

**ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR *DUMP TRUCK*
PADA PENAMBANGAN BATU ANDESIT
PT. HARMAK INDONESIA, DESA HARGOWILIS,
KECAMATAN KOKAP, KABUPATEN KULON PROGO,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Oleh :

**ILHAM RIFA`I
112 16 0023**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2021**

**ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR *DUMP TRUCK*
PADA PENAMBANGAN BATU ANDESIT
PT. HARMAK INDONESIA, DESA HARGOWILIS,
KECAMATAN KOKAP, KABUPATEN KULON PROGO,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

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

Oleh :

**ILHAM RIFA`I
112 16 0023**

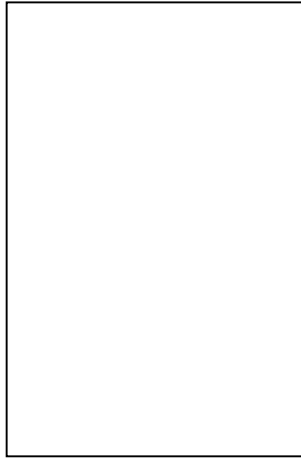


**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2021**

**ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR *DUMP TRUCK*
PADA PENAMBANGAN BATU ANDESIT
PT. HARMAK INDONESIA, DESA HARGOWILIS,
KECAMATAN KOKAP, KABUPATEN KULON PROGO,
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Oleh :

**ILHAM RIFA`I
112 16 0023**



Disetujui untuk

Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan

Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknologi Mineral

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Tanggal :

Pembimbing I,



(Ir. Kresno, M.Sc., M.M.)

Pembimbing II,



(Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc., Ph.D.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua Orang Tua dan Kakak saya serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat serta doa.

RINGKASAN

PT. Harmak Indonesia merupakan salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak dibidang industri pertambangan yang didirikan pada tanggal 27 Oktober 2008 di desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Komoditas tambang PT. Harmak Indonesia yaitu batu andesit yang merupakan bahan baku dalam bidang konstruksi.

PT. Harmak Indonesia melakukan kegiatan penambangan andesit menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode kuari *side hill type*. Kegiatan penambangan terdiri dari pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan di mana kegiatan pembongkaran dilakukan oleh Rock Breaker Hyundai 220-95H, kegiatan pemuatan dilakukan oleh Excavator Hyundai 220-95H dan kegiatan pengangkutan dilakukan oleh Dump Truck Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT.

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan, terdapat satu segmen dari 19 segmen jalan angkut yang melebihi standar perusahaan dengan amblesan maksimal 5 cm dan terdapat 8 segmen dari 19 segmen jalan angkut yang melebihi rekomendasi *grade* jalan angkut oleh perusahaan dengan *grade* maksimal 8% sehingga perlu dilakukan analisis konsumsi bahan bakar alat angkut. Faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi bertambahnya konsumsi bahan bakar ialah; waktu edar, *rimpull*, jarak angkut dan daya.

Konsumsi bahan bakar alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT berdasarkan perhitungan *rimpull* yaitu sebesar 1,402 gallon/jam dan 1,591 gallon/jam dengan biaya yang dibutuhkan masing-masing adalah Rp57.183,-/jam dan Rp64.887,-/jam. Produksi alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah 11,25 ton/jam dan Toyota Dyna 130HT adalah 11,15 ton/jam. Rasio bahan bakar pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah 0,125 gallon/ton dan Toyota Dyna 130HT adalah 0,143 gallon/ton dengan biaya pengangkutan yang dibutuhkan masing-masing adalah Rp5.097,-/ton dan Rp5.829,-/ton.

Setelah dilakukan perbaikan kondisi jalan angkut pada amblesan roda tidak lebih dari 5 cm dan kemiringan jalan angkut disesuaikan dengan standar perusahaan yaitu = 8%, dan pengurangan waktu edar, sehingga konsumsi bahan bakar Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sebesar 1,371 gallon/jam dan Toyota Dyna 130HT sebesar 1,559 gallon/jam dengan biaya yang dibutuhkan masing-masing adalah Rp55.912,-/jam dan Rp63.583,-/jam. Produksi setelah perbaikan pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 menjadi 13,20 ton/jam dan Toyota Dyna 130HT menjadi 13,11 ton/jam. Rasio bahan bakar setelah perbaikan pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah 0,104 gallon/ton dan Toyota Dyna 130HT adalah 0,119 gallon/ton dengan biaya pengangkutan yang dibutuhkan masing-masing adalah Rp4.245,-/ton dan Rp4.849,-/ton.

Kata Kunci : produksi, konsumsi bahan bakar, rasio bahan bakar dan biaya.

SUMMARY

PT. Harmak Indonesia is a national private company engaged in the mining industry which was founded on October 27, 2008 in Hargowilis Village, Kokap District, Kulon Progo Regency, Yogyakarta Special Region. Mining commodities of PT. Harmak Indonesia, namely andesite which is a raw material in the construction sector.

PT. Harmak Indonesia carries out andesite mining activities using a surface mining system with the side hill type quarry method. Mining activities consist of unloading, loading and transportation where unloading activities are carried out by Hyundai 220-95H Rock Breaker, loading activities are carried out by Hyundai 220-95H Excavator and hauling activities are carried out by Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 Dump Trucks and Toyota Dyna 130HT Dump Trucks.

Based on the results of research in the field, there is one segment of the 19 haul road segments that exceeds the company standard with a maximum subsidence of 5 cm and there are 8 segments of the 19 haul road segments that exceed the recommended haul road grade by the company with a maximum grade of 8% so that consumption analysis is necessary. conveyance fuel. Other factors that influence the increase in fuel consumption are; cycle time, rimpull, haul distance and power.

Fuel consumption for the Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 and Toyota Dyna 130HT transportation vehicles based on the rimpull calculation is 1,402 gallons/hour and 1,591 gallons/hour with the costs required respectively Rp57.183,-/hour and Rp64,887,-/hour. Production of the Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 conveyance is 11.25 tons/hour and the Toyota Dyna 130HT is 11.15 tons/hour. The fuel ratio for the Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 is 0,125 gallons/ton and the Toyota Dyna 130HT is 0,143 gallons/ton, with the required transportation costs of Rp5.097,-/ton and Rp5.829,-/ton, respectively.

After repairing the haul road conditions on wheel subsidence of no more than 5 cm and the slope of the haul road is adjusted to company standards, namely = 8%, and a reduction in circulation time, so that the fuel consumption of Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 is 1,371 gallons/hour and Toyota Dyna 130HT of 1,559 gallons/hour with the costs required are Rp55.912,-/hour and Rp63.583,-/hour, respectively. Production after improvements to the Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 to 13,20 tons/hour and the Toyota Dyna 130HT to 13,11 tons/ hour. The fuel ratio after repair at the Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 is 0,104 gallons/ton and the Toyota Dyna 130HT is 0,119 gallons/ton with the transportation costs required are Rp4.245,-/ton and Rp4.849,-/ton, respectively.

Keywords : production, fuel consumption, fuel ratio and costs.

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Skripsi dengan judul Analisis Konsumsi Bahan Bakar *Dump Truck* pada Penambangan Batu Andesit PT. Harmak Indonesia, Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta ini disusun berdasarkan penelitian di PT. Harmak Indonesia, yang dilaksanakan dari tanggal 3 Februari sampai dengan 3 Maret 2020, selain itu dengan mengambil data dari beberapa literatur-literatur yang terkait.

Dengan tersusunnya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Mohamad Irhas Effendi, M.S., Rektor Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sutarto, M.T., Dekan Fakultas Teknologi Mineral.
3. Bapak Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si., M.T., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
4. Ibu Ir. Wawong Dwi Ratminah, M.T., Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan.
5. Bapak Ir. Kresno, M.Sc., M.M., selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, Januari 2021

Penulis,

(Ilham Rifa`i)

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB	
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metode Penelitian	2
1.6. Manfaat Penelitian	4
1.7. Diagram Tahapan Penelitian	4
II. TINJAUAN UMUM	
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah	6
2.2. Iklim dan Curah Hujan	7
2.3. Keadaan Sosial dan Ekonomi	8
2.4. Tinjauan Geologi	9
2.5. Kegiatan Penambangan	14
2.6. Waktu Kerja	15
III. DASAR TEORI	
3.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Angkut	16
3.2. Kemampuan Produksi Alat Angkut	18
3.3. Tahanan yang Mempengaruhi Gerak Kendaraan	19
3.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar	20
3.5. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar	24
3.6. Rasio Bahan Bakar Alat Angkut	24
IV. HASIL PENELITIAN	
4.1. Produktivitas Alat Angkut	25

4.2. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut	27
4.3. Rasio Bahan Bakar.....	32
V. PEMBAHASAN	
5.1. Produktivitas Alat Angkut	34
5.2. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut.....	35
5.3. Rasio Bahan Bakar.....	39
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	41
6.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Peta Kesampaian Lokasi Penelitian 7
2.2	Grafik Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2017 Kecamatan Kokap 7
2.3	Grafik Hari Hari Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2017 Kecamatan Kokap 8
2.4	Stratigrafi Kabupaten Kulon Progo 12
2.5	Peta Geologi WIUP PT. Harmak Indonesia 12
2.6	Pemuatan Batu Andesit 15
3.1	Ilustrasi <i>Fill Factor</i> pada <i>Bucket</i> 18
3.2	Perputaran Engkol Mesin 21
4.1	Peta Jalan Angkut 25
5.1	Grafik Analisis Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar Dengan <i>Rolling Resistance</i> 36
5.2	Grafik Analisis Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar Dengan <i>Grade Resistance</i> 37

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Penduduk 15 Tahun ke Atas Menurut Jenis Kegiatan di Kabupaten Kulon Progo Tahun 2017	8
2.2	Waktu Kerja	15
3.1	<i>Rate</i> Percepatan untuk Setiap Berat 1 Ton.....	23
4.1.	Waktu Edar Alat Angkut.....	26
4.2.	Produksi Alat Angkut.....	26
4.3.	<i>Rimpull</i> Setiap <i>Gear</i> Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	27
4.4.	<i>Rimpull</i> Setiap <i>Gear</i> Alat Angkut Toyota Dyna 130HT	27
4.5.	<i>Rolling Resistance</i> dan <i>Grade Resistance</i> Mitsubishi Fuso SHD-X6.6.....	28
4.6.	<i>Rolling Resistance</i> dan <i>Grade Resistance</i> Toyota Dyna 130HT.....	29
4.7.	<i>Load Factor</i> Mitsubishi Fuso SHD-X6.6.....	30
4.8.	<i>Load Factor</i> Toyota Dyna 130HT	31
4.9.	Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Berdasarkan Pemakaian <i>Rimpull</i> Selama 1 Jam	32
4.10	Rasio Bahan Bakar Alat Angkut	33
5.1.	Produksi Alat Angkut Setelah Perbaikan.....	35
5.2.	Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Berdasarkan Pemakaian <i>Rimpull</i> Selama 1 Jam Setelah Perbaikan Jalan Angkut.....	39
5.3.	Rasio Bahan Bakar Alat Angkut Setelah Perbaikan Jalan Angkut	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. JAM KERJA DAN EFISIENSI KERJA.....	45
B. FAKTOR PENGEMBANGAN	47
C. SPESIFIKASI ALAT ANGKUT.....	48
D. WAKTU EDAR ALAT ANGKUT	51
E. PERHITUNGAN <i>RIMPULL</i> ALAT ANGKUT	54
F. PERHITUNGAN <i>BRAKE HORSE POWER</i>	57
G. PERHITUNGAN <i>ROLLING RESISTANCE</i> ALAT ANGKUT	58
H. PERHITUNGAN <i>GRADE RESISTANCE</i> ALAT ANGKUT	61
I. RASIO WAKTU ALAT ANGKUT SETIAP 1 JAM.....	66
J. RASIO WAKTU ALAT ANGKUT SETIAP 1 JAM SETELAH PERBAIKAN.....	68
K. PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT	70
L. PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN	72
M. KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT BERDASARKAN WAKTU TUNGGU	74
N. KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT BERDASARKAN WAKTU TUNGGU SETELAH PERBAIKAN JALAN ANGKUT	75
O. KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT BERDASARKAN PEMAKAIAN <i>RIMPULL</i>	76
P. KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT BERDASARKAN PEMAKAIAN <i>RIMPULL</i> SETELAH PERBAIKAN JALAN ANGKUT	88
Q. RASIO BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT	91
R. PETA JALAN ANGKUT	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Harmak Indonesia merupakan salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang industri pertambangan yang didirikan pada tanggal 27 Oktober 2008 di Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Komoditas tambang PT. Harmak Indonesia yaitu batu andesit yang merupakan bahan baku dalam bidang konstruksi.

PT. Harmak Indonesia memiliki 2 (dua) IUP di Kabupaten Kulon Progo. IUP 1 memiliki luas 21,5 Ha dan IUP 2 memiliki luas 29,5 Ha. Kegiatan penambangan baru dilakukan pada IUP 1 dengan luas yang sudah tertambang yaitu sekitar 2,5 Ha. Untuk IUP 2 belum dilakukan aktifitas penambangan.

PT. Harmak Indonesia melakukan kegiatan penambangan andesit menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode kuari *side hill type*. Kegiatan penambangan tersebut terdiri dari pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan di mana kegiatan pembongkaran menggunakan Rock Breaker Hyundai 220-95H, kegiatan pemuatan dilakukan oleh Excavator Hyundai 220-95H dan kegiatan pengangkutan dilakukan oleh Dump Truck Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT.

Dump truck merupakan salah satu alat mekanis yang menjadi alat angkut utama pada kegiatan penambangan khususnya pada tambang terbuka. Dalam penggunaannya *dump truck* membutuhkan berbagai kebutuhan operasional, salah satunya adalah kebutuhan bahan bakar minyak (solar).

Banyak faktor yang mempengaruhi besar atau kecilnya konsumsi bahan bakar alat angkut. Di antaranya kemiringan jalan (*grade*), tahanan kemiringan (*grade resistance*), tahanan gulir (*rolling resistance*), waktu edar, *rimpull*, jarak angkut dan daya. Kondisi jalan angkut yang kurang baik akan menyebabkan kurang optimalnya kinerja alat angkut sehingga produksi akan menurun dan konsumsi bahan bakar alat angkut akan lebih banyak. Pada penelitian ini

dilakukan analisis konsumsi bahan bakar *dump truck*, biaya yang diperlukan per jam, produktifitas *dump truck*, rasio bahan bakar dan biaya pengangkutan per ton.

1.2 Permasalahan

Permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. Berapa ton produksi alat angkut per jam?
2. Berapa *gallon* konsumsi bahan bakar alat angkut per jam dan biaya yang dibutuhkan per jam?
3. Berapa *gallon* rasio bahan bakar alat angkut per ton dan biaya pengangkutan yang dibutuhkan per ton?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung produksi alat angkut dalam satuan ton/jam.
2. Menghitung konsumsi bahan bakar alat angkut dalam satuan *gallon*/jam dan biaya yang dibutuhkan per jam.
3. Menghitung rasio bahan bakar alat angkut dalam satuan *gallon*/ton dan biaya pengangkutan per ton.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada tanggal 3 Februari sampai 3 Maret 2020.
2. Penentuan konsumsi bahan bakar pada saat mesin dihidupkan dan digunakan untuk pekerjaan pengangkutan hasil penambangan.
3. Umur alat, dimensi alat, kemampuan operator dan kondisi *maintenance* alat dianggap sangat kecil.
4. Faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar alat angkut terdiri dari parameter kemiringan jalan, *rolling resistance* dan jarak angkut dari *front* kerja menuju *dumping area*.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

Dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian antara lain berasal dari literatur materi penelitian, *paper*, buku referensi

dan SOP dari PT. Harmak Indonesia serta skripsi di perpustakaan Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.

2. Orientasi

Menentukan lokasi untuk dijadikan lokasi penelitian agar mendukung kegiatan studi lapangan.

3. Studi Lapangan

Dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan dan mencari informasi pendukung yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas bimbingan pembimbing lapangan.

4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder yang dapat dilihat sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung dari sumbernya. Data primer yang diambil saat penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Waktu edar alat angkut.
- 2) RPM alat angkut saat *idle*.
- 3) Data amblasan alat angkut.
- 4) Jumlah pemuatan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari berbagai sumber. Data sekunder yang didapat pada saat penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Peta situasi PT. Harmak Indonesia.
- 2) Peta kesampaian lokasi penelitian.
- 3) Peta geologi PT. Harmak Indonesia.
- 4) Tinjauan umum daerah perusahaan.
- 5) Spesifikasi alat muat dan alat angkut.
- 6) Faktor pengisian *bucket*.
- 7) Faktor pengembangan material batu andesit.
- 8) Jam kerja aktual alat angkut.

