada Tuhan Atas Segala-Nya Sehingga Saya Tidak Menyerah Dalam Menyelesaikan Skripsi Dan Memberikan Kekuatan Sehingga Tidak Takut Dalam Menghadapi Rintangan.

Terimakasih,

Kepada Ayah dan Ibu Saya (Kaliwus Asi & Nara Kristiana) Karena Telah Mendukung Baik Moril Maupun Materil.

Terimakasih,

Kepada Adik Saya (Kristina Paskhariana) Karna Telah Memberikan Support Dan Dukungan Dalam Hal Apa Pun.

Terimakasih,

Kepada Teman-Teman Organisasi (HIMAPAKAT & GMNI PKY) Karna Telah Mendukung Dan Memberikan Semangat Selalu Dalam Mengerjakan Skripsi.

Terimakasih,

Untuk Naltri Silvia Ningsih Karna Telah Membantu, Mendukung, Dan Memberikan Semangat Selalu. Dan Selalu Menanyakan Progres Skripsi Saya.

Terimakasih,

Buat Dosen-Dosen Dan Staff Jurusan Teknik Pertambangan Karena Telah Membantu Dalam Hal Apa Pun.

Terimakasih,

Untuk Teman-Teman Kampus, Khususnya Buat Teman Senasib yang selalu Menghibur, Memotivasi, dan Membantu Dalam Informasi Maupun Tenaga Serta Pikiran.

Terimakasih,

Kepada Teman-Teman Asrama Mahasiswa Katingan Karna Telah Mendukung Dan Memberikan Semangat Selalu Dalam Mengerjakan Skripsi

Terimakasih Juga,

Buat Orang-Orang Yang Selalu Bilang “Kok kuliah mu lama”.

“Barang Siapa Ingin Mutiara, Harus Berani Terjun Di Lautan Yang Dalam.” – (Ir. Soekarno)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan melalui doa kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang selalu melimpahkan berkat-Nya detik berganti menit, menit berganti jam, jam berganti hari, hari berganti malam, dan setiap saat nafas ini berhembus Tuhan menyertai perjuangan hambaNya menuntaskan tanggung jawab yang dibaktikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul : “ **ANALISIS FUEL RATIO ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN OVERBURDEN DI PIT 1 BLOK 10 DESA LEMO KECAMATAN TEWEH TENGAH KABUPATEN BARITO UTARA** ”. Penelitian ini dilakukan mulai 13 Agustus s/d 30 Oktober 2019.

Pada kesempatan ini izinkan penulis menyampaikan ungkapan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya.,ST.,MT., Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Penguji 1 (satu).
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT., Sekretaris Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing 2 (dua).
4. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT., Dosen Pembimbing 1 (satu) dan Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Ir. Yulian Taruna.,M.Si., Dosen Penguji 2 (dua).
6. Bapak Dody A. K. Wijaya.,S.Hut.,M.Si., Dosen Penguji 3 (tiga).

7. Bapak Ir. Alexius Domino., Kepala Teknik Tambang PT. Berkat Bumi Persada
8. Bapak Abdul Hadi.,ST., *Project Manager* PT. KTC *Coal Mining & Energy Jobsite* Lemo.
9. Bapak Bayu.,ST., Pembimbing Lapangan dan *Junior Engginer* pada Divisi *Engginering* PT. KTC *Coal Mining & Energy Jobsite* Lemo.

Sebagaimana pepatah mengatakan bahwa “ *tak ada jalan yang tak berlubang*” yang bermakna setiap pekerjaan tiada luput dalam ketidak sempurnaan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan masukan berupa kritik, saran, arahan, dan pandangan yang membangun dari pembaca. Sehingga Skripsi ini bermanfaat bagi insan akademik, masyarakat umum, maupun sebagai referensi pengembangan penelitian selanjutnya.

Palangka Raya, Januari 2020

Penulis

KRISTOPER LEONARDO
NIM. DBD 112 041

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
SARI	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Proses Pengupasan Tanah Penutup (<i>Striping Overburden</i>)	8
2.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar.....	9
2.4 Klasifikasi Penggunaan Bahan Bakar Kendaraan <i>Off Highway Dump Trucks</i>	11
2.5 Tahanan – Tahanan yang Mempengaruhi Gaya Gerak Kendaraan	12
2.5.1 Tahanan Gulir (<i>Rolling Resistance</i>)	12
2.5.2 Tahanan Kemiringan (<i>Grade Resistance</i>)	14
2.5.3 Tahanan Aerodinamis (<i>Aerodynamic Resistance</i>)	16
2.5.4 Kecepatan Pengangkutan Ideal Alat Angkut.....	17
2.5.5 Rimpull.....	18
2.5.6 Waktu Tempuh	19
2.5.7 Kecepatan	20
2.5.8 Tenaga (<i>Power</i>) yang dibutuhkan.....	20
2.5.9 Kecepatan Pengangkutan Ideal Alat Angkut.....	21
2.6 Klasifikasi Penggunaan Bahan Bakar <i>Dump Truck</i>	23
2.7 Penggunaan Bahan Bakar (<i>Fuel Consumption Spesific</i>).....	25

2.8	<i>Fuel Ratio</i>	27
2.9	Alat Gali Muat.....	28
2.10	Alat Angkut.....	29
2.11	Pola Pemuatan.....	31
2.12	Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	34
	2.12.1 Waktu Edar Alat Gali Muat	35
	2.12.2 Waktu Edar Alat Angkut	36
2.13	Efisiensi Kerja.....	38
2.14	Keadaan Alat Mekanis dan Efektivitas Penggunaannya.....	41
2.15	Faktor Pengisian (<i>Fill Factor</i>)	43
2.16	Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut	45
	2.16.1 Alat Gali Muat.....	45
	2.16.2 Alat Gali Angkut.....	45

Halaman

BAB III	METODE PENELITIAN.....	46
3.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitian	46
	3.1.1 Profil dan Sejarah Penelitian.....	46
	3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	47
	3.1.3 Iklim dan curah hujan.....	47
3.2	Kondisi Geologi Regional.....	47
	3.2.1 Kondisi Geologi Regional Lembar Muara Teweh.....	47
	3.2.2 Kondisi Geologi Regional Lembar Buntok	52
	3.2.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	57
	3.2.3.1 Morfologi Daerah Penelitian.....	57
	3.2.3.2 Litologi Daerah Penelitian	58
	3.2.3.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian	58
3.3	Alat dan Bahan.....	58
3.4	Tata Laksana	59
	3.4.1 Langkah Kerja.....	59
	3.4.2 Metode.....	60
3.5	Bagan Alir Penelitian	61
3.6	Waktu penelitian	63
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	65
4.1	Hasil Penelitian	65
	4.1.1 <i>Fuel Consumption</i> Aktual	65
	4.1.2 Kondisi Lappangan Tiap Segmen Jalan Tambang.....	66
	4.1.3 Perhitungan <i>Fuel Consumption Spesific</i> <i>Komatsu HD 465-7</i>	71
	4.1.4 Perhitungan <i>Fuel Consumption Spesific</i> <i>Volvo ADT A40F</i>	80
	4.1.5 Produktivitas Alat Angkut.....	89

4.1.6	<i>Fuel Ratio</i>	100
4.1.7	Standarisasi <i>Fuel Ratio</i> Alat Angkut.....	101
4.2	Pembahasan.....	102
4.2.1	<i>Fuel Consumption</i> Aktual	102
4.2.2	Kondisi Lappangan Tiap Segmen Jalan Tambang.....	102
4.2.3	<i>Fuel Consumption Spesific Komatsu HD 465-7</i> <i>dan Volvo ADT A40F</i>	103
4.2.4	Produktivitas	105
BAB V PENUTUP		107
5.1	Kesimpulan	107
5.2	Saran	108

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Klasifikasi Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Komatsu	10
2.2	Angka Rata- Rata Tahanan Gulir untuk Berbagai Macam Jalan.....	14
2.3	Pengaruh Kemiringan Jalan Terhadap Tahanan Kemiringan	15
2.4	Perbandingan Keuntungan dan Kerugian Beberapa Jenis Alat Angkut.....	23
2.5	Faktor Koreksi Bucket (<i>Fill Factor</i>)	36
3.1	Waktu Penelitian	41
4.1	Konsumsi Bahan Bakar <i>Komatsu</i> HD 465-7 No. 2216.....	59
4.2	Konsumsi Bahan Bakar <i>Volvo</i> ADT A40F No.2543	60
4.3	Jam Kerja Operasi <i>Komatsu</i> HD 465-7 No. 2216.....	60
4.4	Jam Kerja Operasi <i>Volvo</i> ADT A40F No.2543.....	61
4.5	Alat Mekanis yang Digunakan dalam Kegiatan Penambangan .	62
4.6	Waktu Edar Rata – Rata HD 465-7	65
4.7	Hambatan – Hambatan pada <i>Komatsu</i> HD 465-7 No. 2216.....	67
4.8	Waktu Edar Rata <i>Volvo</i> ADT A40F	70
4.9	Hambatan – Hambatan pada ADT <i>Volvo</i> A40F No. 2543.....	72
4.10	Standart Fuel Ratio di PT. KTC Coal Mining & Energy	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Efek Perubahan Desain Kendaraan pada Konsumsi Bahan Bakar	11
2.3	Tahanan Kemiringan pada Bidang Miring	15
2.4	Grafik Unjuk Kerja (<i>Perfomance Curve</i>) dari <i>Off – highway Dump Truck</i> Komatsu HD 465	17
2.5	Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali Muat terhadap Alat Angkut.....	25
2.6	Pola Pemuatan Berdasarkan Alat Jumlah Angkut	26
2.7	Pola Pemuatan Berdasarkan Cara Manuver Excavator dan Penempatan <i>Dump Truk</i>	27
3.1	Batas – Batas Lembar Muara Teweh	41
3.2	Stratigrafi Regional Muara Teweh.....	42
3.3	Diagram Alir Penelitian	55
4.1	Persiapan Pengambilan Data Konsumsi Bahan Bakar	55
4.2	Pola Pemuatan <i>Top Loading</i>	60
4.3	Pola Pemuatan <i>Bottom Loading</i>	60
4.4	Kondisi Material di Lokasi Penelitian	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

A	Peta Kesampaian Daerah Penelitian
B	Peta Geologi Daerah Penelitian dan Peta Situasi
C	<i>Cycle Time</i> Komatsu HD 465-7
D	<i>Cycle Time</i> Volvo ADT A40F
E	<i>Fill Factor</i>
F	Densitas Batuan
G	<i>Swell Factor</i>
H	Skala Wentworth
I	<i>Bucket Fill Factor</i> Komatsu HD 465-7
J	<i>Bucket Fill Factor</i> Volvo ADT A40F
K	Koefisien Gesekan Ban Terhadap Jalan Komatsu HD 465-7
L	Koefisien Gesekan Ban Terhadap Jalan Volvo ADT A40F
M	Laju Konsumsi Bahan Bakar
N	Brake Specific Fuel Consumption Komatsu HD 465-7
O	Brake Specific Fuel Consumption Volvo ADT A40F
P	Massa Konsumsi Bahan Bakar Komatsu HD 465-7
Q	Massa Konsumsi Bahan Bakar Volvo ADT A40F
R	Total Massa Konsumsi Bahan Bakar Komatsu HD 465-7
S	Total Massa Konsumsi Bahan Bakar Volvo ADT A40F
T	Spesifikasi Komatsu HD 465-7
V	Spesifikasi Volvo ADT A40F

SARI

Permasalahan yang dihadapi PT. KTC *Coal Mining & Energy* adalah biaya penambangan yang besar, untuk menurunkan biaya penambangan salah satunya menganalisis konsumsi bahan bakar alat angkut batuan penutup (*overburden*) yang berkontribusi tinggi dari total konsumsi bahan bakar lainnya. Analisis *fuel ratio* merupakan analisis yang membandingkan total konsumsi bahan bakar dengan *produktivitas* alat angkut.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif, dengan cara menggambarkan dan menerangkan hubungan antara parameter yang mempengaruhi *fuel consumption* pada kegiatan *overburden removal*. Dan pendekatan kualitatif, dengan cara menghitung dan menganalisis *fuel consumption* pada kegiatan *overburden removal* sehingga mendapatkan nilai *fuel ratio* kemudian di *compare* dengan standar *fuel ratio* perusahaan.

Fuel consumption dari *Komatsu HD 465-7* sebesar 41,46 L/Jam dan *Volvo ADT* sebesar 25,99 L/jam. Analisis *fuel ratio Komatsu HD 465-7* = 0,55 L/Bcm dan *Volvo ADT A40F* = 0,57 L/Bcm. Kedua alat angkut masuk dalam klasifikasi efisien berdasarkan tabel standar perusahaan

Kata kunci : *fuel ratio, fuel consumption, produktivitas*

ABSTRACT

The problems faced by PT. KTC Coal Mining & Energy is a large mining cost, to lower the cost of mining one of which analyzes the fuel consumption of overburden, which contributes higher than the total fuel consumption. The analysis of fuel ratio is an analysis comparing the total consumption of fuel with the productivity of the hauler.

The method of study used is a descriptive approach, by describing and clarifies the relationship between parameters that affect fuel consumption on overburden removal activities. And qualitative approach, by calculating and analyzing fuel consumption on overburden removal activities so as to get the fuel ratio value then in compare with the standard fuel ratio of the company.

Fuel consumption of Komatsu HD 465-7 of 41.46 L/hour and Volvo ADT amounted to 25.99 L/hour. Analyze the fuel ratio Komatsu HD 465-7 = 0.55 L/Bcm and Volvo ADT A40F = 0.57 L/Bcm. Both hauling tools are in efficient classification based on the company's standard table

Keyword: *fuel ratio, fuel consumption, produktivitas*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. KTC Coal Mining & Energy adalah kontraktor pertambangan yang bekerja sama dengan PT. Berkas Bumi Persada sebagai pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) di desa Lemo I Kecamatan Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara.

Kegiatan penambangan yang dilakukan dengan sistem tambang terbuka terdiri dari pengupasan lapisan batuan penutup meliputi pembersihan lahan (*Land Clearing*), pengupasan tanah pucuk (*Top Soil Prestripping*) dan pengelolaan, pemuatan dan pengangkutan lapisan batuan penutup (*Overburden Removal*). Setelah itu dilakukan penambangan batubara yang meliputi pembongkaran batubara (*Coal Stripping*), pemuatan dan pengangkutan batubara serta pengapalan batubara. Alat angkut yang digunakan pada penguapasan OB (*Overburden Removal*) adalah *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F

Permasalahan yang dihadapi perusahaan ini adalah biaya penambangan yang besar sehingga departemen *engineering* berusaha mencari cara untuk menurunkan biaya penambangan tersebut, salah satunya dengan menganalisis penggunaan konsumsi bahan bakar pada setiap unit yang bekerja. Khususnya untuk alat angkut batuan penutup

(*overburden*) yang berkontribusi tinggi dari total konsumsi bahan bakar lainnya.

