

**KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT
ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI
KECAMATAN LAUNG TUHUP, KABUPATEN
MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Oleh :
AUGUST SURYAPUTRA
112040042**



**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2009**

**KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT
ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI
KECAMATAN LAUNG TUHUP, KABUPATEN
MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Oleh :
AUGUST SURYAPUTRA
112040042



**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2009**

AUGUST SURYAPUTRA
TEKNIK PERTAMBANGAN, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

**KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT
ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI
KECAMATAN LAUNG TUHUP, KABUPATEN
MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**AUGUST SURYAPUTRA
112040042**



Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Yanto Indonesianto. M.Sc.

Ir. Sudaryanto. MT.

RINGKASAN

PT. Marunda Grahamineral merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan berlokasi di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Propinsi Kalimantan Tengah. Lokasi penelitian berada di *pit 8 blok North Kawi*. Sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang terbuka.

PT. Marunda Grahamineral menetapkan target produksi tanah penutup (*overburden*) untuk *pit 8 blok North Kawi* sebesar 540 BCM/jam. Proses penambangan material *overburden* menggunakan alat mekanis 1 unit *Excavator Komatsu PC 1250 SP-7* melayani 4 unit *Dump Truck Komatsu HD 465-7* untuk blok North Kawi dengan jarak 696 meter menuju *disposal*.

Permasalahan yang terjadi adalah belum terpenuhinya produksi dari alat muat dan alat angkut sehingga target produksi belum tercapai, terutama pada *pit 8 blok North Kawi*. Kemampuan produksi saat ini 340,05 BCM/jam untuk *pit 8 blok North Kawi*. Tidak tercapainya sasaran produksi dikarenakan banyaknya waktu kerja yang terbuang karena adanya hambatan kerja baik hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari. Dengan adanya hambatan-hambatan tersebut akan memperkecil waktu kerja efektif sehingga menyebabkan efisiensi kerja rendah.

Upaya peningkatan produksi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan waktu efektif kerja, waktu kerja tersedia, dan penambahan jumlah alat muat dan alat angkut yang dibutuhkan. Untuk *pit 8 blok North Kawi*, dengan penambahan 2 unit alat angkut *Dump Truck Komatsu HD 465-7* sehingga produksinya meningkat dari 340,05 BCM/jam menjadi 540 BCM/jam.

Dengan adanya peningkatan produksi dari bertambahnya jumlah alat, maka faktor keserasian kerja alat menjadi 1,21 untuk *pit 8 blok North Kawi*. Perbaikan *MF* dilakukan dengan cara melakukan penambahan curah dari 4 menjadi 5 kali pengisian sehingga produksi alat angkut menjadi 559,88 BCM/jam dan *MF* menjadi 0,96.

Untuk dapat mencapai sasaran produksi sebaiknya dilakukan pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan guna mencegah hambatan-hambatan yang terjadi selama bekerja dan perlu adanya perhitungan standar waktu hambatan sehingga mempermudah pengontrolan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Penulisan skripsi ini disusun berdasarkan data hasil penelitian selama 3 bulan dari Juli – September 2008, di PT. Marunda Grahamineral, Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah.

Atas segala bantuan, bimbingan, fasilitas, serta kesempatan yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih kepada Yth :

1. Ir. M. Samanhudi, Mine Operation Manager PT. Marunda Grahamineral.
2. Secilia Rovitasari, ST., Pembimbing Lapangan dan juga sebagai Sekretaris PT. Marunda Grahamineral.
3. DR. H. Didit Welly Udjiyanto, MS, Rektor Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
4. Prof. DR. Ir. Sari Bahagiarti, M.Sc, Dekan Fakultas Teknologi Mineral.
5. Ir. Hasywir Thaib Siri, M.Sc, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
6. Ir. Yanto Indonesianto, M.Sc., Dosen Pembimbing I
7. Ir. Sudaryanto. MT., Dosen Pembimbing II
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, Juni 2009

Penulis,

August Suryaputra



⁶”Mengapa engkau tertekan, hai jiwaku, dan gelisah di dalam diriku? Berharaplah kepada Allah! Sebab aku akan bersyukur lagi kepada-Nya, penolongku dan Allahku!”

Mazmur 42:6

⁸”Dalam segala hal kami ditindas, namun tidak terjepit; kami habis akal, namun tidak putus asa; ⁹kami dianiaya, namun tidak ditinggalkan sendirian, kami dihempaskan, namun tidak binasa.”

2 Korintus 4:8-9

Kupersembahkan untuk :

- Tuhan Yesus Kristus, yang telah membuatku tetap hidup sampai saat ini
 - Bapak, Mamah, Kakak yang selalu sabar menghadapiku
 - Kekasihku tercinta (Yulita KW), yang selalu setia dan mencintaiku dalam bahagia maupun tangis
- Teman-teman Tambang angkatan 2004 (spesial thanks to : Diaz, Pebri, Yudi, Adul, Hafiez, Argan, Maul, Edo, Jerry, Jipe, Dani, dll), buat semua ilmu, keringat, air mata, dan darah yang kalian berikan
 - MGM & Cendana crew in Menyango

”VIVA TAMBANG”

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
Bab	
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	1
1.3. Rumusan Masalah	1
1.4. Pembatasan Masalah	2
1.5. Penyelesaian Masalah	2
1.6. Metode Penelitian	2
1.7. Manfaat Yang Diharapkan.....	3
II. TINJAUAN UMUM	
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah	4
2.2. Keadaan Iklim dan Curah Hujan	4
2.3. Keadaan Geologi	5
2.4. Jumlah Cadangan	8
2.5. Sistem Penambangan	8
2.6. Pengolahan	11
2.7. Kualitas Batubara	11
2.8. Lingkungan	12
III. DASAR TEORI	
3.1. Analisis Tempat Kerja	13
3.2. Waktu Edar	23
3.3. Kerasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut.....	24
3.4. Efisiensi Kerja.....	25
3.5. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut.....	26
3.6. Jenis Alat yang Digunakan.....	26
3.7. Estimasi Jumlah Alat yang Diperlukan.....	26
IV. HASIL PENELITIAN	
4.1. Keadaan Lokasi Penambangan	28
4.2. Waktu Kerja	31

4.3. Alat Muat dan Alat Angkut yang Digunakan.....	32
4.4. Waktu Edar Alat Muat dan Alat Angkut.....	32
4.5. Efisiensi Kerja.....	32
4.6. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Saat Ini.....	32
4.7. Faktor Keserasian Kerja Saat Ini	33

V. PEMBAHASAN

5.1. Kondisi Lapangan	34
5.2. Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	36
5.3. Keserasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut	36
5.4. Upaya Peningkatan Produksi.....	36
5.5. Produksi Setelah Peningkatan Efisiensi Kerja dan Penambahan Waktu Kerja Tersedia	41
5.6. Penambahan Unit Alat Angkut	41
5.7. Perubahan Keserasian Kerja Alat	42
5.8. Upaya Perbaikan Keserasian Kerja Alat	43

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	45
6.2. Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Peta Kesampaian Daerah	4
2.2. Grafik Curah Hujan Rata-rata Tahun 2003-2008 PT. MGM Site Laung Tuhup	5
2.3. Grafik Hari Hujan Rata-rata Tahun 2003-2008 PT. MGM Site Laung Tuhup.....	5
2.4. Kegiatan Pemboran (<i>Drilling</i>)	9
2.5. Kegiatan Peledakan (<i>Blasting</i>)	10
2.6. Kegiatan Pemuatan (<i>Loading</i>) <i>Overburden</i>	11
2.7. Kegiatan Pengangkutan (<i>Hauling</i>) <i>Overburden</i>	11
3.1. Pola Muat Top Loading	14
3.2. Pola Muat Bottom Loading	14
3.3. Pola Pemuatan <i>Frontal Cuts</i>	15
3.4. Pola Pemuatan <i>Parallel Cut With Drive-by</i>	16
3.5. <i>Parallel Cut with The Single Spotting of Trucks</i>	17
3.6. <i>Parallel Cut With The Double Spotting of Trucks</i>	17
3.7. Lebar Jalan Angkut Lurus Dua Jalur	18
3.8. Lebar Jalan Angkut Tikungan Dua Jalur	19
3.9. Jari-jari Tikungan	21
3.10. Distribusi Beban Roda	22
4.1. Pola Pemuatan Top Loading.....	29
4.2. Perawatan Jalan Menggunakan Motor Grader	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Standar Kualitas Produk Batubara PT. MGM	11
3.1. Daya Dukung Material	22
4.1. Pembagian Waktu Kerja	31
5.1. Geometri Jalan Angkut	35
5.2. Kemungkinan Peningkatan Waktu Kerja Efektif Alat Muat.....	39
5.3. Kemungkinan Peningkatan Waktu Kerja Efektif Alat Angkut	40
5.4. Pembagian Waktu Kerja.....	41
5.5. Produksi Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja, Penambahan Waktu Kerja Tersedia, Dan Penambahan Dua Unit Alat Angkut	45

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. SPESIFIKASI ALAT MUAT	48
B. SPESIFIKASI ALAT ANGKUT	50
C. TABEL CURAH HUJAN DAN HARI HUJAN	52
D. PERHITUNGAN FAKTOR PENGEMBANGAN MAYTERIAL.....	53
E. PERHITUNGAN JARAK DAN KEMIRINGAN ACCES ROAD.....	54
F. PERHITUNGAN LUAS DAERAH KONTAK DAN DISTRIBUSI BEBAN	56
G. PERHITUNGAN EFISIENSI WAKTU KERJA ALAT MUAT ALAT ANGKUT	58
H. WAKTU EDAR ALAT MUAT	65
I. WAKTU EDAR ALAT ANGKUT.....	67
J. PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT MUAT	69
K. PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT ANGKUT	70
L. PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN KERJA ALAT.....	71
M. PERHITUNGAN LEBAR JALAN	73
N. KEMAMPUAN TANJAK TRUK	76
O. PERHITUNGAN JARI-JARI TIKUNGAN	78
P. PERHITUNGAN EFISIENSI WAKTU KERJA ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN	79
Q. PERHITUNGAN EFISIENSI WAKTU KERJA ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT SETELAH PENAMBAHAN WAKTU KERJA TERSEDIA	82
R. PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT MUAT SETELAH PERBAIKAN WAKTU KERJA	84
S. PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN WAKTU KERJA.....	85
T. PERHITUNGAN JUMLAH ALAT ANGKUT.....	86
U. PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN WAKTU KERJA DAN PENAMBAHAN ALAT	87
V. PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN KERJA ALAT SETELAH PENAMBAHAN ALAT ANGKUT	88

*KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI KECAMATAN LAUNG TUHUP,
KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH*

AUGUST SURYAPUTRA
TEKNIK PERTAMBANGAN, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Marunda Grahamineral (MGM) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan dengan luas daerah sekitar 25,541 Ha, dan luas daerah yang diteliti yaitu Pit 8 Blok North Kawi (NK) seluas 69.93 Ha yang berada di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Propinsi Kalimantan Tengah (Gambar 2.1). 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. Hubungan antara sasaran produksi dengan produksi alat akan menentukan jumlah alat muat dan alat angkut yang harus dipakai guna memenuhi target tersebut.

Dalam melakukan kegiatan penambangan material tanah penutup di pit 8 blok North Kawi, PT. MGM menggunakan 1 unit alat muat yaitu *Excavator* tipe *Komatsu PC 1250 SP-7* (Lampiran A). Untuk alat angkut yang disediakan untuk mengangkut material tanah penutup sebanyak 4 unit *Dump Truck* tipe *Komatsu HD 465-7* (Lampiran B).

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. untuk mengetahui kemampuan produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan
2. mengetahui faktor-faktor penyebab tidak tercapainya produksi alat muat dan alat angkut
3. mengupayakan tercapainya target produksi.

1.3. Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi adalah belum tercapainya target produksi untuk pengupasan lapisan tanah penutup akibat kurang efektifnya kerja alat akibat dari :

1. faktor teknis (lapangan : jarak, kondisi jalan, kondisi tempat kerja)
2. faktor mekanis (alat)
3. faktor alam (hujan dan debu)

1.4. Pembatasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada area pit 8 Blok North Kawi, kombinasi alat muat dan alat angkut *Komatsu PC 1250 SP-7* dengan *Komatsu HD 465-7*, waktu efektif kerja, efisiensi kerja dan kondisi tempat kerja.

1.5. Penyelesaian Masalah

Permasalahan akan diselesaikan dengan cara :

- menganalisis *cycle time*, *lost time*, dan *break down time*
- mengetahui, menganalisis, dan memperhitungkan kondisi jalan
- menganalisis jumlah alat

1.6. Metode Penelitian

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, yang diperoleh dari perusahaan terkait, perpustakaan, brosur-brosur, peta, grafik, tabel dan spesifikasi alat

2. Pengamatan dilapangan

Dilakukan dengan melakukan peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap topografi daerah, vegetasi dan cuaca yang akan diambil datanya.

3. Pengambilan data

Data yang diambil harus akurat dengan permasalahan yang ada. Cara pengambilan data dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan dan data-data yang diambil dari literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

4. Pengolahan data

Dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau rangkaian perhitungan pada penyelesaian dalam suatu proses tertentu.

5. Analisis hasil pengolahan data

Dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh kesimpulan sementara.

1.7. Manfaat Yang Diharapkan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat menghitung jumlah alat muat dan alat angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi target produksi pengupasan tanah penutup sehingga target produksi batubara dapat tercapai.

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan batubara PT. Marunda Grahamineral terletak di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Propinsi Kalimantan Tengah. Secara astronomis terletak pada $113^{\circ}20' - 115^{\circ}55'$ BT dan $0^{\circ}53'48''$ LS – $0^{\circ}46'06''$ LU. Lokasi tambang dapat ditempuh dari Kota Palangkaraya, Ibu Kota Provinsi Kalimantan Tengah menuju Kota Muara Teweh melewati perjalanan darat selama kurang lebih 10 jam. Kemudian perjalanan dapat dilanjutkan melalui jalur air menyusuri sungai Barito menuju Belange dengan menggunakan *speed boat* selama kurang lebih 2,5 jam. Setelah itu untuk menuju ke lokasi penelitian di pit 8 Blok North Kawi selama kurang lebih 1 jam melalui jalan angkut batubara.



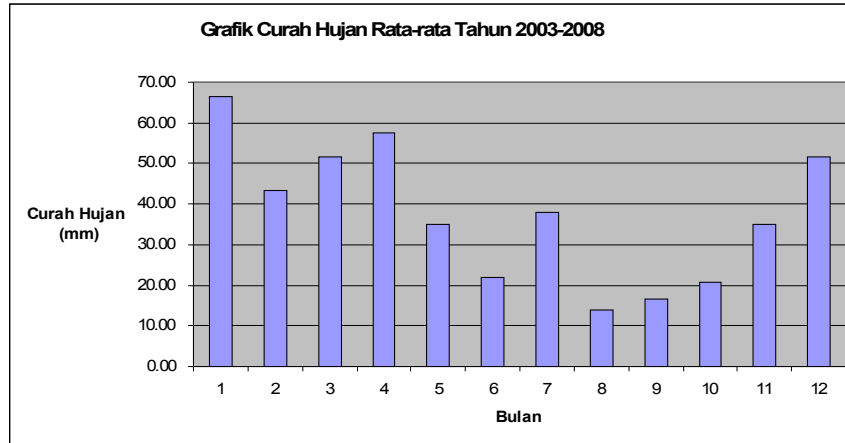
Gambar 2.1

Peta Kesampaian Daerah

2.2. Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Iklim di daerah penelitian adalah tropis yang ditandai dengan terjadinya dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Total curah hujan perbulan selama

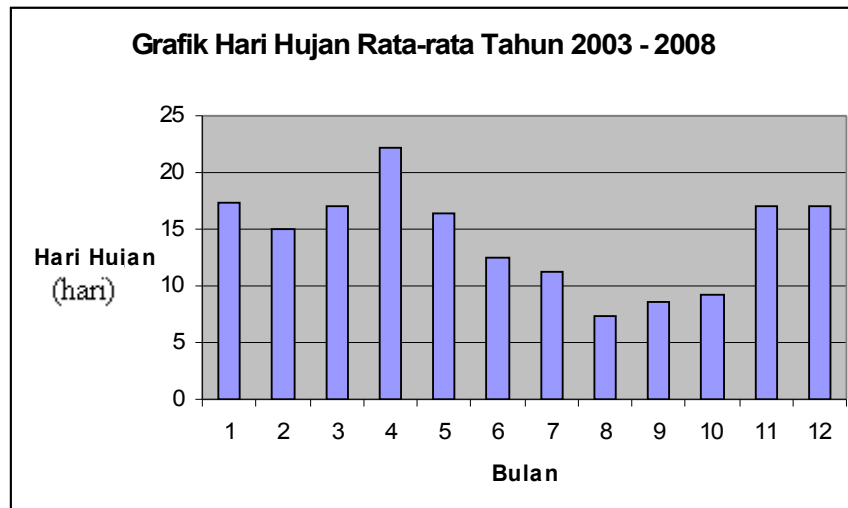
beberapa tahun terakhir 36,12 mm (Gambar 2.2) dan hari hujan adalah 15 hari per bulan (Gambar 2.3).