5. Pengolahan data dan analisis data

Data yang sudah terkumpul diolah untuk kemudian dilakukan analisis data. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat komputer dan analisis

statistik. Pengolahan dilakukan terhadap data yang ada dengan perhitungan secara teoritis yang selanjutnya dilakukan proses analisis dari hasil olahan tersebut untuk mengetahui rasio bahan bakar alat angkut.

6. Analisis hasil pengolahan data

Menganalisis data hasil pengolahan untuk mengambil kesimpulan.

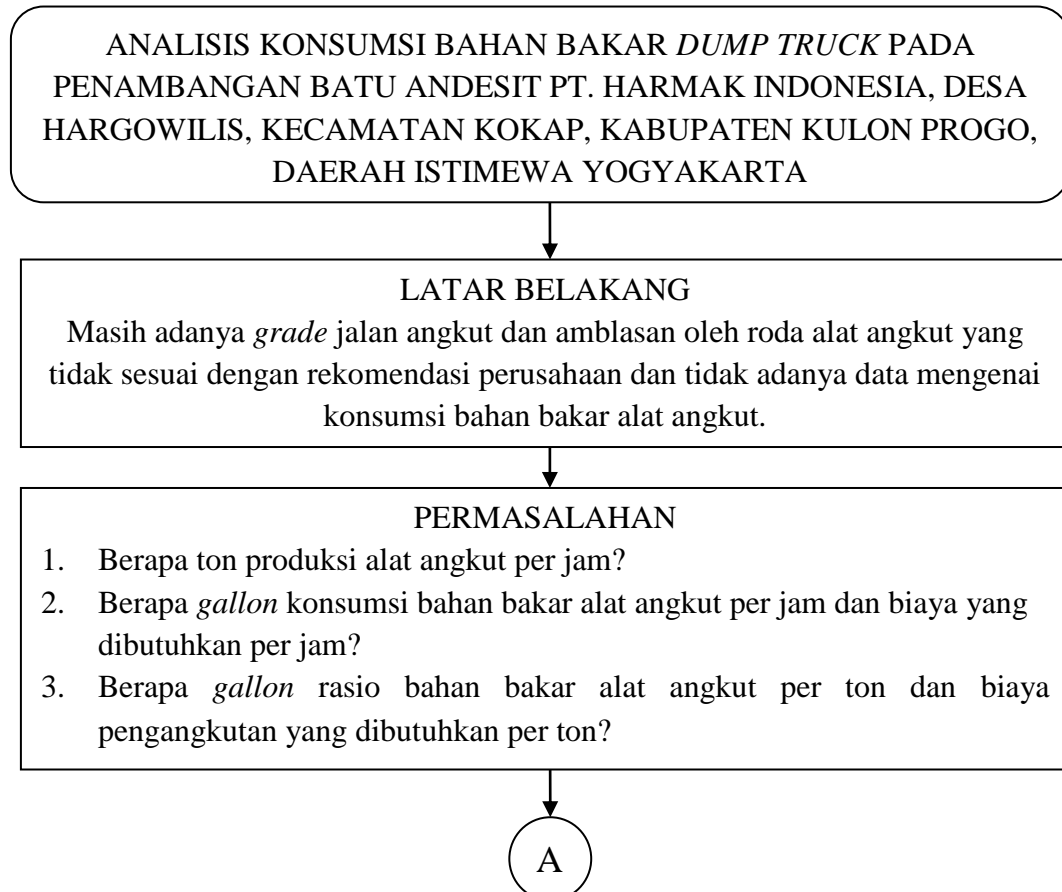
1.6 Manfaat Penelitian

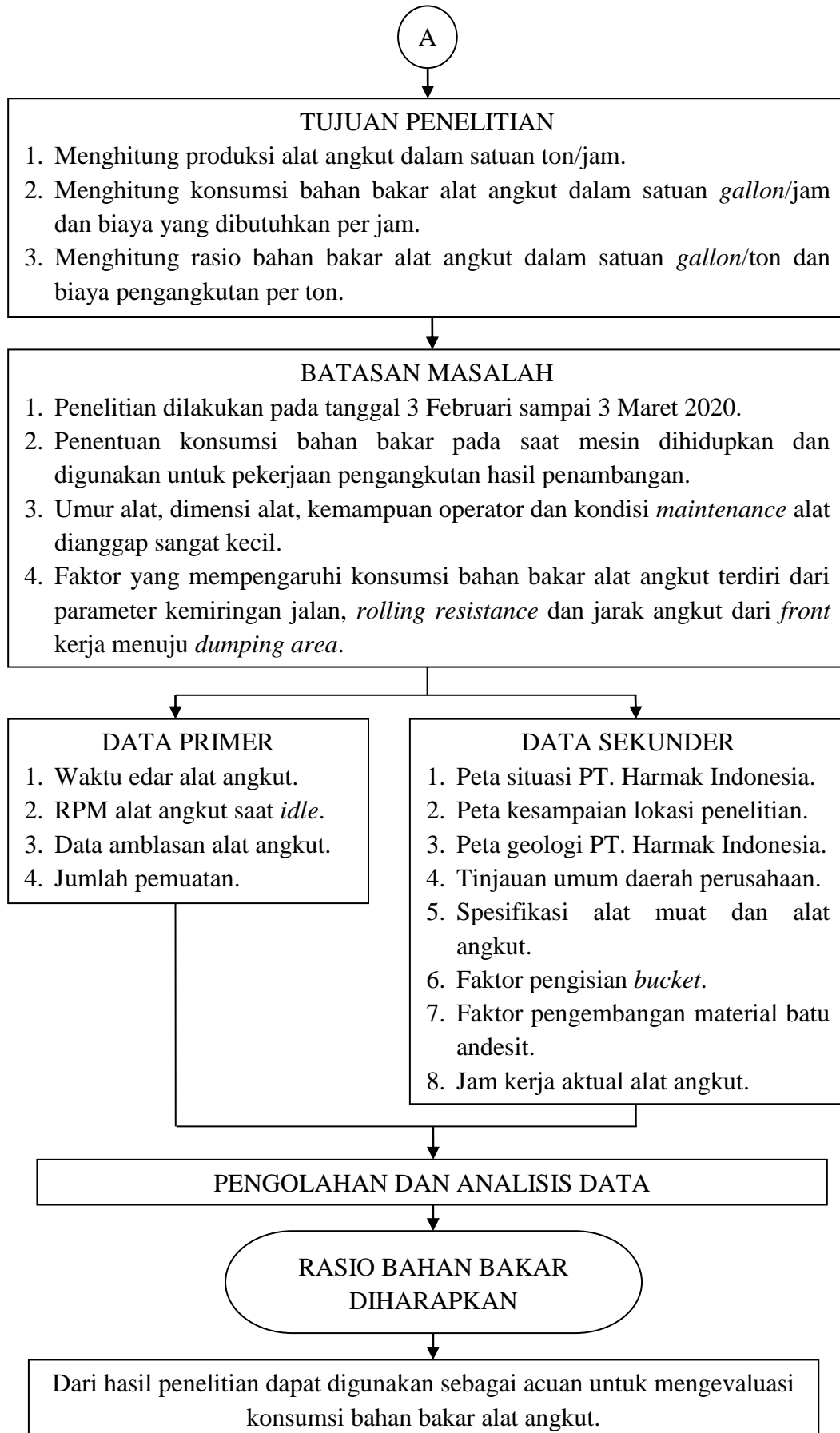
Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan acuan untuk mengevaluasi konsumsi bahan bakar alat angkut.
2. Memberikan alternatif perbaikan konsumsi dan rasio bahan bakar bagi perusahaan.
3. Mengetahui alat angkut yang lebih efisien dari dua merk alat angkut yang digunakan pada proses pengangkutan material batu andesit.

1.7. Diagram Tahapan Penelitian

Diagram tahapan penyusunan laporan pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :





BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

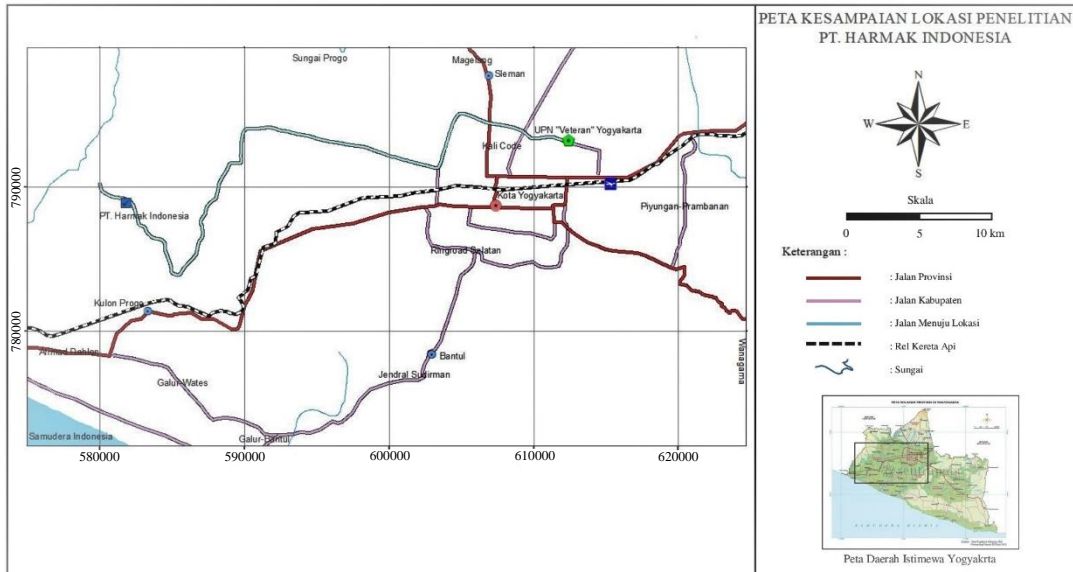
Lokasi penambangan batu andesit secara administratif terletak di Dusun Clapar III, Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, yang berbatasan langsung dengan :

1. Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Sendangsari dan Desa Karang Sari.
2. Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Hargorito.
3. Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Jatimulyo dan Desa Girimulyo.
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Hargorejo.

Secara astronomis PT. Harmak Indonesia terletak pada koordinat $7^{\circ} 47' 29,50''$ LS - $7^{\circ} 47' 52,80''$ LS dan $110^{\circ} 08' 09,0''$ BT – $110^{\circ} 08' 31,5''$ BT. Peta kesampaian lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Daerah penelitian dapat ditempuh dengan kendaraan bermotor melalui beberapa jalur antara lain :

1. Daerah penelitian ditempuh dari arah Yogyakarta sejauh 40,8 km, ke arah Barat melalui jalan Yogyakarta-Wates dengan waktu ± 1 jam 7 menit.
2. Daerah penelitian ditempuh dari arah Sleman melalui jalan kabupaten kemudian ke arah Barat melalui jalan Yogyakarta-Wates sejauh 46,2 km dengan waktu ± 1 jam 12 menit.
3. Daerah penelitian ditempuh dari arah Bantul ke arah Barat sejauh 40,6 km dengan waktu ± 1 jam 2 menit.
4. Daerah penelitian ditempuh dari arah Purworejo ke arah Timur sejauh 29,3 km dengan waktu ± 47 menit.



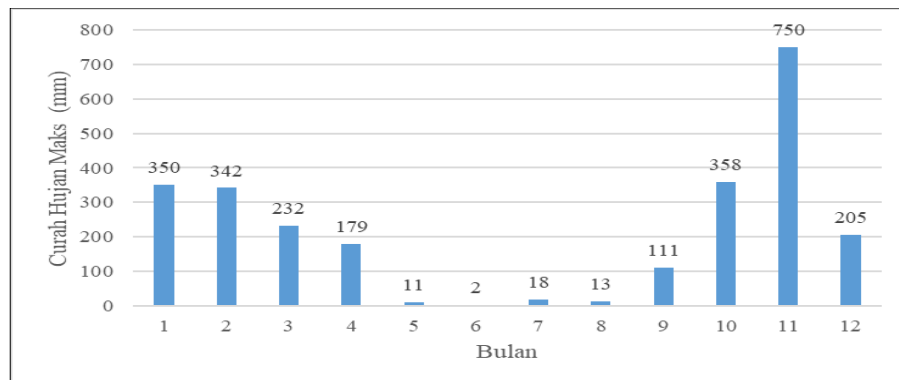
(Sumber : PT. Harmak Indonesia, 2020)

Gambar 2.1

Peta Kesampaian Lokasi Penelitian

2.2. Iklim dan Curah Hujan

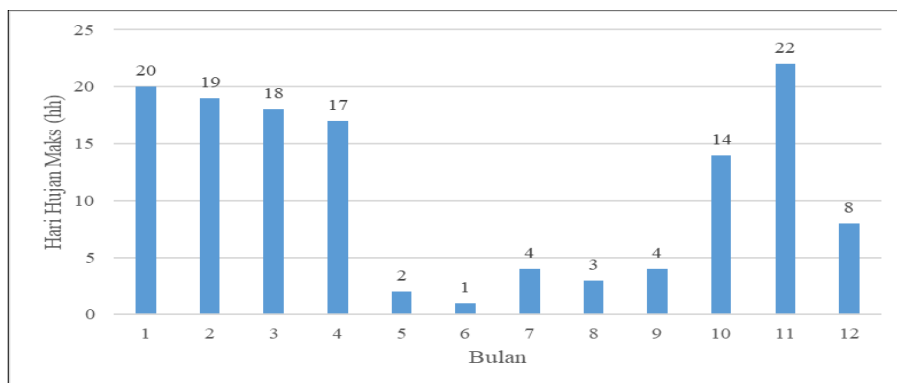
Keadaan iklim di wilayah penambangan mempunyai dua musim dalam setahun yaitu musim hujan dan musim kemarau dengan suhu rata-rata berkisar antara 23° - 34° C. Kondisi curah hujan di Kecamatan Kokap digambarkan dalam curah hujan pada tahun 2017. Data curah hujan ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo. Bulan hujan tertinggi jatuh pada bulan November dengan curah hujan maksimal 750 mm, sedangkan bulan hujan terendah terjadi pada bulan Juni dengan curah hujan maksimal adalah 2 mm. Hari hujan tertinggi jatuh pada bulan November dengan hari hujan maksimal adalah 22 hari, sedangkan hari hujan terendah pada bulan Juni dengan hari hujan maksimal 1 hari.



(Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo, 2017)

Gambar 2.2

Grafik Curah Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2017 Kecamatan Kokap



(Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo, 2017)

Gambar 2.3

Grafik Hari Hujan Rata-Rata Bulanan Tahun 2017 Kecamatan Kokap

2.3. Keadaan Sosial dan Ekonomi

Menurut Survei Angkatan Kerja Nasional (sakernas) yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik Kulon Progo penduduk usia kerja adalah penduduk usia 15 tahun ke atas. Berdasarkan data Sakernas jumlah penduduk angkatan kerja pada tahun 2017 sebesar 244.415 dari 327.583 jiwa. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.1

Penduduk 15 Tahun ke Atas Menurut Jenis Kegiatan di Kabupaten Kulon Progo Tahun 2017

Jenis kegiatan	Penduduk Berumur 15 Tahun ke Atas Menurut Jenis Kegiatan (Jiwa)
	2017
1. Penduduk berumur 15 Tahun ke atas	327.583
2. Angkatan kerja	244.415
a. Bekerja	239.542
b. Pengangguran terbuka	4.873
3. Bukan Angkatan kerja	83.168
a. Sekolah	21.886
b. Mengurus Rumah Tangga	49676
c. Lainnya	11.606
4. Bekerja Tidak Penuh	82.414
a. Setengah Penganggur	8.742
b. Paruh Waktu	7.3672

(Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo, 2017)

2.4. Tinjauan Geologi

Daerah penelitian merupakan daerah dengan potensi batu andesit yang cukup besar dan merupakan daerah singkapan batu andesit. Untuk itu layak jika dilakukan penambangan batu andesit oleh PT. Harmak Indonesia. Pada daerah penelitian juga diketahui bahwa andesit yang tersingkap dapat dikatakan andesit tua dikarenakan mempunyai ciri fisik dan mekanik yang menandakan bahwa andesit pada daerah penelitian merupakan andesit tua.

Keadaan geologi di lokasi bahan galian batu andesit di Dusun Clapar III, Desa Hargowilis ini meliputi kondisi fisiografi, stratigrafi, dan struktur geologi.