Oleh karena itu, dibutuhkan analisis yang tepat untuk melihat besaran kebutuhan bahan bakar pada alat angkut, salah satunya adalah analisis *Fuel Ratio*.

Dari analisis ini akan dapat diketahui bahwa penggunaan bahan bakar masih dalam keadaan normal atau sudah melebihi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik mengambil judul Penelitian Skripsi “**Analisis *Fuel Ratio* Alat Angkut Angkut Pada Pengupasan *Overburden* di Pit 1 Blok 10 PT KTC Coal Mining & Energy**”.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah selama kegiatan Skripsi berlangsung adalah :

1. Berapa besar konsumsi bahan bakar alat angkut *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F dalam bulan Agustus 2019 ?
2. Bagaimana hasil analisa *Fuel Ratio* alat angkut *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *Fuel Ratio* alat angkut *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F sehingga dapat memenuhi standar *Fuel Ratio* pada PT.KTC Coal Mining & Energy.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian Skripsi ini adalah :

1. Mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar alat angkut *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F selama bulan Agustus 2019 .
2. Menganalisis *Fuel Ratio* alat angkut *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian Skripsi ini, adalah :

1. Mengaplikasikan pengetahuan yang didapatkan ketika kuliah, serta menambah pengetahuan praktis mengenai analisis *Fuel Ratio* sebagai bekal didunia kerja nantinya.
2. Memberikan rekomendasi dari analisis yang dilakukan kepada perusahaan tentang *Fuel Ratio* dengan parameter yang telah ditetapkan oleh perusahaan bersangkutan, untuk menekan biaya operasional yang sangat besar.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian difokuskan pada kegiatan pengupasan *overburden* pada PT. KTC Coal Mining & Energy
2. Alat angkut yang diamati adalah *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo* ADT A40F .
3. Data konsumsi bahan bakar dan total produksi *overburden* berdasarkan data sekunder.
4. Penelitian Lapangan dilakukan pada bulan Agustus (1 Bulan).



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan Satria Heyder Winarto (2009), dengan judul, “Analisis Konsumsi Bahan Bakar HD 465 dan HD 785 di Bukit Makmur pada Lokasi Kerja Sebuku Kalimantan Selatan”, Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini bertujuan pada pengaruh kemiringan jalan dan jarak tempuh unit HD 465 dan HD 785 yang menyebabkan bertambahnya kebutuhan bahan bakar, serta penentuan unit yang paling efisien dalam konsumsi bahan bakar. Penelitian dilaksanakan dengan metode observasi lapangan untuk pengambilan data primer. Sedangkan data sekunder diperoleh dari perusahaan yang terdiri dari spesifikasi alat Komatsu sesuai buku *Specification & Application Handbook Komatsu* edisi ke - 26.

Dari hasil pengamatan dilapangan didapat bahwa semakin besar kemiringan jalan maka semakin besar pula laju konsumsi bahan bakar dari kendaraan yang melintas. Hal ini disebabkan karena kemampuan Rimpull mesin yang terbatas untuk mengatasi tahanan kemiringan. Untuk menghasilkan Rimpull yang besar, maka mesin harus bekerja pada gigi rendah dan dengan RPM tinggi. Hal ini menyebabkan bertambahnya konsumsi bahan bakar pada mesin.

Dari hasil perhitungan, didapat nilai tahanan kemiringan yang menghasilkan nilai laju konsumsi bahan bakar dengan klasifikasi penggunaan bahan bakar tinggi dari *Komatsu* adalah sebesar 190 lbs/ton (9,5 % kemiringan jalan) untuk unit HD 465, serta 170 lbs/ton (8,5 % kemiringan jalan) untuk unit HD 785. Konsumsi bahan bakar spesifik pada HD785 secara umum lebih rendah dibandingkan unit HD465. Sehingga menjadikan unit HD785 sebagai alat angkut paling efisien dalam pekerjaan pengangkutan material lapisan batuan penutup .

Jalur Angkut di pit Tanah Putih yang memiliki nilai tahanan kemiringan paling besar ada pada jalur LP1 – DP1 dengan besar kemiringan 10 % (200 lbs/ton). Semakin besar kemiringan suatu jalan, maka semakin besar pula tahanan kemiringan yang harus diatasi oleh kendaraan. Semakin besar nilai tahanan kemiringan maka semakin besar pula laju konsumsi bahan bakar kendaraan yang melintas. Kenaikan laju konsumsi bahan bakar disebabkan oleh kebutuhan mesin akan bahan bakar yang semakin besar akibat RPM mesin yang tinggi untuk menjaga kecepatan pengangkutan agar tetap konstan pada saat kendaraan melewati jalan dengan kemiringan yang tinggi. Untuk pekerjaan pengangkutan material lapisan batuan penutup pada jalur angkut dengan besar kemiringan jalan diatas 5%, alat angkut yang paling efisien dalam hal konsumsi bahan bakar adalah unit HD785. Sedangkan untuk jalur angkut dengan kemiringan jalan dibawah 5%, unit HD465 adalah alat angkut yang paling cocok

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Merlin Nabela (2016), dengan judul, “Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit Di PT Gunung Sampurna Makmur, Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat”. Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung. Penelitian ini bertujuan melakukan analisis terhadap kemiringan jalan dan jarak angkut, maka dapat diketahui kebutuhan bahan bakar solar untuk *Dump Truck* **MAN CLA 26.280** dan *excavator* **KOBELCO SK 330**. Dengan cara perhitungan waktu kerja alat, kebutuhan bahan bakar harian dengan pengecekan rutin oleh divisi mekanis, dan pengukuran jalan.

Hasil yang didapatkan dari produksi alat muat sebesar 69,66 BCM/jam dan produksi alat angkut sebesar 22,80 BCM/jam. Adapun produksi aktual yang terangkut dari *loading point* ke *hopper* dalam satu hari sebanyak 1830,24 BCM. Rata-rata konsumsi bahan bakar alat muat yaitu 26,56 Liter/Jam, adapun rata-rata konsumsi bahan bakar alat angkut untuk jarak angkut 1200 m sebanyak 8,36 Liter/Jam dan untuk jarak angkut 1400 m sebesar 9,53 Liter/Jam.

Dengan melakukan analisis terhadap kemiringan jalan dan jarak angkut, maka dapat diketahui kebutuhan bahan bakar solar untuk *Dump Truck* **MAN CLA 26.280** pada jarak angkut 1,2 Km dengan kemiringan jalan 7,25% sebesar 0,13 Liter/Km/%, sedangkan pada jarak angkut 1,4 Km dengan kemiringan jalan 6,42% sebesar 0,16 Liter/Km/%.

Nilai *Fuel Ratio* aktual di lapangan untuk jarak angkut 1,2 Km sebesar 0,65 Liter/BCM, sedangkan untuk jarak angkut 1,4 Km sebesar 0,79 Liter/BCM. Kemiringan jalan berpengaruh pada daya yang dikeluarkan, sehingga mempengaruhi konsumsi bahan bakar, berdasarkan perhitungan yang dilakukan daya paling besar dikeluarkan oleh *Dump Truck MAN CLA 26.280* pada segmen jalan angkut E-F dengan grade 26,06%. Sehingga bahan bakar pada segmen tersebut sebanyak 26,06 liter. Beberapa faktor berpengaruh terhadap nilai *Fuel Ratio* diantaranya kemiringan jalan, jarak angkut, kondisi jalan, kecepatan alat angkut, kondisi alat angkut yang digunakan, dan kemampuan operator dalam mengemudikan alat angkut tersebut .

2.2 Proses Pengupasan Tanah Penutup (*Stripping Overburden*)

Lapisan tanah penutup pada daerah proyek terdiri atas dua jenis yaitu top soil dan lapisan overburden sehingga lapisan dilakukan terhadap lapisan top soil terlebih dahulu dan ditempatkan pada suatu daerah tertentu untuk tujuan reklamasi nantinya. Setelah lapisan top soil terkupas, selanjutnya dilakukan pengupasan pada lapisan overburden lalu didorong dan ditempatkan pada daerah tertentu dan sebagian lagi digunakan sebagai peneras jalan. (Jefri Hansen Siahaan, 2011).

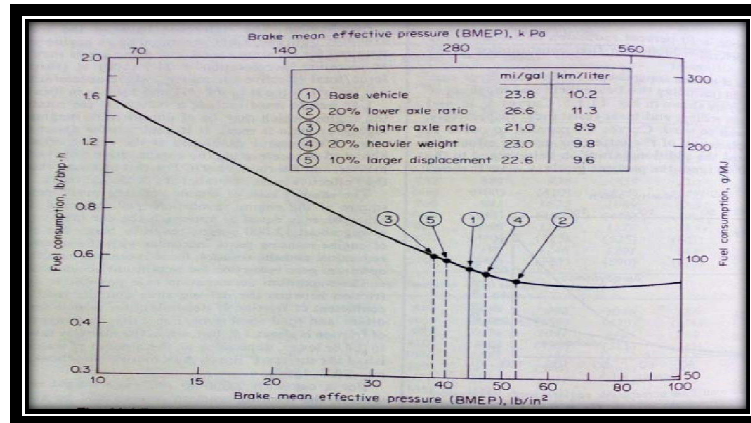
Kegiatan pengupasan dilakukan secara bertahap dengan menggunakan bulldozer, dimana tahap pengupasan awal dilakukan untuk menyiapkan jenjang pertama dan pengupasan berikutnya dapat dilakukan

bersamaan dengan tahap produksi, sehingga pola yang diterapkan adalah seri dan paralel yang bertujuan untuk :

- a. Menghemat investasi dan biaya persiapan.
- b. Menghindari pengotoran endapan batu gamping dari lapisan penutup, sehingga mempermudah dalam pekerjaan penggalian.
- c. Menghindari terjadinya longsor dan bahaya angin (Jefri Hansen Siahaan, 2011).

2.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar

Faktor desain yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar meliputi, tujuan penggunaan alat, target unjuk kerja, tipe dan ukuran mesin, daya keluaran, jenis transmisi, rasio gigi (*axle ratio*), konstruksi ban, berat kendaraan, dan bentuk aerodinamis. Selain itu, faktor pemilik dan pengguna (operator) yang mempengaruhi penggunaan bahan bakar meliputi, pola mengemudi, panjang lintasan dan banyaknya waktu berhenti, teknik mengemudi (akselerasi, kecepatan, dan perlambatan), perawatan mesin, penggunaan fitur aksesoris, muatan alat, kondisi jalan dan faktor cuaca. Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bagaimana konsumsi bahan bakar dipengaruhi oleh perubahan desain rasio gigi (*axle ratio*), ukuran mesin, dan berat kendaraan (Satria Heyder Winarto, 2009).



(Sumber : E. A. Avallone et. al., 2006)

Gambar 2.1. Efek Perubahan Desain Kendaraan pada Konsumsi Bahan Bakar

Pada **Gambar 2.1** diatas dapat dilihat beberapa pengaruh perubahan spesifikasi kendaraan terhadap konsumsi bahan bakarnya. Rasio gigi (*axle ratio*) yang lebih besar 20 % akan menambah konsumsi bahan bakar sebanyak 13 %. Sedangkan untuk rasio gigi yang lebih kecil 20 % akan mengurangi konsumsi bahan bakar sebanyak 11 %. Lalu untuk kenaikan berat kendaraan sebanyak 20 % akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 4 %. Penggunaan kendaraan dengan ukuran mesin (*displacement*) yang lebih besar 10 % akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 6 %. Hal ini disebabkan karena ruang piston yang lebih besar sehingga memerlukan jumlah bahan bakar yang relatif lebih banyak (Satria Heyder Winarto, 2009).

2.4 Klasifikasi Penggunaan Bahan Bakar *Off-highway Dump Trucks*

Alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material lapisan batuan penutup adalah unit HD785, lalu alat angkut yang digunakan untuk mengangkut batubara adalah unit HD465, namun juga dipakai untuk membantu kerja HD785 dalam pengangkutan material lapisan batuan penutup. Rasio penggunaan bahan bakar per jam dari alat angkut Komatsu dapat dilihat dalam (Tabel 2.1). (Satria Heyder Winarto, 2009).

Tabel 2.1. Klasifikasi Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Komatsu

No	Tipe Alat	Rendah (L/hr)	Menengah (L/hr)	Tinggi (L/hr)	HP	KWatt
1	HD465-7	30.7 ~ 46.0	46.0 ~ 61.4	61.4 ~ 84.4	715	533
2	HD785-5	39.2 ~ 58.8	58.8 ~ 78.4	78.4 ~ 107.8	1010	753

(Sumber : *Specification & Application Handbook* Komatsu edisi ke – 26)

Sedangkan untuk kategori pekerjaan yang dilakukan oleh alat angkut Komatsu berdasarkan klasifikasi penggunaan bahan bakar dapat dibagi menjadi tiga kelas, yaitu :

- 1) Rendah; waktu muat lama, kemiringan dan kondisi jalan baik.
- 2) Menengah; waktu muat normal, kemiringan normal dan kondisi jalan baik.
- 3) Tinggi; waktu muat cepat, kemiringan tinggi dan kondisi jalan normal.

Konsumsi bahan bakar pada saat kendaraan dalam kondisi *idle* jauh lebih kecil daripada saat kendaraan berjalan. Oleh karena itu, jika waktu muat (*loading time*) lama, artinya kendaraan lebih sering berada dalam keadaan *idle* (saat pemuatan) daripada berjalan. Lalu jika waktu muat cepat, artinya kendaraan lebih sering berjalan ketimbang diam (*idle*) (Satria Heyder Winarto, 2009).

2.5 Tahanan – Tahanan yang Mempengaruhi Gaya Gerak Kendaraan

2.5.1 Tahanan Gulir (*Rolling Resistance*)

Tahanan gulir didefinisikan sebagai jumlah segala gaya-gaya luar yang bekerja yang berlawanan dengan arah gerak kendaraan, yang bekerja diatas permukaan jalan atau permukaan tanah (Prodjosumarto, 1996).

Pada kecepatan rendah, tahanan gulir merupakan gaya utama yang menghambat gerak kendaraan, sedangkan pada kecepatan tinggi terdapat gaya-gaya lain yang menghambat gerak kendaraan selain tahanan gulir seperti tahanan aerodinamis. Tahanan gulir semakin besar akan menyebabkan gaya yang diperlukan untuk menarik kendaraan di atas tanah semakin besar, hal ini berhubungan dengan konsumsi bahan bakar yang dipergunakan akan semakin tinggi. Tipe ban dan tipe jenis tanah yang bervariasi akan menghasilkan nilai koefisien tahanan gulir yang berbeda-beda (Prodjosumarto, 1996).