Sumber : Environment PT. MGM

Gambar 2.2

Grafik Curah Hujan Rata-rata Tahun 2003-2008
PT. MGM Site Laung Tuhup



Sumber : Environment PT. MGM

Gambar 2.3

Grafik Hari Hujan Rata-rata Tahun 2003-2008
PT. MGM Site Laung Tuhup

2.3. Keadaan Geologi

2.3.1. Stratigrafi regional

Daerah Sungai Laung dan sekitarnya termasuk ke dalam Cekungan Barito Utara atau merupakan bagian tepi dari pengendapan Tersier di Cekungan Barito. Stratigrafi regional daerah penelitian dan sekitarnya terdiri dari delapan formasi batuan sedimen dan dua formasi batuan beku.

- Formasi Tanjung

Merupakan formasi batuan sedimen tertua pada cekungan Barito ini yang diendapkan pada Eosen Bawah. Formasi Tanjung terdiri dari persilangan batupasir (kuarsa), batulempung, dan batulanau sisipan batubara, batugamping, dan konglomerat.

Formasi Batu Ayau, Formasi Halog-Batu Kelau

Tidak ada hubungan yang jelas antara Formasi Batu Ayau dan Formasi Halog-Batu Kelau dengan Formasi Tanjung, karena formasi tersebut terdapat di sub-cekungan Barito. Formasi Batu Ayau berumur Eosen dan mempunyai hubungan menjari dengan Formasi Halog-Batu Kelau. Formasi Batu Ayau merupakan penyusun utama stratigrafi daerah Sungai Laung dan sekitarnya, dan juga merupakan formasi pembawa seam batubara (*coal bearing formation*). Formasi Batu Ayau ini disusun oleh batupasir, batulempung dan batulanau, umumnya karbonan setempat bersisipan tufa dan batubara. Formasi Halog dicirikan oleh batupasir kuarsa, sedikit konglomerat, batulumpur, dan batugamping (jarang/setempat). Sedangkan Formasi Batu Kelau didominasi oleh serpih, batulanau, batu lumpur, dan sedikit batupasir.

- Formasi Ujohbilang

Formasi Ujohbilang terendapkan selaras di atas Formasi Batu Ayau, berumur Oligosen Bawah, dan tersebar di bagian timur sampai timur laut daerah penelitian. Formasi Ujohbilang ini dicirikan oleh batulumpur (dominan) dan sedikit batupasir.

Formasi Karamuan dan Formasi Purukcahu

Formasi Karamuan dan Formasi Purukcahu terendapkan tidak selaras di atas Formasi Ujohbilang, dan mempunyai hubungan menjari, berumur Oligosen Atas

– Miosen Bawah. Formasi Karamuan dicirikan oleh batulumpur warna abu-abu, gampingan dan berfosil; batupasir; batulanau yang bersifat serpihan dan karbonan. Formasi Purukcahu dicirikan oleh batulempung abu-abu tua, berfosil, berselingan dengan batulanau dengan lensa tipis batubara; batupasir sisipan breksi dan lensa-lensa batubara. Selama Kala Oligosen Atas – Miosen Bawah tersebut juga terendapkan batuan-batuan dari anggota : Batugamping Penuut, Batugamping Jangkaan, Formasi Montalat, dan Formasi Berai.

- Formasi Warukin

Formasi Warukin diendapkan tidak selaras di atas Formasi Karamuan dan Formasi Purukcahu, berumur Miosen Tengah, dan pada umumnya tersebar di bagian timur daerah penelitian. Formasi ini dicirikan oleh batupasir kuarsa berbutir halus – sedang, bersisipan batulempung karbonan dan batulanau karbonan. Formasi-formasi batuan sedimen di atas diterobos oleh intrusi batuan beku andesit – diorit dan batuan gunung api Bondang (andesit dan basalt).

2.3.2. Struktur Geologi

Struktur geologi yang dijumpai di areal PT. Marunda Grahamineral berupa sesar dan lipatan yang secara umum ke arah Barat Daya – Barat Laut – Tenggara. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser, dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen. Lipatan – lipatan berupa Sinklin dan Antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan juga berarah sejajar dengan struktur regional Timur Laut – Barat Daya.

UMUR		FORMASI
KUARTER	HOLOSEN	ALUVIUM
	PLISTOSEN	Anap
TERTIER	PLIOSEN	
	MIOSEN	AKHIR
		TENGAH
		AWAL
	OLIGOSEN	AKHIR
		AWAL
	Eosen	AKHIR
		TENGAH
		AWAL
	PALEOSEN	
MESOZOIKUM		Batuan beku, metamorf, dan
PALEOZOIKUM		Batuan metasedimen

Sumber : Peta Geologi Lembar Muara Teweh, S. Supriatna, 1990

Gambar 2.4

Stratigrafi Regional Daerah Penyelidikan

2.4. Jumlah Cadangan

Jumlah cadangan batubara yang dimiliki oleh PT. Marunda Grahamineral pada Blok North Kawi adalah 6,003,968 ton. Blok North Kawi mempunyai dua produk batubara yaitu *Premium* dan *Thermal*.

2.5. Sistem Penambangan

2.5.1. Pemboran dan peledakan

Kegiatan pemboran dilakukan untuk menyediakan lubang tembak pada proses peledakan. Kegiatan pemboran dan peledakan dikerjakan oleh kontraktor PT. BUMA. Alat bor yang digunakan terdiri dari dua unit *Drilling Machine Pantera 1100* (Gambar 2.5). Tujuan peledakan adalah untuk membongkar material *overburden* yang keras dan menyediakan material untuk kegiatan pemuatan. Kedalaman lubang bor mencapai antara 3 – 6 meter dengan diameter lubang bor 12 cm.



Gambar 2.5

Kegiatan Pemboran (*Drilling*)



Gambar 2.6

Kegiatan Peledakan (*Blasting*)

2.5.2. Pemuatan dan pengangkutan

Material *overburden* hasil peledakan dimuat menggunakan 1 unit *Excavator Komatsu PC 1250 SP-7* (Gambar 2.7) dengan kapasitas bucket 6,7 m³ (Lampiran A). Alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material *overburden*

menuju *disposal* adalah 4 unit *Dump Truck Komatsu HD 465-7* (Gambar 2.8) dengan kapasitas 34,2 ton (Lampiran B). Untuk material batubara, pemuatan menggunakan *Excavator Komatsu PC 400*. Sedangkan pengangkutan menuju CCP(*Coal Crushing Plant*) dengan jarak sekitar 54 km menggunakan *Dump Truck Volvo FM12* berkapasitas 30 ton.



Gambar 2.7
Kegiatan Pemuatan (*Loading*) *Overburden*



Gambar 2.8

Kegiatan Pengangkutan (*Hauling*) *Overburden*

2.6. Pengolahan

Fasilitas alat peremuk dirancang untuk mengolah material batubara dengan kapasitas 500 ton/jam. Crusher menerima material batubara dari tambang dengan ukuran -500 mm dan akan menghasilkan produk dengan ukuran -50 mm.

2.7. Kualitas Batubara

Batubara yang diproduksi oleh PT. MGM terdiri dari dua produk dengan kualitas yang berbeda. Standar dari kedua produk tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1

Standar Kualitas Produk Batubara PT. MGM

	Thermal	Premium
Total Moisture	11 %	9 %
Inherent Moisture	4,0 % (Adb)	2,5 % (Adb)
Ash (Abu)	10,0 % (Adb)	5,5 % (Adb)
Total Sulphur	0,7 % (Adb)	0,4 % (Adb)
Crucible swelling Number	< 3	> 3
Calorific Value (Kal)	7000 Adb	7400 Adb

Sumber : Quality Assurance PT. MGM

2.8. Lingkungan

Lahan yang rusak akibat kegiatan penambangan akan dipulihkan kembali agar dapat kembali berfungsi sebagai mana mestinya atau disebut juga reklamasi. Lahan yang telah direklamasi di Blok North Kawi seluas 164.82 Ha. Lahan yang telah direklamasi akan direvegetasi atau ditanam kembali dengan tanaman yang cocok dengan kondisi tanah yang sekarang. Revegetasi pada lahan bekas tambang di

Blok NK menggunakan tanaman Sengon dan Akasia. Luas lahan yang telah direvegetasi pada blok ini adalah seluas 104.38 Ha.

BAB III

DASAR TEORI

Kegiatan pemuatan dan pengangkutan pada kegiatan penambangan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan material hasil penggalian ke tempat penimbunan (*disposal*) dengan menggunakan alat-alat mekanis. Kondisi di lapangan sangat mempengaruhi kemampuan produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan.

3.1 Analisis Tempat Kerja

Medan kerja sangat berpengaruh, karena apabila medan kerja buruk akan mengakibatkan peralatan mekanis sulit untuk dapat dioperasikan secara optimal.

3.1.1. Kondisi *Front* Kerja

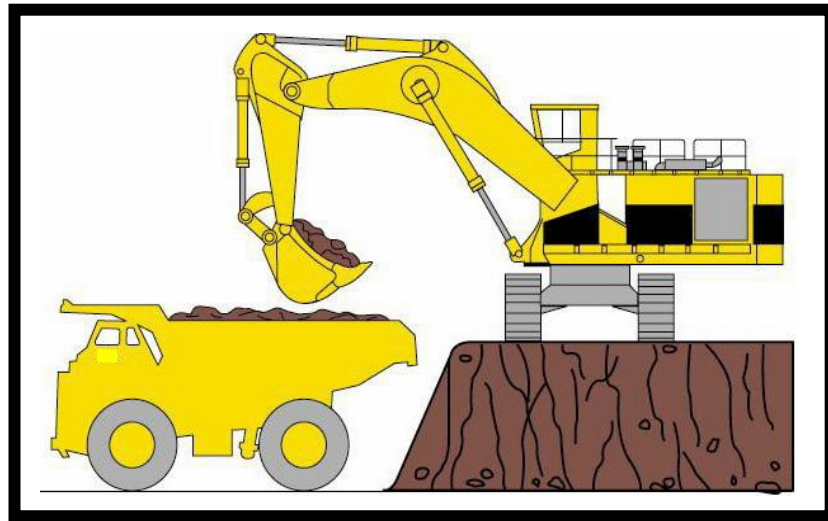
Tempat kerja tidak hanya harus memenuhi syarat bagi pencapaian sasaran produksi tetapi juga harus aman bagi penempatan alat beserta mobilitas pekerja yang berada disekitarnya. Tempat kerja yang luas akan memperkecil waktu edar alat karena ada cukup tempat untuk berbagai kegiatan, seperti keleluasaan tempat untuk berputar, mengambil posisi sebelum melakukan kegiatan sebelum pemuatan maupun untuk tempat penimbunan sehingga kondisi tempat kerja menentukan pola pemuatan yang akan diterapkan.

3.1.2. Pola Muat

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.

1. *Top Loading*

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari bak truk jungkit(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 dan menempatkan material.

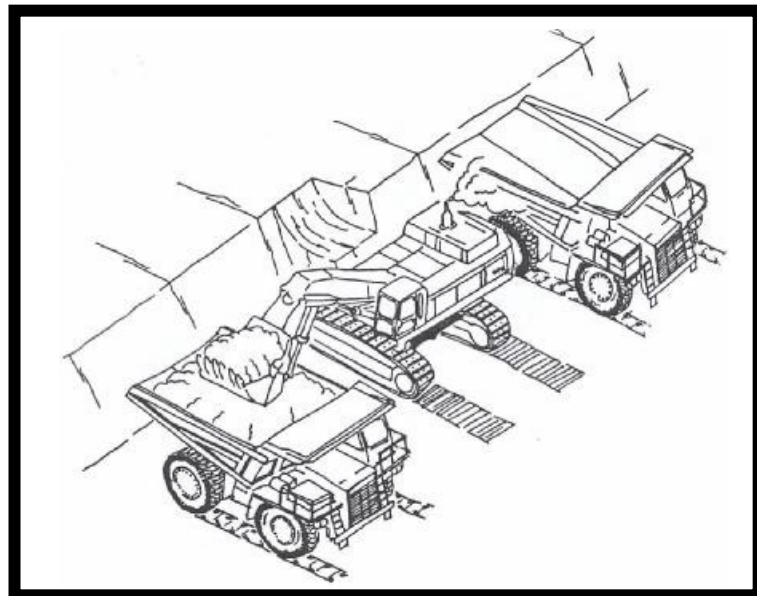


Gambar 3.1

Pola Muat *Top Loading*

2. *Bottom Loading*

Ketinggian atau letak alat angkut dan truk jungkit adalah sama. Cara ini dipakai pada alat muat power shovel.



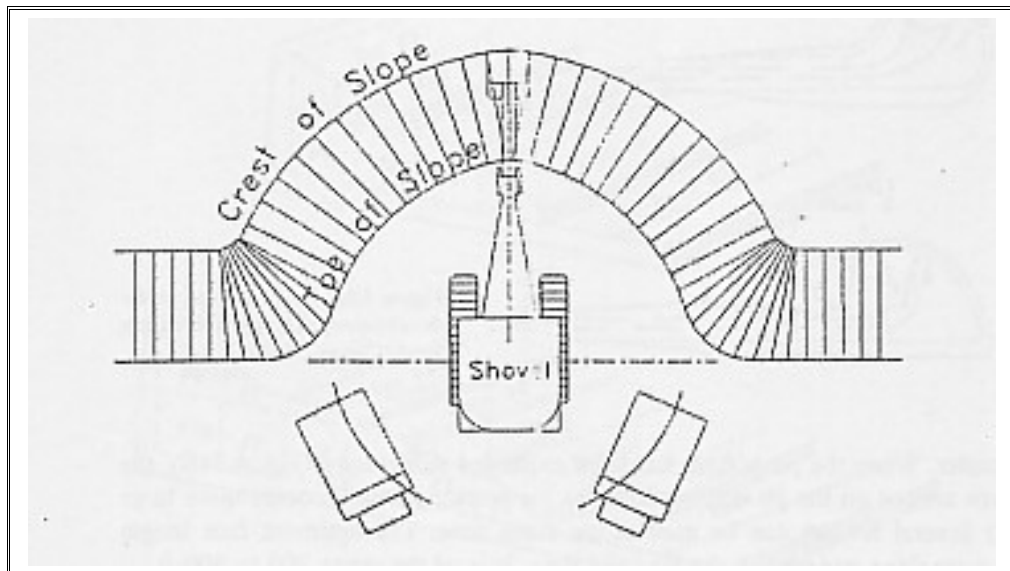
Gambar 3.2

Pola Muat *Bottom Loading*

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

1. *Frontal Cuts*

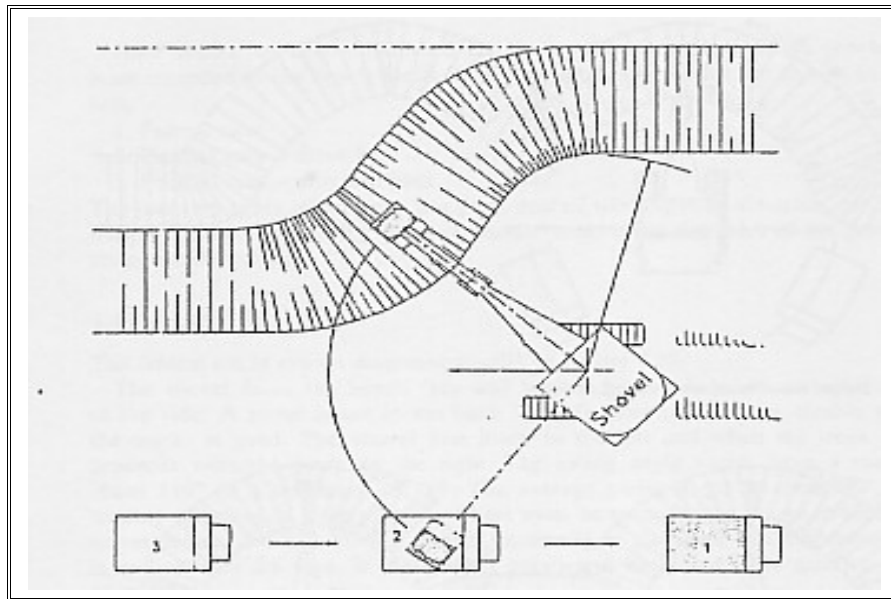
Alat muat berhadapan dengan muka jenjang atau *front* penggalian dan mulai menggali ke depan dan samping alat muat. Dalam hal ini digunakan *double spotting* dalam penempatan posisi truk. Alat muat memuat pertama kali pada truk sebelah kanan sampai penuh dan berangkat, setelah itu dilanjutkan pada truk sebelah kiri (Gambar 3.3).



Gambar 3.3
Pola Pemuatan *Frontal Cuts*

2. *Parallel 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 (Gambar 3.4).