2.4.1. Fisiografi

Menurut Bemmelen (1949), Pegunungan Kulon Progo dilukiskan sebagai dome besar dengan bagian puncak datar dan sayap-sayap curam, dikenal sebagai “Oblong Dome”. Dome ini mempunyai arah Utara Timur Laut – Selatan Barat Daya dan diameter pendek 15 – 20 km dengan arah Barat Laut – Timur Tenggara.

Di bagian Utara dan Timur, kompleks pegunungan ini dibatasi oleh Lembah Progo, di bagian Selatan dan Barat dibatasi oleh dataran pantai Jawa Tengah. Sedangkan di bagian Barat Laut pegunungan ini berhubungan dengan deretan Pegunungan Serayu.

Inti dari dome ini terdiri-dari 3 gunung api andesit tua yang sekarang telah tererosi cukup dalam, sehingga di beberapa bagian bekas dapur magmanya telah tersingkap. Gunung Gajah yang terletak di bagian tengah dome tersebut, merupakan gunung api tertua yang menghasilkan andesit hiperstein augit basaltik.

Gunung api yang kemudian terbentuk yaitu Gunung Api Ijo yang terletak di bagian Selatan. Kegiatan Gunung Api Ijo ini menghasilkan andesit piroksen basaltik, kemudian andesit augit hornblende, sedang pada tahap terakhir adalah intrusi dasit pada bagian inti. Setelah kegiatan Gunung Gajah berhenti dan mengalami denudasi, di bagian Utara mulai terbentuk Gunung Menoreh, yang merupakan gunung terakhir pada kompleks Pegunungan Kulon Progo. Kegiatan Gunung Menoreh mula-mula menghasilkan andesit augit hornblende, kemudian menghasilkan dasit dan yang terakhir yaitu andesit.

Bagian puncak yang datar ini dikenal sebagai “Jonggrangan Platoe“ yang tertutup oleh batu andesit koral dan napal dengan memberikan kenampakan

topografi karst. Topografi ini dijumpai di sekitar Desa Jonggrangan, sehingga litologi di daerah tersebut dikenal sebagai Formasi Jonggrangan. Van Bemmelen (1949, hlm. 601) mengatakan bahwa sisi Utara dari Pegunungan Kulon Progo tersebut telah terpotong oleh gawir-gawir sehingga di bagian ini banyak yang hancur, yang akhirnya tertimbun di bawah aluvial Magelang.

Seperti yang sudah dibahas pada geomorfologi regional, Pegunungan Kulon Progo oleh Bemmelen (1949) dilukiskan sebagai kubah besar memanjang ke arah Barat Daya–Timur laut sepanjang 32 km, dan melebar ke arah Tenggara–Barat Laut selebar 15–20 km. Pada kaki-kaki pegunungan di sekeliling kubah tersebut banyak dijumpai sesar-sesar yang membentuk pola radial.

Pada kaki selatan Gunung Menoreh dijumpai adanya sinklinal dan sebuah sesar dengan arah Barat–Timur yang memisahkan Gunung Menoreh dengan Gunung Ijo serta pada sekitar zona sesar.

2.4.2. Stratigrafi

Kabupaten Kulon Progo termasuk ke dalam stratigrafis Pegunungan Kulon Progo. Unit stratigrafis yang paling tua di daerah Pegunungan Kulon Progo ini dikenal dengan Formasi Nanggulan, kemudian secara tidak selaras di atasnya diendapkan batuan-batuan dari Formasi Jonggrangan dan Formasi Sentolo.

1. Formasi Nanggulan

Formasi ini dijumpai di daerah Sermo, Gandul, dan Kokap yang berupa lensa-lensa atau blok *xenolit* dalam batuan beku andesit Formasi Nanggulan mempunyai tipe lokasi di daerah Kalisongo, Nanggulan. Litologi penyusunnya terdiri dari batupasir dengan sisipan lignit, napal pasiran, batu lempung dengan konkresi limonit, sisipan napal dan batu gamping, batupasir, tuf kaya akan foraminifera dan moluska, diperkirakan ketebalannya 350 m. Formasi Nanggulan mempunyai kisaran umur antara Eosen Tengah sampai Oligosen.

2. Formasi Andesit Tua (Formasi Kebo Butak)

Disusun oleh breksi andesit, tuf, tuf lapili, aglomerat, dan sisipan aliran lava andesit. Lava terdiri dari Andesit hiperstein dan Andesit augit hornblende. Formasi ini terletak secara tidak selaras di atas Formasi Nanggulan. Formasi ini tersingkap baik di bagian Tengah, Utara dan Barat Daya membentuk morfologi pegunungan bergelombang sedang hingga terjal. Ketebalan formasi mencapai 600 m.

Batuan yang ada pada formasi ini merupakan material hasil aktivitas vulkanisme, yaitu gunung api tua di daerah Kulon Progo yang disebut sebagai Gunung Api Andesit Tua. Secara stratigrafi Formasi Andesit Tua berada di bawah Formasi Sentolo. Berdasarkan analisa umur formasi yang ada di bawah dan diatas formasi ini, maka umur Formasi Andesit Tua diperkirakan berumur Oligosen Atas.

3. Formasi Kaligesing

Formasi Kaligesing tersusun oleh litologi breksi laharik dengan sisipan lava andesit, batupasir tufaan. Formasi ini berdasarkan radiometri berumur Oligosen dan menumpang tidak selaras di atas Formasi Nanggulan. Formasi ini terdapat di bagian tengah sisi selatan barat dan barat laut dari kubah Kulon Progo serta memiliki ketebalan kurang lebih 700 m.

4. Formasi Dukuh

Formasi Dukuh tersusun oleh perselang-selingan antara breksi, batu pasir kerikilan, batu gamping dan batu lempung. Litologi satuan ini menunjukkan perlapisan baik dan silang-siur, sejajar pada batu lempung dan batupasir. Formasi ini tidak selaras di atas Formasi Nanggulan. Formasi ini berumur Oligo-Miosen dan pelamparan di daerah Dukuh Kecamatan Samigaluh dengan ketebalan 390 m.

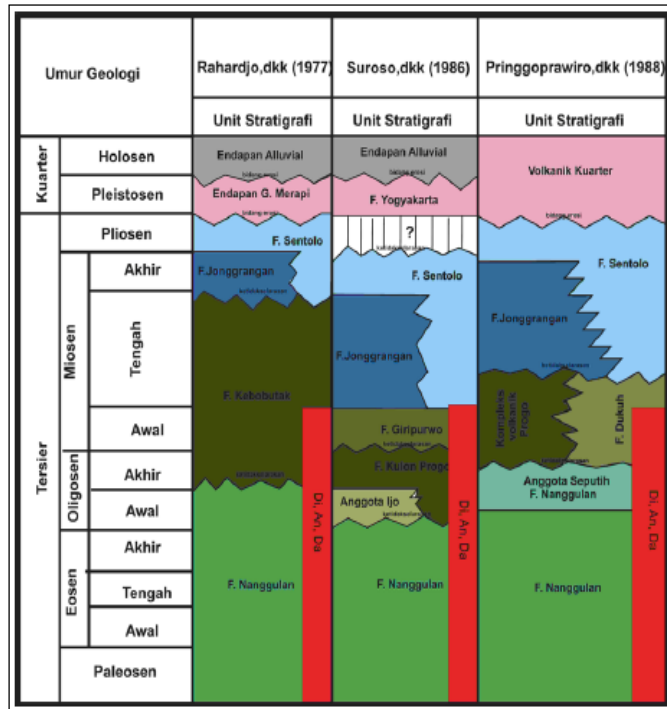
5. Formasi Jonggrangan

Litologi dari Formasi Jonggrangan ini tersingkap baik di sekitar desa Jonggrangan, dengan ketinggian di atas 700 mdpl dan disebut sebagai Plato Jonggrangan. Bagian bawah dari formasi ini terdiri dari Konglomerat yang ditumpangi oleh napal tufan dan batupasir gampingan dengan sisipan Lignit. Batuan ini semakin ke atas berubah menjadi batugamping koral (Rahardjo, dkk, 1977). Formasi Jonggrangan ini terletak secara tidak selaras di atas Formasi Andesit Tua. Ketebalan dari Formasi Jonggrangan ini mencapai sekitar 250 m. Formasi Jonggrangan diduga berumur Miosen Tengah.

6. Formasi Sentolo

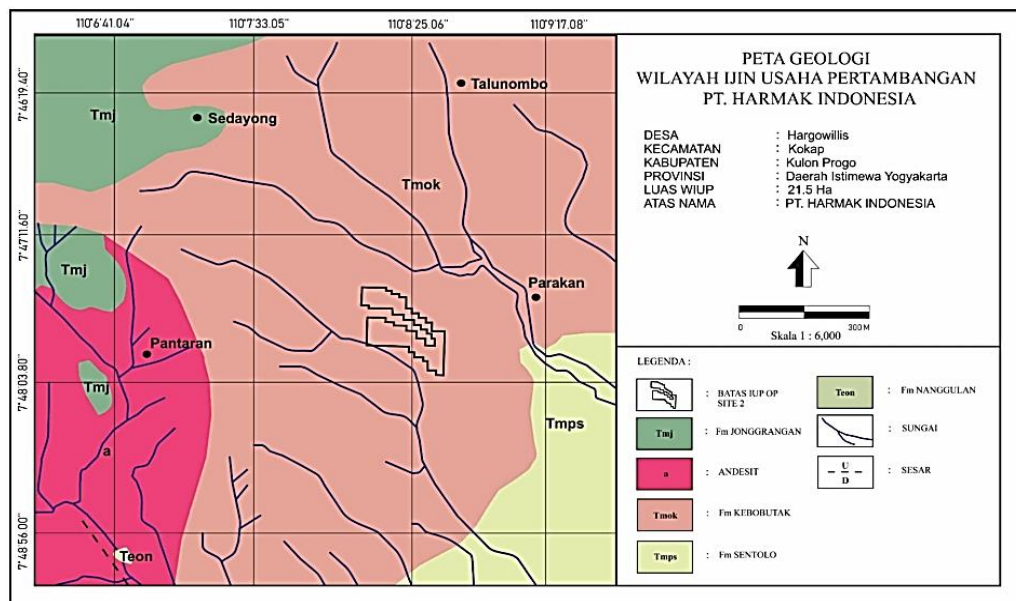
Di atas Formasi Andesit Tua, selain Formasi Jonggrangan, diendapkan juga secara tidak selaras Formasi Sentolo. Hubungan Formasi Sentolo dengan Formasi Jonggrangan adalah menjari. Formasi Sentolo terdiri dari batugamping dan batupasir napalan. Bagian bawah terdiri dari konglomerat yang ditumpuki oleh napal tufan dengan sisipan tuf kaca. Batuan ini ke arah atas berangsur-angsur

berubah menjadi batugamping berlapis bagus yang kaya akan Foraminifera. Pada Formasi ini juga dapat dijumpai batugamping koral secara setempat yang menunjukkan umur yang sama dengan Formasi Jonggrangan. Ketebalan formasi ini sekitar 950 m.



(Sumber : Education Division of Geophysical Engineering, 2014)

Gambar 2.4
Stratigrafi Kabupaten Kulon Progo



(Sumber : PT. Harmak Indonesia, 2020)

Gambar 2.5
Peta Geologi WIUP PT. Harmak Indonesia

2.4.3. Struktur Geologi

Karakteristik Kabupaten Kulon Progo secara umum berupa kubah atau menyerupai kubah (*dome*) yang puncaknya berupa daratan yang luas, biasa disebut Plato Jonggrangan. Struktur geologi Kabupaten Kulon Progo terdiri atas:

1. Perlipatan Batuan (*Fold*)

Perlipatan batuan di Formasi Sentolo terdapat di bagian perbukitan Formasi Sentolo di daerah Pengasih, Sentolo, Panjatan, Lendah dan Galur.

2. Patahan/Sesar (*Fault*)

Patahan/sesar merupakan bagian dari batuan yang saling bergerak antara bagian blok batuan satu dengan blok batuan yang lain yang dipisahkan oleh zona patahan atau pecahan batuan yang disertai gerakan massa batuan. Patahan di wilayah Kulon Progo ini dapat dipisahkan menjadi 2 (dua) bagian yaitu sebagai berikut :

- a. Patahan Regional, merupakan satu kesatuan patahan Yogyakarta. Patahan ini merupakan Patahan Graben Yogyakarta. Patahan Graben Yogyakarta adalah Patahan Opak dan Patahan Progo yang menyebabkan wilayah Kulon Progo dan Wonosari menjadi daerah dataran tinggi dan di Kota Yogyakarta menjadi dataran rendah. Patahan Opak berarah Barat Daya Timur Laut, sedangkan Patahan Progo berarah Utara - Selatan. Patahan ini terletak di bagian Timur Kulon Progo meliputi wilayah Kalibawang bagian Timur, Nanggulan bagian Timur, Sentolo, Panjatan, Galur dan Lendah.
- b. Patahan Lokal, merupakan patahan yang hanya terjadi di Kulon Progo. Patahan ini banyak terjadi di bagian pegunungan atau kubah di Kulon Progo Utara bagian Barat, padamana patahan berbentuk relatif radial yaitu berarah Barat Laut – Tenggara, Barat – Timur dan Barat Daya – Timur Laut. Patahan ini terdapat di wilayah Kecamatan Kokap, Temon bagian Utara, Pengasih, Nanggulan bagian Barat.

3. Struktur Kekar (*Joint*)

Struktur kekar merupakan retakan batuan yang tidak mengalami pergerakan yang berarti. Struktur kekar ini sangat intensif terdapat di Formasi Andesit Tua. Kekar terjadi disebabkan oleh ketidakmampuan batuan menahan tekanan yang terlalu besar sehingga batuan mengalami retakan pada titik terlemahnya.

2.5. Kegiatan Penambangan

Berdasarkan bentuk dan karakteristik intrusi batuan (andesit) serta lapisan penutupnya, sistem penambangan yang akan diterapkan adalah sistem tambang terbuka dengan metode kuari. Kegiatan penambangan yang dilakukan secara umum adalah pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan lapisan penutup dan penggalian andesit. Kegiatan diawali dengan pembersihan lahan dan pengupasan tanah pucuk (*top soil*). Tanah pucuk ditimbun di sebelah Selatan dari *crushing plant area* dan kantor, sedangkan *overburden* ditimbun di sekitar kuari dan ada pula yang ditimbun pada *disposal area*. Pada tahap reklamasi tanah pucuk dan *overburden* digunakan untuk menguruk lahan bekas tambang dan kegiatan revegetasi.

Dalam melaksanakan kegiatan penambangan andesit PT. Harmak Indonesia, secara rinci dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan, sebagai berikut:

1. Pembersihan lahan

Pembersihan dilakukan terhadap tumbuh-tumbuhan yang ada di atas andesit yang akan ditambang.

2. Pengupasan tanah penutup

Untuk menunjang kegiatan ini digunakan alat muat Excavator Hyundai 220-95H dan *bulldozer* Komatsu D85ESS. Hasil pengupasan tanah penutup ini kemudian dimuat dan diangkut dengan *dump truck* untuk ditimbun di daerah yang tidak dilakukan penambangan. Tanah penutup ini nantinya dapat digunakan pada saat kegiatan reklamasi.

3. Kegiatan pembongkaran batuan

Sebelum dilakukan pengangkutan batu andesit, material batu andesit ini harus dibongkar atau diberai terlebih dahulu, pembongkaran andesit menggunakan alat mekanis Hyundai 220-95H dengan *rock breaker* sebagai pemecah bongkahan material Andesit. Dengan menggunakan metode kuari *side hill type* dalam penambangannya, lereng yang terbentuk memiliki ketinggian ± 30 m.

4. Pemuatan

Pemuatan batu andesit hasil pembongkaran menggunakan satu unit Excavator Hyundai 220-95H untuk dimuat ke alat angkut Dump Truck Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 maupun Toyota Dyna 130HT. Dapat dilihat pada Gambar 2.6 merupakan kegiatan pemuatan batu andesit.



Gambar 2.6
Pemuatan Batu Andesit

5. Pengangkutan

Pengangkutan batu andesit hasil pembongkaran dari *front* penambangan ke *dumping area* menggunakan Dump Truck Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 maupun Toyota Dyna 130HT yang akan diisi batu andesit oleh Excavator Hyundai 220-95H. Jarak jalan angkut dari front kerja menuju ke *dumping area* \pm 1,4 km.