Terdapat banyak peneliti yang mempelajari tentang faktor- faktor yang mempengaruhi tahanan gulir, Wood (1995) menyebutkan beberapa faktor yang mempengaruhi nilai dari tahanan gulir, faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

1. Berat muatan; Semakin besar muatan yang diberikan akan memberikan nilai tahanan gulir semakin besar pula.
2. Bagian kendaraan yang bersentuhan dengan permukaan jalur jalan yaitu luas kontak ban dan jalan.

3. Keadaan jalan; semakin keras dan rata jalan tersebut, semakin kecil tahanan gulirnya.
4. Tipe permukaan jalan ; lanau (*silt*), lempung (*clay*) dan pasir (*sand*) akan memberikan reaksi tahanan gulir yang berbeda.
5. Gesekan dalam (*internal friction*); jika terdapat kehilangan mekanis (*mechanical losses*) antara mesin dan ban akan meningkatkan tahanan gulir.
6. Pengemudi; Keahlian operator untuk mengemudikan kendaraannya secara baik akan mempengaruhi besarnya nilai tahanan gulir.

Pada penelitian lainnya menyebutkan bahwa tahanan gulir yang bekerja pada permukaan yang keras disebabkan oleh adanya defleksi rangka ban pada saat ban berputar. Gesekan antara ban dan jalan yang disebabkan oleh adanya sliding, tahanan udara dalam ban, dan dampak dari perputaran ban terhadap udara luar juga merupakan faktor yang mempengaruhi tahanan gulir ban (Wong, 1993).

Besarnya tahanan gulir dinyatakan dalam *pounds (lbs)* dari *tractive pull* yang diperlukan untuk menggerakkan tiap *gross ton* berat kendaraan beserta isinya pada jalur jalan mendatar dengan kondisi jalur jalan tertentu. Beberapa angka tahanan gulir untuk berbagai macam jalan dapat dilihat pada (**Tabel 2.2**).

Tabel 2.2. Angka Rata-rata Tahanan Gulir untuk Berbagai Macam Jalan

Macam Jalan	RR Untuk Ban Karet (lb/ton)
<i>Hard, smooth surface, well</i>	40
<i>Firm but flexible surface, well</i>	65
<i>Dirt road, average construction road, little maintenance</i>	100
<i>Dirt road, soft or rutted</i>	150
<i>Deep, muddy surface, or loose sand</i>	250 – 400

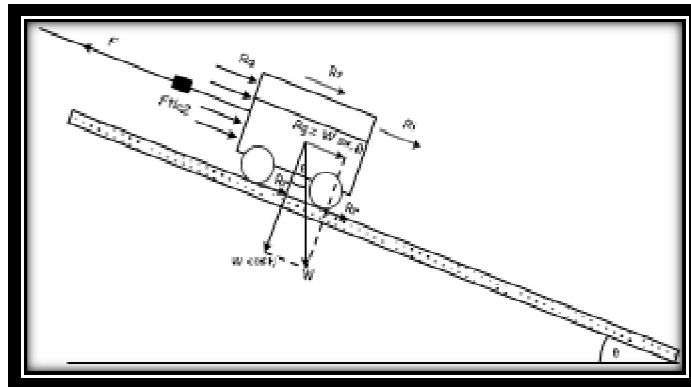
(Sumber : H. L. Nichols, 1976)

2.5.2 Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Tahanan kemiringan adalah gaya yang melawan gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilaluinya. Tahanan kemiringan dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu (Rohman, 2009) :

1. Besarnya kemiringan jalan.
2. Berat kendaraan.

Berdasarkan kesetimbangan gaya maka tahanan kemiringan dapat dihitung dengan persamaan (2-3) dan (2-4), ilustrasi tahanan kemiringan di tunjukkan oleh (**Gambar 2.2**).



(Sumber : Rohman, 2009)

Gambar 2.2.Tahanan Kemiringan pada Bidang Miring

$$R_g = W \sin \theta \dots\dots\dots(2.3)$$

$$R_g = mg \sin \theta \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

R_g= Tahanan Kemiringan (N)

W = Berat (N)

θ = Sudut Kemiringan (°)

Besarnya nilai tahanan kemiringan pada berbagai kondisi kemiringan jalan dapat dilihat pada (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. Pengaruh Kemiringan Jalan Terhadap Tahanan Kemiringan (GR)

Grade Jalan	GR	Grade Jalan	GR
1	20	12	238
2	40	13	257,8

Bersambung.....

Lanjutan **Tabel 2.3.**

3	60	14	277,4
4	80	15	296,6
5	100	20	392,3
6	119,8	25	485,2
7	139,8	30	574,7
8	159,2	35	660,6
9	179,2	40	742,8
10	199	50	894,4
11	218		

(Sumber : H.L. Nichols., 1976)

Pada Tabel 2.3 dapat dilihat bahwa pada kemiringan < 15 %, nilai tahanan gulir ± 20 lbs untuk setiap *gross ton* dan setiap 1 % kemiringan. Berdasarkan hal tersebut, untuk menyederhanakan perhitungan maka besarnya tahanan kemiringan rata-rata (H. L. Nichols, 1976)

dinyatakan dalam 20 *pounds* (lbs) dari *rimpull* atau *tractive effort* untuk setiap *gross ton* berat kendaraan beserta isinya pada setiap kemiringan 1 %. Hal ini didukung dengan kenyataan bahwa peralatan tambang sangat jarang yang sanggup mengatasi kemiringan > 15 % (H. L. Nichols, 1976).

2.5.3 Tahanan Aerodinamis (*Aerodynamic Resistance*)

Tahanan aerodinamis pada suatu kendaraan disebabkan oleh dua hal yaitu, *pressure drag* karena bentuk mobil dan gesekan pada permukaan mobil. Tahanan aerodinamis, dapat dihitung dengan rumus dibawah ini (Suganda,1971) :

$$Ra = \frac{1}{2} \times Cd \times \rho \mu \times AF \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

Ra = Tahanan Aerodinamis (N)

Cd = Koefisien hambatan aerodinamis

ρ = Density udara (Kg/m^3)

AF = Luas bagian depan kendaraan (m^2)

2.5.4 Kondisi Jalan Angkut

1. Kemiringan Jalan (*Grade*)

Kemiringan jalan (*grade*) merupakan salah satu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kajian terhadap kondisi jalan angkut. Hal tersebut dikarenakan, kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam satuan (%). Secara umum kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut adalah 10%-15% atau $6^\circ - 4,5^\circ$, hal ini didasarkan pada kekuatan mesin alat angkut ketika membawa beban berat. Kemiringan jalan secara keseluruhan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Prodjosumarto, 1996):

$$\text{Grade} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

Δh = beda tinggi antara dua titik yang diukur (m),

Δx = jarak datar antara dua titik yang diukur (m).

2. Material Perkerasan Jalan

Material perkerasan yaitu material yang digunakan untuk melapisi permukaan *sub grade*. Berdasarkan atas sifat dasarnya, material perkerasan diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu:

a. Material berbutir

Material berbutir terdiri dari kerikil dari sungai atau agregat batuan hasil mesin pemecah batu (*crusher*).

b. Material terikat

Material terikat adalah material perkerasan yang dihasilkan dengan menambah semen, atau zat cair lainnya dalam jumlah tertentu untuk menghasilkan bahan yang terikat.

c. Aspal

Aspal adalah kombinasi bitumen dengan agregat yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi yang masih panas.

d. Beton semen

Beton semen adalah agregat yang dicampur semen secara basah. Lapisan beton semen dapat digunakan sebagai fondasi bawah pada perkerasan lentur dan kaku.

2.5.5 Rimpull

Merupakan besarnya kekuatan tarik (*pulling force*) yang dapat diberikan oleh mesin suatu alat kepada permukaan roda atau ban penggerakannya yang menyentuh permukaan jalur jalan. *Rimpull* biasanya dinyatakan dalam (lbs), dan dihitung dengan rumus:

$$RP = \frac{HP \times 375 \times \text{Effisiensi mesin}}{v} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

RP = *rimpull* atau kekuatan tarik (Kg),

HP = tenaga mesin dan

v = kecepatan (Km/jam).

Rimpull atau *drawbar pull* suatu alat tergantung pada kekuatan mesin dan kecepatan Bergeraknya. Untuk setiap kendaraan *rimpull* atau *drawbar pull* yang dihasilkan pada suatu *gear ratio* berbeda-beda besarnya.

2.5.6 Waktu Tempuh

Waktu tempuh merupakan durasi waktu yang dibutuhkan suatu kendaraan untuk melewati jalur jalan tertentu dimana besar kecilnya nilai waktu tempuh ini bergantung pada kecepatan dan panjang jalur jalan. Waktu tempuh dapat pula disebut waktu angkut atau *hauling time*. Perlu diketahui bahwa waktu tempuh berbeda dengan waktu daur, waktu daur atau *cycle time* ialah siklus dari operasi unit yang dibagi menjadi beberapa bagian atau sub operasi dalam satu siklus seperti *load, haul, dump, return* dimana didalamnya terdapat jumlah durasi waktu untuk menjadi satu siklus disebut *cycle time* (Hartman Nuryono, 2014). Waktu tempuh diketahui berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar minyak suatu kendaraan. Hal ini disebabkan karena adanya durasi waktu yang dibutuhkan suatu kendaraan untuk melewati jalur jalan tertentu.

2.5.7 Kecepatan

Kecepatan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh suatu jarak tertentu, dinyatakan dalam jarak persatuan waktu. Dalam dunia pertambangan, besar kecil nya nilai kecepatan berpengaruh terhadap durasi waktu tempuh dari suatu alat angkut dalam hal ini *dump truck*. Secara teori semakin rendah kecepatan suatu alat angkut maka akan semakin besar pula waktu tempuhnya dan begitu juga sebaliknya. Sehingga semakin lama durasi waktu tempuh dari suatu alat angkut tentu akan menyebabkan semakin besar juga konsumsi bahan bakar minyaknya. Namun kecepatan yang terlalu tinggi juga menyebabkan putaran mesin menjadi lebih cepat sehingga dapat menyebabkan peningkatan dalam konsumsi bahan bakar. Jadi dapat dikatakan bahwa kecepatan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar minyak. Kecepatan yang terlalu tinggi atau teralau rendah juga dapat menyebabkan meningkatnya konsumsi bahan bakar. Secara umum kecepatan suatu alat angkut dapat diketahui dengan persamaan, yaitu:

$$V = \frac{s}{t} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

s = jarak (m)

t = waktu tempuh (jam).

2.5.8 Tenaga (*Power*) yang dibutuhkan

Power atau tenaga ialah banyaknya usaha yang harus dilakukan per satuan waktu (Saber Nuryono, 2014). Sedangkan usaha adalah gaya yang diperlukan untuk memindahkan sesuatu dari suatu tempat ke tempat yang

lain dimana gaya ini dapat berupa dorongan (*push*), tarikan (*pull*) atau mengangkat (*lift*) (Indonesianto, 2001). *Power* atau tenaga dapat dinyatakan dalam kilowatt (kW), *horse power* (HP), dan satuan tenaga lainnya. Pada alat – alat mekanis seperti *dump truk*, *excavator*, *bulldozer*, dan alat- alat mekanis lainnya satuan tenaga yang lebih sering digunakan ialah *horse power* atau tenaga kuda.

Nilai *horse power* yang digunakan mesin dapat berbeda-beda tergantung kondisi medan kerja dari alat mekanis yang digunakan. Untuk menghitung nilai *horse power* atau tenaga pada mesin karena adanya kondisi medan yang berbeda- beda terutama *grade* jalan, dapat digunakan persamaan di bawah.

$$\text{HP} = \frac{\text{Tenaga tarik} \times v}{375 \times \text{eff.mesin}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana 375 merupakan nilai konstanta untuk merubah satuan km/jam menjadi satuan tenaga *kilowatt* (kw).

Perhitungan tenaga yang dibutuhkan tergantung pada gaya-gaya yang bekerja pada kendaraan tersebut. Daya atau *power* yang bekerja pada kendaraan atau *dump truck* adalah:

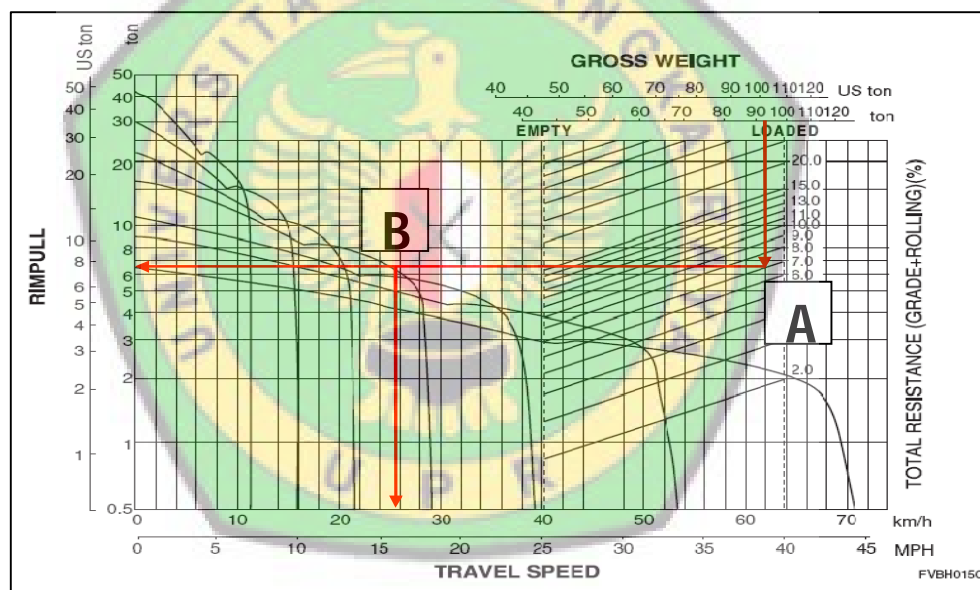
1. Daya Tahanan Gelinding (*Power Rolling Resistance*)
2. Daya Tahanan Kelandaian (*Power Grade Resistance*)
3. Daya Tahanan Aerodinamis (*Power Aerodynamic*)

2.5.9 Kecepatan Pengangkutan Ideal Alat Angkut

Kecepatan kendaraan ideal saat kosong dan bermuatan dapat ditentukan dengan menggunakan grafik unjuk kerja (*performance chart*)

yang diterbitkan oleh Komatsu. Kecepatan rata – rata kendaraan dapat dihitung dengan membagi lintasan jalan angkut menjadi beberapa bagian berdasarkan tahanan gulir (*rolling resistance*) dan tahanan kemiringan (*grade resistance*). Lalu dengan menggunakan grafik unjuk kerja yang terdapat dalam *Specification & Application Handbook* Komatsu edisi ke – 26 seperti pada (Gambar 2.3), dapat dihitung kecepatan rata – rata kendaraan tersebut (Satria Heyder Winarto, 2009).