Gambar 3.4

Pola Pemuatan *Paralel Cut With drive-by*

3. *Parallel cut with turn and back*

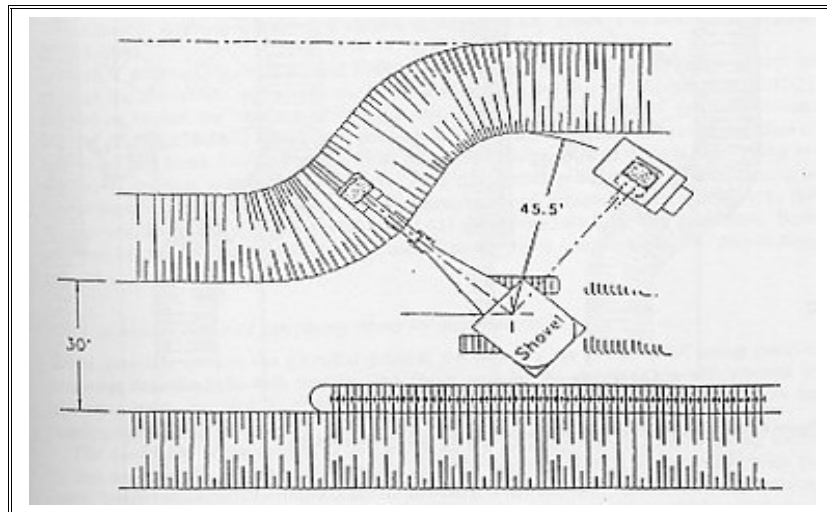
Parallel cut with turn and back terdiri dari dua metode, yaitu:

– *Single Spotting / Single Truck Back Up*

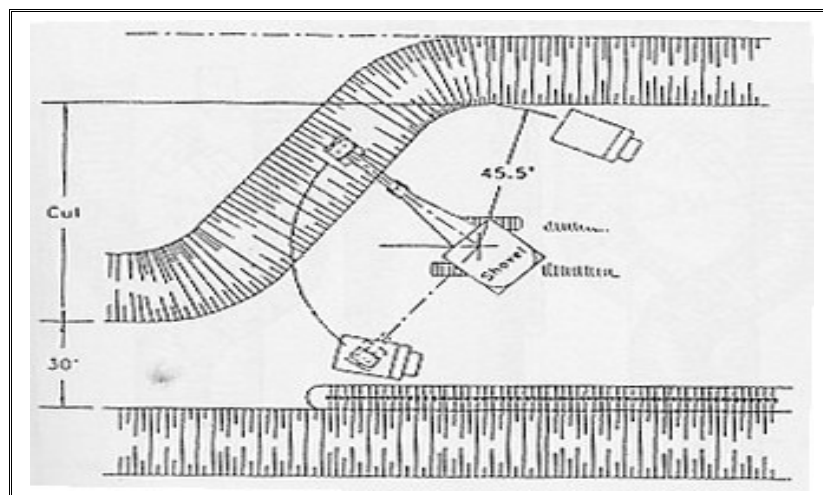
Pada cara ini truk kedua menunggu selagi alat muat mengisi truk pertama, setelah truk pertama berangkat, truk kedua berputar dan mundur, saat truk kedua diisi, truk ketiga datang dan melakukan manuver, dan seterusnya (Gambar 3.5).

– *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 (Gambar 3.6).



Gambar 3.5
Parallel Cut With The Single Spotting of Trucks



Gambar 3.6
Parallel Cut With The Double Spotting of Trucks

3.1.3. Keadaan jalan angkut

Pemilihan alat-alat mekanis untuk transportasi sangat ditentukan oleh jarak yang dilalui. Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam kegiatan pengangkutan. Secara geometri yang perlu diperhatikan dan dipenuhi dalam penggunaan jalan angkut :

- Lebar jalan angkut lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut “Aasho Manual Rural High-Way” pada jalan lurus adalah :

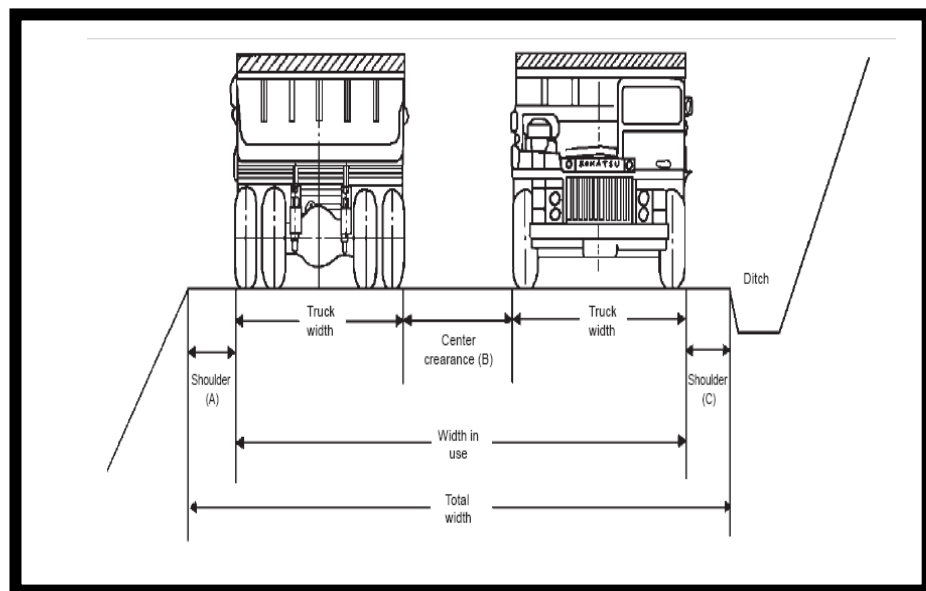
$$L_{(m)} = n \cdot W_t + (n + 1)(1/2 \cdot W_t) \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan :

$L_{(m)}$ = lebar minimum jalan angkut ,m

n = jumlah jalur

$W_{(t)}$ = lebar alat angkut, m



Gambar 3.7

Lebar Jalan Angkut Lurus Dua Jalur

- Lebar jalan angkut tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dari pada jalan lurus.

Untuk jalur ganda, lebar minimum pada tikungan dihitung berdasarkan :

1. lebar jejak ban
2. lebar tonjolan alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok
3. jarak antar alat angkut pada saat bersimpangan
4. jarak alat angkut terhadap tepi jalan

Perhitungan terhadap lebar jalan angkut pada tikungan dapat menggunakan rumus :

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + Z \dots\dots\dots(3.2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + Fa + Fb)$$

Keterangan :

W = lebar jalan angkut pada tikungan, meter

n = jumlah jalur

U = jarak jejak roda kendaraan, meter

Fa = lebar jantai depan, meter

= jarak as roda depan dengan bagian depan truk x sin α , meter

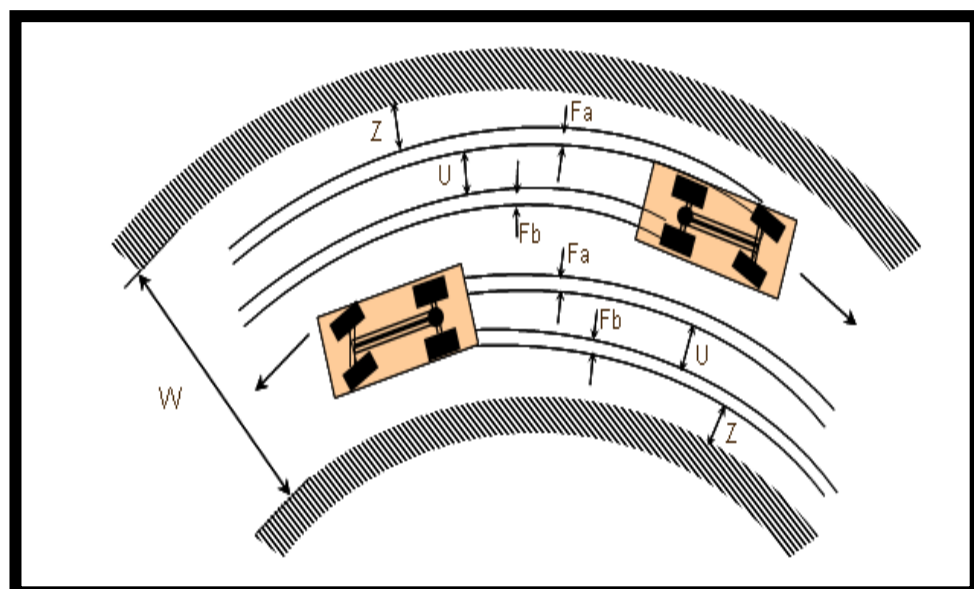
Fb = lebar jantai belakang, meter

= jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk x sin α , meter

α = sudut penyimpangan roda depan

C = jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, meter

Z = jarak sisi luar truk ke tepi jalan, meter



Gambar 3.8

Lebar Jalan Angkut Tikungan Dua Jalur

- Kemiringan jalan angkut (*grade*)

Kemiringan jalan angkut (*grade*) merupakan suatu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dihitung dengan mempergunakan rumus sebagai berikut:

$$grade(\alpha) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

keterangan :

Δh : Beda tinggi antara dua titik yang diukur.

Δx : Jarak antara dua titik yang diukur.

Secara umum kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut besarnya berkisar antar 10% - 18%. Akan tetapi untuk jalan naik maupun turun pada bukit, lebih aman kemiringan jalan maksimum sebesar 8%.

- Jari-jari untuk bermanuver

Jari-jari untuk bermanuver berhubungan dengan konstruksi kendaraan atau alat angkut yang digunakan, dimana jari-jari lingkaran yang dijalani oleh roda belakang dan roda depan berpotongan di pusat C dengan sudut sama terhadap sudut penyimpangan roda depan.

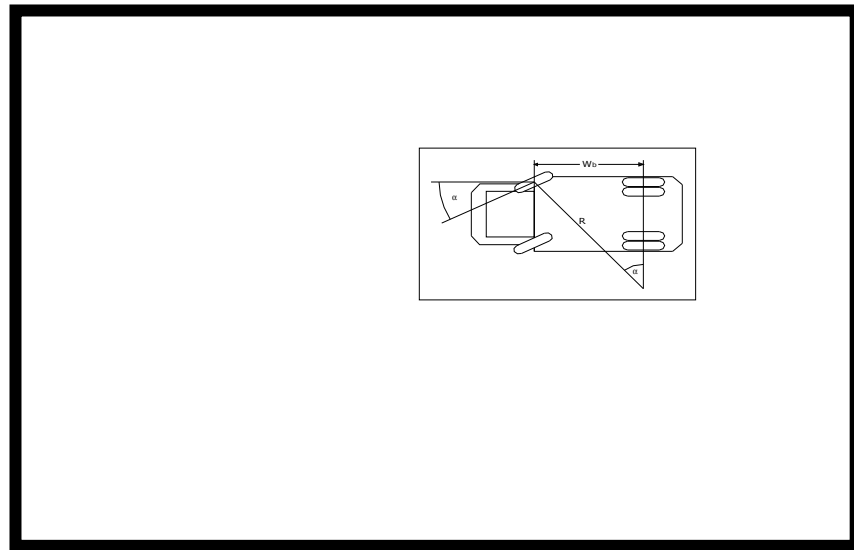
$$R = \frac{W}{\sin \alpha} \dots\dots\dots(3.4)$$

keterangan :

R = jari-jari untuk bermanuver, m

W= jarak antara poros depan dan belakang, m

α = sudut penyimpangan roda depan (derajat)



Gambar 3.9

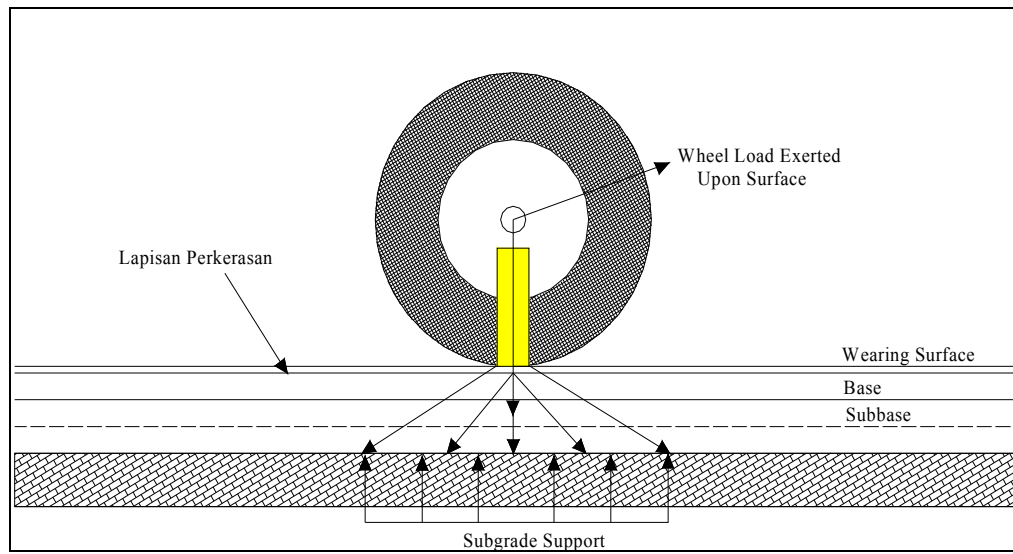
Jari-jari Untuk Bermanuver

3.1.4. Daya Dukung Material

Daya dukung material adalah kemampuan material untuk mendukung alat yang berada di atasnya. Suatu alat yang ditempatkan di atas material akan memberikan *ground pressure*. Perlawanan yang diberikan material itulah yang disebut daya dukung material. Untuk mengetahui kemampuan dan kekuatan jalan angkut terhadap beban kendaraan dan muatan yang melaluinya perlu diketahui daya dukung material dan beban kendaraan. Untuk menghitung luas bidang kontak (*contact area*) dan besarnya beban kendaraan yang diterima oleh permukaan jalan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$ContactArea(In^2) = \frac{0.9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan dalam ton (Psi)}} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan (lb/ft}^2\text{)} = \frac{\text{Beban pada tiap roda (lb)}}{\text{Contact Area (In}^2\text{)}} \dots\dots (3.6)$$



Gambar 3.10

Distribusi Beban Roda

Tabel 3.1

Daya Dukung Material

Jenis Material	Daya Dukung (lb/ft ²)
Hard Sound Rock	120,000
Medium Hard Rock	80,000
Hard pan overlying rock	24,000
Compact gravel and boulder gravel formations, Very compact sand gravel	20,000
Soft rock	16,000
Loose gravel and sand gravel; compact sand and gravelly sand; very compact sand-inorganic slit soil	12,000
Hard dry consolidated clay	10,000
Loose coarse to medium sand; medium compact fine sand	8,000
Compact sand-clay soils	6,000
Loose fine sand; medium compact sand-inorganic silt soils	4,000
Firm stiff clay	3,000
Loose saturated sand clay soils, medium soft clay	2,000

Sumber: Kaufman, W. Walter, "Design Of Surface Mine Haulage Road Manua" 1977

3.2 Waktu Edar

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

3.2.1. Waktu Edar Alat Muat

Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian *bucket* sampai dengan menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong.

Rumus :

$$CT_m = \frac{Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4}{60} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

- CT_m : Waktu edar *excavator*, menit
 Tm_1 : Waktu menggali material, detik
 Tm_2 : Waktu berputar (*swing*) dengan *bucket* terisi muatan, detik
 Tm_3 : Waktu menumpahkan muatan, detik
 Tm_4 : Waktu berputar (*swing*) dengan *bucket* kosong, detik

3.2.2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut (*dump truck*) pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping, dan waktu kembali kosong.

Rumus :

$$Ct_a = \frac{Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6}{60} \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

- Ct_a = Waktu edar alat angkut, menit
 Ta_1 = Waktu mengambil posisi untuk siap dimuati, detik
 Ta_2 = Waktu diisi muatan, detik
 Ta_3 = Waktu mengangkut muatan, detik
 Ta_4 = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, detik
 Ta_5 = Waktu muatan ditumpahkan (*dumping*), detik
 Ta_6 = Waktu kembali kosong, detik

Waktu edar yang diperoleh setiap unit alat mekanis berbeda, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Kondisi Tempat Kerja

Tempat kerja yang luas akan memperkecil waktu edar alat. Dengan ruang gerak yang cukup luas, berbagai pengambilan posisi dapat dilakukan dengan mudah, seperti untuk berputar, mengambil posisi sebelum diisi muatan atau penumpahan serta untuk kegiatan pemuatan. Dengan demikian alat tidak perlu

maju mundur untuk mengambil posisi karena ruang gerak cukup luas, sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja alat.

2. Kekerasan Meterial

Material yang keras akan lebih sukar untuk diuraikan, digali atau dikupas oleh alat mekanis. Hal ini akan menurunkan produktivitas alat.

3. Keadaan Jalan Angkut

Pemilihan alat-alat mekanis untuk transportasi sangat ditentukan oleh keadaan jalan angkut yang dilalui. Fungsi jalan adalah untuk menunjang operasi tambang terutama dalam kegiatan pengangkutan. Dimana kekerasan, kehalusan, kemiringan dan lebar jalan sangat berpengaruh terhadap waktu edarnya. Waktu edar alat angkut akan semakin kecil apabila alat tersebut dioperasikan pada kondisi jalan yang diperkeras, halus dan tanjakan relatif datar, sehingga akan meningkatkan produktivitas kerja alat.