2.6. Waktu Kerja

PT. Harmak Indonesia memiliki satu *shift* kerja dan 6 hari kerja dalam satu minggu. Waktu kerja pada PT. Harmak Indonesia (lihat Lampiran A) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2
Waktu Kerja

Hari Kerja	Waktu Kerja	Keterangan Istirahat	Durasi Kerja (Jam)
Senin	07.00-12.00 dan 13.00-16.00	1 jam /shift	8
Selasa	07.00-12.00 dan 13.00-16.00	1 jam /shift	8
Rabu	07.00-12.00 dan 13.00-16.00	1 jam /shift	8
Kamis	07.00-12.00 dan 13.00-16.00	1 jam /shift	8
Jumat	07.00-11.30 dan 13.00-16.00	1 jam /shift	7,5
Sabtu	07.00-12.00 dan 13.00-16.00	1 jam /shift	8
Minggu	Libur	-	-
Total Jam Kerja/Minggu			47,5

BAB III

DASAR TEORI

3.1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Angkut

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat angkut, antara lain sebagai berikut :

3.1.1. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap suatu pelaksanaan pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu tersedia yang dinyatakan dalam persen (%). Adanya dua jenis hambatan yang sering ditemukan di lapangan yaitu hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang tidak dapat dihindari. Untuk menghitung efisiensi kerja dapat menggunakan persamaan (Kadir, Effendi., 2008) :

$$\text{Efisiensi Kerja (Ek)} = \frac{W_e}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

Ek = Efisiensi Kerja

We = Waktu kerja efektif, menit

Wt = Waktu kerja tersedia, menit

3.1.2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkat muatan, waktu dumping, dan waktu kembali kosong (Adiansyah, J. S., 2018). Untuk menghitung waktu edar dapat digunakan rumus :

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

C_{ta} = Waktu edar alat angkut, menit

T_{a1} = Waktu mengambil posisi untuk siap dimulai, detik

T_{a2} = Waktu diisi muatan, detik

T_{a3} = Waktu mengangkat muatan, detik

T_{a4} = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, detik

Ta₅ = Waktu muatan ditumpahkan, detik

Ta₆ = Waktu kembali kosong, detik

3.1.3. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan volume material yang diganggu dari bentuk aslinya, sedangkan berat material tetap. Pengukuran volume atau bobot isi material tersebut dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Keadaan Asli (*Bank Condition*)

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan dari luar, butiran-butiran material masih terkonsolidasi dengan baik. Satuan volume material dalam keadaan asli disebut meter kubik dalam keadaan asli (*Bank Cubic Meter/BCM*).

2. Keadaan Terberai (*Loose Condition*)

Material yang telah tergali dari tempat aslinya akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang. Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga-rongga udara di antara butiran-butiran material. Satuan volume material dalam keadaan terberai disebut meter kubik dalam keadaan terberai (*Loose Cubic Meter/LCM*).

3. Keadaan Padat (*Compacted Condition*)

Keadaan padat akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan. Adanya penyusutan rongga udara di antara butiran-butiran material, volumenya berkurang tetapi beratnya sama. Satuan volume material keadaan padat disebut meter kubik dalam keadaan padat (*Compacted Cubic Meter/CCM*).

Rumus untuk menghitung *swell factor* (SF) ada dua, yaitu :

- Rumus *swell factor* berdasarkan volume :

$$SF = \frac{\text{Bank Volume}}{\text{Loose Volume}} \dots\dots\dots(3.3)$$

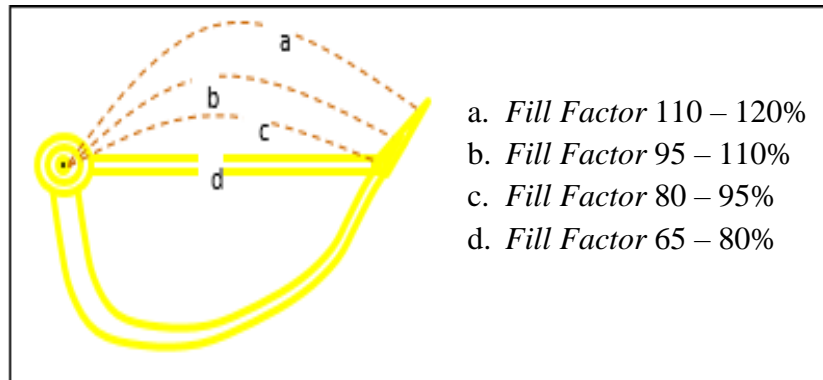
- Rumus *swell factor* berdasarkan densitas :

$$SF = \frac{\text{Loose Density}}{\text{Bank Density}} \dots\dots\dots(3.4)$$

3.1.4. Faktor Pengisian *Bucket* (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu *bucket* alat gali muat (munjung) dengan kapasitas *bucket* yang dinyatakan dalam

persen (%). Faktor pengisian dari suatu alat gali muat dipengaruhi oleh kapasitas *bucket*, jenis dan sifat material yang ditangani. Penentuan faktor pengisian alat gali muat dengan kondisi kerja yang ada dapat ditentukan berdasarkan tabel di bawah ini.



(Sumber : Ananda, N. N. dan Anaperta, Y. M., 2019)

Gambar 3.1

Ilustrasi *Fill Factor* pada *Bucket*

3.2. Kemampuan Produksi Alat Angkut

Produksi alat angkut dipengaruhi oleh banyaknya *trip* atau lintasan yang dapat dicapai oleh alat angkut tersebut. Banyaknya *trip* dipengaruhi oleh waktu edar dan efisiensi kerja alat. Untuk menghitung produksi alat angkut dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

- Banyaknya *Trip* (T)

$$T = \frac{60}{Cta} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

- T = Banyaknya *trip*, *trip*/jam
- Cta = Waktu edar *dump truck*, menit
- 60 = Konversi dari menit ke jam

- Produksi Alat Angkut

$$Pta = T \times Kb \times F \times n \times Ek \times Sf \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

- Pta = Produk alat angkut, BCM/jam
- T = Banyaknya *trip*, *trip*/jam
- Kb = Kapasitas mangkuk (*bucket capacity*), m³
- F = Faktor pengisian mangkuk *excavator*, %

n = Banyaknya pemuatan mangkuk *excavator*

Ek = Efisiensi kerja, %

Sf = *Swell factor*

3.3. Tahanan yang Mempengaruhi Gerak Kendaraan

Tahanan gerak kendaraan merupakan apapun yang menghambat laju dari Bergeraknya suatu benda. Tahanan yang dialami oleh alat angkut yang melaju di atas permukaan tanah dibagi menjadi dua yaitu tahanan gulir dan tahanan kemiringan. Tahanan total yang besar akan memperlambat laju dari alat angkut sehingga sebisa mungkin dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kecepatan laju kendaraan agar alat angkut bekerja lebih efektif. Untuk mencari nilai dari tahanan total dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Wood, Graeme Scott., 1994) :

$$Total\ Resistance = Grade\ Resistance + Rolling\ Resistance.....(3.7)$$

3.3.1. Tahanan Gulir (*Rolling Resistance*)

Tahanan gulir adalah tahanan yang berusaha menahan putaran roda kendaraan (lb). Jika tahanan gulir semakin besar akan menyebabkan gaya yang diperlukan untuk menarik kendaraan di atas tanah semakin besar, hal ini akan menyebabkan konsumsi bahan bakar yang dipergunakan alat angkut semakin banyak. Menghitung besarnya *rolling resistance* dapat menggunakan rumus (Purifoy, 2006) :

$$RR\ factor = 40\ lb/ton + 30\ lb/ton/inch \times tire\ penetration.....(3.8)$$

$$RR = RR\ factor\ (lb/ton) \times gross\ machine\ weight.....(3.9)$$

Keterangan :

Tire Penetration = Amblasan ban pada permukaan jalan angkut, inch

Gross machine weight = Berat keseluruhan alat angkut, ton

Faktor-faktor yang mempengaruhi tahanan gulir yaitu :

1. Berat muatan, yaitu semakin besar muatan yang diberikan maka semakin besar pula tahanan gulirnya.
2. Keadaan jalan, yaitu semakin rata dan keras jalan angkut maka semakin kecil tahanan gulirnya.
3. Gesekan dalam (*internal friction*), yaitu jika terdapat penambahan daya mekanis antara mesin dan ban maka akan meningkatkan tahanan gulirnya.
4. Pengemudi, yaitu keahlian operator dalam mengemudi kendaraannya.

Pengamatan langsung di lapangan dapat menunjukkan berbagai macam besarnya amblasan roda alat angkut pada permukaan jalan angkut tambang.

3.3.2. Tahanan Kemiringan (*Grade Resistance*)

Tahanan kemiringan adalah tahanan yang disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian dari titik awal ke titik selanjutnya, dapat juga diartikan sebagai gaya yang hilang akibat adanya perbedaan kemiringan jalan. Alat angkut dapat bergerak pada kemiringan jalan jika dapat mengatasi hambatan/gaya yang hilang akibat pengaruh dari tahanan kemiringan. Tahanan kemiringan bernilai positif jika bergerak menanjak sedangkan bernilai negatif jika menurun. Standar perusahaan tambang grade pada jalan angkut tidak boleh melebihi 8%. Faktor-faktor yang mempengaruhi tahanan kemiringan yaitu besarnya kemiringan jalan (%) dan berat kendaraan (ton).

Jika kendaraan bergerak naik diperlukan tambahan daya untuk mengatasi *grade resistance*. Jika bergerak turun daya mesin pada roda ditambah oleh adanya pengaruh jalan turun yang mengurangi pemakaian *rimpull* atau kemiringan jalan bernilai negatif, sehingga akan terjadi pengereman dan penambahan tenaga mesin untuk menahan laju kendaraan. Besarnya nilai kemiringan rata-rata untuk setiap 1% kemiringan yaitu ± 20 lbs/ton. Perhitungan tahanan kemiringan dapat dihitung dengan rumus (Purifoy, 2006) :

$$GR\ factor = 20\ lb/ton \times \% \ grade \dots\dots\dots(3.10)$$

$$GR = GR\ factor\ (lb/ton) \times gross\ machine\ weight \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

Grade = Kemiringan jalan, %

Gross machine weight, ton

3.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Bahan Bakar

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar alat angkut, antara lain sebagai berikut :

3.4.1. Daya Alat

Daya alat angkut adalah usaha yang dilakukan per satuan waktu. Usaha adalah gaya yang diperlukan untuk memindahkan sesuatu dari suatu tempat ke tempat lain (jarak). Satuan daya alat adalah TK (tenaga kuda) atau HP (*horse power*). Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar yang digunakan pada setiap

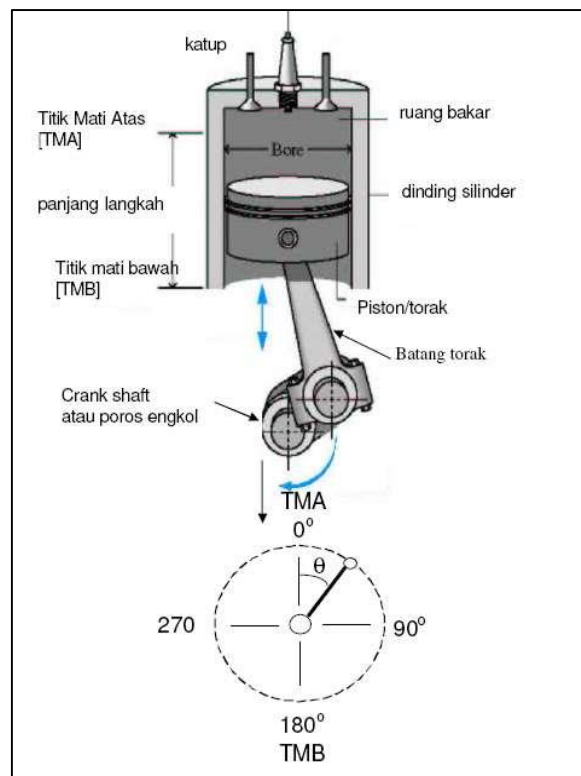
alat mekanis menggunakan nilai dari HP yang tersedia pada mesin yaitu *brake horse power* (bhp) atau HP mesin yang dihitung dari torsi mesin (dari engkol mesin), bukan *drawbar horsepower* (dbhp) yang merupakan HP yang disediakan pada roda.

3.4.2. Torsi

Torsi mesin (*engine torque*) adalah gaya (lbf) yang diperlukan untuk memutar engkol mesin dalam satuan lb.ft. Torsi mesin juga dapat digunakan untuk mengetahui besar HP mesin.

$$1 \text{ HP} = 550 \text{ lb.ft/detik}$$

$$= 33.000 \text{ lb.ft/menit}$$



(Sumber : Herman, B., 2017)

Gambar 3.2
Perputaran Engkol Mesin

3.4.3. Rimpull

Rimpull merupakan besarnya gaya atau kekuatan tarik yang dapat diberikan oleh mesin kepada roda atau ban penggeraknya yang menyentuh permukaan jalur jalan. *Rimpull* yang dapat dihasilkan pada setiap *gear* tidak sama, pada *gear* rendah *rimpull* yang tersedia besar, sedangkan pada *gear* tinggi *rimpull* yang tersedia kecil.

Rimpull dinyatakan dalam *pounds* (lbs) dan biasanya sudah tercantum dalam spesifikasi mesin, apabila tidak ada *rimpull* dapat dihitung dengan rumus :

$$Rimpull = \frac{375 \times HP \times eff}{speed \text{ (mph)}} \dots\dots\dots(3.12)$$

Rumus lain untuk menghitung *rimpull* yaitu :

$$Rimpull = \frac{0,90 \times \text{Torsi mesin (lb.in)} \times \text{Total rasio gear} \times eff}{Tire rolling radius} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

HP = Daya mesin, HP

Speed = Kecepatan, mph

eff = Efisiensi mesin (untuk kendaraan beroda ban 80-85%)

3.4.4. *Rimpull* untuk Percepatan

Rimpull untuk percepatan adalah penambahan kecepatan dari kendaraan bergerak yang diperoleh dari “gaya percepatan” yang diambil dari kelebihan *rimpull*. *Rate* percepatan bergantung pada berat kendaraan dan kelebihan *rimpull* pada masing-masing *gear* alat angkut.

Apabila tidak ada kelebihan *rimpull* maka kecepatan laju kendaraan tak dapat ditambah lagi. Pengamatan langsung di lapangan menunjukkan bahwa dalam keadaan truk bermuatan dan kosong apabila berada pada jalan yang menanjak dan menurun akan ada gaya percepatan yang diberikan oleh alat angkut untuk mempertahankan kecepatan dan menambah laju kecepatan kendaraan. Hal ini bertujuan untuk mempercepat waktu edar alat angkut. Percepatan alat angkut dapat dihitung dengan rumus (Wedhanto, Sonny., 2009) :

$$a = \frac{F \times g}{W} \dots\dots\dots(3.14)$$

Keterangan :

a = Percepatan, ft/dt²

F = Gaya percepatan, lb

g = Percepatan gravitasi, 32,2 ft/dt²

W = Berat kendaraan, lb

Angka *rimpull* yang efektif dibutuhkan untuk percepatan, diambil dari angka yang mendekati angka pada kolom *rimpull* yang dibutuhkan pada tabel 3.3. *Rimpull* untuk percepatan angkanya harus lebih kecil dari pada sisa *rimpull* yang tersedia.