Gambar 2.3. Grafik Unjuk Kerja (*Performance Curve*) dari *Off-highway Dump Truck HD 465-7*



Misalkan sebuah truk HD 465 memiliki berat kosong sebesar 42,8 ton mengangkut muatan sebesar 51,2 ton di jalan yang memiliki tahanan gulir (RR) sebesar 100 lbs/ton dan tahanan kemiringan (GR) sebesar 40 lbs/ton, maka langkah – langkah untuk menentukan kecepatan kendaraan tersebut adalah (Satria Heyder Winarto, 2009) :

Tarik garis vertikal dari berat kendaraan (*Gross Weight*) di titik 94 ton (berat kosong + muatan) ke bawah hingga berpotongan dengan grafik tahanan total (*Total Resistance*) di titik 7 % (RR+GR) di titik A. Tarik garis horizontal ke kiri dari titik A hingga berpotongan dengan grafik gigi di titik B. Dari titik B, tarik garis vertikal ke bawah hingga memotong sumbu kecepatan (*Travel Speed*) dan horizontal ke kiri hingga memotong sumbu *Rimpull* untuk menentukan *Rimpull* yang dihasilkan oleh mesin pada kecepatan tersebut. Dari grafik didapat bahwa kecepatan ideal mesin adalah pada 24 km/jam pada gigi 4 (Satria Heyder Winarto, 2009).

2.6 **Klasifikasi Penggunaan Bahan Bakar *Dump Truck***

Alat muat yang digunakan untuk menggali material adalah *backhoe*, sedangkan alat angkut yang digunakan adalah *dump truck*. Untuk kategori pekerjaan yang dilakukan oleh alat angkut berdasarkan klasifikasi penggunaan bahan bakar dapat dibagi menjadi tiga kelas, yaitu (Merlin Nabela, 2016).

1. Rendah : rasio waktu muat dengan waktu daur tinggi, kondisi jalan baik, dan efisiensi kerja *dump truck* rendah.
2. Menengah : rasio waktu muat dengan waktu daur sedang, kondisi & kemiringan jalan normal, dan *total resistance* 2% - 10%.
3. Tinggi : rasio waktu perjalanan dengan waktu daur tinggi, kemiringan tinggi & kondisi jalan normal, dan *total*

resistance lebih dari 10%. Sedangkan untuk kategori pekerjaan yang dilakukan oleh alat muat

KOBELCO SK 330 berdasarkan klasifikasi penggunaan bahan bakar dapat dibagi menjadi tiga kelas, yaitu :

1. Rendah : pekerjaan ringan, material mudah digali, dan efisiensi kerja kurang dari 65%.
2. Menengah : beroperasi secara kontinu, material tidak mudah digali, dan efisiensi kerja 65% - 80%.
3. Tinggi : beroperasi secara kontinu, material tidak mudah digali, dan efisiensi kerja lebih besar dari 80%.

Dalam *Specification & Application Handbook KOBELCO edisi 27*, dijelaskan bahwa konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) adalah total pemakaian bahan bakar untuk masing-masing alat muat dan alat angkut dalam satu *fleet* yang ditunjukkan dalam volume (liter) per jam. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Merlin Nabela, 2016) :

$$FC = \frac{\text{Total FC}}{\text{Operating Hours}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Keterangan :

FC = *Fuel Consumption (Liter/Jam)*.

Total FC = **Total Konsumsi Bahan Bakar (Liter)**.

Operating Hours = **Jam Kerja Beroperasi (Jam)**.

2.7 Penggunaan Bahan Bakar (*Fuel consumption*) Spesific

Konsumsi bahan bakar merupakan fungsi dari tenaga (*power*) yang dibutuhkan kendaraan untuk menggerakkan mesin. Dalam industri pertambangan, alat angkut dipakai untuk mengangkut material sepanjang puluhan hingga ratusan kilometer setiap tahun sehingga bahan bakar menjadi komponen utama yang berkontribusi besar pada biaya operasi penambangan. Untuk menentukan besarnya konsumsi bahan bakar (kg/jam), dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$m = m_a + m_k \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana m merupakan masa konsumsi bahan bakar (Kg/jam), m_a adalah masa konsumsi bahan bakar dari *loading point* ke *dumping point*, dan m_k adalah masa konsumsi bahan bakar dari *dumping point* ke *loading poin*.

Untuk memperoleh nilai m_a dan m_k dapat menggunakan rumus:

$$m_a + m_k = (P_a \times Bf_a) + (P_k \times Bf_k) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$P_a = V_a \times (a \times V_a^2) + (b \times WI) \dots\dots\dots(2.11)$$

$$P_b = V_k \times (a \times V_k^2) + (c \times We) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

P_a = tenaga yang dibutuhkan *dump truk* untuk mengangkut material dari *loading point* ke *dumping point* (Kw).

P_b = tenaga yang dibutuhkan *dump truk* untuk kembali dari *dumping point* ke *loading point*.

Bf_a = *brake specific fuel consumption* untuk *loading point* ke *dumping point*.

Bf_k = *brake specific fuel* untuk *dumping point* ke *loading point*,

V_a = *kecepatan angkut rata-rata* dari *loading point* ke *dumping point*
(Km/jam),

V_k = *kecepatan angkut rata-rata* dari *dumping point* ke *loading point*
(Km/jam).

a, b, c = konstanta.

W_I = berat kendaraan bermuatan (Kg).

W_E = berat kendaraan kosong (Kg).

Untuk mencari nilai konstanta a, b, dan c dapat dilihat pada persamaan:

$$a = \frac{1}{2} \times C_d \times \rho \mu \times A_f \dots \dots \dots (2.13)$$

$$b = (g \times \cos \alpha \times (f + C_{rr})) + (g \times \sin \alpha) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$c = (g \times \cos \alpha \times (f + C_{rr})) - (g \times \sin \alpha) \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

g = percepatan gravitasi (m/s^2).

α = sudut kemiringan jalan ($^{\circ}$).

f = koefisien gesekan ban dengan permukaan jalan.

C_d = koefisien hambatan aerodinamis.

$\rho \mu$ = *density* udara (kg/m^3)

A_f = luas bagian depan kendaraan (m^2)

C_{rr} = koefisien tahanan gulir.

Dan untuk mencari *brake specific fuel consumption* :

$$\mathbf{Bfa} = \frac{r_a}{Pa} \ \& \ \mathbf{BFa} = \frac{r_b}{Pb} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\mathbf{r} = 0,86\text{Liter/km} \times \mathbf{Jarak Angkut} \times 840 \text{ gr/liter} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\mathbf{P} = 9,53 \text{ HP/Ton} \times \mathbf{Berat Kendaraan (ton)} \times 0,746 \text{ Kw/HP} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

r = laju konsumsi bahan bakar (gram/jam)

P = tenaga yang dihasilkan mesin (kW)

Untuk memperoleh konsumsi bahan bakar per jam pada alat angkut dapat ditentukan dari persamaan:

$$\mathbf{FC} = \frac{m \times \frac{60}{Ca}}{FD} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

FC = *Fuel consumption* (Liter/Jam).

m = masa konsumsi bahan bakar (Kg/jam).

FD = densitas bahan bakar (gr/liter).

Ca = *cycle time* alat angku (s)

2.8 Fuel Ratio

Istilah *Fuel Ratio* merupakan nilai rasio yang menunjukkan perbandingan antara penggunaa bahan bakar (liter/jam) dengan produksi yang dihasilkan (BCM/Jam). Penggunaan bahan bakar dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya kemiringan jalan dan jarak angkut. Sedangkan hasil produksi (terutama produksi satu *fleet*) dipengaruhi oleh keserasian kerja alat muat dan alat angkut. Keserasian kerja dipengaruhi oleh *Cycle Time* alat dan jumlah alat yang bekerja dalam satu *fleet*. Nilai *Fuel Ratio* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Merlin Nabela, 2016):

$$FR = \frac{FC}{P} \dots\dots\dots(2-7)$$

Keterangan :

FR = Fuel Ratio (Liter/BCM).

FC = Fuel Consumption/Konsumsi Bahan Bakar (Liter).

P = Produksi (BCM).

2.9 Alat Gali Muat

Untuk penggalian dan pemuatan material ke atas alat angkut (*dump truck*) dibutuhkan alat- alat gali muat yang harus disesuaikan dengan keadaan lapangan kerja yang sangat bermacam-macam. Jenis alat ini dikenal juga dengan *excavator*. Beberapa alat mekanis digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah *power shovel, backhoe, dragline* dan *clamshell* (Basuki dan Nurhakim, 2004 : 2).

Alat-alat gali ini sering disebut sebagai *excavator*, yang mempunyai bagian-bagian utama, antara lain:

- a. Bagian atas yang dapat berputar (*revolving unit*).
- b. Bagian bawah untuk berpindah tempat (*travelling unit*).
- c. Bagian-bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti sesuai pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Pada umumnya excavator mempunyai tiga pasang mesin penggerak pokok, antara lain :

- a. Penggerak untuk mengendalikan *attachment*, misalnya untuk gerakan menggali, mengangkat, dan sebagainya.

- b. Penggerak untuk memutar *revolving unit* berikut *attachment* yang dipasang pada unit tersebut.
- c. Penggerak untuk menjalankan excavator berpindah dari satu tempat ke tempat lain (Wigroho dan Suryadharma, 1992 : 49).

2.10 Alat Angkut

Alat angkut ada bermacam-macam antara lain *truck*, *belt conveyer*, *power scrapper* dan lain-lain. Dan pada umumnya alat angkut yang sering digunakan di tambang adalah alat angkut dengan jenis *dump truck* (Haryanto dan Hendra, 1993).

Truk merupakan alat yang khusus digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya yang dapat bergerak cepat, kapasitas besar dan biaya operasinya yang relatif murah. Alasan lain penggunaan truk sebagai alat angkut adalah karena kebutuhan truk mudah diatur dengan produksi alat-alat gali, sehingga truk sangat luwes dalam pengorganisasian dengan alat-alat lain. Salah satu syarat yang perlu dipenuhi agar truk dapat digunakan dengan baik dan efektif adalah jalan angkut yang rata dan cukup kuat atau keras (Haryanto dan Hendra, 1993).

Beberapa hal yang membedakan macam truk adalah :

- 1) Ukuran dan bahan bakar yang digunakan.
- 2) Banyaknya gigi *porsneling* (*gear*).
- 3) Banyaknya roda gerak, misalnya dua, empat dan enam.
- 4) Susunan roda-roda dan banyaknya sumbu (*gandar*).
- 5) Kemampuan angkut, dalam ton atau m³.

6) Cara membuang muatan (*dumping*), misalnya *rear dump*, *side dump* dan *bottom dump* (Haryanto dan Hendra, 1993).

Pada umumnya untuk pekerjaan tambang digunakan truck yang dapat membuang muatan dari bak secara otomatis. Truck semacam ini disebut dengan *dump truck* atau *tipping truck*. Penumpahan muatan (*dumping*) dilakukan dengan cara hidrolis yang menyebabkan bak terangkat pada satu sisi, sedang sisi lain yang berhadapan berputar sebagai *engsel*. Dengan membedakan arah muatan ditumpahkan *dump truck* dibedakan dalam tiga macam yaitu (Haryanto dan Hendra, 1993) :

- a) *Rear dump truck* yang membuang muatan ke belakang.
- b) *Side dump truck* yang membuang muatan ke samping.
- c) *Bottom dump truck* yang membuang muatan melalui bawah bak.

Pemilihan tergantung dari tempat kerja, artinya tergantung dari keadaan dan letak tempat pembuangan material (*dump site*). Truck yang digunakan sebagai alat angkut tambang biasanya dapat mengangkat material berupa lapisan tanah penutup atau bahan galian yang ada di tambang. (Haryanto dan Hendra, 1993:117-118).

Pemilihan alat angkut juga memerlukan beberapa pertimbangan, setiap jenisnya memiliki keunggulan dan kekurangan dalam hal pengangkutan. Adapun keuntungan dan kerugian beberapa jenis alat angkut dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Haryanto dan Hendra, 1993):

Tabel 2.4.Perbandingan Keuntungan dan Kerugian Beberapa Jenis Alat Angkut

Alat	Keuntungan	Kerugian

Lanjutan Tabel 2.4.

<i>Dozer</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luwes 2. Kemampuan tanjakan baik 3. Mampu di medan yang sulit 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terbatas untuk angkutan jarak dekat 2. Tidak Kontiniu 3. Produksi kecil, lambat
<i>Truck, Trailer</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luwes dan mudah digerakkan 2. Menangani batuan kasar, besar 3. Kemampuan tanjakan sedang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan jalan angkut yang baik 2. Pelan saat cuaca buruk 3. Ongkos operasi tinggi
<i>Scraper</i> (roda karet)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luwes dan mudah digerakkan 2. Kemampuan tanjakan (grade ability) baik 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mungkin membutuhkan dorongan pemuatan 2. Terbatas untuk tanah, fragmen kecil 3. Ongkos perawatan tinggi
<i>Train</i> (Kereta Api)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produksi besar, ongkos murah 2. Jarak angkuttak terbatas 3. Menangani batuan kasar, besar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya Perawatan rel (track) 2. Kemampuan tanjakan buruk 3. Biaya investasi tinggi
<i>Belt conveyor</i> (Ban berjalan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produksi besar, kontiniu 2. Kemampuan tanjakan sangat baik 3. Biaya Operasi kecil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak luwes 2. Terbatas untuk batuan kecil atau hancur 3. Biaya investasi tinggi

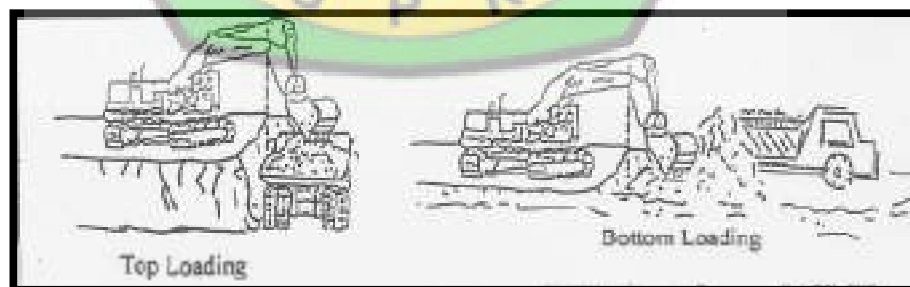
(Sumber : Modifikasi dari Pfeider, 1973a, 1973b; Martin et al, 1982 dalam hartman, 1987)

2.11 Pola Pemuatan

Kegiatan pemuatan hasil pembongkaran dari alat gali muat ke alat angkut memiliki beberapa cara pemuatan atau yang sering dikenal adalah pola/metode pemuatan. Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi maka pola pemuatan juga merupakan faktor yang mempengaruhi waktu edar alat (Indonesianto, 2005).

Pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut (Indonesianto, 2005 : 36-38), yaitu:

1. Pola pemuatan yang didasarkan pada keadaan alat gali-muat yang berada di atas atau di bawah jenjang (Gambar 2.4).
 - a. *Top Loading*, yaitu *excavator* melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau truk berada di bawah alat gali-muat.
 - b. *Bottom Loading*, yaitu alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama, pola pemuatan ini lebih direkomendasikan untuk pemuatan menggunakan *power shovel*.

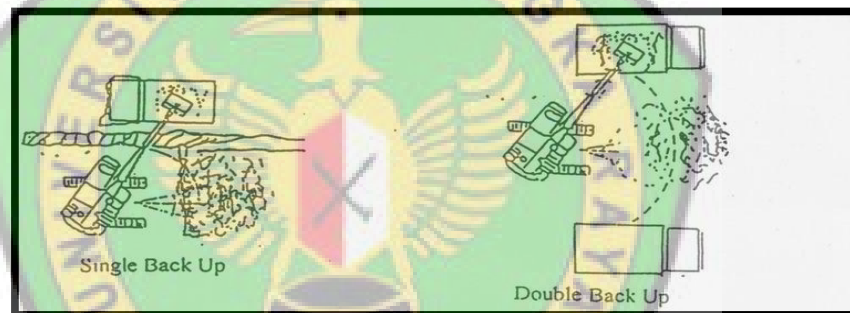


(Sumber : Indonesianto, 2005)

Gambar 2.4. Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali Muat Terhadap Alat Angkut

2. Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan posisi *dump truck* untuk dimuati terhadap posisi alat gali muat (Gambar 2.5).

- a. *Single Back Up*, yaitu truk memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat sedangkan truk berikutnya menunggu truk pertama di muati sampai penuh, setelah truk pertama berangkat truk kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan truk ketiga menunggu.
- b. *Double Back Up*, yaitu truk memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat, kemudian alat muat mengisi salah satu truk sampai penuh setelah itu mengisi truk kedua yang sudah memposisikan diri di sisi lain, sementara truk kedua diisi, truk ketiga memposisikan diri di tempat yang sama dengan truk pertama dan seterusnya.

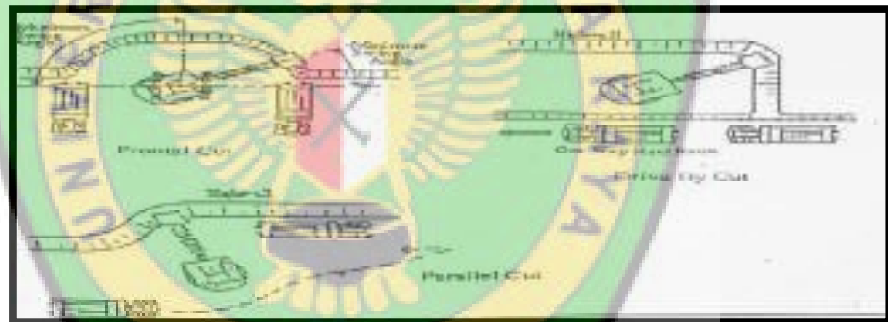


(Sumber : Indonesianto, 2005)

Gambar 2.5. Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah Alat Angkut

3. Pola pemuatan berdasarkan cara *manuver* dan penempatan alat angkut (**Gambar 2.6**).
 - a. *Frontal Cut*, yaitu alat muat di depan jenjang dan menggali ke permukaan kerja (lurus) lalu ke samping. Pada pola pemuatan ini alat gali-muat melayani lebih dulu alat angkut sebelah kiri atau kanan tergantung operator. Kemudian dilanjutkan alat angkut yang lainnya. *Swing angle* bervariasi antara 10° - 110° .

- b. *Drive By Cut*, yaitu alat muat bergerak memotong dan sejajar muka penggalian. Cara ini lebih efisien untuk alat muat dan alat angkut, walaupun *swing angle* nya lebih besar dari *frontal cut*, karena alat angkut berurutan dimuati oleh alat muat dan tidak memerlukan ruang gerak terlalu besar bagi alat muat.
- c. *Pararel cut*, yaitu pola pemuatan ini dilakukan dengan posisi alat angkut berada di samping alat gali-muat. Alat angkut mendekati alat muat dari belakang kemudian mengatur posisi agar membelakangi alat gali-muat, kemudian baru diberi muatan setelah di samping alat gali-muat (Indonesianto, 2005).



(Sumber : Indonesianto, 2005)

Gambar 2.6. Pola Pemuatan Berdasarkan Cara Manuver *Excavator* dan Penempatan *Dump Truck*

2.12 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar (*Cycle Time*) yaitu waktu yang dibutuhkan peralatan pemindahan tanah mekanis untuk menyelesaikan lingkaran operasi kerja yang terdiri dari pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), dan pembuangan (*dumping*), hingga kembali ke tempat pemuatan disebut

waktu edar. Secara garis besar, waktu edar dapat digolongkan menjadi dua kategori, yaitu waktu edar tetap dan waktu variabel (Nurhakim,2004).

Waktu edar tetap adalah waktu yang digunakan untuk memuat dan membuang material (bagian siklus ini konstan dan tidak dipengaruhi oleh jarak angkut). Sedangkan, waktu variabel adalah lamanya perjalanan atau waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut material hingga kembali lagi ke tempat pemuatan. Waktu ini berubah-ubah sesuai dengan jarak dan kondisi jalan angkut antara *loading point* dan *dumping point*. Dengan asumsi kapasitas *bucket* tetap, semakin kecil waktu edar maka produksi alat akan semakin tinggi (Nurhakim,2004).

Pada setiap kegiatan pemindahan tanah mekanis, alat-alat mekanis bekerja menurut pola tertentu yang pada prinsipnya terdiri dari beberapa komponen waktu yang disebut waktu edar. Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi. (Nurhakim,2004).

2.12.1 Waktu Edar Alat Gali Muat

Terdiri dari menggali, mengisi mangkok (bucket), berputar dengan mangkok isi, menumpahkan material dan berputar dengan mangkok kosong (Nurhakim,2004).

$$CT_m = Dgt + SLT + Dpt + STE \dots \dots \dots (2-8)$$

Dengan :

CT_m = Waktu edar alat gali muat (Cycle Time)(detik)

Dgt	= waktu penggalan (<i>Diging time</i>) (detik)
SLT	= Waktu ayun bermuatan (<i>Swing loaded time</i>)(detik)
Dpt	=Waktu penumpahan material(<i>Dumping time</i>) (detik)
STE	= Waktu ayun kosong (<i>Swing time empty</i>) (detik)

2.12.2 Waktu Edar Alat Angkut

Merupakan jumlah waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan satu siklus kegiatan tanpa memperhatikan waktu hambatan yang terjadi (Nurhakim,2004).

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping, waktu kembali kosong. Persamaan waktu edar alat angkut adalah sebagai berikut : (Nurhakim,2004).

$$CTa = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

- CTa** = Waktu edar alat angkut (detik)
- T1** = Waktu manuver sebelum dimuati (detik)
- T2** = Waktu pemuatan material (detik)
- T3** = Waktu pergi bermuatan (detik)
- T4** = Waktu manuversebelum menumpah (detik)
- T5** = Waktu menumpahkan material (detik)
- T6** = Waktu kembali tanpa muatan (detik)

Dalam satu siklus waktu edar yang dilakukan oleh alat mekanis ada beberapa hal yang harus diketahui (Nurhakim,2004) :

a. Waktu muat atau *loading time* (LT)

Merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk memuat material kedalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut tersebut. Nilai LT dapat ditentukan walaupun tergantung dari : jenis tanah, ukuran unit pengangkut, metode dalam pemuatan, efisiensi alat.

b. Waktu angkut atau *hauling time* (HT)

Merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat angkut untuk bergerak dari tempat pemuatan menuju tempat pembongkaran. Waktu angkut tergantung dari jarak angkut, kondisi jalan, tenaga alat, dan lain-lain. Pada saat alat kembali ke tempat pemuatan maka waktu yang diperlukan untuk kembali ke tempat pemuatan disebut waktu kembali atau *return time* (RT).

c. Waktu pembongkaran atau *dumping time* (DT)

Merupakan unsur penting dalam waktu siklus, waktu ini tergantung dari jenis tanah, jenis alat, dan metode yang dipakai. Waktu pembongkaran merupakan bagian terkecil dalam waktu siklus

d. Waktu manuver atau *spotting time*

Pada saat alat kembali ke tempat pemuatan adakalanya alat tersebut perlu antri dan memutar sampai alat diisi kembali.

Beberapa hal yang mempengaruhi waktu edar adalah :

1) Kondisi tempat kerja

Tempat kerja yang luas dan sempit tentunya akan mempengaruhi waktu edar dari alat gali muat dan alat angkut itu sendiri sehingga dapat berpengaruh pada peningkatan efisiensi dan produktifitas kerja.

2) Keadaan alat gali muat dan alat angkut

Keadaan alat gali muat dan alat angkut sangat mempengaruhi kinerja dari alat itu sendiri. Keadaan alat yang baik akan membuat kinerja alat itu baik sehingga waktu edar dapat sesuai dengan yang diharapkan. Namun bila kondisi alat tersebut kurang baik atau sering rusak, kinerja alat tersebut juga akan menurun sehingga waktu edar dari alat yang diharapkan tidak dapat tercapai.

3) Keadaan iklim atau cuaca.

Kondisi kerja pada waktu hujan maupun pada waktu panas atau kering tentunya juga akan mempengaruhi kinerja dari alat gali muat dan alat angkut sehingga juga akan mempengaruhi waktu edarnya (Nurhakim,2004).

2.13 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, atau merupakan suatu perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah (Nurhakim,2004) :

1. Waktu Kerja Penambangan (*Working Time*)

Waktu kerja penambangan adalah jumlah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan penambangan, meliputi kegiatan

penggalian, pemuatan dan pengangkutan. Efisiensi kerja akan semakin besar apabila banyaknya waktu kerja yang disediakan digunakan secara optimal.

2. Kondisi Tempat Kerja (*Job Layout*)

Kondisi tempat kerja dalam hal ini adalah lokasi daerah penambangan dan kondisi jalan angkut dimana sangat berpengaruh pada efisiensi kerja peralatan mekanis dalam kegiatan penambangan. Dengan kondisi tempat kerja yang baik maka alat mekanis dapat bekerja dengan optimal, lain halnya dengan kondisi tempat kerja yang buruk akan mengakibatkan alat tidak dapat bekerja secara optimal.

3. Kondisi Cuaca (*Weather*)

Turunnya hujan akan mempengaruhi terhadap volume produksi dari kegiatan penambangan, terutama produksi alat muat dan alat angkut. Maka perlu diperhatikan besar kecilnya curah hujan untuk dilakukan analisa bagaimana pengaruh hujan terhadap waktu kerja maupun volume produksi yang di hasilkan.

4. Gangguan Alat (*Machine Failure*)

Gangguan alat adalah segala hal yang mengakibatkan alat tidak berfungsi sebagai mana mestinya pada suatu kegiatan penambangan. Dalam hal ini gangguan dapat berupa : rusaknya alat pada saat kegiatan produksi, tidak tersedianya suku cadang dan servis untuk alat.

5. Faktor Manusia (*Human Element*)

Faktor manusia sangat berpengaruh pada efisiensi kerja penambangan, dalam hal ini adalah kedisiplinan dalam kegiatan pekerjaan. Dengan bekerja pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan jadwal diharapkan efisiensi akan semakin meningkat. Sebaliknya dengan pekerja yang tidak disiplin maka efisiensi sangat berkurang sehingga target produksi tidak tercapai (Nurhakim,2004).

Efisiensi kerja selalu berubah-ubah tergantung dari faktor-faktor diatas dan jarang sekali waktu yang digunakan sebenar-benarnya. Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar dipergunakan untuk berproduksi atau waktu kerja yang tersedia dikurangi dengan waktu yang terbuang oleh adanya hambatan-hambatan. Hambatan-hambatan tersebut dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu (Nurhakim,2004) :

1. Hambatan yang dapat dihindari / dikurangi.
2. Hambatan yang tidak dapat dihindari.

Dengan memperhitungkan hambatan-hambatan tersebut, maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Nurhakim, 2004) :

$$WP = Wt - Wi \dots \dots \dots (2-10)$$

Keterangan :

Wp = Waktu produktif (jam)

Wt = Waktu kerja tersedia (jam)

Wi = Waktu istirahat (jam)

$$WE = Wp - Wh \dots\dots\dots(2-11)$$

Keterangan :

We = Waktu kerja efektif (jam)

Wp = Waktu produktif (jam)

Wh = Waktu hambatan (jam)

Efisiensi kerja sangat berpengaruh terhadap tercapainya suatu produksi. Tinggi rendahnya efisiensi kerja sangat tergantung pada faktor motivasi dan disiplin kerja operator, sedangkan produktifitas kerja sangat tergantung kepada keadaan tempat kerja, keadaan material yang digali dan dimuat serta pengalaman operator itu sendiri. Efisiensi kerja dapat dihitung dengan persamaan seperti di bawah ini (Nurhakim,2004) :

$$E = \frac{We}{Wp} 100\% \dots\dots\dots(2-12)$$

Keterangan :

E = Efisiensi Kerja (%)

We = Waktu kerja efektif (jam)

Wp = Waktu kerja produktif (jam)

2.14 Keadaan Alat Mekanis dan Efektifitas Penggunaanya

Faktor yang sangat penting dalam melakukan penjadwalan suatu alat ialah faktor *availability* dari setiap unit alat. Keadaan alat mekanis dan

efektifitas penggunaannya akan berpengaruh terhadap efisiensi kerja (Prodjosumarto, 1989 ; 87-88).

Beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan alat mekanis dan efektifitas penggunaannya seperti tercantum berikut ini (Prodjosumarto, 1989) :

a. *Mechanical Availability*

Persamaan untuk *Mechanical Availability* adalah :

$$\text{Mechanical Availability}(\%) = \frac{\text{hours worked}}{\text{hours worked} + \text{repair Hours}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-13)$$

Hours worked atau *operation hours* di mulai dari operator/crew berada di satu alat dan alat tersebut berada dalam kondisi *operable* (mesin dan bagian- bagian lain siap dipakai operasi). *Hours worked* ini termasuk *delay time*.