4. Metode Pemuatan

3.3. Kecerasan Kerja Alat Muat dan Alat Angkut

Untuk menilai keserasian kerja alat muat dan alat angkut digunakan dengan menggunakan *Match Factor* yang dirumuskan :

$$MF = \frac{n^H \times L_t}{n^L \times c^H} \dots\dots\dots(3.9)$$

keterangan :

n^H = jumlah alat angkut

L_t = waktu yang diperlukan alat muat untuk mengisi alat angkut sampai penuh.

n^L = jumlah alat muat

c^H = waktu edar alat angkut diluar waktu tunggu

Adapun cara menilainya adalah :

- $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedang alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
- $MF = 1$, artinya alat muat dan angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.
- $MF > 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

3.4. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut :

$$We = Wt - (Wtd + Whd) \dots\dots\dots(3.10)$$

$$Ek = (We / Wt) \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

- We = waktu kerja efektif (menit)
- Wt = waktu kerja tersedia (menit)
- Whd = waktu hambatan dapat dihindari (menit)
- Wtd = waktu hambatan tidak dapat dihindari (menit)
- Ek = efisiensi kerja (%)

3.5. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

- Alat muat (*Excavator*)

$$Qm = (60 / Ct) \times Cm \times F \times sf \times E , \text{ BCM/jam } \dots\dots\dots(3.12)$$

- Alat angkut (*Dump truck*)

$$Qa = Na (60 / Ct) \times Ca \times sf \times E , \text{ BCM/jam } \dots\dots\dots(3.13)$$

keterangan :

- Qm = kemampuan produksi alat muat, BCM/jam
- Qa = kemampuan produksi alat angkut, BCM/jam

Cm	= kapasitas mangkuk, m ³
Ca	= Kapasitas bak alat angkut (m ³)
	= n x Cm x F
Ct	= waktu edar, menit
F	= faktor pengisian
Sf	= faktor pengembangan
Na	= jumlah alat angkut
E	= efisiensi kerja, %

3.6. Jenis Alat yang Digunakan

Jenis alat yang digunakan disesuaikan dengan kondisi kerja yang ada, karena jika tidak sesuai akan menyebabkan berkurangnya produksi. Alat yang akan digunakan adalah produk dari merk *Komatsu*.

3.7. Estimasi Jumlah Alat yang Diperlukan

Untuk dapat mengestimasi jumlah alat yang diperlukan, maka harus diketahui terlebih dahulu target produksi dan produksi alat sehingga dapat dirumuskan :

$$N = \frac{TVp}{Kp} \dots\dots\dots(3.14)$$

keterangan :

N = jumlah alat

Tvp = target volume pekerjaan

Kp = kapasitas produksi alat

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Produksi alat mekanis selain dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mekanisnya, juga dipengaruhi oleh keadaan tempat kerja alat tersebut digunakan. Untuk mengetahui produksi alat muat dan alat angkut maka perlu dilakukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Untuk penambangan material *overburden* di pit 8 blok North Kawi menggunakan kombinasi alat muat *Excavator Komatsu PC 1250 SP-7* dan alat angkut *Dump Truck Komatsu HD 465-7*. Dalam melakukan kegiatan pemuatan terdapat satu alat muat *excavator Komatsu PC1250SP-7* dengan kapasitas *bucket* 6,7 m³ (Lampiran A) melayani empat unit *dump truk Komatsu HD 465-7* dengan kapasitas bak 55 ton (Lampiran B).

4.1. Keadaan Lokasi Penambangan

Lokasi penambangan batubara yang ada di PT. Marunda Grahamineral dibagi menjadi 3 blok yaitu North Kawi, Central Kawi, dan South East Mantubuh. Namun penelitian hanya dibatasi pada pit 8 blok North Kawi.

4.1.1. Kondisi Front Penambangan

Dari hasil pengamatan diketahui lebar dari *loading point* sebesar 35,67 meter dan jumlah alat yang digunakan saat ini untuk alat muat *Excavator Komatsu PC 1250 SP-7* sebanyak satu unit dan untuk alat angkut *Dump truck Komatsu HD 465-7* sebanyak empat unit. Jumlah alat yang digunakan saat ini untuk menambang tanah penutup dengan target produksi 540 BCM/jam dan target produksi batubara sebesar 82,19 ton/jam.

4.1.2. Pola Muat

Pola pemuatan yang digunakan di lapangan berdasarkan level penggalian antara alat muat dan alat angkut menggunakan pola *top loading* yaitu *excavator* melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau truk berada di bawah alat muat (Gambar 4.1). Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan

truk adalah *single back up*, yaitu truk memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat, sedangkan truk berikutnya menunggu truk pertama dimuati sampai penuh, setelah truk pertama berangkat truk kedua memposisikan diri untuk dimuati dan begitu seterusnya.



Gambar 4.1

Pola Pemuatan *Top Loading*

4.1.3. Kondisi Jalan Angkut

Keadaan jalan yang digunakan dalam pengangkutan material *overburden* menuju *disposal* sudah cukup baik. Akan tetapi pada saat hujan kondisi jalan kurang baik dimana jalan menjadi licin yang dapat membuat alat angkut tergelincir. Pada saat musim kemarau kondisi jalan angkut menjadi berdebu sehingga menghalangi pengelihatn operator *dump truck*. Untuk mengatasinya dilakukan penyiraman secara berkala disepanjang jalan angkut menggunakan *water truck*. Jalan akan

bergelombang karena adanya beban dari alat-alat yang melewatinya sehingga dilakukan perawatan menggunakan *motor grader*.



Gambar 4.2

Perawatan Jalan Menggunakan *Motor Grader*

4.1.4. Geometri Jalan Angkut

Jarak jalan angkut yang dalam pengangkutan material *overburden* antara *Pit* 8 NK menuju *disposal area* adalah sejauh 696 meter.

a. Kemiringan jalan angkut (Grade)

Kemiringan jalan angkut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja alat angkut dalam kegiatan penambangan material *overburden* dari *pit* sampai ke *disposal area* dalam mengatasi tanjakan. Jalan angkut antara *pit* menuju *disposal area* terdapat satu tanjakan dengan kemiringan sebesar 12,8% (Lampiran E), kemiringan tersebut sesuai dengan kemampuan alat angkut dalam mengatasi kemiringan.

b. Lebar jalan angkut

Jalan angkut antara *pit* menuju *disposal area* terdiri dari dua jalur. Lebar jalan angkut pada jalan lurus sebesar 25 meter dan lebar jalan angkut pada saat tikungan sebesar 24 meter.

c. Jari-jari tikungan

Jalan angkut antara *pit* menuju *disposal area* terdiri dari satu tikungan sebesar 17,3 meter.

d. Beban Kendaraan Yang Diterima Permukaan Jalan

Besarnya beban kendaraan yang diterima oleh permukaan jalan untuk roda depan dan roda belakang adalah 10.903,7 lb/ft² (Lampiran F).

e. Kondisi Material

Material *overburden* yang terdapat pada daerah penelitian memiliki *densitas bank* 1,8 ton/m³ dan faktor pengembangan 0,81 (Lampiran D), sedangkan *densitas* batubara adalah 1,3 ton/m³.

4.2. Waktu Kerja

Dalam satu bulan jumlah hari kerja adalah 30 - 31 hari, sedangkan jam kerja yang berlaku diperusahaan dibagi menjadi dua gilir kerja (shift) dalam sehari. Proses penambangan dikerjakan oleh perusahaan kontraktor PT. Bukit Makmur Mandiri Utama. Waktu kerja dibagi menjadi, yaitu :

Tabel 4.1

Pembagian Waktu Kerja

Shift I		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
06.00 - 12.00	Waktu kerja	6
12.00 - 12.30	Waktu Istirahat	0,5
12.30 - 17.00	Waktu kerja	4,5
Total		10.5
Shift II		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
17.30 - 00.00	Waktu kerja	6.5
00.00 - 01.00	Waktu Istirahat	1
01.00 - 05.30	Waktu kerja	4,5
Total		11
Total Jam Kerja Shift I dan Shift II		21.5

Pada hari Jumat, istirahat siang dimulai dari jam 11.00 – 13.00 sehingga jam kerja berkurang menjadi 20 jam. Rata-rata jam efektif kerja menjadi :

$$= \frac{(21,5 * 6)\text{jam/minggu} + (20 * 1)\text{jam/minggu}}{7\text{hari/minggu}}$$

$$= 21,3 \text{ jam}$$

$$= 1278 \text{ menit}$$

4.3. Alat Muat dan Alat Angkut yang Digunakan

Alat muat yang khusus digunakan untuk pengupasan lapisan tanah penutup di blok North Kawi adalah *Excavator Komatsu PC 1250 SP* sebanyak 1 unit. Alat angkut yang khusus digunakan untuk pengangkutan lapisan tanah penutup di blok North Kawi adalah *Dump Truck Komatsu HD 465* sebanyak 4 unit.

4.4. Waktu Edar Alat Muat dan Alat Angkut

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat mekanis untuk melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap memulai lagi. Kondisi jalan angkut, kondisi tempat kerja, dan kondisi alat sangat mempengaruhi waktu edar dari alat muat (Lampiran H) dan alat angkut (Lampiran I). Waktu edar alat muat adalah 0,38 menit dan alat angkut 7,5 menit.

4.5. Efisiensi Kerja

Effisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu total yang tersedia. Effisiensi kerja dapat digunakan untuk menilai baik tidaknya pelaksanaan suatu pekerjaan. Effisiensi kerja untuk alat muat yaitu 75,43 % sedangkan untuk alat angkut 59,69% (Lampiran G).

4.6. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Saat Ini

Produksi alat muat dan alat angkut adalah besarnya produksi yang dapat dicapai dalam kenyataan kerja alat muat dan alat angkut berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini. Berdasarkan perhitungan, produksi alat muat *excavator Komatsu PC1250SP-7* mencapai 531,96 BCM/jam (Lampiran J), dan untuk alat

angkutnya *dump truck Komatsu HD 465-7* sebesar 340,05 BCM/jam (Lampiran K). Sedangkan target yang ingin dicapai sebesar 540,04 BCM/jam.

4.7. Faktor Keserasian Kerja Saat Ini

Match factor merupakan keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut. Harga keserasian kerja setiap rangkaian kerja peralatan mekanis yang digunakan ditentukan berdasarkan data waktu edar dan jumlah peralatan mekanis yang digunakan dalam setiap rangkaian kerja tersebut. Berdasarkan perhitungan dari data lapangan, tingkat keserasian kerja alat untuk satu unit *excavator Komatsu PC1250SP-7* dengan empat unit alat angkut *dump truck Komatsu HD465-7* adalah 0,81 (Lampiran L) sehingga terdapat waktu tunggu oleh alat muat selama 0,36 menit.

BAB V

PEMBAHASAN

Untuk mencapai sasaran produksi yang ditentukan, diperlukan adanya penilaian terhadap kemampuan produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan. Penilaian tersebut dilakukan dengan cara pengamatan dan penelitian terhadap keadaan di lapangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan alat-alat tersebut. Dengan mengetahui hal-hal tersebut diharapkan dapat memberikan upaya terbaik dalam mencapai sasaran produksi.

5.1. Kondisi Lapangan

Kondisi lapangan dapat mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut. Dalam kondisi lapangan yang baik, seperti kondisi jalan angkut yang tidak berdebu pada musim kemarau atau tidak berlumpur pada musim hujan, maka alat mekanis dapat bekerja secara optimal. Sebaliknya dalam kondisi lapangan yang buruk alat mekanis tidak dapat bekerja secara optimal. Jika jalan dalam kondisi berdebu maka menghalangi pengelihat operator *dump truck*. Untuk mengatasinya dilakukan penyiraman secara berkala disepanjang jalan angkut menggunakan *water truck*. Jika jalan bergelombang dan becek akibat beban kendaraan dan hujan maka dilakukan perawatan menggunakan *motor grader*.

5.1.1. Kondisi Front Penambangan

Dari hasil perhitungan diketahui lebar dari *loading point* sebesar 21,95 meter (Lampiran O) dengan lebar *loading point* yang ada di lapangan sebesar 35,67 meter. Dengan keadaan *loading point* seperti ini tidak perlu dilakukan pelebaran karena alat angkut dapat dengan mudah untuk bermanuver.

5.1.2. Pola Muat

Pola pemuatan yang dilakukan adalah pola *single truck back up*. Berdasarkan posisi *backhoe* terhadap truk, metode yang diaplikasikan pada pola ini adalah *top loading*. Pola pemuatan ini diterapkan mengingat waktu edar alat angkut yang lama

serta keterbatasan dari jumlah alat angkut itu sendiri yang mengakibatkan tingkat keserasian kerja alat muat dan alat angkut rendah.

5.1.3. Lebar Jalan Angkut

Secara teori lebar jalan angkut untuk 2 jalur pengangkutan menggunakan *Dump Truck Komatsu HD 465-7* pada jalan lurus adalah 17,9 meter (Lampiran M) dengan lebar jalan yang ada di daerah penambangan adalah 25 meter di Blok NK. Sedangkan pada jalan tikungan 21,34 meter (Lampiran M) dengan lebar jalan di lokasi adalah 24 meter. Kondisi di lapangan telah memenuhi lebar minimum yang dipersyaratkan. Untuk itu tidak diperlukan adanya pelebaran jalan.

5.1.4. Kemiringan (*Grade*)

Dari pengamatan pada peta, lokasi jalan angkut di blok North Kawi mempunyai kemiringan $\pm 12,8\%$ dimana kemampuan mendaki tanjakan alat angkut *dump truk Komatsu HD 465-7* adalah $14,9\%$ (Lampiran N), sehingga alat angkut masih mampu bekerja dengan baik pada lokasi daerah penambangan. Untuk itu tidak diperlukan adanya penurunan kemiringan jalan karena alat angkut *dump truck Komatsu HD 465-7* dapat bekerja dengan baik di lokasi penambangan.

5.1.5. Jari-jari Tikungan

Berdasarkan pengamatan pada peta, jalan angkut di blok North Kawi memiliki jari-jari tikungan sebesar 17,3 meter. Jari-jari tikungan yang diijinkan untuk alat angkut *Dump Truck Komatsu HD 465-7* adalah 8,6 meter (Lampiran O). Jari-jari tikungan yang sekarang dapat dikatakan aman, karena pada saat alat angkut berbelok operator tidak perlu mengurangi kecepatan.

Tabel 5.1
Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan	Kondisi di lapangan	Kondisi yang dipersyaratkan
Lebar jalan lurus	25 meter	17 meter (minimum)
Lebar jalan pada tikungan	24 meter	21,34 meter (minimum)
Jari-jari tikungan	17,3 meter	8,6 meter (minimum)

5.1.6. Daya Dukung Material

Pada lokasi penambangan konstruksi jalan di tambang yang menghubungkan lokasi *front* penambangan ke tempat penimbunan merupakan struktur asli dari material yang ada, karena sifat jalan tambang itu hanya sementara. Sehingga tidak ada konstruksi khusus untuk daya dukung jalan. Daya dukung jalan tambang berdasarkan material yang dipakai yaitu *hard dry consolidate clay* adalah 10.000 lb/ft² (Tabel 3.3). Pada saat ini beban yang diterima oleh permukaan jalan sebesar 10.903,7 lb/ft² (Lampiran F), terdapat kelebihan beban sebesar 903,7 lb/ft², sehingga pada permukaan jalan sering bergelombang. Untuk kondisi seperti ini penggunaan *motor grader* sangat diperlukan, perawatan jalan secara rutin dan berkala dapat membantu mengoptimalkan kerja alat angkut.

5.2. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat mekanis untuk melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap memulai lagi. Kondisi jalan angkut, kondisi tempat kerja, dan kondisi alat sangat mempengaruhi waktu edar dari alat muat (Lampiran H) dan alat angkut (Lampiran I).

5.3. Keserasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut

Dari hasil perhitungan (Lampiran L) diperoleh keserasian kerja alat. Berdasarkan jumlah keseluruhan alat yang berada di *pit* 8 NK didapatkan faktor keserasian sebesar 0,81 dengan waktu tunggu alat muat selama 0,36 menit. $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedang alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.

5.4. Upaya Peningkatan Produksi

Target produksi yang direncanakan untuk pengupasan tanah penutup adalah sebesar 540 BCM/jam sedangkan produksi yang dihasilkan pada saat ini untuk alat muat sebesar 531,96 BCM/jam dan alat angkut 340,05 BCM/jam sehingga diketahui

jika target produksi belum terpenuhi. Cara yang dilakukan untuk memenuhi target produksi adalah melakukan analisis dan upaya perbaikan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kerja dari alat angkut dan alat muat.

5.4.1. Peningkatan Waktu Kerja Efektif

Produksi peralatan mekanis merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menilai kerja dari alat mekanis, dengan semakin besarnya jam kerja efektif maka produksi akan semakin besar. Produksi alat yang dihasilkan pada saat ini belum mampu mencapai sasaran produksi yang diinginkan. Salah satu penyebabnya adalah rendahnya waktu kerja efektif sebagai akibat dari hambatan-hambatan yang ada, baik hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari.

Peningkatan waktu kerja efektif dilakukan dengan cara mengurangi atau menghilangkan hambatan-hambatan yang dapat dihindari. Untuk hambatan yang tidak dapat dihindari adalah tetap.

Dengan berkurangnya waktu yang hilang akibat hambatan maka waktu kerja efektif dapat di tingkatkan. Upaya yang dapat dilakukan untuk perbaikan waktu kerja efektif adalah dengan melakukan perbaikan waktu kerja terhadap hambatan yang dapat dihindari.

Perbaikan terhadap hambatan yang dapat dihindari adalah sebagai berikut :

1. Berhenti bekerja lebih awal

Berdasarkan pengamatan, operator alat muat dan alat angkut berhenti bekerja sebelum waktu kerja berakhir dengan besaran waktu 15 menit dan 17 menit. Hambatan ini dapat ditekan sampai 7 menit untuk alat muat dan 10 menit untuk alat angkut dengan adanya pengawasan yang lebih baik dari formasi.