Tabel 3.1
Rate Percepatan untuk Setiap Berat 1 Ton

Rate Percepatan (mph/menit)	Rimpull yang Dibutuhkan (lb/ton)
3,3	5
6,6	10
13,2	20
19,8	30
26,4	40
33,0	50
39,6	60
46,2	70
52,8	80
59,4	90
66,0	100
132,0	200
198,0	300
264,0	400
330,0	500
396,0	600
462,0	700
528,0	800
594,0	900
660,0	1000

(Sumber : Indonesianto, Yanto., 2014)

3.4.5. Load Factor

Load factor adalah suatu faktor pengali untuk memperoleh *horse power* yang sesungguhnya, sehubungan dengan pengertian bahwa tenaga maksimum tidak dipergunakan menerus selama periode kerja, jadi besar kecilnya *load factor* tergantung pada kondisi kerjanya. Besarnya *load factor* dapat dihitung dengan menggunakan pengamatan RPM selama satu jam dan *hourmeter* (jam kerja mesin). *Load factor* juga dapat diketahui dari perhitungan besarnya jumlah *rimpull* yang terpakai. Rumus untuk mencari nilai dari *load factor* yaitu sebagai berikut :

- Dengan pengamatan RPM :

$$Load\ factor = \frac{RPM\ terpakai\ senyatanya}{RPM\ tersedia\ dalam\ mesin\ pada\ HP\ maksimal} \dots\dots\dots(3.15)$$

- Dengan *hourmeter* (jam kerja mesin) :

$$Load\ factor = \frac{Hourmeter\ mesin\ (jam\ kerja\ mesin)}{Watch\ time\ (waktu\ sebenarnya)} \dots\dots\dots(3.16)$$

- Dengan perhitungan *rimpull* :

$$Load\ factor = \frac{Rimpull\ terpakai}{Rimpull\ maksimum} \dots\dots\dots(3.17)$$

3.5. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Menghitung kebutuhan bahan bakar solar pada suatu alat sangat penting dilakukan. Hal ini dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} & \text{Konsumsi BBM} \\ & = \frac{\text{Berat bahan bakar terpakai/hp/jam} \times \text{brake HP} \times \text{load factor}}{\text{Berat bahan bakar per gallon}} \dots\dots(3.18) \end{aligned}$$

Keterangan :

- Berat bahan bakar terpakai/hp/jam = Berat bahan bakar yang masuk ke mesin selama 1 jam, lb/hp/jam
- Brake HP* = Daya mesin, HP
- Load factor* = Beban kerja alat
- Berat bahan bakar per gallon = Berat bahan bakar dalam 1 gallon, lb/gallon

3.6. Rasio Bahan Bakar Alat Angkut

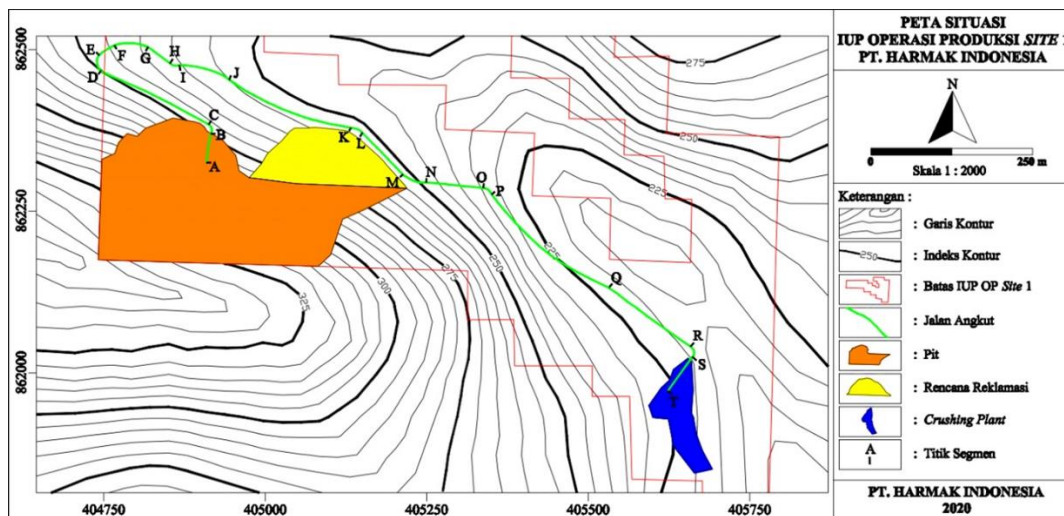
Rasio bahan bakar adalah perbandingan antara konsumsi bahan bakar dengan banyaknya produktivitas. Konsumsi bahan bakar berlebih akan mengakibatkan bertambahnya rasio bahan bakar alat angkut terhadap produksi alat angkut pada satuan waktu. Kondisi alat angkut, kemiringan jalan angkut dan perkerasan jalan angkut harus diperhatikan untuk memperkecil pemakaian bahan bakar. Rumus dalam perhitungan rasio bahan bakar yaitu :

$$Fuel\ Ratio = \frac{\text{Konsumsi Bahan Bakar (gallon/jam)}}{\text{Produktifitas (ton/jam)}} \dots\dots\dots(3.19)$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Lokasi penelitian difokuskan pada jalan angkut mulai dari *front* kerja dengan menggunakan alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT menuju *dumping area* dengan jarak angkut sejauh $\pm 1,4$ km. Untuk memudahkan dalam pengamatan dan perhitungan, maka jalan angkut yang menghubungkan antara tempat pemuatan menuju *dumping area* dibagi dalam beberapa segmen jalan yang didasarkan pada nilai elevasi, jalan lurus, jalan tikungan, amblasan jalan dan jarak angkut. Peta jalan angkut dapat dilihat pada gambar di bawah ini atau dapat dilihat pada Lampiran R.



Gambar 4.1
Peta Jalan Angkut

4.1 Produktivitas Alat Angkut

Hasil penelitian mengenai nilai produktivitas alat angkut yaitu sebagai berikut:

4.1.1. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat angkut mulai dari pemuatan sampai kembali menuju *front* kerja. Lama waktu edar erat kaitannya dengan jumlah produksi yang dihasilkan setiap jamnya. Waktu edar

yang lama menyebabkan turunnya produktivitas. Waktu edar pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT dapat dilihat pada tabel di bawah ini (lihat Lampiran D).

Tabel 4.1
Waktu Edar Alat Angkut

Alat Angkut	Spot Loading (detik)	Loading (detik)	Travel Hauling (detik)	Spot Dumping (detik)	Dumping (detik)	Travel Empty (detik)	Delay (detik)	CT (detik)	Ritase (rit/jam)
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	16.03	210.61	533.77	97.90	92.26	395.74	105.97	1452.29	2.48
Toyota Dyna 130HT	16.29	214.29	537.75	98.98	91.93	395.85	106.03	1461.12	2.46

4.1.2. Faktor Pengisian *Bucket* (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian *bucket* adalah suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata *bucket* dengan kapasitas *bucket* menurut spesifikasi alat muat. Pada lokasi penelitian, dalam kegiatan pemuatan menggunakan *excavator* dengan kapasitas *bucket* 0,8 m³ didapat faktor pengisian *bucket*-nya yaitu 85% sedangkan kapasitas *vessel* alat angkut adalah 7,65 m³. Hasil pengamatan menunjukkan untuk mengisi 1 *vessel* penuh rata-rata dibutuhkan 9 kali pemuatan. Berdasarkan data dari perusahaan, *swell factor* material batu andesit didapatkan sebesar 0,57 (lihat Lampiran B).

4.1.3. Kemampuan Produksi Alat Angkut

Pada lokasi penelitian, di *front* kerja terdiri dari satu alat muat Excavator Hyundai 220-95H dan dua alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan dua alat angkut Toyota Dyna 130HT. Efisiensi kerja alat angkut merupakan pengali dalam menentukan nilai produktivitas teori alat angkut. Efisiensi kerja alat angkut pada lokasi penelitian diketahui sebesar 0,85 (lihat Lampiran A). Data produksi alat angkut selama satu jam untuk Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah 11,25 ton/jam sedangkan untuk Toyota Dyna 130HT adalah 11,15 ton/jam (lihat Lampiran K).

Tabel 4.2
Produksi Alat Angkut

Alat Angkut	Cta (menit)	Kb (m ³)	F (%)	n	Ek (%)	Sf	Produksi (ton/jam)
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	24,20	0,8	85	9	85	0,57	11,25
Toyota Dyna 130HT	24,35	0,8	85	9	85	0,57	11,15

4.2 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut

Hasil penelitian mengenai konsumsi bahan bakar alat angkut yaitu sebagai berikut :

4.2.1. *Rimpull* Setiap *Gear* Alat Angkut

Beban kerja maksimum yang masih dapat ditarik oleh alat angkut dapat diperoleh berdasarkan pengamatan dan spesifikasi alat angkut yang digunakan. Pada spesifikasi alat angkut sudah diketahui nilai rasio dari masing-masing *gear* sehingga nilai *rimpull* diperoleh dari parameter rasio *gear*. *Rimpull* pada masing-masing alat angkut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.3
Rimpull Setiap *Gear* Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Transmisi	Rasio <i>Gear</i>	<i>Rimpull</i>		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
<i>Gear</i> 1	5,380	5.655,52	706,94	1.488,29
<i>Gear</i> 2	3,028	3.183,07	397,88	837,65
<i>Gear</i> 3	1,700	1.787,07	223,38	470,28
<i>Gear</i> 4	1,000	1.051,21	131,40	276,63
<i>Gear</i> 5	0,722	758,98	94,87	199,73

Tabel 4.4
Rimpull Setiap *Gear* Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Transmisi	Rasio <i>Gear</i>	<i>Rimpull</i>		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
<i>Gear</i> 1	5,342	5.756	697,70	1.506,81
<i>Gear</i> 2	2,975	3.205,70	388,57	839,19
<i>Gear</i> 3	1,604	1.728,39	209,50	452,46
<i>Gear</i> 4	1,000	1.077,55	130,61	282,08
<i>Gear</i> 5	0,712	767,21	93,00	200,84

Besarnya *rimpull* disesuaikan dengan spesifikasi alat angkut (lihat Lampiran C) meliputi rasio *gear*, efisiensi alat angkut, torsi mesin dan jari-jari roda. Alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dengan berat total 8 ton dan berat kosongan 3,8 ton memiliki *rimpull* terbesar pada gear pertama yaitu 5.655,52 lb dan alat angkut Toyota Dyna 130HT berat total 8,25 ton dan berat kosongan 3,82 ton memiliki *rimpull* terbesar pada gear pertama yaitu 5.756 lb (lihat Lampiran E). Semakin besar beban dan hambatan yang diterima oleh alat angkut maka akan semakin besar pula *rimpull* yang digunakan, begitu juga sebaliknya.

4.2.2. Perhitungan *Rolling Resistance* dan *Grade Resistance*

Rolling resistance dan *grade resistance* pada jalan angkut dapat dikendalikan sehingga energi yang hilang dapat berkurang. Pengendalian *rolling resistance* dapat berupa pemadatan jalan angkut menggunakan roller/compactor sedangkan untuk perataan bisa menggunakan grader, dozer dan scraper di mana standar perusahaan untuk kedalaman amblasan akibat roda alat angkut tidak lebih dari 5 cm. Sedangkan *grade resistance* dengan *design* jalan angkut yang kemiringan jalannya kurang dari 8% sesuai standar perusahaan. Pada tabel 4.5 dan 4.6, untuk amblasan oleh roda pada permukaan jalan angkut yang lebih dari 5 cm diberi tanda warna kuning sedangkan untuk kemiringan jalan angkut yang lebih dari 8% diberi tanda warna biru.

Kondisi jalan angkut harus benar-benar diperhatikan untuk memperlancar kegiatan pengangkutan. Tahanan gelinding dan tahanan kemiringan alat angkut pada setiap segmen jalan berbeda-beda (lihat Lampiran G dan Lampiran H).

Tabel 4.5
Rolling Resistance dan *Grade Resistance* Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

No.	Segmen Jalan	Amblasan Jalan (cm)		Grade (%)		<i>Rolling Resistance</i> (lb)		<i>Grade Resistance</i> (lb)	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	0,5	0,25	-2.30	2.30	367.28	163.17	-368.18	174.88
2	B - C	0,5	0,25	-10.56	10.56	367.28	163.17	-1690.00	802.75
3	C - D	0,5	0,25	1.50	-1.50	367.28	163.17	239.82	-113.92
4	D - E	0,5	0,25	-4.66	4.66	367.28	163.17	-745.79	354.25
5	E - F	0,5	0,25	-16.17	16.17	367.28	163.17	-2587.74	1229.18
6	F - G	2	1	-9.80	9.80	508.88	196.92	-1567.98	744.79
7	G - H	4,3	2,5	-3.15	3.15	726.32	264.18	-504.47	239.62
8	H - I	3,5	2,5	-12.18	12.18	650.72	264.18	-1948.00	925.30
9	I - J	1	0,5	-6.80	6.80	414.56	174.46	-1088.77	517.17
10	J - K	1	0,5	-1.12	1.12	414.56	174.46	-178.41	84.75
11	K - L	1	0,5	-1.72	1.72	414.56	174.46	-274.47	130.37
12	L - M	2	1	-0.04	0.04	508.88	196.92	-7.11	3.38
13	M - N	3,5	2,5	-9.43	9.43	650.72	264.18	-1508.43	716.50
14	N - O	2	1	-15.90	15.90	508.88	196.92	-2544.35	1208.57
15	O - P	0,5	0,25	-12.10	12.10	367.28	163.17	-1936.31	919.75
16	P - Q	2	1	-2.15	2.15	508.88	196.92	-343.47	163.15
17	Q - R	0	0	-5.98	5.98	320.00	152.00	-956.98	454.57
18	R - S	6	4	5.83	-5.83	886.88	331.55	933.12	-443.23
19	S - T	0,5	0,25	10.48	-10.48	367.28	163.17	1677.36	-796.75

Tabel 4.6
Rolling Resistance dan Grade Resistance Toyota Dyna 130HT

No.	Segmen Jalan	Amblasan Jalan (cm)		Grade (%)		Rolling Resistance (lb)		Grade Resistance (lb)	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	0,5	0,25	-2.30	2.30	378.76	164.03	-379.68	175.81
2	B - C	0,5	0,25	-10.56	10.56	378.76	164.03	-1742.81	806.97
3	C - D	0,5	0,25	1.50	-1.50	378.76	164.03	247.32	-114.52
4	D - E	0,5	0,25	-4.66	4.66	378.76	164.03	-769.09	356.11
5	E - F	0,5	0,25	-16.17	16.17	378.76	164.03	-2668.60	1235.64
6	F - G	2	1	-9.80	9.80	524.78	197.95	-1616.98	748.71
7	G - H	4,3	2,5	-3.15	3.15	749.02	265.57	-520.24	240.88
8	H - I	3,5	2,5	-12.18	12.18	671.06	265.57	-2008.88	930.17
9	I - J	1	0,5	-6.80	6.80	427.52	175.38	-1122.79	519.89
10	J - K	1	0,5	-1.12	1.12	427.52	175.38	-183.99	85.19
11	K - L	1	0,5	-1.72	1.72	427.52	175.38	-283.05	131.06
12	L - M	2	1	-0.04	0.04	524.78	197.95	-7.34	3.40
13	M - N	3,5	2,5	-9.43	9.43	671.06	265.57	-1555.57	720.28
14	N - O	2	1	-15.90	15.90	524.78	197.95	-2623.86	1214.93
15	O - P	0,5	0,25	-12.10	12.10	378.76	164.03	-1996.82	924.59
16	P - Q	2	1	-2.15	2.15	524.78	197.95	-354.20	164.01
17	Q - R	0	0	-5.98	5.98	330.00	152.80	-986.89	456.96
18	R - S	6	4	5.83	-5.83	914.60	333.30	962.28	-445.56
19	S - T	0,5	0,25	10.48	-10.48	378.76	164.03	1729.78	-800.94

Permukaan jalan angkut di lokasi penelitian terdiri dari berbagai macam material jalan. Permukaan jalan pada segmen A - B, B - C dan C - D disusun oleh material utama batu andesit dengan diselimuti material halus batu andesit. Pada segmen D - E, E - F, F - G, I - J, J - K, K - L, L - M, N - O, O - P, P - Q dan S - T disusun oleh material utama batu gamping dengan diselimuti material kerikil batu andesit dan batu gamping. Pada segmen G - H, H - I, M - N dan R - S disusun oleh tanah basah dan material kerikil batu andesit. Pada segmen Q - R merupakan permukaan jalan aspal.

4.2.3. Daya Alat

Untuk menghitung kebutuhan bahan bakar yang digunakan adalah dengan nilai dari daya mesin yang tersedia pada mesin yaitu *brake horse power* (bhp) atau tenaga mesin yang dihitung dari torsi mesin (dari engkol mesin), bukan *drawbar horse power* (dbhp) yang merupakan daya mesin yang disediakan pada roda. *Brake horse power* pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sebesar 31,85 HP dan Toyota Dyna 130HT sebesar 36,73 HP (lihat Lampiran F).

4.2.4. Load Factor

Besarnya *load factor* dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan besarnya jumlah *rimpull* yang digunakan dengan *rimpull* yang tersedia pada setiap gear alat angkut dan pada kondisi waktu tunggu alat angkut besarnya *load factor* dihitung dengan menggunakan perbandingan besarnya jumlah RPM yang digunakan dengan RPM yang tersedia pada HP maksimal. Pada jalan angkut tambang dari *front* penambangan sampai *dumping point* di tempat pengolahan, alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 memiliki *load factor* rata-rata 0,795 untuk keadaan truk bermuatan dan 0,526 untuk keadaan truk tanpa muatan, sedangkan untuk alat angkut Toyota Dyna 130HT memiliki *load factor* rata-rata 0,785 untuk keadaan truk bermuatan dan 0,526 untuk keadaan truk tanpa muatan (lihat Lampiran O). *Load factor* alat angkut akan semakin mempengaruhi konsumsi bahan bakar, dengan pengertian bahwa *load factor* adalah faktor pengali untuk memperoleh *horse power* yang sesungguhnya digunakan oleh alat angkut tersebut.