Repair hours adalah waktu yang dipergunakan untuk: *Actual repair*, *Waiting for repair*, *Waiting for part*, waktu yang hilang untuk *maintenance/perawatan*.

b. *Physical of availability*

Persamaan untuk *Physical of availability* adalah sebagai berikut:

$$\text{Physical of availability}(\%) = \frac{\text{hours worked} + \text{standby hours}}{\text{scheduled hours}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-14)$$

Stand by hours adalah waktu di mana alat siap pakai (tidak rusak), tetapi karena satu dan lain hal tidak dipergunakan ketika operasi penambangan sedang berlangsung. Perlu diingat bahwa *off shift* tidak diperhitungkan sebagai *stand by time* (Indonesianto, 2008).

Scheduled hours adalah waktu di mana tambang dikerjakan (*the pit is worked*). Dan hal ini meliputi *hours worked* + *repair hours* + *stand by hours*. Selain kedua cara di atas (*mechanical availability* dan *physical availability*), masih ada dua faktor lagi untuk mengoreksi jam kerja alat yang sesungguhnya, yaitu: (Indonesianto, 2008).

1. *Used Of Availability* (UA)

$$\text{Used of availability}(\%) = \frac{\text{hours worked}}{\text{hours worked} + \text{standby hours}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-15)$$

Istilah untuk *hours worked*, *repair hours* dan *stand by hours* sama dengan yang sudah diterangkan sebelumnya.

2. *Effective utilization* (EU)

$$\text{Effective Utilization}(\%) = \frac{\text{Hours worked}}{\text{total hHours}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-16)$$

Effective utilization sangat mirip dengan *used of availability* dan berbeda hanya dalam hubungan *hours worked* dengan *total hours* dibandingkan dengan *available hours* (Indonesianto, 2008 : III.107 – III.110).

2.15 Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara volume sebenarnya (V_n) dengan volume kapasitas munjung teoritis (V_t). Faktor pengisian dipengaruhi oleh (Nurhakim, 2004) :

1. Ukuran material, semakin besar ukuran material maka faktor pengisian semakin kecil.
2. Kandungan air, semakin besar kandungan air maka faktor pengisian semakin kecil.

3. Keterampilan dan pengalaman operator, makin terampil operator berarti faktor pengisian akan semakin baik.

Secara teoritis, nilai *Fill Factor* dapat dilihat pada (Tabel 2.5) dibawah ini :

Tabel 2.5. Faktor Koreksi Bucket (*Fill Factor*)

Kondisi Pemuatan		Faktor
Pemuatan Ringan	Pemuatan material dari stockpile atau dari material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat munjung di dalam bucket : pasir, tanah berpasir, tanah colloidal berkadar air sedang, dan sebagainya.	1.0-0.8
Pemuatan Sedang	Pemuatan dari stockpile tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam bucket tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung : pasir kering, tanah berpasir, tanah bercampur tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat.	0.8-0.6
Pemuatan Agak Sulit	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir bercampur <i>gravel</i> , tanah berpasir, tanah colloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan tersebut ada pada stockpile sulit untuk mengisi bucket dengan material-material tersebut.	0.6-0.5

Pemuatan Sulit	batu bongkah besar-besar dengan bentuk tidak beraturan dengan banyak ruangan di antara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir bercampur batu besar, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat-gusur dalam bucket.	0.5-0.4
----------------	--	---------

(Sumber : Nurhakim, 2004)

2.16 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

2.16.1 Alat Gali Muat

Secara sistematis produktivitas alat gali muat baik untuk *overburden removal* maupun *coalgetting* dapat dihitung dengan rumus matematis sebagai berikut : (IR. Rochmanhadi 1995).

$$Q = q \times K \times \frac{60}{CT} \times E \dots\dots\dots(2-17)$$

Dengan :

- Q = produktivitas (bcm/jam)
- q = *Bucketcapacity* (bcm)
- K = *Bucketfillfactor* (%)
- CT = *Cycletime* (detik)
- E = Efisiensi waktu kerja (%)

2.16.2 Alat Angkut (*Dump Truck*)

Untuk menghitung produktivitas alat angkut (*dump truck*) dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut : (IR. Rochmanhadi 1995)

$$Q = C \times \frac{60}{CT} \times E \quad \dots\dots\dots(2-18)$$

Dengan :

Q = produktivitas (bcm/jam)

C = Standar muatan (kapasitas *Vessel*)

CT = *Cycletime* (detik)

E = Efisiensi waktu kerja (%)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan

PT. KTC *Coal Mining & Energy Site* Lemo, Muara Teweh berdiri pada tanggal 9 November 2007, yang berada di bawah KTC *group* dengan *Head Office* berada di Singapura, sedangkan *Head Office* Indonesia berada di Samarinda, Kalimantan Timur. PT. KTC *Coal Mining & Energy* bergerak di bidang usaha pertambangan yang mulai memproduksi batubara sejak bulan Agustus 2008. Status PT. KTC *Coal Mining & Energy* adalah sebagai *Join Operation* (JO) atau mitra kerja dengan *owner* PT. Berkat Bumi Persada.

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. KTC *Coal Mining & Energy* secara administratif terletak di Desa Lemo, Kecamatan Teweh Tengah, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi penambangan dapat ditempuh dari Palangka Raya melalui jalur darat ke Muara Teweh dengan jarak ± 350 km, selama ± 8 jam. Dari Muara Teweh perjalanan dilanjutkan melalui jalan darat dengan jarak tempuh ± 20 Km, kemudian menyeberangi sungai dengan menggunakan perahu klotok ± 15 menit melalui *port / log pond* PT. KTC *Coal Mining & Energy* akan dilanjutkan sekitar ± 11 km menuju mess kantor melalui jalan darat.

3.1.3 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Lokasi daerah penelitian berada pada iklim tropis basah, seperti umumnya yang terjadi di wilayah Indonesia. Lokasi yang relatif dekat dengan garis khatulistiwa menyebabkan fluktuasi yang terjadi sepanjang tahun relatif kecil .

3.2 Kondisi Geologi Regional

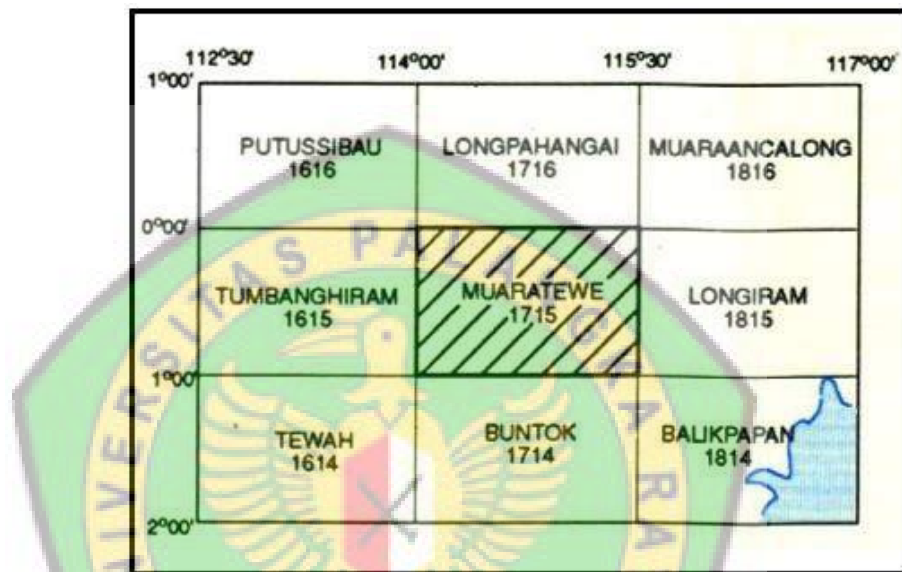
3.2.1 Geologi Regional Lembar Muara Teweh

a. Fisiografi Geologi Regional Lembar Muara Teweh

Di dalam kerangka tektonik daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Barito. Secara fisiografi cekungan ini mempunyai batas - batas yaitu sebelah utara dibatasi oleh *Kuching High* dan *Pasternoster Cross High*, di timur oleh *Meratus High*, di selatan oleh Laut Jawa dan di barat oleh Paparan Sunda. Batuan tertua yang tersingkap adalah batuan Pra Tersier yang merupakan batuan dasar cekungan. Di atas batuan Pra Tersier diendapkan tak selaras runtunan sedimen Tersier hingga Kuartar. Di beberapa tempat khususnya pada Tersier Awal terjadi kegiatan vulkanisme yang menghasilkan batuan terobosan. Sedimentasi Tersier diawali dengan fase transgresi pada Kala Eosen yang mencapai puncaknya pada Miosen Awal dan diakhiri oleh fase regresi pada Kala Pliosen.

b. Stratigrafi Regional Lembar Muara Teweh

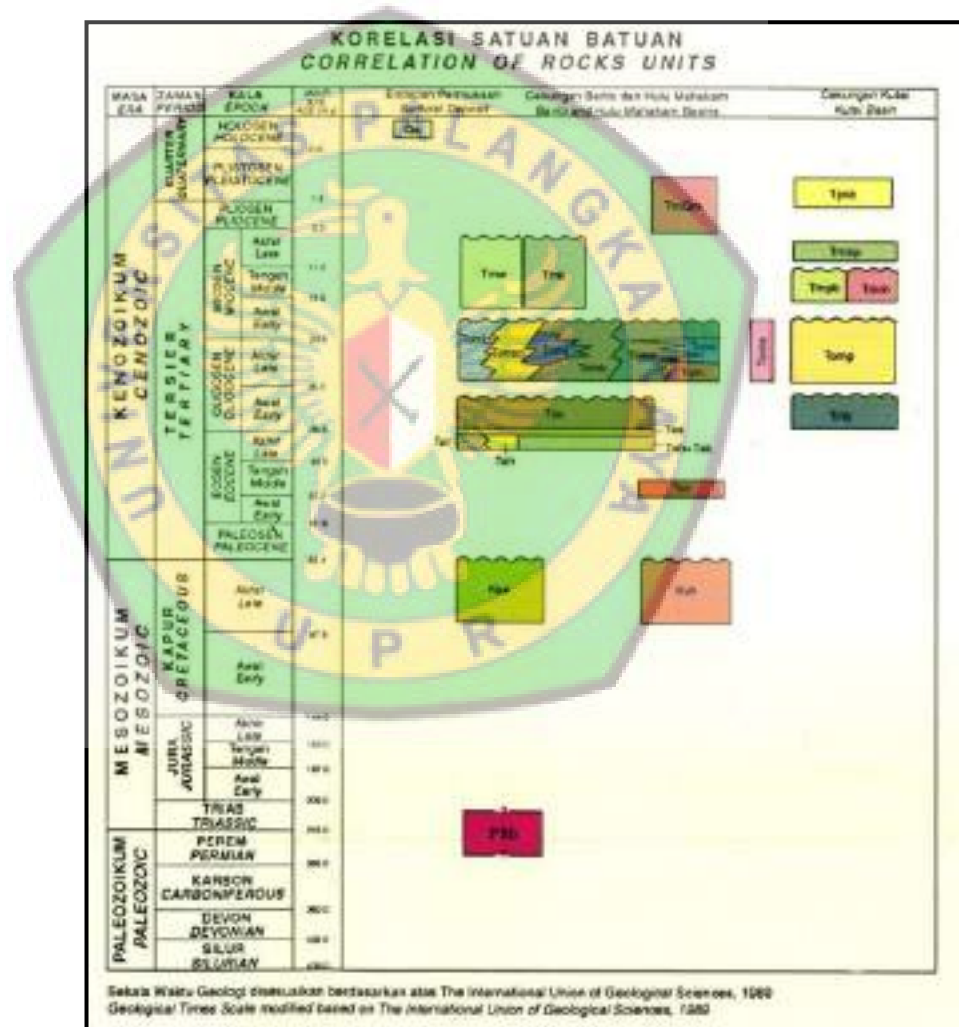
Secara regional, daerah penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Lembar Muara Teweh dengan nomor lembar peta 1715 dengan batas-batas sebagai berikut:



Gambar 3.1. Batas-batas Lembar Muara Teweh (*Sumber: Peta Geologi Lembar Muara Teweh, Kalimantan, Tahun 1995*)

- 1) Sebelah Utara berbatasan dengan Lembar Long Pahangai.
- 2) Sebelah Timur Laut berbatasan dengan Lembar Muara Ancalong.
- 3) Sebelah Timur berbatasan dengan Lembar Longiram.
- 4) Sebelah Tenggara berbatasan dengan Lembar Balikpapan.
- 5) Sebelah Selatan berbatasan dengan Lembar Buntok.
- 6) Sebelah Barat Laut berbatasan dengan Lembar Tewah.
- 7) Sebelah Barat berbatasan dengan Lembar Tumbang Hiram.
- 8) Sebelah Barat Daya berbatasan dengan Lembar Putus Sibau.

Berdasarkan Peta Geologi Regional yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Direktorat Jendral dan Sumberdaya Mineral, Departemen Energi dan Sumber daya Mineral, pada lembar Muara Teweh, Kalimantan Tengah, 1994, urutan stratigrafi dari batuan yang berumur muda sampai yang tua adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Stratigrafi Regional Muara Teweh (Sumber: Peta Geologi Lembar Muara Teweh, Kalimantan, Tahun 1995)

1. Tomk (Formasi Karamuan)

Terdiri atas batulumpur berwarna abu-abu sebagian gampingan dan berfosil; batupasir kuarsa berlapis baik; batulanau berwarna abu – abu kehijauan; bersisipan dengan batugamping berfosil, batulanau serpihan dan batulanau karbonan. Lingkungan pengendapannya pada laut dangkal sampai paparan luar.

2. Tomc (Formasi Puruk Cahu)

Terdiri dari batulempung yang berselingan dengan batulanau dan batupasir dengan sisipan breksi. Batulempung berwarna kelabu tua mengandung fosil. Batulanau mengandung lensa tipis dan lapisan tipis batubara vitrinit. Batupasir berstruktur parallel laminasi dan konvolut. Breksi berfragmen andesit, dasit, gneiss dan batubara, matriks berupa batupasir kasar.

c. Struktur Geologi Regional Lembar Muara Teweh

Struktur geologi yang dijumpai di daerah ini berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum barat daya - timur laut dan barat laut-tenggara. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen yang berumur Tersier dan Pra-Tersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan jejak/petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan, juga berarah sejajar dengan struktur regional, timur laut - barat daya. Mengingat litologi di daerah ini didominasi oleh batuan yang berumur

Tersier, diduga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan berhubungan erat dengan kegiatan tektonik yang terjadi pada zaman itu (Tersier).