2. Istirahat terlalu lama

Istirahat yang terlalu cepat dan memulai kerja terlambat setelah jam istirahat sebenarnya dapat dihindari, tapi tenggang waktu lebih yang diberikan sebaiknya tidak lebih dari 10 menit untuk alat muat dan alat angkut. Jam istirahat hendaknya dimulai saat pekerja masih di *pit*. Karena pada umumnya karyawan beristirahat di dalam unit alat kerja karena pada saat jam istirahat operator telah dibagikan

makanan oleh petugas *catering* sehingga operator tidak perlu berhenti beroperasi terlalu cepat. Jika istirahat dimulai jam 12:00 berarti pekerja menghentikan pekerjaannya di *pit* tepat jam 12.00 untuk hari jumat yaitu berhenti bekerja pada pukul 11.30.

3. Keperluan operator

Dari hasil pengamatan dilapangan, waktu yang dibutuhkan untuk operator alat muat dan alat angkut untuk keperluan pribadi minimal adalah 6 menit untuk alat muat dan 5 menit untuk alat angkut, dari waktu yang terjadi sebesar 8 menit dan 10 menit. Waktu ini dapat dikurangi dengan cara apabila operator akan melakukan kegiatan pribadi dapat dilakukan dalam waktu yang cukup singkat, dan untuk kegiatan buang air besar dan air kecil dapat dikurangi dengan cara menginformasikan kepada forman untuk waktu penjemputan lebih awal sehingga akan mengurangi waktu dari kegiatan ini.

4. Terlambat awal shift

Terlambatnya bekerja dikarenakan terlambatnya bus karyawan mengantarkan dari *mess* karyawan menuju *pit*. Hambatan ini dapat ditekan dengan menyiapkan bus karyawan dan sopirnya lebih awal, sehingga toleransi keterlambatan dapat ditekan menjadi 20 menit.

Alasan tidak dapat melakukan perbaikan terhadap hambatan yang tidak dapat dihindari adalah sebagai berikut :

1. Hujan dan pengeringan jalan

Waktu yang hilang karena adanya gangguan alam yaitu hujan yang mengakibatkan licin dan berlumpur. Waktu yang hilang akibat factor ini sebesar 201 menit. Waktu yang hilang tidak dapat dikurangi karena ini merupakan proses alam.

2. Perbaikan front kerja

Perbaikan front kerja dilakukan di sekitar daerah *loading point*, dimana perbaikan dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi tingkat kerusakan yang dialami oleh alat angkut yaitu mengalami pecah ban akibat melindas material pada saat melakukan pemuatan dan juga bertujuan mengurangi waktu alat muat untuk menggaruk material yang terlalu jauh.

3. Kerusakan alat

Waktu yang hilang akibat adanya perbaikan terhadap alat yang mengalami kerusakan. Hambatan ini tidak dapat dihindari karena waktu kerusakan alat tidak dapat direncanakan.

4. Pemeriksaan harian

Waktu yang sudah direncanakan untuk melakukan pengecekan alat pada setiap awal sebelum bekerja.

5. Pengisian bahan bakar

Waktu yang hilang akibat alat kehabisan bahan bakar. Hambatan ini hanya terjadi pada alat angkut ini dikarenakan alat angkut lebih konsumtif terhadap bahan bakar. Sedangkan waktu yang hilang akibat pengisian bahan bakar pada alat muat tidak terjadi karena pengisian bahan bakarnya dilakukan pada saat ganti gilir kerja.

Tabel 5.2
Kemungkinan Peningkatan Waktu Kerja Efektif Alat Muat

Hambatan yang dapat dihindari	Menit/hari	
	Sblm	Stlh
Berhenti bekerja lebih awal	15	7
Istirahat terlalu lama	19	10
Keperluan <i>operator</i>	8	6
Keterlambatan awal shift	30	20
Hambatan yang tidak dapat dihindari	menit/hari	
	Sblm	Stlh
Hujan dan pengeringan jalan	201	201
Perbaikan front kerja	8	8
Kerusakan alat	24	24
Pemeriksaan harian oleh operator	10	10
Total waktu	314	286

Keterangan : Sblm = Sebelum perbaikan
Stlh = Setelah perbaikan

Tabel 5.3

Kemungkinan Peningkatan Waktu Kerja Efektif Alat Angkut

Hambatan yang dapat dihindari	Menit/hari	
	Sblm	Stlh
Berhenti bekerja lebih awal	17	10
Istirahat terlalu lama	22	10
Keperluan <i>operator</i>	10	5
Keterlambatan awal shift	30	20
Hambatan yang tidak dapat dihindari	menit/hari	
	Sblm	Stlh
Hujan dan pengeringan jalan	201	201
Perbaikan front kerja	8	8
Kerusakan alat	199	199
Pemeriksaan harian oleh operator	10	10
Pengisian bahan bakar	20	20
Total waktu	513	482

Keterangan : Sblm = Sebelum perbaikan

Stlh = Setelah perbaikan

a. Waktu kerja efektif alat muat :

$$\begin{aligned} W_{ke} &= 1278 \text{ menit/hari} - 286 \text{ menit/hari} \\ &= 992 \text{ menit/hari} \end{aligned}$$

b. Waktu kerja efektif alat angkut :

$$\begin{aligned} W_{ke} &= 1278 \text{ menit/hari} - 482 \text{ menit/hari} \\ &= 796 \text{ menit/hari} \end{aligned}$$

5.4.2. Efisiensi Kerja Setelah Perbaikan Waktu Kerja Efektif

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja setelah adanya perbaikan waktu kerja efektif untuk alat muat meningkat dari 75,43 % (Lampiran G) menjadi 77,65% (Lampiran P) dan untuk alat angkut meningkat dari 59,69% (Lampiran G) menjadi 62,30% (Lampiran P).

5.4.3. Peningkatan Waktu Kerja Tersedia

Peningkatan waktu kerja tersedia dilakukan dengan cara menambah waktu kerja ditiap gilir kerja. Penambahan waktu kerja tersedia adalah selama 15 menit per gilir kerja atau 30 menit per hari.

Tabel 5.4
Pembagian Waktu Kerja

Shift I		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
06.00 - 12.00	Waktu kerja	6
12.00 - 12.30	Waktu Istirahat	0,5
12.30 - 17.15	Waktu kerja	4,75
Total		10,75
Shift II		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
17.30 - 00.00	Waktu kerja	6,5
00.00 - 01.00	Waktu Istirahat	1
01.00 - 05.45	Waktu kerja	4,75
Total		11,25
Total Jam Kerja Shift I dan Shift II		22

Pada hari Jumat, istirahat siang dimulai dari jam 11.00 – 13.00 sehingga jam kerja berkurang menjadi 20,5 jam. Rata-rata jam efektif kerja menjadi :

$$= \frac{(22 * 6)\text{jam/minggu} + (20,5 * 1)\text{jam/minggu}}{7\text{hari/minggu}}$$

$$= 21,8 \text{ jam}$$

$$= 1308 \text{ menit}$$

5.4.4. Efisiensi Kerja Setelah Penambahan Waktu Kerja Tersedia

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja setelah adanya penambahan waktu kerja tersedia untuk alat muat adalah 78,16 % dan untuk alat angkut adalah 63,16 % (Lampiran Q).

5.5. Produksi Setelah Peningkatan Efisiensi Kerja dan Penambahan Waktu Kerja Tersedia

Setelah peningkatan efisiensi kerja dan penambahan waktu kerja tersedia, maka produksi yang akan dihasilkan alat muat juga akan meningkat dari yang semula 531.96 BCM/jam meningkat menjadi 551,25 BCM/jam (Lampiran R). Begitu pula untuk alat angkut akan meningkat dari yang semula 340.05 BCM/jam menjadi 359,85 BCM/jam (Lampiran S). Karena target produksi yang diinginkan sebesar 540 BCM/jam belum tercapai dilakukan alternative yang berikutnya dengan penambahan alat angkut untuk meningkatkan produksi.

5.6. Penambahan Unit Alat Angkut

Dengan peningkatan waktu kerja efektif ternyata belum mampu memenuhi target produksi yang diinginkan sehingga diperlukan upaya lainnya agar target produksi dapat terpenuhi. Upaya untuk meningkatkan produksi dapat dilakukan dengan penambahan unit alat angkut yaitu 2 unit (Lampiran T) *dump truck Komatsu HD465-7* yang dilayani oleh *backhoe Komatsu PC 1250 SP-7*. Dengan penambahan unit alat angkut tersebut maka produksi alat angkut menjadi 540 BCM/jam (Lampiran U) sehingga target produksi sebesar 540 BCM/jam telah terpenuhi.

5.7. Perubahan Keserasian Kerja Alat

Dengan penambahan jumlah alat angkut maka keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut mengalami perubahan. Dengan penambahan 2 unit atau sekarang berjumlah 6 unit maka besarnya harga factor keserasian kerja alat muat dan alat angkut menjadi 1,21 (Lampiran V).

Karena nilai $MF > 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

5.8. Upaya Peningkatan Produksi Lainnya

Upaya peningkatan produksi lainnya bertujuan untuk memberikan alternative-alternative cara untuk mengoptimalkan kerja dari alat muat dan alat angkut sehingga target produksi dapat tercapai. Hal ini dilakukan agar kerja dari alat

muat dan alat angkut dapat mendekati 100% sehingga waktu tunggu dapat ditekan sekecil mungkin. Alternative-alternative yang dilakukan di antaranya adalah :

- Mengurangi jumlah *dump truck* tanpa merubah waktu edar dari alat muat dan alat angkut. Waktu edar alat muat = 0,38 menit dan waktu edar alat angkut = 7,5 menit.

$$\begin{aligned} MF &= (5 \times 1,51) / (1 \times 7,5) \\ &= 1,01 \end{aligned}$$

Alternative ini tidak dipilih karena target produksi tidak terpenuhi. Produksi alat angkut akan turun menjadi 449,8 BCM/jam.

- Alternative berikutnya adalah mengganti alat muat dengan kapasitas yang lebih besar. Alat yang digunakan adalah *Excavator Komatsu PC 1800-6* dengan kapasitas 12 m³. Jumlah curah yang dimuat ke truck sebanyak 3 kali, sehingga akan merubah waktu edar. Waktu edar standar alat muat yang ditetapkan oleh *Komatsu* adalah 0,32 menit. Jumlah alat angkut yang digunakan sebanyak 7 unit.

$$\begin{aligned} MF &= (7 \times 0,96) / (1 \times 6,74) \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

Produksi alat muat menjadi 1139,6 BCM/jam dan produksi alat angkut meningkat menjadi 1136,2 BCM/jam. Alternative ini tidak dipilih karena akan membutuhkan biaya yang besar untuk menyewa atau membeli alat dengan jenis yang baru.

- Alternative yang ketiga adalah dengan memperbesar ukuran bak dari *dump truck* dan mengurangi jumlah alat angkut menjadi 3 unit. Ukuran bak diperbesar 8 m³ sehingga kapasitasnya menjadi 42,2 m³. Jumlah curah akan bertambah menjadi 7 kali.

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya } bucket &= \text{Kapasitas truk} / (\text{kapasitas } bucket \times \text{fill factor}) \\ &= 42,2 \text{ m}^3 / (6,7 \text{ m}^3 \times 0,8) \\ &= 7,8 \approx 7 \text{ bucket} \end{aligned}$$

$$MF = (3 \times 2,66) / (1 \times 8,64) = 0,92$$

Alternative ini tidak dipilih karena produksi alat angkut tidak memenuhi target produksi. Produksi alat angkut menjadi 406,6 BCM/jam.

- Alternative berikutnya adalah dengan penambahan curah menjadi 5 kali. Maka waktu edar akan mengalami perubahan. Pada alternative ini alat angkut yang digunakan sebanyak 4 unit.

Jumlah trip = 60 menit / 7,88 menit

= 7,6 trip/jam

= 8 trip/jam

Produksi *dump truck* = kapasitas truck x jumlah trip/jam x *Sf* x *Ek*

= 34,2 m³ x 8 trip/jam x 0,81 x 63,16%

= 139,97 BCM/jam

Produksi alat angkut menjadi = 559,88 BCM/jam

MF = (4x1,9)/(1x7,88)

= 0,96

Nilai MF < 1, maka faktor kerja alat muat kurang dari 100%, artinya terjadi waktu tunggu untuk alat muat. Waktu tunggu yang terjadi dapat digunakan oleh alat muat untuk melakukan perbaikan *front* kerja. Sebaiknya alternative ini yang dipilih karena nilai MF mendekati 1 dan produksi dapat tercapai.

Tabel 5.5

Produksi Setelah Perbaikan Effisiensi Kerja, Penambahan Waktu Kerja Tersedia, Dan Penambahan Curah

	Sebelum Perbaikan			Penambahan Curah		
	Jumlah Unit Alat	Effisiensi Kerja (%)	Produksi (BCM/jam)	Jumlah Unit Alat	Effisiensi Kerja (%)	Produksi (BCM/jam)
Alat Muat PC 1250SP-7	1	75,43	531.96	1	78,16	551,25
Alat Angkut HD 465-7	4	59,69	340.05	4	63,16	559,88
MF	0,81			0,96		

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Target produksi untuk pengupasan tanah penutup pada *pit* 8 blok North Kawi adalah 540 BCM/jam dan target produksi untuk batubara sebesar 105041 ton/bulan. Target produksi tersebut belum dapat terpenuhi karena masih terdapat hambatan-hambatan yang terjadi.
2. Produksi alat untuk saat ini pada *pit* 8 blok North Kawi dengan 1 unit alat muat *Excavator Komatsu PC 1250 SP-7* sebesar 531,96 BCM/jam dan 4 unit alat angkut *Dump Truck Komatsu HD 465-7* sebesar 340,05 BCM/jam.
3. Efisiensi kerja untuk alat muat saat ini adalah 75,43% dan efisiensi kerja untuk alat angkut saat ini adalah 59,69%.
4. Upaya peningkatan produksi dilakukan dengan cara yaitu :
 - a. Peningkatan efisiensi kerja dengan melakukan perbaikan terhadap hambatan yang terjadi dan melakukan penambahan waktu kerja tersedia, sehingga efisiensi kerja untuk alat muat meningkat menjadi 78,16 % dengan peningkatan produksi menjadi 551,25 BCM/jam dan efisiensi kerja untuk alat angkut meningkat menjadi 63,16 % dengan peningkatan produksi menjadi 359,85 BCM/jam tetapi alat angkut belum dapat memenuhi target produksi sebesar 540 BCM/jam.
 - b. Penambahan 2 unit alat angkut *dump truck Komatsu HD 465-7* akan meningkatkan produksi dari alat angkut menjadi sebesar 540 BCM/jam, sehingga target produksi 540 BCM/jam dapat terpenuhi.
 - c. MF menjadi 1,2 untuk itu dilakukan upaya perbaikan kembali dengan menambah curah menjadi 5 kali dan alat angkut kembali menjadi 4 unit maka MF menjadi 0,96 dan produksi alat angkut menjadi 559,88 BCM/jam.

6.2. Saran

1. Perlu adanya pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan untuk mencegah hambatan-hambatan yang terjadi selama bekerja, yaitu dengan pengawasan langsung oleh foreman.
2. Sebaiknya penggunaan alat mekanis sesuai dengan fungsinya, contohnya untuk perawatan jalan menggunakan alat mekanis *bulldozer* dan tidak menggunakan alat mekanis *motor greder*.
3. Perlu adanya kesiapan dari tim mekanik untuk mengurangi waktu yang terbuang akibat adanya kerusakan dari alat muat dan alat angkut yang tidak terduga.