Tabel 4.7
Load Factor Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

No.	Segmen Jalan	Total Resistance (lb)		Gear		Load Factor	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	-0.90	338.06	5	5	0.869	0.465
2	B - C	-1322.72	965.92	5	4	0.594	0.660
3	C - D	607.10	49.26	5	5	0.910	0.300
4	D - E	-378.51	517.42	5	5	0.690	0.568
5	E - F	-2220.46	1392.35	5	3	0.771	0.669
6	F - G	-1059.10	941.70	5	4	0.769	0.660
7	G - H	221.85	503.80	5	5	0.836	0.559
8	H - I	-1297.28	1189.48	5	3	0.611	0.614
9	I - J	-674.21	691.62	5	5	0.735	0.634
10	J - K	236.15	259.20	5	5	0.846	0.459
11	K - L	140.09	304.83	5	5	0.892	0.472
12	L - M	501.77	200.29	5	5	0.898	0.429
13	M - N	-857.71	980.68	5	4	0.903	0.664
14	N - O	-2035.47	1405.48	5	3	0.652	0.674
15	O - P	-1569.03	1082.92	5	3	0.701	0.577
16	P - Q	165.41	360.06	5	5	0.909	0.480
17	Q - R	-636.98	606.57	5	5	0.760	0.610
18	R - S	1820.00	-111.68	2	5	0.855	0.308
19	S - T	2044.64	-633.57	2	5	0.911	0.197
Rata - rata						0.795	0.526

Tabel 4.8
Load Factor Toyota Dyna 130HT

No.	Segmen Jalan	<i>Total Resistance (lb)</i>		<i>Gear</i>		<i>Load Factor</i>	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	-0.93	339.84	5	5	0.863	0.465
2	B - C	-1364.06	971.01	5	4	0.610	0.661
3	C - D	626.08	49.51	5	5	0.933	0.329
4	D - E	-390.33	520.14	5	5	0.708	0.568
5	E - F	-2289.85	1399.68	5	3	0.697	0.672
6	F - G	-1092.19	946.66	5	4	0.790	0.664
7	G - H	228.78	506.45	5	5	0.855	0.559
8	H - I	-1337.82	1195.74	5	3	0.628	0.622
9	I - J	-695.28	695.26	5	5	0.661	0.636
10	J - K	243.53	260.57	5	5	0.865	0.441
11	K - L	144.47	306.44	5	5	0.821	0.471
12	L - M	517.45	201.35	5	5	0.919	0.429
13	M - N	-884.51	985.84	5	4	0.875	0.646
14	N - O	-2099.08	1412.88	5	3	0.670	0.677
15	O - P	-1618.06	1088.62	5	3	0.692	0.584
16	P - Q	170.58	361.96	5	5	0.838	0.480
17	Q - R	-656.89	609.76	5	5	0.686	0.610
18	R - S	1876.87	-112.27	2	5	0.871	0.291
19	S - T	2108.53	-636.91	2	5	0.927	0.198
Rata - rata						0.785	0.526

4.2.5. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut

Kebutuhan bahan bakar diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh alat angkut saat proses produksi. Di dalam perhitungan konsumsi bahan bakar, terdapat beberapa parameter yang harus diketahui. Beberapa parameter tersebut adalah *horse power*, besarnya bahan bakar yang masuk ke mesin, densitas bahan bakar dan *load factor* alat angkut. Besarnya nilai dari parameter-parameter dalam mencari nilai konsumsi bahan bakar alat angkut tersebut dapat diketahui melalui perhitungan data hasil pengamatan langsung di lapangan.

Berdasarkan data pengamatan langsung di lapangan untuk waktu tempuh pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 kondisi bermuatan adalah 12,07 menit, kondisi kosong adalah 6,86 menit dan kondisi *idle* adalah 5,28 menit. Semetara itu waktu tempuh pada Toyota Dyna 130HT kondisi bermuatan adalah 12,14 menit, kondisi kosong adalah 6,87 menit dan kondisi *idle* adalah 5,34 menit (lihat Lampiran I).

Kebutuhan bahan bakar solar untuk alat angkut dapat diketahui berdasarkan dengan perhitungan pemakaian *rimpull* pada berbagai macam pembebanan atau *load factor* dari alat angkut. Kebutuhan konsumsi bahan bakar alat angkut saat keadaan waktu tunggu dalam melakukan perhitungan *load factor* dihitung menggunakan perbandingan dari putaran mesin dalam satu menit atau RPM mesin yang digunakan dalam satu jam dengan RPM mesin yang tersedia pada HP maksimal. Nilai RPM saat mesin pada kondisi netral pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah sebesar 650 RPM dengan rata-rata waktu tunggu yaitu 13,08 menit per jam dan pada Toyota Dyna 130HT adalah sebesar 700 RPM dengan rata-rata waktu tunggu yaitu 13,13 menit per jam sehingga untuk nilai konsumsi bahan bakar saat waktu tunggu pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 yaitu sebesar 0,195 gallon/jam dan pada Toyota Dyna 130HT sebesar 0,217 gallon/jam (lihat Lampiran M).

Besarnya pemakaian bahan bakar berdasarkan pemakaian *rimpull* selama 1 jam pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.9
Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Berdasarkan Pemakaian *Rimpull* Selama 1 Jam

Alat Angkut	Load Factor		BBM (gallon/jam)		Rasio Waktu (jam)		Ritase (rit/jam)	BBM Setelah Rasio Waktu (gallon/jam)			BBM Total (gallon/jam)
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan		Bermuatan	Kosongan	Idle	
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	0,795	0,526	1,759	1,164	0,201	0,114	2,48	0,877	0,330	0,195	1,402
Toyota Dyna 130HT	0,785	0,526	2,001	1,343	0,202	0,114	2,46	0,996	0,378	0,217	1,591

Untuk biaya pengangkutan yang diperlukan pada alat angkut ketika beroperasi selama 1 jam pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah Rp57.183,- per jam sementara itu untuk Toyota Dyna 130HT adalah Rp64.887,- per jam. Biaya pengangkutan tersebut didasarkan pada harga bahan bakar solar bulan Februari 2020 yaitu seharga Rp10.775,- per liter (lihat Lampiran O).

4.3 Rasio Bahan Bakar

Rasio bahan bakar adalah perbandingan antara konsumsi bahan bakar dengan banyaknya produksi yang tercapai setiap jamnya. Semakin tinggi nilai

rasio bahan bakar maka semakin besar biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Untuk hasil dari rasio bahan bakar alat angkut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10
Rasio Bahan Bakar Alat Angkut

Alat Angkut	Konsumsi Bahan Bakar (gallon/jam)	Produksi (ton/jam)	Rasio Bahan Bakar (gallon/ton)
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	1,402	11,25	0,125
Toyota Dyna 130HT	1,591	11,15	0,143

Untuk biaya pengangkutan yang diperlukan pada alat angkut ketika beroperasi per tonnya pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah Rp5.097,- per ton sementara itu untuk Toyota Dyna 130HT adalah Rp5.829,- per ton. Biaya pengangkutan tersebut didasarkan pada harga bahan bakar solar bulan Februari 2020 yaitu seharga Rp10.775,- per liter (lihat Lampiran Q).

BAB V

PEMBAHASAN

Dalam kegiatan pengangkutan material batu andesit dibutuhkan biaya dalam kegiatan operasinya, salah satunya adalah bahan bakar. Bahan bakar merupakan biaya awal yang harus dikeluarkan agar kegiatan penambangan dapat berjalan sebagaimana mestinya. Pada penelitian ini difokuskan pada bahan bakar untuk mengangkut material batu andesit menggunakan alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT. Optimalisasi penggunaan bahan bakar diperlukan untuk menekan besar biaya bahan bakar yang dikeluarkan oleh alat angkut setiap jamnya.

5.1. Produktivitas Alat Angkut

Produksi alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sesuai dengan perhitungan adalah 11,25 ton/jam dan produksi alat angkut Toyota Dyna 130HT sesuai dengan perhitungan adalah 11,15 ton/jam (lihat Lampiran K). Besar nilai produktivitas suatu alat angkut bergantung pada besar kecilnya nilai tiap parameter yang ada seperti waktu edar alat angkut, *bucket fill factor*, kapasitas *bucket excavator*, jumlah pemuatan, *swell factor* dan efisiensi kerja alat angkut. Semakin kecil nilai waktu edar maka produksi akan meningkat dan begitu juga sebaliknya. Untuk parameter lain selain waktu edar apabila semakin besar nilainya maka produksi akan meningkat dan begitu juga sebaliknya. Untuk mencari perbaikan produktivitas alat angkut pada penelitian ini dilakukan dengan memperbaiki waktu edar pada kedua alat angkut tersebut. Nilai waktu edar Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sebelum perbaikan yaitu 24,20 menit dengan ritase yang dihasilkan yaitu 2,48 rit/jam dan waktu edar setelah perbaikan yaitu 20,64 menit dengan ritase yang dihasilkan yaitu 2,91 rit/jam. Sementara itu nilai waktu edar Toyota Dyna 130HT sebelum perbaikan yaitu 24,35 menit dengan ritase yang dihasilkan yaitu 2,46 rit/jam dan waktu edar setelah perbaikan yaitu 20,79 menit dengan ritase yang dihasilkan yaitu 2,89 rit/jam. Dengan dilakukannya perbaikan pada

waktu edar, maka nilai produksi alat angkut mengalami peningkatan (lihat Lampiran L) dengan besar nilai produksinya dapat dilihat pada tabel 5.1 di bawah ini.

Tabel 5.1
Produksi Alat Angkut Setelah Perbaikan

Alat Angkut	Cta (menit)	Kb (m ³)	F (%)	n	Ek (%)	Sf	Produksi (ton/jam)
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	20,64	0,8	85	9	85	0,57	13,20
Toyota Dyna 130HT	20,79	0,8	85	9	85	0,57	13,11

5.2. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut

Dalam penggunaan bahan bakar pada alat angkut, konsumsi bahan bakar bertambah besar seiring dengan penggunaan *load factor* pada mesin. Penggunaan *load factor* yang berlebihan akan menambah beban pada mesin sehingga penggunaan bahan bakar bertambah.

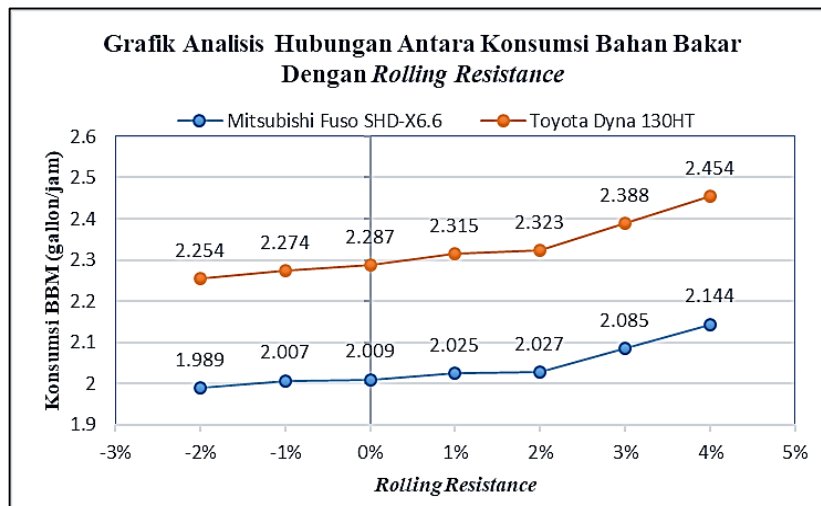
Brake horse power yang ada pada bawaan mesin alat angkut merupakan suatu tenaga yang dilakukan oleh mesin pada satuan waktu yang dihitung dari torsi. Besaran *brake horse power* menentukan tingkat konsumsi bahan bakar tiap jamnya. *Brake horse power* yang kecil maka konsumsi bahan bakar pada alat angkut kecil tetapi daya yang dihasilkan juga kecil sehingga untuk mengangkut beban yang lebih banyak tidak akan mampu dibanding dengan alat angkut yang mempunyai *brake horse power* yang besar. Selain dari *brake horse power*, terdapat juga faktor dari luar yang menimbulkan bertambahnya *load factor* pada mesin. Besaran *load factor* dipengaruhi oleh hambatan-hambatan yang harus ditanggulangi oleh *rimpull/rpm* sehingga alat angkut tetap dapat beroperasi. Hambatan-hambatan tersebut ialah *rolling resistance* dan *grade resistance*, ditambah pengaruh beban total pada kondisi (muatan, kosongan, *idle*) alat angkut juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar tiap jamnya.

5.1.1. Rolling Resistance

Besar *rolling resistance* yang ditimbulkan oleh kondisi permukaan jalan angkut dari *front* kerja menuju *dumping area* mengurangi *rimpull* yang terpakai pada mesin setiap *gear*-nya. Penentuan *rolling resistance* di lokasi penelitian didasarkan pada nilai amblasan yang diakibatkan oleh roda.

Diketahui segmen jalan angkut yang memiliki nilai amblasan melebihi standar dari perusahaan sedalam 5 cm yaitu pada segmen R - S dengan kedalaman 6 cm. Nilai amblasan yang lebih dari 5 cm perlu dilakukannya kegiatan perataan kembali menggunakan *backhoe* atau alat angkut yang beroperasi sehingga nilai amblasan dapat berkurang.

Analisis pengaruh *rolling resistance* terhadap penggunaan bahan bakar pada alat angkut dilakukan pada kondisi bermuatan dan kemiringan jalan dianggap tidak ada (0%) dengan mengubah pengaruh amblasan (inch) pada jalan alat angkut. Keterkaitan antara *rolling resistance* dengan amblasan jalan ialah setiap 1 inch amblasan terjadi akan menambah 1,5% kali dari kondisi jalan permukaan jalan angkut semula. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pengaruh *rolling resistance* terhadap penggunaan bahan bakar.



Gambar 5.1

Grafik Analisis Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar Dengan *Rolling Resistance*

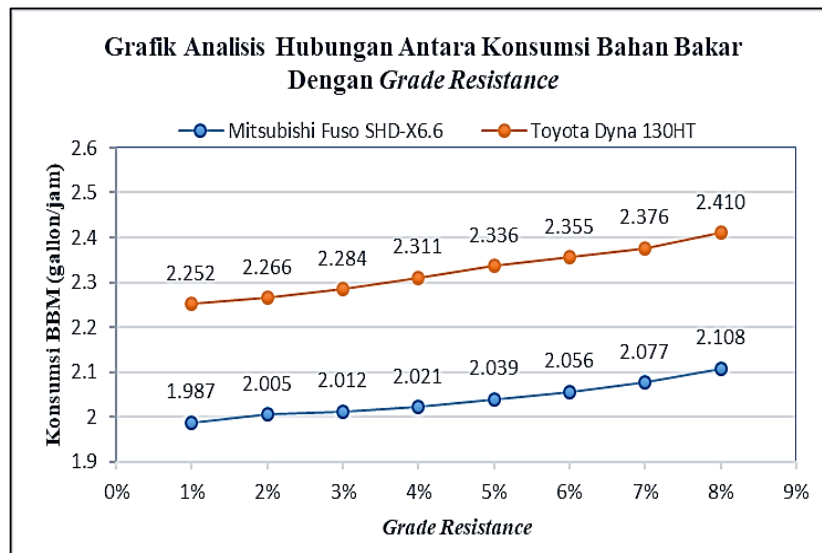
Gambar 5.1 diketahui bahwa setiap penambahan *rolling resistance* sebesar 1% akan menambah konsumsi bahan bakar rata-rata pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sebesar 0,026 gallon/jam dan Toyota Dyna 130HT sebesar 0,033 gallon/jam.