Kegiatan tektonik di daerah ini dimulai sejak Mesozoikum dengan munculnya batuan granit, granodiorit, diorite dan gabro dalam Kompleks Busang. Kemudian diikuti oleh munculnya batuan gunung api Kasale dan pengendapan Kelompok Selangkai pada Kapur Akhir. Pada Awal Eosen Tengah, terjadi kegiatan gunung api yang menghasilkan batuan gunung api Nyaan. Pada Kala Eosem Akhir di Cekungan Barito dan Hulu Mahakam, terbentuk Formasi Haloq, Formasi Haloq dan Batu Kelau yang tak terpisahkan, Formasi Batu ayau dan Tanjung. Formasi ini ditutupi secara selaras oleh Formasi Ujoh bilang sejak Oligosen dan waktu yang sama juga terbentuk Formasi Berai, Montalat, Jangkan, Karamuan, Puruk cahu yang diikuti oleh kegiatan gunungapi Malsan, yang semuanya menindih tidak selaras Formasi Ujoh bilang. Pada Kala yang sama terjadi terobosan Sintang. Pada Cekungan Kutai, terbentuk Formasi Pamaluan yang menindih tidak selaras Formasi Toyu. Pada Kala Miosen Tengah di Cekungan Barito terbentuk Formasi Wahau dan Formasi Kelinjau yang menindih tidak selaras Formasi Berai, Montalat, Jangkan, Karamuan dan Puruk cahu sedangkan di Cekungan Kutai terjadi pengendapan Formasi Pulu balang yang disertai oleh kegiatan gunung api Meragoh. Pada Miosen Akhir di Cekungan Kutai terbentuk Formasi Balikpapan. Pada Miosen Akhir sampai Kwartir terjadi kegiatan gunung

api Mentulang dan Bandang di Cekungan Barito sedangkan di Cekungan Kutai terbentuk Formasi Kampung Baru.

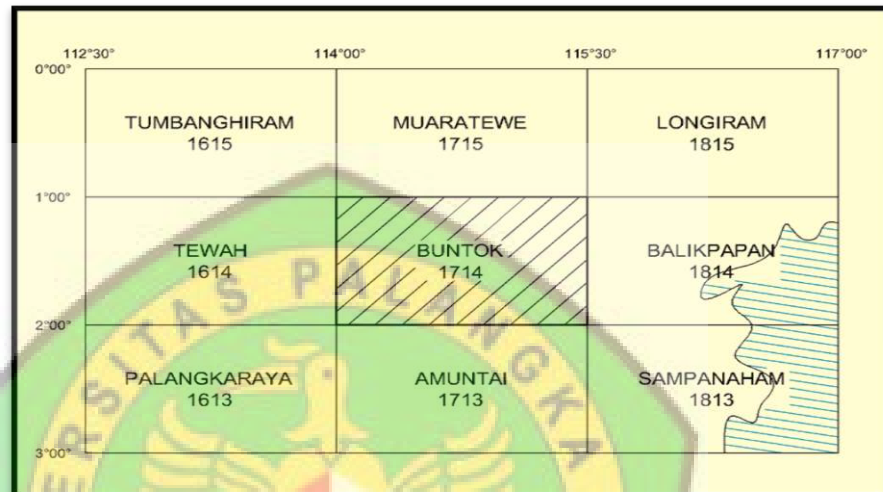
3.2.2 Geologi Regional Lembar Buntok

a. Fisiografi Geologi Regional Lembar Buntok

Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P₃G), Bandung 1994, daerah penelitian menempati Cekungan Barito bagian utara, yang mana Cekungan Barito merupakan salah satu Cekungan Tersier yang terletak di wilayah Kalimantan bagian selatan dan tengah yang berarah Timur Laut - Barat Daya. Secara umum struktur geologi pada batuan Tersier di Lembar Buntok, Kalimantan Tengah berarah Timur Laut - Barat Daya. Struktur utama yang berkembang adalah Timur Laut - Barat Daya dan Struktur geologi lain yang berkembang pada daerah ini diantaranya struktur lipatan yang tidak kuat dan kelurusan-kelurusan yang memotong struktur utama. Struktur lipatan dan struktur yang memotong arah struktur utama diperkirakan berkembang dari adanya deformasi kedua, yang terjadi setelah batuan Tersier terlipat dan termampatkan. Fisiografi Cekungan Barito bagian utara dibatasi oleh *Kucing High* dan *Paternoster Cross High*, bagian timur dibatasi oleh *Meratus High*, sebelah selatan berhubungan dengan Cekungan Laut Jawa, dan sebelah barat dibatasi oleh Paparan Sunda.

b. Stratigrafi Regional Lembar Buntok

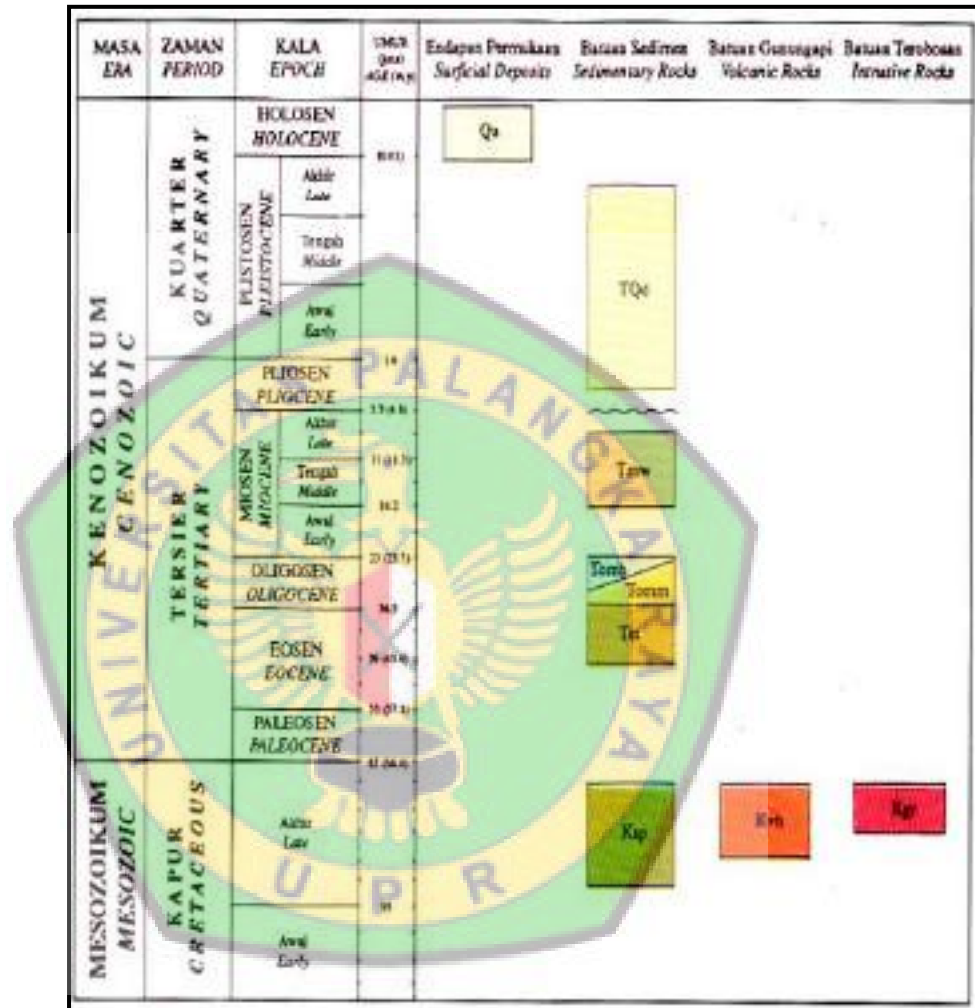
Secara regional, daerah penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Lembar Buntok dengan nomor lembar peta 1714 dengan batas-batas sebagai berikut :



- 1) Sebelah Utara berbatasan dengan Lembar Muara Teweh.
- 2) Sebelah Timur Laut berbatasan dengan Lembar Longiram.
- 3) Sebelah Timur berbatasan dengan Lembar Balikpapan.
- 4) Sebelah Tenggara berbatasan dengan Lembar Sampannaham.
- 5) Sebelah Selatan berbatasan dengan Lembar Amuntai.
- 6) Sebelah Barat Laut berbatasan dengan Lembar Palangkaraya.
- 7) Sebelah Barat berbatasan dengan Lembar Tewah.
- 8) Sebelah Barat Daya berbatasan dengan Lembar Tumbanghiram.

Berdasarkan Peta Geologi Regional yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Direktorat Jendral dan Sumberdaya Mineral,

Departemen Energi dan Sumber daya Mineral, pada lembar Buntok, Kalimantan Tengah, 1995, urutan stratigrafi dari batuan yang berumur muda sampai yang tua adalah sebagai berikut:



Terdiri atas lumpur kelabu – hitam, lempung bersisipan limonit dan gambut, pasir, kerikil, kerakal dan bongkahan batuan yang lebih tua. Merupakan hasil endapan sungai atau dataran banjir. Tebalnya mencapai 10 meter.

2. TQd (Formasi Dahor)

Terdiri atas batupasir kurang padat sampai lepas, bersisipan batulanau, serpih, lignit dan limonit. Terendapkan dalam lingkungan

peralihan dengan tebal mencapai 300 meter. Umurnya diduga Plio – Plistosen. Formasi ini tidak selaras di atas formasi – formasi dibawahnya dan umumnya berada pada morfologi dataran rendah yang kadang–kadang sulit dibedakan dengan endapan permukaan.

3. Tmw (Formasi Warukin)

Terdiri atas batupasir kasar – sedang, sebagian konglomeratan, bersisipan batulanau dan serpih, setengah padat, berlapis dan berstruktur perairan silang – silur dan lapisan bersusun. Struktur lipatan terbuka dengan kemiringan lapisan sekitar 100. Formasi ini berumur Miosen Tengah – Miosen Atas dengan tebal mencapai 500 meter dan terendapkan di daerah transisi. Formasi warukin berada selaras di atas Formasi Berai dan Montalat. Sesuai dengan sifat fisiknya formasi ini menempati daerah morfologi dataran bergelombang landai.

4. Tomb (Formasi Berai)

Terdiri dari batugamping berlapis dengan batulempung, napal dan batubara, sebagian tersilikakan dan mengandung limolit. Formasi Berai terendapkan di laut dangkal dengan tebal mencapai 1250 meter serta menempati morfologi perbukitan kars yang terjal. Formasi Berai berumur Oligosen (*Oligocene*).

5. Tomm (Formasi Montalat)

Terdiri dari batupasir kuarsa putih berstruktur silang siur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau/serpih dan batubara. Formasi ini menjemari dengan Formasi Berai dan selaras dengan formasi Tanjung.

Jenis perlipatan mirip dengan Formasi tanjung tetapi sedikit lebih terbuka. Terendapkan di laut dangkal terbuka dengan tebal mencapai 1400 meter serta tersebar menempati morfologi perbukitan. Formasi Montalat berumur Oligosen (*Oligocene*).

6. Kvh (Batuan Vulkanik Kasale)

Merupakan basal piroksin berwarna kelabu kehijauan, porfiriik – pilotaksitik, sebagian besar berubah menjadi lempung, klorit dan kalsit, berupa dike dan plug. Satuan ini dikorelasikan dengan batuan gunung api Haruyan yang berumur Kapur Akhir (Heryanto dan Sanyoto, 1993) dan kelompok Selangkai.

c. Struktur Geologi Regional Lembar Buntok

Untuk daerah perbukitan dibagian timur lembar buntok dijumpai beberapa unsur struktur pada batuan Mesozoikum antara lain; struktur terbreksikan, kelurusan yang berarah hampir utara – selatan, bongkah dan blok dan lain - lain. Maka dapat disimpulkan bahwa batuan ini telah mengalami deformasi. Sedangkan pada batuan tersier menunjukkan struktur lipatan yang tidak ketat berarah hampir utara – selatan, maka diduga lipatan ini berkaitan erat dengan struktur batuan Mesozoikum. Adapun kelurusan yang memotong struktur utama diduga terbentuk pada deformasi kedua, dimana batuan Tersier telah terlipat dan termampatkan. Demikian pula hampir sejalan untuk struktur yang berkembang di peta bagian utara dan barat laut.

3.2.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.2.3.1 Morfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan kenampakan di lapangan daerah Lemo dibentuk oleh dua satuan morfologi, yaitu satuan morfologi pedataran dan satuan morfologi perbukitan. Satuan morfologi perbukitan menempati kurang lebih 80% wilayah penelitian.

Satuan morfologi perbukitan penyebarannya meliputi sebelah Selatan Lemo, sebelah Barat disekitar sungai Lemo dan di sebelah Utara disekitar Sungai Nango. Sementara satuan morfologi pedataran terletak disebelah Timur di sepanjang aliran sungai Barito, satuan ini membentuk daratan rendah yang umumnya rawa basah yang terbentuk oleh proses endapan sungai Barito.

Daerah penelitian dan sekitarnya menempati wilayah yang cukup landai hingga berbukit dengan ketinggian antara 80-145 m di atas permukaan laut (dpl), dan menunjukkan keadaan morfologi yang bergelombang lemah hingga perbukitan, yakni dengan kemiringan lereng antara 25-30%. Sungai-sungai yang berkembang dilokasi penelitian berdasarkan tahapan geomorfik merupakan sungai periode muda yang dicirikan dengan adanya tebing terjal dan gradian sungai yang tidak teratur. Pola aliran yang berkembang sampai saat ini menunjukkan pola aliran *Rectangular* yang mencirikan pola aliran yang terbentuk oleh percabangan sungai-sungai yang membentuk sudut siku-siku.

3.2.3.2 Litologi Daerah Penelitian

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Buntok dengan nomor lembar peta 1714 dan Peta Geologi Lembar Muara Teweh dengan nomor lembar 1715, stratigrafi di daerah penelitian termasuk ke Formasi Montalat (Tomm), Formasi Montalat (Tomm) Terdiri dari batupasir kuarsa putih berstruktur silang siur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau / serpih dan batubara. Formasi ini menjemari dengan Formasi Berai dan selaras dengan formasi Tanjung. Jenis perlipatan mirip dengan Formasi tanjung tetapi sedikit lebih terbuka. Terendapkan di laut dangkal terbuka dengan tebal mencapai 1400 meter serta tersebar menempati morfologi perbukitan. Formasi Montalat berumur Oligosen (*Oligocene*). (Lihat lampiran B).