DAFTAR PUSTAKA

1. EP. Pfeider, (1972), "*Surface Mining*", 1st Edition, The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., New York, USA.
2. Partanto Prodjosumarto, (1995), "*Pemindahan Tanah Mekanis*", Departemen Tambang, ITB, Bandung.
3. Peurifoy, R.L., (1998), "*Construction Planning Equipment and Methods*", 4th Edition, Jilid I.
4. Silvia Sukirman, (1999), "*Dasar-dasar Perencanaan Geometri Jalan*", Cetakan III, Nova, Bandung.
5. Walter W. Kaufman and James C. Ault, (1977), "*Design of Surface Mine Haulage Roads – A Manual*", United States Department of The Interior, Bureau of Mines, USA.
6. Yanto Indonesianto, (2005), "*Pemindahan Tanah Mekanis*", Jurusan Teknik Pertambangan – FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta.
7. _____, Komatsu, "*Specifications & Application Handbook*", Edition 26

LAMPIRAN A
SPESIFIKASI ALAT MUAT

SPESIFIKASI TEKNIS *EXCAVATOR PC1250SP-7*

Merk	: Komatsu
Type	: PC 1250SP-7
Jenis	: Crawler Mounted fully hidraulic
Berat operasi	: 109500 kg
Kapasitas mangkok	: 6,7 m ³
Tenaga (HP)	: 651 HP

Performance :

▪ Kecepatan swing	: 5,5 rpm
▪ Kecepatan bergerak	: 3,2 km/jam

Dimensi :

▪ Panjang keseluruhan	: 14,79 m
▪ Tinggi keseluruhan	: 6,265 m
▪ Lebar keseluruhan	: 3,47 m

Mesin :

- Model : SAA6D170E
- Bore X stroke : 6-170 x 170 mm
- Piston displacement : 23,15 ltr ; (1413 Cu.in)
- **System hydraulic** : 3 x Variable
- Hydroulic pump : Piston
- Max oil flow : 1588 ltr / min
- Max oil pressure : 320 kg/cm²

Track shoes width / ground pressure : 700 mm (28 in) / 1,43 kg/cm
(20,3 PSI)

Kapasitas tangki bahan bakar : 1360 ltr

Kapasitas tangki oli hydraulic : 670 ltr

*KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI KECAMATAN LAUNG TUHUP,
KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH*

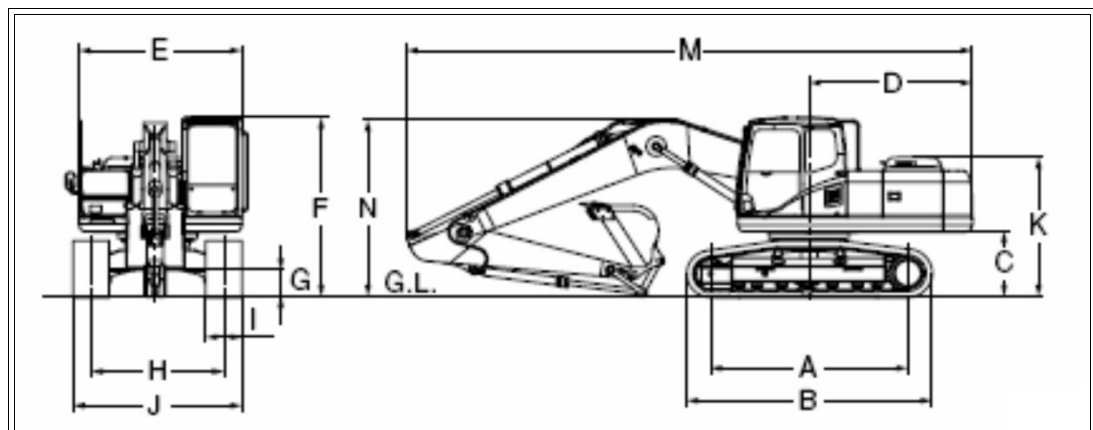
Spek mesin :

- Boom : 7800 mm
- Arm : 3400 mm
- Bucket : 6,7 m³

Dimensi :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	Panjang Boom	Panjang Arm
mm	4995	6425	1790	4810	3470	4120	990	3900	700	4965***	3925	14790	6265	7800	3400

*** include step



~ PC1800	Excavating Conditions	Bucket fill factor
Easy	Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil	1.1 ~ 1.2
Average	Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil	1.0 ~ 1.1
Rather difficult	Excavating natural ground of sandy soil with gravel	0.8 ~ 0.9
Difficult	Loading blasted rock	0.7 ~ 0.8

LAMPIRAN B

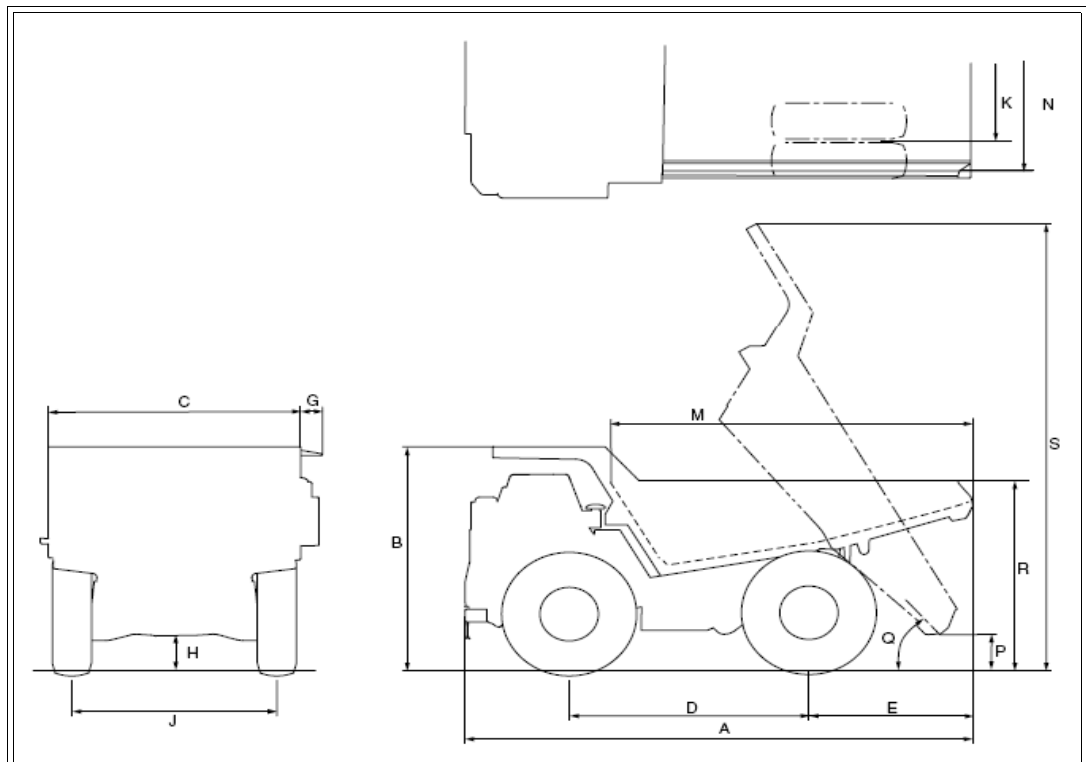
SPESIFIKASI ALAT MUAT

SPESIFIKASI TEKNIK *DUMP TRUCK KOMATSU HD 465-7*

Merk	: Komatsu
Type	: HD 465-7
Model	: SAA6D170E
Kapasitas	
Kapasitas maksimum	: 55 ton (61 U.S ton)
Kapasitas munjung	: 34,2 m ³ (44,7 yd ³)
Radius putar	: 8,5 m (27'11" ft.in)
Berat	
Berat kosong	: 42.800 kg (94.360 lb)
– Distribusi :	
➤ Depan	: 20120 kg (44.360 lb)
➤ Belakang	: 22680 kg (50.000 lb)
Berat waktu isi	: 97.875 kg (215.780 lb)
– Distribusi :	
➤ Depan	: 31.320 kg (69.050lb)
➤ Belakang	: 66.555 kg (146.730 lb)
Berat maksimal bermuatan	: 98.800 kg (217.810 lb)
Tenaga penggerak	
– Gross horsepower	: 739 Hp (551 kW)
– Flywheel horsepower	: 715 Hp (533 kW)
Kapasitas tanki bahan bakar	: 780 liter (206,1 U.S.Gal)
Roda	
– Depan	: 24.00-35-36 PR x 2
– Belakang	: 24.00-35-36 PR x 4

Dimensi :

	A	B	C	D	E	G	H	J	K	M	N	P	Q	N	S
mm	9355	4400	4170	4300	3070	480	645	3515	3080	6450	3870	560	48°	3600	8800



*KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI KECAMATAN LAUNG TUHUP,
KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH*

AUGUST SURYAPUTRA
TEKNIK PERTAMBANGAN, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA

LAMPIRAN C
TABEL CURAH HUJAN DAN HARI HUJAN

Tahun	2003		2004		2005		2006		2007		2008	
Bulan	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)	CH (mm)	HH (hari)
Januari	169	16	128	23	12	14	67	22	16	21	7	8
Pebruari	80	8	75	16	32	14	42	18	13	20	18	14
Maret	41	9	183	19	24	14	32	18	18	23	11	19
April	113	22	112	20	39	16	40	26	25	25	18	24
Mei	30	12	112	14	27	9	27	27	10	24	4	12
Juni	42	8	36	5	15	8	25	18	6	22	8	14
Juli	51	13	119	14	8	6	3	7	9	16		
Agustus	33	8	0	0	17	9	9	8	11	12		
September	61	17	11	9	2	3	7	9	3	5		
Oktober	68	14	1	4	19	11	2	7	14	10		
November	79	21	42	19	42	20	4	14	7	11		
Desember	79	19	34	15	18	8	13	21	114	22		
Total	844	167	853	158	255	132	270	195	244	211	67	91
Rata-rata	70	14	71	13	21	11	22	16	20	18	11	15
Total curah hujan per bulan			36									
Total hari hujan per bulan			15									

*KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI KECAMATAN
LAUNG TUHUP,
KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH*

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN FAKTOR PENGEMBANGAN MATERIAL

Swell factor (sf) atau factor pengembangan adalah pengembangan suatu material setelah digali dari tempatnya. Pengembangan volume suatu material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada penggalian selalu didasarkan pada *insitu*. Sedangkan material yang ditangani selalu material yang telah mengembang (*loose*).

Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Marunda Grahamineral, *density bank (insitu)* adalah 1,8 ton/m³ dan *density loose* adalah 1,45 ton/m³. *Swell factor* dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} Sf &= \text{densitas loose (ton/m}^3\text{)} / \text{densitas bank (ton/m}^3\text{)} \\ &= 1,45 / 1.8 \\ &= 0,81 \end{aligned}$$

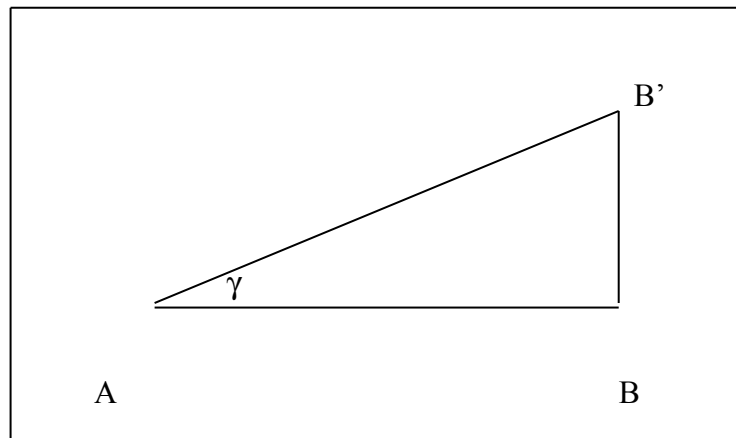
LAMPIRAN E

PERHITUNGAN JARAK DAN KEMIRINGAN ACCES ROAD

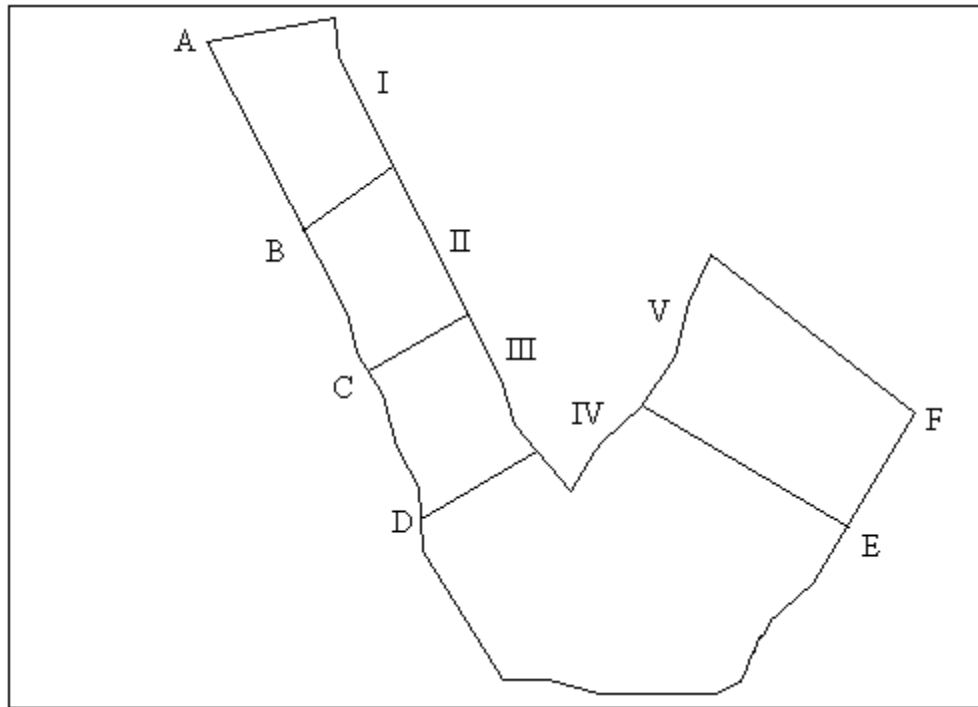
Jarak dan kemiringan *access road* yang menghubungkan front penambangan dengan *disposal area* yang dilalui truk dalam operasi penambangan batubara dibagi dalam beberapa ruas. Untuk tiap ruas jalan, jarak dan kemiringannya dapat dihitung.

Jika A – B adalah jarak horizontal dan B – B' adalah beda tinggi, maka grade (% kemiringan) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Grade (\%)} = \frac{BB'(\text{Beda Tinggi})}{AB(\text{Jarak Datar})} \times 100 \%$$



Gambar E.1
Kemiringan Jalan



Gambar E.1
Acces Road

Maka grade untuk tiap segmen *access road* :

	Segmen I	Segmen II	Segmen III	Segmen IV	Segmen V
Jarak datar (m)	39	47,8	33,8	66,2	29,7
Beda tinggi (m)	5	4	4	5	5
Grade (%)	12,8	8,37	11,8	7,6	3,4

LAMPIRAN F
PERHITUNGAN LUAS DAERAH KONTAK
DAN DISTRIBUSI BEBAN

$$\begin{aligned}\text{Luas bidang kontak} &= \frac{0,9 \times \text{Beban beban yang diterima}}{\text{Tekanan udara ban}} \\ \text{Beban yang diterima permukaan jalan} &= \frac{\text{Beban yang diterima tiap roda (lb)}}{\text{Luas bidang kontak (inch}^2\text{)}}\end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi alat angkut, maka diperoleh data sebagai berikut :

Untuk Komatsu HD 465-7

- Berat kosong = 42.800kg (94.360 lb)
- Berat Muatan = 97.875 kg (215.780 lb)
- Berat beban untuk tiap roda depan 32% : 2 = 34.525 lb
- Berat beban untuk tiap roda belakang 68% : 4 = 36.682,5 lb
- Tekanan ban = 68,15 psi

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$\begin{aligned}\text{Luas bidang kontak} &= \frac{0,9 \times 34.525 \text{ lb}}{68,15 \text{ psi}} \\ &= 455,94 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban yang diterima permukaan jalan} &= \frac{34.525 \text{ lb}}{455,94 \text{ in}^2} \\ &= 75,72 \text{ lb/in}^2 \\ &= 10.903,7 \text{ lb/ft}^2\end{aligned}$$

Untuk roda belakang

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$\begin{aligned}\text{Luas bidang kontak} &= \frac{0,9 \times 36.682,5 \text{ lb}}{68,15 \text{ psi}} \\ &= 484,44 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban yang diterima permukaan jalan} &= \frac{36.682,5 \text{ lb}}{484,44 \text{ in}^2} \\ &= 75,72 \text{ lb/in}^2 \\ &= 10.903,7 \text{ lb/ft}^2\end{aligned}$$

LAMPIRAN G
PERHITUNGAN EFISIENSI WAKTU KERJA
ALAT MUAT ALAT ANGKUT

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara jam kerja efektif terhadap jam kerja yang tersedia. Jam kerja efektif adalah banyaknya jumlah jam kerja yang benar-benar digunakan untuk kegiatan produksi. Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{We = Wt - (Wd + Wtd)}$$

Keterangan :

We = waktu kerja efektif

Wt = waktu kerja tersedia

Wd = Total Idle time

Wtd = total delay time

Setelah memperoleh nilai waktu kerja efektif (We) maka kita dapat menghitung nilai efesiensi kerjanya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\mathbf{Efesiensi\ Kerja} &= \frac{\mathbf{Waktu\ kerja\ efektif}}{\mathbf{Waktu\ kerja\ tersedia}} \times 100\% \\ &= \frac{\mathbf{We}}{\mathbf{Wt}} \times 100\%\end{aligned}$$

Jadwal Kerja

Dalam pengaturan kegiatan kerja PT BUMA selaku kontraktor penambangan telah menetapkan jadwal waktu kerja yakni jadwal hari kerja dari senin sampai minggu, 2 shift kerja perhari dengan total waktu kerja rata-rata 21,3 jam perhari (Tabel G.1)

Tabel G.1

AUGUST SURYAPUTRA
TEKNIK PERTAMBANGAN, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA

Jadwal Kerja PT BUMA

Shift I		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
06.00 - 12.00	Waktu kerja	6
12.00 - 12.30	Waktu Istirahat	0,5
12.30 - 17.00	Waktu kerja	4,5
Total		10.5
Shift II		
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
17.30 - 00.00	Waktu kerja	6.5
00.00 - 01.00	Waktu Istirahat	1
01.00 - 05.30	Waktu kerja	4,5
Total		11
Total Jam Kerja Shift I dan Shift II		21.5

Pada hari Jumat, istirahat siang dimulai dari jam 11.00 – 13.00 sehingga jam kerja berkurang menjadi 20 jam. Rata-rata jam efektif kerja menjadi :

$$= \frac{(21,5 * 6)\text{jam/minggu} + (20 * 1)\text{jam/minggu}}{7\text{hari/minggu}}$$

$$= 21,3 \text{ jam}$$

$$= 1278 \text{ menit}$$

Hambatan Kerja

Berdasarkan pengamatan di lapangan diperoleh hambatan kerja alat muat alat muat dan alat angkut (Tabel G.2) sebagai berikut :