5.1.2. *Grade Resistance*

Sesuai dengan standar perusahaan untuk *grade* jalan angkut maksimal adalah 8%, dari pengamatan di lapangan ditemukan beberapa *grade* jalan angkut yang masih melebihi standar perusahaan yaitu pada segmen B - C, E - F, F - G, H - I, M - N, N - O, O - P dan S - T. Kemiringan jalan angkut merupakan suatu kerugian jika melebihi batas (>8%) dari segi waktu edar, kondisi alat angkut,

konsumsi bahan bakar, dan keamanan. Untuk mengatasi tanjakan pada jalan angkut maka dibutuhkan waktu yang lebih karena pada saat alat angkut berada pada tanjakan diperlukan *rimpull* besar yang berada pada gigi kecil dengan kecepatan yang kecil juga. Selain itu, semakin bertambahnya kemiringan jalan maka *rimpull* yang digunakan semakin besar, akibatnya nilai *load factor* bertambah. Oleh karena itu, perlu adanya penurunan *grade* sampai pada standar perusahaan 8% atau pengalihan jalan angkut dari *front* kerja menuju tempat pengolahan agar *rimpull* yang terpakai menjadi lebih sedikit.

Analisis hubungan antara *grade resistance* dengan konsumsi bahan bakar dilakukan pada kondisi bermuatan dan nilai *rolling resistance* dianggap tidak ada. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besar pengaruh perubahan *grade resistance* terhadap konsumsi bahan bakar.



Gambar 5.2
Grafik Analisis Hubungan Antara Konsumsi Bahan Bakar Dengan *Grade Resistance*

Gambar 5.2 diketahui bahwa setiap penambahan *grade resistance* sebesar 1% akan menambah konsumsi bahan bakar rata-rata pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sebesar 0,017 gallon/jam dan Toyota Dyna 130HT sebesar 0,023 gallon/jam. Dari hasil grafik diketahui bahwa besar pengaruh *rolling resistance* lebih tinggi daripada *grade resistance*.

5.1.3 Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Berdasarkan Pemakaian *Rimpull*

Pengaruh *grade resistance* dan *rolling resistance* jalan angkut terhadap konsumsi bahan bakar alat angkut apabila *grade* dan amblesan jalan angkut yang

besar akan mengakibatkan *rimpull* yang dibutuhkan besar dan kecepatan alat angkut semakin kecil. Dalam kondisi aktual di lapangan masih terdapat segmen yang memiliki *grade* jalan angkut lebih dari rekomendasi perusahaan yaitu 8%, untuk tahanan gelinding masih terdapat beberapa segmen jalan yang mempunyai amblasan roda alat angkut yang melebihi rekomendasi perusahaan, di mana batas yang direkomendasikan oleh perusahaan yaitu amblasan maksimal 5 cm pada jalan angkut tambang. Terdapat satu segmen dari 19 segmen jalan angkut yang melebihi standar perusahaan dengan amblasan maksimal 5 cm dan terdapat 8 segmen dari 19 segmen jalan angkut yang melebihi rekomendasi *grade* jalan angkut oleh perusahaan dengan *grade* maksimal 8%.

Berdasarkan data pengamatan langsung di lapangan untuk waktu tempuh pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 kondisi bermuatan adalah 12,07 menit, kondisi kosong adalah 6,86 menit dan kondisi *idle* adalah 5,28 menit. Setelah dilakukan perbaikan berturut-turut menjadi 10,50 menit, 5,70 menit dan 4,44 menit. Semetara itu waktu tempuh pada Toyota Dyna 130HT kondisi bermuatan adalah 12,14 menit, kondisi kosong adalah 6,87 menit dan kondisi *idle* adalah 5,34 menit. Setelah dilakukan perbaikan berturut-turut menjadi 10,58 menit, 5,70 menit dan 4,50 menit (lihat Lampiran I dan Lampiran J). Perbaikan kondisi waktu tempuh alat angkut didapat dari modus dari data di bawah rata-rata.

Konsumsi bahan bakar saat *idle* dilihat dari nilai RPM saat mesin kondisi netral pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah sebesar 650 RPM dengan rata-rata waktu tunggu setelah perbaikan yaitu 12,90 menit per jam dan pada Toyota Dyna 130HT dengan nilai RPM saat mesin kondisi netral adalah sebesar 700 RPM dengan rata-rata waktu tunggu setelah perbaikan yaitu 12,99 menit per jam sehingga untuk nilai konsumsi bahan bakar saat waktu tunggu setelah perbaikan pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 yaitu sebesar 0,192 gallon/jam dan pada Toyota Dyna 130HT sebesar 0,214 gallon/jam (lihat Lampiran N).

Konsumsi bahan bakar berdasarkan perhitungan *rimpull* sebelum perbaikan *rolling resistance* dan *grade resistance* untuk Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah 1,402 gallon/jam dan pada Toyota Dyna 130HT adalah 1,591 gallon/jam (lihat Lampiran O), sedangkan setelah dilakukan perbaikan untuk Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 menurun menjadi 1,371 gallon/jam dan pada Toyota Dyna 130HT

menurun menjadi 1,559 gallon/jam (lihat Lampiran P). Dengan adanya perbaikan konsumsi bahan bakar alat angkut tersebut maka akan berpengaruh juga pada biaya konsumsi bahan bakar yang diperlukan.

Biaya konsumsi bahan bakar yang diperlukan setelah perbaikan untuk alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 yang semula Rp57.183,- per jam turun menjadi Rp55.912,- per jam dan untuk Toyota Dyna 130HT yang semula Rp64.887,- per jam turun menjadi Rp63.583,- per jam. Penentuan biaya konsumsi bahan bakar didasarkan pada harga bahan bakar solar bulan Februari 2020 yaitu seharga Rp10.775,- per liter.

Konsumsi bahan bakar pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 berdasarkan perhitungan lebih hemat dari Toyota Dyna 130HT dikarenakan Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 memiliki daya mesin sebesar 31,85 HP lebih rendah 4,88 HP dari Toyota Dyna 130HT yakni 36,73 HP, di mana daya mesin merupakan faktor pengali yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar tiap jamnya.

Besarnya konsumsi bahan bakar berdasarkan pemakaian *rimpull* selama 1 jam setelah perbaikan jalan angkut pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2
Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Berdasarkan Pemakaian *Rimpull* Selama 1 Jam Setelah Perbaikan Jalan Angkut

Alat Angkut	Load Factor		BBM (gallon/jam)		Rasio Waktu (jam)		Ritase (rit/jam)	BBM Setelah Rasio Waktu (gallon/jam)			BBM Total (gallon/jam)
	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan		Bermuatan	Kosongan	Idle	
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	0,773	0,498	1,721	1,097	0,175	0,095	2,91	0,876	0,303	0,192	1,371
Toyota Dyna 130HT	0,768	0,497	1,959	1,268	0,176	0,095	2,89	0,997	0,348	0,214	1,559

5.3 Rasio Bahan Bakar

Rasio bahan bakar adalah perbandingan antara konsumsi bahan bakar dengan banyaknya produksi yang tercapai setiap jamnya. Semakin tinggi nilai rasio bahan bakar maka semakin besar biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Besarnya rasio bahan bakar setelah perbaikan jalan angkut didapat dari perbandingan nilai konsumsi bahan bakar setelah perbaikan jalan angkut dengan nilai produksi alat angkut setelah perbaikan pula. Untuk hasil dari rasio

bahan bakar alat angkut setelah perbaikan alat angkut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.3
Rasio Bahan Bakar Alat Angkut Setelah Perbaikan Jalan Angkut

Alat Angkut	Konsumsi Bahan Bakar (gallon/jam)	Produksi (ton/jam)	Rasio Bahan Bakar (gallon/ton)
Mitsubishi Fuso SHD-X6.6	1,371	13,20	0,104
Toyota Dyna 130HT	1,559	13,11	0,119

Untuk biaya pengangkutan yang diperlukan pada alat angkut ketika beroperasi per tonnya pada Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 sebelum perbaikan jalan angkut adalah Rp5.097,- per ton dan setelah perbaikan jalan angkut turun menjadi Rp4.245,- per ton. Untuk Toyota Dyna 130HT sebelum perbaikan jalan angkut adalah Rp5.829,- per ton dan setelah perbaikan jalan angkut turun menjadi Rp4.849,- per ton. Biaya pengangkutan tersebut didasarkan pada harga bahan bakar solar bulan Februari 2020 yaitu seharga Rp10.775,- per liter (lihat Lampiran Q).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. a. Produksi pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah :
 - Sebelum perbaikan, 11,25 ton/jam.
 - Setelah perbaikan, 13,20 ton/jam.
- b. Produksi pada alat angkut Toyota Dyna 130HT adalah :
 - Sebelum perbaikan, 11,15 ton/jam.
 - Setelah perbaikan, 13,11 ton/jam.
2. a. Konsumsi bahan bakar dan biayanya pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah :
 - Berdasarkan perhitungan *rimpull*, 1,402 gallon/jam dan Rp57.183,-/jam.
 - Berdasarkan perbaikan jalan angkut, 1,371 gallon/jam dan Rp55.912,-/jam.
- b. Konsumsi bahan bakar dan biayanya pada alat angkut Toyota Dyna 130HT adalah :
 - Berdasarkan perhitungan *rimpull*, 1,591 gallon/jam dan Rp64.887,-/jam.
 - Berdasarkan perbaikan jalan angkut, 1,559 gallon/jam dan Rp63.583,-/jam.
3. a. Rasio bahan bakar dan biaya pengangkutan pada alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah :
 - Sebelum perbaikan, 0,125 gallon/ton dan Rp5.097,-/ton.
 - Setelah perbaikan, 0,104 gallon/ton dan Rp4.245,-/ton.
- b. Rasio bahan bakar dan biaya pengangkutan pada alat angkut Toyota Dyna 130HT adalah :
 - Sebelum perbaikan, 0,143 gallon/ton dan Rp5.829,-/ton.
 - Setelah perbaikan, 0,119 gallon/ton dan Rp4.849,-/ton.

6.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan berdasarkan hasil pengamatan, antara lain :

1. Perlu dilakukan perbaikan rancangan jalan angkut agar kemiringan tidak melebihi standar perusahaan 8 % yaitu pada segmen B - C, E - F, F - G, H - I, M - N, N - O, O - P dan S - T.
2. Perlu adanya kegiatan perataan jalan angkut secara berkala pada jalan angkut sehingga dapat meminimalkan besaran amblesan (≤ 5 cm).

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiansyah, J. S. et al. 2018. *Evaluation of Loading and Hauling Technology for Improving Andesite Mine Performance*. Universitas Muhammadiyah Mataram. Nusa Tenggara Barat.
2. Ananda, N. N. dan Anaperta, Y. M. 2019. *Evaluasi Efisiensi Alat Gali-Muat Terhadap Produktivitas Setelah Delay Shift Change pada Pembongkaran Overburden Bulan Februari 2019 di Pit AB RTS (Roto South) Tambang Batubara PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite PT. Kideco Jaya Agung*. Universitas Negeri Padang.
3. Bemmelen, V. 1949. *General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. Government Printing, Hauge : Batavia
4. Hermans, B. 2017. *Propertis Geometri Silinder Motor Bakar*. <https://pdfslide.net/documents/unjuk-kerja-mesin.html>. (diakses tanggal 20 Mei 2020).
5. Indonesianto, Yanto. 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis*. UPN “Veteran” Yogyakarta.
6. Kadir, Effendi. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
7. Peurifoy, R. L. et al. 2006. *Construction Planning, Equipment, and Methods 7th Edition*. McGraw-Hill : New York.
8. Wedhanto, Sonny. 2009. *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Universitas Negeri Malang.
9. Wood, Graeme Scott. 1994. *The Rolling Resistance of Articulated Dump Truck On Hauls Road*. University of Edinburgh.
10. _____. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo. 2019. <https://kulonprogokab.bps.go.id>, (diakses tanggal 19 April 2020).
11. _____. Education Division of Geophysical Engineering. 2014. *Tinjauan Geologi Regional Kulon Progo*. Indonesia.
12. _____. Mitsubishi. 2016. *Mitsubishi : Katalog Mitsubishi Fuso*. Indonesia.
13. _____. PT. Harmak Indonesia. 2020. *Persetujuan RKAB 2020*. Daerah Istimewa Yogyakarta
14. _____. Toyota. 2017. *Toyota : Katalog Toyota Dyna*. Indonesia.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

JAM KERJA DAN EFISIENSI KERJA

PT. Harmak Indonesia menerapkan waktu kerja dari hari Senin sampai Sabtu dengan 1 shift kerja setiap harinya dan waktu istirahat selama 1 jam. Shift 1 kerja dimulai pukul 07.00 – 16.00 WIB dan waktu istirahat pukul 12.00 - 13.00 dengan durasi kerja 47,5 jam/minggu. Pengamatan waktu kerja dapat dilihat berdasarkan pada Tabel 2.2.

Durasi kerja rata-rata per hari menjadi :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{47,5 \text{ jam/minggu}}{6 \text{ hari/minggu}} \\
 &= 7,92 \text{ jam/hari} \\
 &= 475,2 \text{ menit/hari}
 \end{aligned}$$

Hambatan kerja pada kegiatan penambangan yang ada di lokasi penelitian :

Tabel A.1
Waktu Hambatan Alat Angkut

Hambatan yang dapat dihindari (menit)	
Keterlambatan Karyawan	5
Berhenti Sebelum Istirahat	5
Terlambat kerja setelah istirahat	5
Berhenti Sebelum Akhir Waktu kerja	5
Keperluan Operator	15
Total	35
Hambatan yang tidak dapat dihindari (menit)	
Kerusakan dan perbaikan alat	15
Pengisian bahan bakar	20
Gangguan cuaca	0
Total	35

Dari data waktu hambatan alat angkut di atas dapat diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Kerja Produktif (W)} &= \text{Waktu kerja 1 hari} - \text{Waktu kerja tidak produktif} \\
 &= 475,2 \text{ menit/hari} - (35+35) \text{ menit/hari} \\
 &= 405,2 \text{ menit/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Kerja (Eff)} &= \frac{\text{Waktu kerja produktif}}{\text{Waktu kerja 1 hari}} \times 100 \% \\ &= \frac{405,2}{475,2} \times 100 \% \\ &= 85,27 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN B

FAKTOR PENGEMBANGAN

Faktor pengembangan material adalah perbandingan antara volume material dalam keadaan asli (*bank*) dengan volume material dalam keadaan lepas (*loose*). Kondisi andesit yang dihitung saat ini adalah dalam keadaan asli (*bank*). Oleh karena itu untuk perhitungan faktor pengembangan digunakan densitas andesit dalam keadaan asli (*bank*) berdasarkan data yang dimiliki perusahaan PT. Harmak Indonesia. Perhitungan faktor pengembangan adalah sebagai berikut:

$$\text{Densitas asli (bank) andesit} = 2,69 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Densitas lepas (loose) andesit} = 1,53 \text{ ton/m}^3$$

Rincian perhitungan sebagai berikut :

Faktor pengembangan (*Swell Factor*) andesit :

$$\begin{aligned} \text{Swell Factor} &= \frac{\text{Densitas Lepas}}{\text{Densitas Asli}} \\ &= \frac{1,53 \text{ ton/m}^3}{2,69 \text{ ton/m}^3} \\ &= 0,57 \end{aligned}$$

Keterangan

Swell Factor : Faktor pengembangan.

Densitas Lepas : Perbandingan massa dan volume material yang sudah dilakukan pembongkaran (ton/m³).

Densitas Asli : Perbandingan massa dan volume material pada tempat awalnya (ton/m³).