3.2.3.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Secara umum perlapisan batuan di daerah Lemo berarah Baratdaya – Timur laut dengan arah jurus berkisar antara $N355^{\circ}E - N30^{\circ}E$ dan $N215^{\circ}E - 240^{\circ}E$, kemiringannya berkisar antara $15^{\circ} - 60^{\circ}$.

3.3 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

- a. Buku Lapangan (Catatan Harian).
- b. Alat Tulis.
- c. *Stopwatch*
- d. Kamera Digital.
- e. Alat Pelindung Diri (APD)
- f. Laptop

3.4 Tatalaksana

3.4.1. Langkah Kerja

Dalam proses analisis *fuel ratio* diperlukan ketelitian dalam mengkorelasikan keadaan aktual lapangan dengan data sebelumnya agar dapat menguraikan permasalahan yang terjadi sebagai bahan evaluasi perusahaan.

Langkah kerja dalam pelaksanaan Skripsi ini meliputi :

1. Observasi

a. Perhitungan waktu edar pada alat angkut , meliputi waktu memposisikan (*maneuver load*), waktu mengisi (*loading*), waktu angkut isi (*travel load*), waktu memposisikan (*manuver dump*), waktu menumpahkan material (*dumping*), waktu tunggu (*waiting*) dan waktu angkut kosong (*travel empty*).

b. Perhitungan kebutuhan bahan bakar diperoleh setiap harinya dengan cara melakukan pemantauan dan pengecekan secara rutin oleh divisi mekanis. Yaitu, setiap pengisian awal di catat oleh *checker* waktu dan jumlah liter isian dari alat angkut dengan memperhatikan flow meter yang terpasang pada masing – masing tanki bahan bakar alat angkut. Kemudian untuk menentukan pemakaian solar selama jam operasi, dilakukan dengan flow meter awal dikurangi flow meter akhir.

2. Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan pembelajaran mengenai data yang diperoleh dari berbagai referensi yang berhubungan dengan

penyelesaian pengolahan data dan penyusunan laporan. Studi literatur bisa diperoleh dari beberapa laporan terdahulu.

3. Percobaan

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengambilan data waktu edar alat angkut pada jalan angkut dari *Front Mine* ke *Disposal* dengan *stopwatch*.

3.4.2 Metode

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Metode Deskriptif

Metode ini dilakukan dengan cara menggambarkan dan menerangkan hubungan antara parameter yang mempengaruhi *fuel consumption* pada kegiatan *overburden removal* di PT. KTC Coal Mining & Energy.

2. Metode Kuantitatif

Metode ini dilakukan dengan cara menghitung dan menganalisis *fuel consumption* pada kegiatan *overburden removal* sehingga mendapatkan nilai *Fuel Ratio*.

Menganalisis *fuel consumption* pada kegiatan *overburden removal* di PT. KTC Coal Mining & Energy. Berikut data yang di perlukan :

1) Data Primer :

a. *Cycle Time : Manuver Front, Loading, Travel Load, Manuver Disposal,*

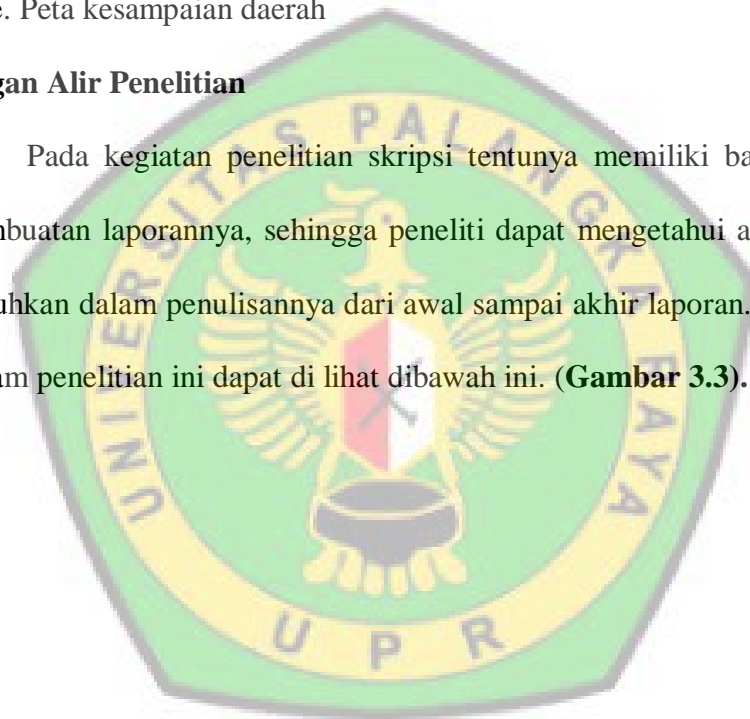
Dumping, Waiting, Travel Empty.

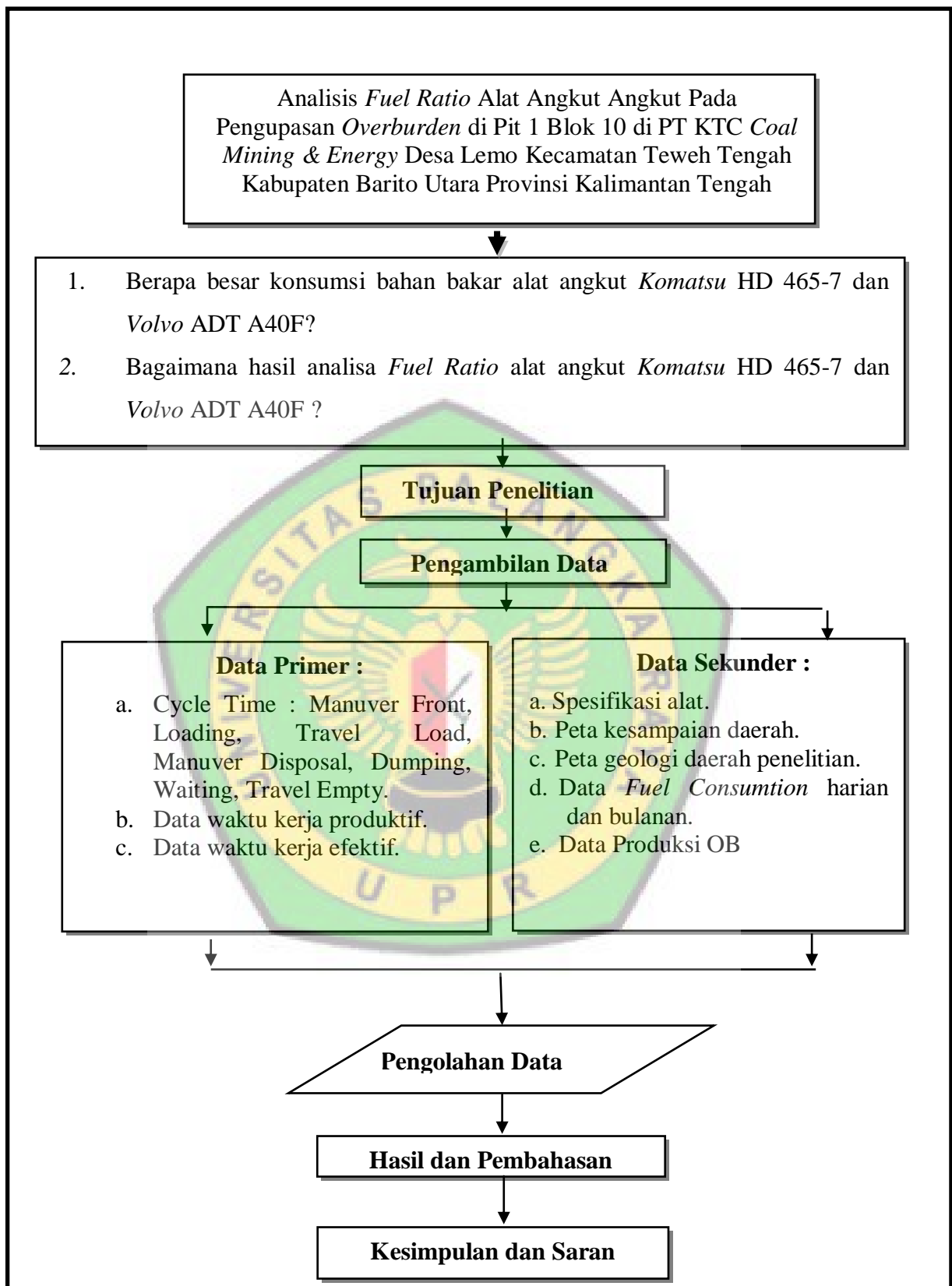
b. Data waktu kerja produktif.

- c. Data waktu kerja efektif
- 2) Data Sekunder :
 - a. Data *Fuel Consumption* bulanan dan harian.
 - b. Data Produksi *Overburden* Bulanan dan harian.
 - c. Spesifikasi alat.
 - d. Peta geologi daerah penelitian.
 - e. Peta kesampaian daerah

3.5 Bagan Alir Penelitian

Pada kegiatan penelitian skripsi tentunya memiliki bagan alir dalam pembuatan laporannya, sehingga peneliti dapat mengetahui apa saja yang di butuhkan dalam penulisannya dari awal sampai akhir laporan. Dan bagan alir dalam penelitian ini dapat di lihat dibawah ini. (**Gambar 3.3**).





Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. *Fuel Consumption* dari setiap alat angkut pasti berbeda - beda karena di pengaruhi berbagai faktor antara lain : kondisi tempat kerja, jarak dan kemiringan jalan, berat kendaraan, kecepatan, dan tenaga mesin. Konsumsi bahan bakar spesifik dari *Komatsu* HD 465-7 sebesar 1.023 L/jam. Sedangkan untuk alat angkut *Volvo ADT A40F* sebesar 10,800 L/jam.
2. Analisis *fuel ratio* sebagai berikut FR *Komatsu* HD 465-7 = 132 L/Bcm dan FR *Volvo ADT A40F* = 238 L/Bcm. Di dapatkan bahwa *Komatsu* HD 465-7 dan *Volvo ADT A40F* masuk dalam klasifikasi pemakaian hemat berdasarkan tabel standar perusahaan. Dari perbandingan tersebut diketahui bahwa *Volvo ADT A40F* dan *Komatsu* HD 465-7 masih dalam kondisi standar.

5.2 Saran

Sebelum dan sesudah mengoperasikan alat angkut sebaiknya operator melakukan pemeriksaan dan pengecekan harian (P2H) serta *maintenance* oleh tim mekanik secara berkala untuk deteksi dini atau potensi kerusakan alat. Terutama pada mesin, jika salah satu *part* mesin bermasalah maka akan mengganggu sistem

pembakaran dan menyebabkan *fuel consumption* menjadi lebih besar dari pemakaian normal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. "Specification and Application Handbook Kobelco SK 330." Diakses dari web : http://www.kobelco-kenki.co.jp/english/products/pdf/SK330_SK_330LC_ME.pdf. Diakses pada hari minggu, 10 Juni 2018, pukul 19.51 WIB.
- Anonim. 2015. "Specification and Application Handbook MAN LA 26.280." Diakses dari web : http://www.truck.man.eu/man/media/contact_medien/doc/bussines_web_sites_souts_africa/broschure/CLA_2628_4x6_BB_Tripper.pdf. Diakses pada hari senin, 12 Juni 2018, pukul 20.00 WIB.
- A.Rohman. 2009. *Analisis Koefisien Tahanan Gulir Model Alat Angkut pada Simulasi Jalan Angkut Tambang dengan Material Pasir Kerikil di Laboratorium*. Tugas Akhir. Teknik Pertambangan FTSM ITB.
- Atmawijaya, A Dimiyathi. 2008. "Tahapan Penambangan Batubara". Website : <http://methdimy.blogspot.co.id/2008/06/tahapan-penambangan-batubara.html>. Diakses pada hari Rabu, 7 Juni 2017 pukul 23.00 WIB.
- Basuki, S dan Nurhakim. 2004. *Modul Ajar dan Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis*. Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Budianto. 2016. *Optimalisasi Kombinasi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden Menggunakan Metode Antrian di PT. Usaha Baratama Jesindo*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Hartman, Howard. L. 1987. *Introductory Mining Engineering*. John Wiley & Sons Inc. Canada.
- H. L. Nichols. 1976. *Moving the Earth : The Workbook of Excavation*. North Castle Books.
- H. Suganda. 1971. *Diktat Mekanika Mobil Bagian Mesin*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Indonesianto, Yanto. 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta.
- J.Y. Wong. 2001. *Theory of Ground Vehicles Third Edition*. Wiley-IEEE.
- Khisty, C.J and Lall, B.K. 2005. *Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi*. Edisi ke-3. Jakarta. Penerbit Erlangga.

- Komatsu. 2005. *Specification & Application Handbook Edition 26*. Komatsu Ltd.
- Nabela, Merlin. 2016. *Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit di PT Gunung Sampurna Makmur, Desa Rengasjajar, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat*. Skripsi. Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Islam Bandung.
- Natalia, Friska. 2013 . *Evaluasi Kehilangan Waktu Kerja Efektif Terhadap Waktu Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Peningkatan Produksi Overburden di Pit 5 PT. KTC Coal Mining & Energy Job Site PT. Harfa Taruna Mandiri Desa Lemo Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Nurhakim. 2004. *Modul Ajar Tambang Terbuka*. Banjarbaru. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat.
- Pramudya, Didit. 2000. *Analisis system kerja Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Penambangan Batubara Di PT. Pama Persada Nusantara District Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Prodjosumarto, Partanto. 1989. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Rochmanhadi. 1990. *Pengantar dan Dasar-Dasar Pemindahan Tanah Mekanis*. Departemen Pekerjaan Umum Badan Penerbitan Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Siahaan, Jefri Hansen. (2011). *Tambang Terbuka (Surface Mining)*. <http://arsipteknikpertambangan.blogspot.com/2011/01/tambang-terbuka-surface-mining>. Diakses pada hari senin, 12 Juni 2018, pukul 20.00 WIB.
- Supriatna, S dkk. 1995. *Peta Geologi Lembar Buntok*. Pusat Penelitian Geologi Indonesia. Bandung.
- Sutrisno dkk. 1994. *Peta Geologi Lembar Buntok*. Pusat Penelitian Geologi Indonesia. Bandung.
- Wigroho dan Suryadharma. 1992. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta. Universitas Atmajaya.

Winarto, Satria Heyder. 2009. *Analisis Konsumsi Bahan Bakar HD465 dan HD785 di PT Bukit Makmur pada Lokasi Kerja Sebuku Kalimantan Selatan*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Pertambangan Dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung.

Wood, Osbourne, Forde. 1995. *Soil Parameter for Estimating Rolling Resistance of Earth Moving Plant on Compacted Silty, Cohesive Soil*. Journal of Terra Mechanics vol 32 no. 1, Elsevier Science Ltd, ISTVS. Gritain.