Tabel G.2

Hambatan-Hambatan Kerja Yang Terdapat Pada Alat Muat Dan Alat Angkut

Hambatan	Excavator PC 1250 SP-7 (menit/hari)	Dump Truck HD 465 (menit/hari)
1. Hambatan yang dapat ditekan : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Terlambat awal shift ➤ Berhenti bekerja lebih awal ➤ Istirahat terlalu lama ➤ Keperluan operator 	<p>30</p> <p>15</p> <p>19</p> <p>8</p>	<p>30</p> <p>17</p> <p>22</p> <p>10</p>
Total	72	79
2. Hambatan yang tidak dapat ditekan : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hujan dan pengeringan jalan ➤ Kerusakan alat (<i>break down</i>) ➤ Pemeriksaan harian oleh operator ➤ Perbaikan front ➤ Pengisian bahan bakar 	<p>201</p> <p>24</p> <p>10</p> <p>8</p> <p></p>	<p>201</p> <p>199</p> <p>10</p> <p>8</p> <p>20</p>
Total	243	438

G.3. Efisiensi Kerja Alat Muat

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}
 W_{ke} &= W_{kt} - W_{ht} \\
 &= 1278 \text{ menit} - 315 \text{ menit} \\
 &= 963 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat muat, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja yang tersedia}) \times 100 \% \\ &= (963 / 1278) \times 100 \% \\ &= 75,43\%\end{aligned}$$

G.4. Efisiensi Kerja Alat Angkut

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}\text{Wke} &= \text{Wkt} - \text{Wht} \\ &= 1278 \text{ menit} - 517 \text{ menit} \\ &= 761 \text{ menit}\end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat angkut, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja yang tersedia}) \times 100 \% \\ &= (761 / 1278) \times 100 \% \\ &= 59,69 \%\end{aligned}$$

*KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI KECAMATAN LAUNG TUHUP,
KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH*

Hambatan Alat Muat Excavator Komatsu PC 1250 SP-7

No	A	B	C	D	E	F	G	H
1	18	20	10	30	191	-	-	10
2	17	20	8	20	-	-	-	10
3	14	20	8	25	480	15	-	10
4	14	22	6	25	569	15	-	10
5	15	22	8	25	78	-	6	10
6	14	22	8	25	-	-	6	10
7	10	20	8	22	-	-	37	10
8	13	22	8	32	147	-	50	10
9	11	20	10	32	52	16	116	10
10	14	26	10	35	525	-	260	10
11	10	20	6	32	15	-	-	10
12	18	20	6	35	253	-	-	10
13	17	20	10	25	194	-	-	10
14	18	20	6	25	286	20	13	10
15	19	10	10	30	98	-	48	10
16	19	10	8	30	-	-	-	10
17	15	10	8	30	-	20	-	10
18	15	20	8	40	309	-	-	10
19	10	20	8	30	-	-	-	10
20	12	20	10	30	198	20	-	10
21	7	20	10	32	376	-	84	10
22	7	22	8	32	481	-	69	10
23	17	20	10	30	514	20	-	10
24	15	20	6	30	156	20	10	10
25	16	10	6	30	300	30	-	10
26	16	14	10	30	300	-	-	10
27	19	20	6	32	207	-	-	10
28	18	20	6	32	289	30	-	10
29	15	20	10	30	-	-	26	10
30	17	20	10	30	-	30	-	10
Rata-rata	15	19	8	30	201	8	24	10

AUGUST SURYAPUTRA
TEKNIK PERTAMBANGAN, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

Hambatan Alat Angkut *dump truck* Komatsu HD 465-7

No	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	16	20	8	30	191	-	30	10	20
2	18	24	8	20	-	-	555	10	18
3	20	25	8	25	480	15	285	10	23
4	20	30	8	25	569	15	-	10	20
5	19	20	10	25	78	-	362	10	20
6	16	24	5	25	-	-	510	10	18
7	20	20	5	22	-	-	90	10	20
8	18	18	10	32	147	-	53	10	20
9	14	20	10	32	52	16	108	10	20
10	10	20	12	35	525	-	484	10	19
11	20	10	12	32	15	-	225	10	22
12	18	20	12	35	253	-	345	10	18
13	18	18	10	25	194	-	222	10	20
14	20	20	10	25	286	20	335	10	18
15	15	18	10	30	98	-	156	10	24
16	18	24	10	30	-	-	470	10	20
17	16	22	15	30	-	20	178	10	19
18	15	20	15	40	309	-	90	10	22
19	20	18	5	30	-	-	90	10	16
20	18	20	5	30	198	20	191	10	20
21	14	20	10	32	376	-	225	10	18
22	16	18	10	32	481	-	270	10	16
23	14	30	8	30	514	20	154	10	22
24	12	30	10	30	156	20	240	10	20
25	20	32	12	30	300	30	-	10	15
26	18	30	10	30	300	-	70	10	18
27	18	20	5	32	207	-	71	10	20
28	20	20	8	32	289	30	120	10	20
29	20	20	12	30	-	-	-	10	21
30	18	24	18	30	-	30	35	10	20
Rata-rata	17	22	10	30	201	8	199	10	20

Keterangan :

A : berhenti kerja lebih awal

B : istirahat terlalu lama

C : keperluan operator

D : terlambat awal shift

E : hujan & pengeringan jalan

F : perbaikan front kerja

G : kerusakan alat

H : pemeriksaan harian

I : pengisian bahan bakar

LAMPIRAN H

WAKTU EDAR ALAT MUAT *EXCAVATOR KOMATSU PC 1250 SP* - 7

Perhitungan waktu edar (cycle time) alat mekanis dilakukan dengan cara memperhatikan pola gerak alat mekanis pada saat melakukan aktifitasnya. Waktu edar alat muat adalah jumlah waktu yang dihabiskan dalam satu kali rangkaian kerja mulai dari mengambil posisi penggalian sampai kembali kosong untuk kembali menggali.

Waktu edar (cycle time) alat muat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\boxed{CTm = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4}$$

Dimana :

CTm = Cycle time/ total waktu edar alat muat

Tm1 = waktu untuk mengisi muatan

Tm2 = waktu untuk mengayun bermuatan

Tm3 = waktu untuk menumpahkan muatan

Tm4 = waktu untuk mengayun kosong

Tabel H.1

Data Waktu Edar Alat Muat

NO	menggali (tm1)	swing dgn muatan (tm2)	menumpahkan muatan (tm3)	swing kosong (tm4)
1	8,25	5,03	3,31	3,5
2	6,53	5,09	4,28	2,18
3	9,09	5,81	3,35	3,56
4	8,63	5,12	4,93	3,9
5	8,23	6,21	4,69	3,03
6	8,45	5,97	3,88	2,63
7	8	5,56	2,47	3,81
8	8,36	4,37	3,59	3,32
9	10,65	4,28	3,13	3,35
10	11,25	5,06	4,97	3,52
11	9,28	4,18	4,94	3,97
12	10,29	3,56	3,53	4,12
13	11	12,85	3,34	3,44
14	11,12	5,19	3,11	4,62
15	7,32	3,81	3,03	3,58
16	9,12	6,87	3,41	3,85
17	6,65	6,25	3,03	3,31
18	5,44	6,5	3,82	4,31
19	11,1	6,5	4,69	4,09
20	11,56	5,62	3,31	4,18
21	8,1	5,19	4,03	3,25
22	9,62	5,63	4,25	4,18
23	6,34	5,6	4,06	3,21
24	15,28	5,09	4,68	3,5
25	6,86	5,62	4,22	3,44
26	10,12	6,53	4,25	3,13
27	12,53	5,62	5,19	3,12
28	13,25	8,19	4,5	4,72
29	14,44	7,35	3,5	3,19
30	6,5	6,16	3,22	2,58
Rata-rata	9,45	5,83	3,89	3,55
Ct detik	22,72			
Ct menit	0,38			

LAMPIRAN I
WAKTU EDAR ALAT ANGKUT
KOMATSU HD 465 (Kombinasi PC 1250 SP-7)

Perhitungan waktu edar (cycle time) alat angkut secara umum terdiri dari dari waktu :

- Waktu untuk mengatur posisi untuk diisi muatan
- Waktu untuk diisi muatan
- Waktu untuk mengangkut muatan
- Waktu untuk mengatur posisi untuk menumpahkan muatan
- Waktu untuk menumpahkan muatan
- Waktu kembali untuk diisi dalam keadaan kosong

Waktu edar (cycle time) untuk alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$CTa = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6$

Dimana :

- CTa = Total waktu edar alat angkut
- Ta1 = Waktu untuk mengatur posisi untuk diisi muatan
- Ta2 = Waktu untuk diisi muatan
- Ta3 = Waktu untuk mengangkut muatan
- Ta4 = Waktu untuk mengatur posisi untuk menumpahkan muatan
- Ta5 = Waktu untuk menumpahkan muatan
- Ta6 = Waktu kembali untuk diisi dalam keadaan kosong

Berdasarkan pengamatan dilapangan diperoleh data pengukuran waktu edar Komatsu HD 465.

Tabel I.1
Data Waktu Edar Alat Angkut

NO	ambil posisi muat(ta1)	Diisi (ta2)	jalan dgn muatan(ta3)	ambil posisi dumping(ta4)	Dumping (ta5)	kembali kosong (ta6)
1	11,72	119,06	145,56	12,37	14,44	104,66
2	12,38	98,66	189,78	12,46	15,53	127,08
3	10,11	114,62	184,21	13,28	13,87	123,81
4	15,06	94,15	184,12	10,91	13,78	130,38
5	10,82	106,69	197,19	22,72	12,72	122,66
6	12,78	99,94	232,94	15,81	12,03	132,53
7	14,87	105,25	181,4	11,06	13,62	132,9
8	11,76	113,25	158,25	14,59	17,38	131,38
9	11,6	115,22	193,81	12,03	18,18	141,53
10	10,35	113,9	187,72	12,28	14	176,75
11	12,81	114,59	171,41	12,5	11,16	148,78
12	11,15	104,91	167,22	11,75	13,51	126,25
13	11,12	137,06	171,46	13,22	23,12	113,31
14	10,65	100,9	153,75	10,68	14,25	102,66
15	12,75	91,66	138,03	10,93	13,34	106,21
16	12,88	97,22	131,06	10,94	13,19	89,19
17	12,5	105,91	183,31	13,13	15,5	119,41
18	10,09	125,84	163,41	13,78	16,06	100,37
19	13,78	113,13	162,97	15,09	12,96	122,81
20	10,87	159,62	170,84	19,63	17,13	162,71
21	11,73	89,87	176,32	14,62	16,69	146,44
22	10,84	79,41	152,94	14,94	17,79	109,34
23	10,37	80,81	165,97	18,78	13,4	127,97
24	12,72	94,13	185,6	18,03	13,62	119,25
25	14,4	81,75	159,91	14,22	14,94	116,53
26	15,72	84,43	203,22	21,32	16,24	169,09
27	20,69	85,97	192,78	16,28	14,19	139,34
28	17,62	82,31	187,28	16,63	12,35	128,22
29	18,22	93,81	193,72	18,56	16,25	152,25
30	16,41	93,53	189,35	17,16	10,81	130,16
Rata-rata	12,96	103,25	175,85	14,66	14,74	128,47
Ct detik	449,92					
Ct	7,50					

menit	
-------	--

LAMPIRAN J

PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT MUAT

Perhitungan untuk produksi alat muat adalah :

$$Q_m = (60/C_t) \times C_m \times F \times s_f \times E, \text{ BCM/jam}$$

Keterangan :

- Q_m = Kemampuan produksi alat muat (BCM/jam)
 C_t = Waktu edar alat muat sekali pemuatan (menit)
 C_m = Kapasitas baku mangkuk alat muat (m^3)
 F = Faktor pengisian (%)
 E = Effisiensi kerja (%)
 S_f = *Swell factor*

Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan :

Produksi *Excavator* Komatsu PC1250SP-7

- C_{Tm} = 0,38 menit
 C_{am} = 6,7 m^3
 F = 0,8
 E = 75,43 %
 S_f = 0,81
 Q_{tm} = 531,96 BCM/jam

LAMPIRAN K

PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT ANGKUT

Perhitungan untuk produksi alat angkut adalah :

$$Q_a = N_a \left(\frac{60}{C_t} \right) \times C_a \times S_f \times E, \text{ BCM/jam}$$

Keterangan :

- Q_a = Kemampuan produksi alat angkut (BCM/jam)
 N_a = Jumlah alat angkut (unit)
 C_t = Waktu edar alat angkut (menit)
 C_a = Kapasitas bak alat angkut (m^3)
 $\quad = n \times C_{am} \times F$
 n = Jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak alat angkut
 C_{am} = Kapasitas mangkuk alat muat (m^3)
 F = Faktor pengisian (%)
 E = Effisiensi kerja (%)
 S_f = *Swell factor*

Produksi Alat Angkut

Komatsu HD 465

Kapasitas bak	= $34,2 \text{ m}^3 = 55 \text{ ton}$
Swell factor	= 0,81
Effisiensi kerja	= 59,69%
Waktu edar total HD 465	= 7,5 menit
N_a	= 4 unit
Q_{ta}	= 340,05 BCM/jam

LAMPIRAN L

PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN KERJA ALAT

Faktor keserasian alat muat dengan alat angkut dapat dihitung dengan rumus :

$$MF = \frac{Na \times CtL}{Nm \times CTa}$$

Keterangan :

Na	= Jumlah alat angkut, unit
CtL	= Waktu edar alat muat sampai penuh, menit
Nm	= Jumlah alat muat, unit
Cta	= Waktu edar alat angkut, menit

Adapun kombinasi kerja antara alat muat dengan alat angkut di *Pit* 8 NK adalah :

❖ *Back hoe* Komatsu PC1250SP-7 dengan empat unit truk Komatsu HD 465-7 adalah :

Na	= 4 unit
Nm	= 1 unit
CTm	= 0,38 menit
CtL	= 1,51 menit
CTa	= 7,5 menit
MF	= (4 x 1,51) / (1 x 7,5) = 0,81

- MF < 1, artinya alat muat bekerja kurang dari 100 % sedang alat angkut bekerja 100 %, hal ini disebabkan karena produksi alat muat lebih besar dari pada produksi alat angkut maka terjadi kondisi yaitu alat angkut sibuk dalam proses pengangkutan sedangkan pada alat muat lebih banyak menunggu datangnya alat angkut, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat sebagai berikut :

$$1 > \frac{Na \times n \times CTm}{Nm \times CTa} \implies Nm \times CTa > Na \times n \times CTm$$

$$\frac{Nm \times CTa}{Na} > CTm \times n \implies CTm \times n < \frac{Nm \times CTa}{Na}$$

Dari persamaan tersebut setelah disamakan karena terdapat kekurangan waktu maka ditambah dengan WT_m didapat persamaan sebagai berikut :

$$WTm + (CTm \times n) = \frac{Nm \times CTa}{Na}$$

Jadi waktu tunggu alat muat :

$$\begin{aligned}(Wtm) &= \frac{Nm \times CTa}{Na} - (CTm \times n) \text{ (menit)} \\&= ((1 \times 7,5) / 4) - (0,38 \times 4) \\&= 0,36 \text{ menit}\end{aligned}$$

LAMPIRAN M

PERHITUNGAN LEBAR JALAN

Salah satu sarana yang penting dalam kegiatan panambangan adalah jalan yang berfungsi sebagai sarana transportasi dari daerah penambangan ke tempat penimbunan.

Jalan tambang harus memenuhi syarat-syarat antara lain, jalan harus mampu menahan berat alat angkut dalam keadaan bermuatan dan kemiringan jalan tidak melampaui batas kemampuan tanjak alat mekanis serta tidak membahayakan.

Untuk menentukan lebar jalan akses tambang digunakan alat angkut yang terbesar sebagai acuan dalam perhitungan, yaitu truk Komatsu HD465-7 dengan lebar truk 4,65 m.

A. Lebar Jalan Angkut Minimum Pada Jalan Lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus didasarkan pada *rule of thumb* yang dikemukakan oleh AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) *Manual Rural Highway Design*. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = (n \times Wt) + (n + 1)(0,5 \times Wt) ; \text{ meter}$$

Keterangan:

L = Lebar minimum jalan angkut lurus, meter

n = Jumlah jalur

Wt = Lebar alat angkut total, meter

$$\begin{aligned} L &= (2 \times 4.65) + (2 + 1)(0.5 \times 4.65) \\ &= 9.3 + (3 \times 2.325) \\ &= 16.275\text{m} \sim 17 \text{ meter} \end{aligned}$$

B. Lebar Jalan Angkut Minimum Pada Tikungan

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = \frac{(U + Fa + Fb)}{2}$$

Keterangan :

W = Lebar jalan angkut minimum pada tikungan, meter

n = Jumlah jalur

U = Jarak jejak roda kendaraan, meter

Fa = Lebar jantai depan, meter

Fb = Lebar Jantai belakang, meter

Ad = Jarak as roda depan dengan bagian depan truk, meter

Ab = Jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk, meter

C = Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, meter

Z = Jarak sisi luar truk ke tepi jalan, meter

Fa = Ad x sin α

Fb = Ab x sin α

α = Sudut penyimpangan (belok) roda depan

Wb = Jarak as roda depan dengan roda belakang, meter

Berdasarkan spesifikasi alat angkut dan pengamatan unjuk kerja alat angkut di lapangan, maka diperoleh data sebagai berikut, untuk Komatsu HD 465-7 :

- | | |
|--|-----------|
| a. Jarak antar as roda depan dengan as roda belakang | : 4,3 m |
| b. Jarak poros roda depan dengan bagian depan | : 1,985m |
| c. Jarak poros roda belakang dengan bagian belakang | : 3,070 m |
| d. jarak antara jejak roda (U) | : 3,515 m |
| e. <i>Turning radius</i> | : 8,5 m |

Sudut penyimpanan roda depan (α)

$$\sin \alpha = \frac{Wb}{turning\ radius}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{4,3\ m}{8,5\ m}$$

$$\alpha = \sin^{-1} 0,51$$

$$\alpha = 30,7^{\circ}$$

Penyimpangan roda depan saat membelok membentuk sudut sekitar $30,7^{\circ}$ maka lebar jalan angkut minimum pada tikungan untuk dua jalur :

$$F_a = 1,985 \times \sin 30,7^{\circ} = 1,01 \text{ m}$$

$$F_b = 3,070 \times \sin 30,7^{\circ} = 1,57 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} C = Z &= \frac{1}{2} (U + F_a + F_b) \\ &= \frac{1}{2} (3,515 + 1,01 + 1,57) \\ &= 3,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka lebar jalan angkut pada tikungan adalah :

$$\begin{aligned} W &= n (U + F_a + F_b + Z) + C \\ &= 2 (3,515 + 1,01 + 1,57 + 3,05) + 3,05 \\ &= 21,34 \text{ meter} \end{aligned}$$

LAMPIRAN N

KEMAMPUAN TANJAK TRUK

Berdasarkan data spesifikasi teknis *dump truk Komatsu HD 465-7* diketahui :

- berat bermuatan : 98.800 Kg ~ 98,8 ton
- berat kosong : 42.800 Kg
- tenaga kuda : 715 HP

Untuk mengetahui kemampuan tanjak *dump truk Komatsu HD 465-7* dapat dihitung sebagai berikut :

a. Rimpull yang diperlukan :

- Rimpull untuk mengatasi tanjakan (misal grade = a%)
 $98,8 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times a\% \text{grade} = (1.976 \times a\% \text{ grade}) \text{ lb}$
- Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir
Tahanan gulir (*Rolling Resistance*) 65 lb/ton
 $98,8 \text{ ton} \times 65 \text{ lb/ton} = 6.422 \text{ lb}$
Total rimpull yang diperlukan = $(1.976 \times a\%) \text{ lb} + 6.422 \text{ lb}$

b. Rimpull yang tersedia :

Besarnya rimpull yang tersedia pada truk dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{Efisiensi Mekanis}}{\text{Kecepatan (mph)}}$$

Diketahui bahwa kecepatan maksimum yang tersedia pada gear 1 dengan efisiensi mekanis 85 % adalah 6,375 mph, maka :

$$\begin{aligned}\text{Rimpull pada gear 1} &= \frac{375 \times 715 \times 85\%}{6,375} \\ &= 35.750 \text{ lb}\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas, jumlah rimpull yang tersedia pada masing-masing gear adalah :

Tabel N.1

Rimpull yang Tersedia pada Tiap Gear truk

Gear	Kecepatan (mph)	Eff. Mekanis (%)	HP	Rimpull (lb)
1	6,375	85	715	35.750
2	9,9424	85	715	22.922,7
3	13,6708	85	715	16.671,03
4	18,0206	85	715	12.646,98
5	24,856	85	715	9.169,06
6	33,556	85	715	6.791,82

Agar truk jungkit mampu bergerak, jumlah rimpull yang diperlukan harus sama dengan rimpull yang tersedia. Keadaan tersebut akan terjadi bila tanjakan (a%) jalan angkut sebesar :

$$(1.976 \times a\%) \text{ lb} + 6.422 \text{ lb} = 35.750 \text{ lb}$$

$$1.976 \times a\% = 35.750 \text{ lb} - 6.422 \text{ lb}$$

$$1.976 \times a\% = 29.328 \text{ lb}$$

$$a\% = 14,9 \%$$

Jadi tanjakan yang mampu diatasi oleh truk jungkit Komatsu HD 465-7 adalah 14,9 %.

LAMPIRAN O

PERHITUNGAN JARI-JARI TIKUNGAN

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

Berdasarkan spesifikasi alat angkut truck yang terbesar (Komatsu HD 465).

Diketahui :

- Wb (jarak sumbu roda depan dan belakang) = 4,3 meter
- α (sudut penyimpangan roda depan) = 30°

Maka, besarnya jari – jari tikungan minimal adalah :

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

$$R = \frac{4.3}{\sin 30} = 8,6 \text{ meter}$$

Jadi jari – jari tikungan minimal yang mampu dilalui oleh truck adalah 8,6 meter. Berdasarkan pengamatan lapangan, jari – jari tikungan jalan angkut terkecil adalah 17,3 meter sehingga sudah memenuhi persyaratan.

Lebar dari *Truck* sebesar 4,75 m. Maka daerah *front* yang dibutuhkan dengan melihat *minimum turning radius* adalah $= 2 \times 8,6 + 4,75 = 21,95 \text{ m}$.

LAMPIRAN P
PERHITUNGAN EFISIENSI WAKTU KERJA ALAT MUAT DAN
ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara jam kerja efektif terhadap jam kerja yang tersedia. Jam kerja efektif adalah banyaknya jumlah jam kerja yang benar-benar digunakan untuk kegiatan produksi. Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$We = Wt - (Wd + Wtd)$$

Keterangan :

We = waktu kerja efektif

Wt = waktu kerja tersedia

Wd = Total Idle time

Wtd = total delay time

Setelah memperoleh nilai waktu kerja efektif (We) maka kita dapat menghitung nilai efesiensi kerjanya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Efesiensi Kerja} &= \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu kerja tersedia}} \times 100\% \\ &= \frac{We}{Wt} \times 100\% \end{aligned}$$

Hambatan Kerja

Berdasarkan pengamatan di lapangan diperoleh hambatan kerja alat muat alat muat dan alat angkut (Tabel P.1) sebagai berikut :

Tabel P.1
Hambatan-Hambatan Kerja Yang Terdapat Pada Alat Muat Dan Alat Angkut
Setelah Pebaikan

Hambatan	Excavator PC 1250 SP-7 (menit/hari)	Dump Truck HD 465 (menit/hari)
1. Hambatan yang dapat ditekan :		
➤ Terlambat awal shift	20	20
➤ Berhenti bekerja lebih awal	7	10
➤ Istirahat terlalu lama	10	10
➤ Keperluan operator	6	5
Total	43	45
2. Hambatan yang tidak dapat ditekan :		
➤ Hujan dan pengeringan jalan	201	201
➤ Kerusakan alat (<i>break down</i>)	24	199
➤ Pemeriksaan harian oleh operator	10	10
➤ Perbaikan front	8	8
➤ Pengisian bahan bakar		20
Total	243	438

P.1. Efisiensi Kerja Alat Muat

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}\text{Wke} &= \text{Wkt} - \text{Wht} \\ &= 1278 \text{ menit} - 286 \text{ menit} \\ &= 992 \text{ menit}\end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat muat, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja yang tersedia}) \times 100 \% \\ &= (992 / 1278) \times 100 \% \\ &= 77,65\%\end{aligned}$$

P.2. Efisiensi Kerja Alat Angkut

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}\text{Wke} &= \text{Wkt} - \text{Wht} \\ &= 1278 \text{ menit} - 482 \text{ menit} \\ &= 796 \text{ menit}\end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat angkut, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja yang tersedia}) \times 100 \% \\ &= (796 / 1278) \times 100 \% \\ &= 62,30 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN Q
PERHITUNGAN EFISIENSI WAKTU KERJA ALAT MUAT DAN
ALAT ANGKUT SETELAH PENAMBAHAN WAKTU KERJA TERSEDIA

Setelah memperoleh nilai waktu kerja efektif (W_e) maka kita dapat menghitung nilai efisiensi kerjanya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Kerja} &= \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu kerja tersedia}} \times 100\% \\ &= \frac{W_e}{W_t} \times 100\%\end{aligned}$$

Q.1. Efisiensi Kerja Alat Muat

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}W_{ke} &= W_{kt} - W_{ht} \\ &= 1308 \text{ menit} - 286 \text{ menit} \\ &= 1022 \text{ menit}\end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat muat, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja yang tersedia}) \times 100 \% \\ &= (1022 / 1308) \times 100 \% \\ &= 78,16 \%\end{aligned}$$

Q.2. Efisiensi Kerja Alat Angkut

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}W_{ke} &= W_{kt} - W_{ht} \\ &= 1308 \text{ menit} - 482 \text{ menit} \\ &= 826 \text{ menit}\end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat angkut, yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja yang tersedia}) \times 100 \% \\ &= (826 / 1308) \times 100 \% \\ &= 63,16 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN R
PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT MUAT SETELAH PERBAIKAN
WAKTU KERJA

Perhitungan untuk produksi alat muat adalah :

$$Q_m = (60/C_t) \times C_m \times F \times sf \times E, \text{ BCM/jam}$$

Keterangan :

- Q_m = Kemampuan produksi alat muat (BCM/jam)
 C_t = Waktu edar alat muat sekali pemuatan (menit)
 C_m = Kapasitas baku mangkuk alat muat (m^3)
 F = Faktor pengisian (%)
 E = Effisiensi kerja (%)
 Sf = *Swell factor*

Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan :

Produksi *Excavator* Komatsu PC1250SP-7

- CT_m = 0,38 menit
 Cam = 6,7 m^3
 F = 0,8
 E = 78,16 %
 Sf = 0,81
 Q_{tm} = 551,25 BCM/jam

LAMPIRAN S

PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN

Perhitungan untuk produksi alat angkut adalah :

$$Qa = Na (60/Ct) \times Ca \times sf \times E , \text{ BCM/jam}$$

Keterangan :

- Qa = Kemampuan produksi alat angkut (BCM/jam)
Na = Jumlah alat angkut (unit)
Ct = Waktu edar alat angkut (menit)
Ca = Kapasitas bak alat angkut (m³)
= n x Cam x F
n = Jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak alat angkut
Cam = Kapasitas mangkuk alat muat (m³)
F = Faktor pengisian (%)
E = Effisiensi kerja (%)
Sf = *Swell factor*

Produksi Alat Angkut

Komatsu HD 465

Kapasitas bak	= 34,2 m ³ = 55 ton
Swell factor	= 0,81
Effisiensi kerja	= 63,16 %
Waktu edar total HD 465	= 7,5 menit
Na	= 4 unit
Qta	= 359,85 BCM/jam

*KAJIAN TEKNIS PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA KEGIATAN PENGUPASAN TANAH
PENUTUP PT. MARUNDA GRAHAMINERAL DI KECAMATAN LAUNG TUHUP,
KABUPATEN MURUNG RAYA, KALIMANTAN TENGAH*

AUGUST SURYAPUTRA
TEKNIK PERTAMBANGAN, FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” YOGYAKARTA

LAMPIRAN T

PERHITUNGAN JUMLAH ALAT ANGKUT

Untuk dapat memenuhi target produksi yang diinginkan maka perlu dilakukan penambahan alat angkut, maka harus diketahui terlebih dahulu target produksi dan produksi alat sehingga dapat dirumuskan :

$$N = \frac{TVp}{Kp}$$

dimana :

N = jumlah alat

Tvp = target volume pekerjaan, BCM/jam

Kp = kapasitas produksi alat, BCM/jam

Tvp = 540 BCM/jam

Kp = 90,27 BCM/jam

$$N = \frac{540}{89,96}$$

$$= 6,00 \approx 6 \text{ unit}$$

LAMPIRAN U
PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN
WAKTU KERJA DAN PENAMBAHAN ALAT

Perhitungan untuk produksi alat angkut adalah :

$$Qa = Na (60/Ct) \times Ca \times sf \times E , \text{ BCM/jam}$$

Keterangan :

- Qa = Kemampuan produksi alat angkut (BCM/jam)
Na = Jumlah alat angkut (unit)
Ct = Waktu edar alat angkut (menit)
Ca = Kapasitas bak alat angkut (m³)
= n x Cam x F
n = Jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak alat angkut
Cam = Kapasitas mangkuk alat muat (m³)
F = Faktor pengisian (%)
E = Effisiensi kerja (%)
Sf = *Swell factor*

Produksi Alat Angkut

Komatsu HD 465

- Kapasitas bak = 34,2 m³ = 55 ton
Swell factor = 0,81
Effisiensi kerja = 63,16 %
Waktu edar total HD 465 = 7,5 menit
Na = 6 unit
Qa = 540 BCM/jam

LAMPIRAN V
PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN KERJA ALAT SETELAH
PENAMBAHAN ALAT ANGKUT

Faktor keserasian alat muat dengan alat angkut dapat dihitung dengan rumus :

$$MF = \frac{Na \times CtL}{Nm \times CTa}$$

Keterangan :

Na = Jumlah alat angkut, unit
CtL = Waktu edar alat muat sampai penuh, menit
Nm = Jumlah alat muat, unit
Cta = Waktu edar alat angkut, menit

Kombinasi kerja antara alat muat dengan alat angkut di *Pit 8 NK* adalah :

Back hoe Komatsu PC1250SP-7 dengan enam unit *dump truk Komatsu HD 465-7* adalah :

Na = 4 unit
Nm = 1 unit
CTm = 0,38 menit
CtL = 1,51 menit
CTa = 7,5 menit
MF = (6 x 1,51) / (1 x 7,5) = 1,2

Karena nilai $MF > 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

LAMPIRAN W

KEMAMPUAN TANJAK TRUK SETELAH PENAMBAHAN CURAH

Berdasarkan data spesifikasi teknis *dump truk Komatsu HD 465-7* diketahui :

- berat bermuatan : 11 ton x 5 kali pengisian = 55 ton
- berat kosong : 42.800 Kg = 42,8 ton
- berat total : 97,8 ton
- tenaga kuda : 715 HP

Untuk mengetahui kemampuan tanjak *dump truk Komatsu HD 465-7* dapat dihitung sebagai berikut :

b. Rimpull yang diperlukan :

- Rimpull untuk mengatasi tanjakan (misal grade = a%)
 $97,8 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times a\% \text{ grade} = (1.956 \times a\% \text{ grade}) \text{ lb}$
- Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir
Tahanan gulir (*Rolling Resistance*) 65 lb/ton
 $97,8 \text{ ton} \times 65 \text{ lb/ton} = 6.357 \text{ lb}$
- Rimpull untuk mengatasi percepatan
 $= 97,8 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton}$
 $= 1.956 \text{ lb}$
Total rimpull yang diperlukan = $(1.956 \times a\%) \text{ lb} + 8.313 \text{ lb}$

b. Rimpull yang tersedia :

Besarnya rimpull yang tersedia pada truk dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{Efisiensi Mekanis}}{\text{Kecepatan (mph)}}$$

Diketahui bahwa kecepatan maksimum yang tersedia pada gear 1 dengan efisiensi mekanis 85 % adalah 6,375 mph, maka :

$$\text{Rimpull pada gear 1} = \frac{375 \times 715 \times 85\%}{6,375}$$

$$= 35.750 \text{ lb}$$

Dengan cara yang sama seperti di atas, jumlah rimpull yang tersedia pada masing-masing gear adalah :

Tabel W.1

Rimpull yang Tersedia pada Tiap Gear truk

Gear	Kecepatan (mph)	Eff. Mekanis (%)	HP	Rimpull (lb)
1	6,375	85	715	35.750
2	9,9424	85	715	22.922,7
3	13,6708	85	715	16.671,03
4	18,0206	85	715	12.646,98
5	24,856	85	715	9.169,06
6	33,556	85	715	6.791,82

Agar truk jungkit mampu bergerak, jumlah rimpull yang diperlukan harus sama dengan rimpull yang tersedia. Keadaan tersebut akan terjadi bila tanjakan (a%) jalan angkut sebesar :

$$(1.956 \times a\%) \text{ lb} + 8.313 \text{ lb} = 35.750 \text{ lb}$$

$$1.956 \times a\% = 35.750 \text{ lb} - 8.313 \text{ lb}$$

$$1.956 \times a\% = 27.437 \text{ lb}$$

$$a\% = 14,03 \%$$

Jadi tanjakan yang mampu diatasi oleh truk jungkit Komatsu HD 465-7 setelah penambahan curah adalah 14,03 %.

LAMPIRAN X

WAKTU TEMPUH SETELAH PENAMBAHAN CURAH

Komatsu HD 465-7

Berdasarkan spesifikasi teknis alat Komatsu HD 465-7, diketahui :

- Berat kosong : 42,8 ton
- Tenaga kuda : 715 HP
- Nilai tahanan gulir : 65 lb/ton
- Nilai tahanan kemiringan : 20 lb/ton
- Jarak : 696 m = 0,696 km
- Kemiringan jalan (*grade*) : 12,8 %

1. Truck melaju tanpa muatan

Rimpull yang diperlukan :

- rimpull untuk mengatasi tanjakan (*grade* = 12,8%)
$$= 42,8 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times 12,8\%$$
$$= 109,57 \text{ lb}$$
- rimpull untuk mengatasi tahanan gulir
$$= 42,8 \text{ ton} \times 65 \text{ lb/ton}$$
$$= 2.782 \text{ lb}$$
- rimpull untuk mengatasi percepatan
$$= 42,8 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton}$$
$$= 856 \text{ lb}$$

Total rimpull yang diperlukan = 3.747,57 lb

Berdasarkan tabel W.1, rimpull tersebut dapat diatasi dengan gigi berapa saja.

Gigi yang digunakan adalah gigi 6 kecepatan maksimum 33,6 mph = 54,07 km/jam.

Waktu yang diperlukan = jarak angkut : kecepatan
$$= 0,696 \text{ km} : 54,07 \text{ km/jam}$$
$$= 0,013 \text{ jam} = 0,77 \text{ menit}$$