LAMPIRAN C

SPESIFIKASI ALAT ANGKUT

A. Spesifikasi Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Spesifikasi untuk alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 adalah sebagai berikut (Mitsubishi, 2016) :

Merk dan Model	: Mitsubishi Fuso SHD-X6.6
Berat Kosong	: 3,80 ton
Berat Bermuatan	: 8,00 ton
Kapasitas Tanki Bahan Bakar	: 100 ltr
Kecepatan Maksimal	: 110 km/jam
<i>Bore × Stroke</i>	: 104 × 115 mm
Torsi Maksimal	: 38 kg.m at 1.600 RPM
Kemiringan jalan maksimal	: 38,5 %
<i>Turning Radius</i>	: 7 m
Jumlah Roda	: 6
Ukuran Ban	: 7,50-16-14PR
Tekanan Udara Ban	: 94 Psi
<i>Tire Rolling Radius</i>	: 16 inch
Dimensi	
Panjang	: 5.910 mm
Lebar	: 1.970 mm
Tinggi	: 2.120 mm
Jarak sumbu roda	: 3.350 mm
Jarak roda bagian luar	: 1.876 mm
Jarak antar roda depan	: 1.400 mm
Jarak antar roda belakang	: 1.495 mm
Jantai depan	: 1.075 mm
Jantai belakang	: 1.405 mm
Sudut Penyimpangan	: 30°
Bak	
Panjang	: 3.500 mm
Lebar	: 1.750 mm
Tinggi	: 1.250 mm
Volume Peres	: 7,65 m ³
Transmisi	
Rasio <i>Gear</i> 1	: 5,380
Rasio <i>Gear</i> 2	: 3,028

Rasio <i>Gear</i> 3	: 1,700
Rasio <i>Gear</i> 4	: 1,000
Rasio <i>Gear</i> 5	: 0,722
Rasio Gigi Akhir	: 6,666

B. Spesifikasi Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Spesifikasi untuk alat angkut Toyota Dyna 130HT adalah sebagai berikut

(Toyota, 2017) :

Merk dan Model	: Toyota Dyna 130HT
Berat Kosong	: 3,82 ton
Berat Bermuatan	: 8,25 ton
Kapasitas Tanki Bahan Bakar	: 100 ltr
Kecepatan Maksimal	: 113 km/jam
<i>Bore</i> × <i>Stroke</i>	: 104 × 118 mm
Torsi Maksimal	: 38 kg.m at 1.800 RPM
Kemiringan jalan maksimal	: 41 %
<i>Turning Radius</i>	: 7 m
Jumlah Roda	: 6
Ukuran Ban	: 7,50-16-14PR
Tekanan Udara Ban	: 94 Psi
<i>Tire Rolling Radius</i>	: 16 inch
Dimensi	
Panjang	: 6.026 mm
Lebar	: 1.945 mm
Tinggi	: 2.165 mm
Jarak sumbu roda	: 3.380 mm
Jarak roda bagian luar	: 1.866 mm
Jarak antar roda depan	: 1.455 mm
Jarak antar roda belakang	: 1.480 mm
Jantai depan	: 1.066 mm
Jantai belakang	: 1.470 mm
Sudut Penyimpangan	: 30°
Bak	
Panjang	: 3.500 mm
Lebar	: 1.750 mm
Tinggi	: 1.250 mm
Volume Peres	: 7,65 m ³
Transmisi	
Rasio <i>Gear</i> 1	: 5,342
Rasio <i>Gear</i> 2	: 2,975
Rasio <i>Gear</i> 3	: 1,604

Rasio <i>Gear 4</i>	: 1,000
Rasio <i>Gear 5</i>	: 0,712
Perbandingan Gigi Akhir	: 6,833

LAMPIRAN D

WAKTU EDAR ALAT ANGKUT

Waktu edar alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$CT_a = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6$$

Keterangan :

- CT_a = Waktu edar alat angkut, detik
- Ta_1 = Waktu ambil posisi untuk dimuati, detik
- Ta_2 = Waktu diisi muatan, detik
- Ta_3 = Waktu mengangkut muatan, detik
- Ta_4 = Waktu ambil posisi menumpahkan, detik
- Ta_5 = Waktu pengosongan muatan, detik
- Ta_6 = Waktu kembali kosong, detik

A. Waktu Edar Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Dari perhitungan data pengamatan di lapangan diperoleh data rata-rata waktu edar sebagai berikut :

- Waktu rata-rata mengambil posisi dimuati	: 16,03 detik
- Waktu rata-rata diisi muatan	: 210,61 detik
- Waktu rata-rata mengangkut muatan	: 533,77 detik
- Waktu rata-rata ambil posisi menumpahkan	: 97,90 detik
- Waktu rata-rata pengosongan muatan	: 92,26 detik
- Waktu rata-rata kembali kosong	: 395,74 detik
- Waktu rata-rata tunggu (antri)	: 105,97 detik +
Total waktu edar (<i>Cycle Time</i>)	: 1.452,29 detik
	: 24,20 menit

B. Waktu Edar Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Dari perhitungan data pengamatan di lapangan diperoleh data rata-rata waktu edar sebagai berikut :

- Waktu rata-rata mengambil posisi dimuati	: 16,29 detik
- Waktu rata-rata diisi muatan	: 214,29 detik

- Waktu rata-rata mengangkut muatan	: 537,75 detik
- Waktu rata-rata ambil posisi menumpahkan	: 98,98 detik
- Waktu rata-rata pengosongan muatan	: 91,93 detik
- Waktu rata-rata kembali kosong	: 395,85 detik
- Waktu rata-rata tunggu (antri)	: 106,03 detik +
Total waktu edar (<i>Cycle Time</i>)	: 1.461,12 detik
	: 24,35 menit

Tabel D.1
Waktu Edar Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

No	Spot Loading (detik)	Loading (detik)	Travel Hauling (detik)	Spot Dumping (detik)	Dumping (detik)	Travel Empty (detik)	Delay (detik)	CT (detik)
1	18.55	187.46	513.91	70.00	59.51	454.40	82.93	1386.77
2	15.54	230.44	503.76	73.16	63.38	468.31	127.85	1482.45
3	10.19	237.59	478.40	70.66	50.63	341.19	124.77	1313.44
4	15.85	181.74	576.72	113.91	106.96	305.88	85.89	1386.93
5	10.44	231.38	489.43	77.74	71.31	470.88	128.96	1480.15
6	19.06	186.20	548.06	115.87	120.28	330.17	79.14	1398.76
7	16.99	244.26	503.77	64.35	59.94	460.84	129.76	1479.92
8	12.74	177.03	504.20	67.92	47.58	318.06	85.16	1212.69
9	15.88	235.35	557.09	126.06	113.04	321.26	123.28	1491.95
10	15.88	182.91	562.60	114.97	102.74	482.44	83.05	1544.57
11	16.26	181.88	538.67	120.94	115.59	332.43	79.70	1385.45
12	17.82	232.84	574.85	107.40	112.15	465.33	127.18	1637.56
13	17.58	181.56	552.31	128.11	127.01	456.40	84.28	1547.23
14	19.06	234.01	503.66	60.26	69.46	330.21	126.38	1343.05
15	15.94	179.89	492.64	71.57	83.74	473.41	86.07	1403.26
16	19.14	184.97	581.02	106.29	110.10	316.02	83.73	1401.25
17	14.94	236.95	502.45	69.29	66.23	333.39	129.56	1352.82
18	15.55	179.35	580.38	123.98	120.67	321.16	81.62	1422.69
19	18.71	240.49	494.61	70.67	61.33	444.60	126.27	1456.69
20	18.85	233.18	554.04	115.82	108.12	453.16	127.40	1610.56
21	17.82	237.63	559.43	119.73	115.46	327.20	127.33	1504.59
22	11.79	188.23	549.75	114.10	120.11	461.50	82.46	1527.92
23	17.14	236.42	565.97	110.55	100.90	335.62	125.55	1492.14
24	13.54	229.49	495.59	81.82	57.79	455.00	128.24	1461.48
25	15.59	190.70	479.83	71.21	61.35	321.38	79.31	1219.37
Rata-rata	16.03	210.61	533.77	97.90	92.26	395.74	105.97	1452.29

Tabel D.2
Waktu Edar Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

No	<i>Spot Loading</i> (detik)	<i>Loading</i> (detik)	<i>Travel Hauling</i> (detik)	<i>Spot Dumping</i> (detik)	<i>Dumping</i> (detik)	<i>Travel Empty</i> (detik)	<i>Delay</i> (detik)	<i>CT</i> (detik)
1	15.48	243.80	517.27	73.97	55.06	362.33	131.55	1399.47
2	18.33	182.19	513.43	73.51	58.59	442.01	86.06	1374.12
3	13.06	258.84	475.91	68.12	76.75	434.18	123.19	1450.06
4	16.61	245.99	569.47	116.94	96.68	328.10	128.85	1502.63
5	15.78	185.14	479.41	75.86	63.57	415.64	80.96	1316.36
6	16.36	187.94	575.97	108.92	97.95	413.14	89.58	1489.84
7	19.22	184.06	482.70	70.88	66.42	439.00	87.51	1349.79
8	17.82	176.48	504.38	83.88	38.73	428.00	83.26	1332.55
9	14.76	192.27	611.09	114.29	103.80	315.41	86.40	1438.00
10	16.37	193.42	611.89	124.67	100.81	417.00	86.40	1550.54
11	15.89	181.82	557.79	117.72	118.80	315.41	86.78	1394.19
12	18.25	170.43	562.18	127.96	128.03	286.38	88.34	1381.55
13	16.83	192.94	567.50	123.40	111.98	413.14	88.10	1513.87
14	17.54	187.94	575.97	108.92	97.95	413.14	89.58	1491.02
15	19.66	178.69	484.14	58.38	71.94	434.30	86.46	1333.57
16	14.94	241.88	479.85	86.58	85.44	340.19	132.14	1381.03
17	12.85	259.76	521.38	57.17	63.23	336.74	127.94	1379.08
18	16.72	241.92	506.20	81.12	59.57	452.05	128.55	1486.14
19	17.06	251.29	514.72	69.22	70.67	452.68	131.71	1507.36
20	14.83	251.19	487.21	69.50	63.23	424.00	131.85	1441.82
21	15.58	170.43	562.18	129.96	128.03	432.94	88.34	1527.44
22	16.31	261.46	511.18	64.56	69.38	327.44	124.79	1375.13
23	14.49	258.57	551.66	121.76	116.48	433.18	130.14	1626.27
24	15.62	184.55	484.63	72.69	79.45	420.64	84.06	1341.64
25	16.93	254.54	573.98	113.05	114.01	421.72	128.59	1622.81
Rata-rata	16.29	214.29	537.75	98.98	91.93	395.85	106.03	1461.12

LAMPIRAN E

PERHITUNGAN RIMPULL ALAT ANGKUT

Rimpull adalah suatu gaya tarik maksimum yang dapat disediakan oleh mesin. *Rimpull* merupakan istilah yang hanya diterapkan pada alat mekanis yang beroda ban. Besar kecilnya *rimpull* bergantung pada kecepatan atau rasio *gear* yang dipakai. Untuk perhitungan *rimpull* menggunakan rasio setiap *gear* dari alat angkut, harus diketahui spesifikasi alat angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 dan Toyota Dyna 130HT.

$$Rimpull = \frac{0,90 \times \text{Torsi mesin (lb.in)} \times \text{Total rasio gear} \times \text{ME}}{\text{Tire rolling radius}}$$

A. *Rimpull* Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Spesifikasi mesin :

- Berat bermuatan = 8 ton
- Berat kosong = 3,8 ton
- Torsi mesin = 38 Kg.m \approx 3.298,25 lb.in
- Efisiensi mesin (ME) = 85 %
- *Tire Rolling Radius* = 16 inch
- Transmisi =

Rasio <i>Gear</i> 1	5,380
Rasio <i>Gear</i> 2	3,028
Rasio <i>Gear</i> 3	1,700
Rasio <i>Gear</i> 4	1,000
Rasio <i>Gear</i> 5	0,722
Rasio <i>Gear</i> Akhir	6,666

- Perhitungan *Rimpull*

$$\text{- Rimpull Gear 1} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,666 \times 5,380) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 5.655,52 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 2} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,666 \times 3,028) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 3.183,07 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 3} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,666 \times 1,700) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 1.787,07 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 4} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,666 \times 1,000) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 1.051,21 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 5} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,666 \times 0,722) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 758,98 \text{ lb}$$

Tabel E.1
Rimpull Setiap Gear Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Transmisi	Rasio Gear	Rimpull		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
Gear 1	5,380	5.655,52	706,94	1.488,29
Gear 2	3,028	3.183,07	397,88	837,65
Gear 3	1,700	1.787,07	223,38	470,28
Gear 4	1,000	1.051,21	131,40	276,63
Gear 5	0,722	758,98	94,87	199,73

B. Rimpull Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Spesifikasi mesin :

- Berat bermuatan = 8,25 ton
- Berat kosong = 3,82 ton
- Torsi mesin = 38 Kg.m \approx 3.298,25 lb.in
- Efisiensi mesin (ME) = 85 %
- Tire Rolling Radius = 16 inch
- Transmisi =

Rasio Gear 1	5,342
Rasio Gear 2	2,975
Rasio Gear 3	1,604
Rasio Gear 4	1,000
Rasio Gear 5	0,712
Rasio Gear Akhir	6,833

- Perhitungan Rimpull

$$\text{- Rimpull Gear 1} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,833 \times 5,342) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 5.756 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 2} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,833 \times 2,975) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 3.205,70 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 3} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,833 \times 1,604) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 1.728,39 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 4} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,833 \times 1,000) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 1.077,55 \text{ lb}$$

$$\text{- Rimpull Gear 5} = \frac{0,90 \times 3.298,25 \text{ lb.in} \times (6,833 \times 0,712) \times 85\%}{16 \text{ in}}$$

$$= 767,21 \text{ lb}$$

Tabel E.2
Rimpull Setiap Gear Toyota Dyna 130HT

Transmisi	Rasio Gear	Rimpull		
		(lb)	Muatan (lb/ton)	Kosongan (lb/ton)
<i>Gear 1</i>	5,342	5.756	697,70	1.506,81
<i>Gear 2</i>	2,975	3.205,70	388,57	839,19
<i>Gear 3</i>	1,604	1.728,39	209,50	452,46
<i>Gear 4</i>	1,000	1.077,55	130,61	282,08
<i>Gear 5</i>	0,712	767,21	93,00	200,84

LAMPIRAN F

PERHITUNGAN BRAKE HORSE POWER

A. Brake Horse Power Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Horse power (HP) yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar alat angkut adalah HP yang dihitung dari torsi.

Diketahui :

- Torsi maksimal = 38 kg.m at 1.600 RPM \approx 274,86 lb.ft at 1.600 RPM

- *Bore* \times *stroke* = 104 mm \times 115 mm \approx 0,34 ft \times 0,38 ft

Jadi, roda engkol mesin mempunyai jari-jari 0,38 ft.

$$\begin{aligned}\text{Kelilingnya} &= 2 \times \pi \times R \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,38 \text{ ft} \\ &= 2,39 \text{ ft}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Brake horse powernya} &= \frac{\text{Torsi} \times \text{RPM} \times 2,39}{33.000} \\ &= \frac{274,86 \times 1.600 \times 2,39}{33.000} \\ &= 31,85 \text{ HP} \\ &= 23,75 \text{ kW}\end{aligned}$$

B. Brake Horse Power Toyota Dyna 130HT

Horse power (HP) yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar alat angkut adalah HP yang dihitung dari torsi.

Diketahui :

- Torsi maksimal = 38 kg.m at 1.800 RPM \approx 274,86 lb.ft at 1.800 RPM

- *Bore* \times *stroke* = 104 mm \times 118 mm \approx 0,34 ft \times 0,39 ft

Jadi, roda engkol mesin mempunyai jari-jari 0,39 ft.

$$\begin{aligned}\text{Kelilingnya} &= 2 \times \pi \times R \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,39 \text{ ft} \\ &= 2,45 \text{ ft}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Brake horse powernya} &= \frac{\text{Torsi} \times \text{RPM} \times 2,45}{33.000} \\ &= \frac{274,86 \times 1.800 \times 2,45}{33.000} \\ &= 36,73 \text{ HP} \\ &= 27,39 \text{ kW}\end{aligned}$$

LAMPIRAN G

PERHITUNGAN *ROLLING RESISTANCE* ALAT ANGKUT

Rolling Resistance adalah tahanan yang berusaha menahan putaran roda. Pada kecepatan rendah, tahanan gelinding merupakan gaya utama yang menghambat gerak kendaraan. Apabila tahanan gelinding semakin besar akan menyebabkan gaya yang diperlukan untuk menarik kendaraan semakin besar juga, hal ini mengakibatkan konsumsi bahan bakar solar semakin banyak.

Untuk menghitung besarnya *Rolling Resistance* dapat menggunakan rumus :

$$RR \text{ factor} = 40 \text{ lb/ton} + 30 \text{ lb/ton/inch} \times \text{tire penetration (inch)}$$

$$RR = RR \text{ factor (lb/ton)} \times \text{gross machine weight (ton)}$$

Tabel G.1
Tire Penetrations Jalan Angkut

Segmen Jalan	Amblasan (cm)		Amblasan (inci)	
	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosongan
A - B	0,5	0,25	0,197	0,098
B - C	0,5	0,25	0,197	0,098
C - D	0,5	0,25	0,197	0,098
D - E	0,5	0,25	0,197	0,098
E - F	0,5	0,25	0,197	0,098
F - G	2	1	0,787	0,394
G - H	4,3	2,5	1,693	0,984
H - I	3,5	2,5	1,378	0,984
I - J	1	0,5	0,394	0,197
J - K	1	0,5	0,394	0,197
K - L	1	0,5	0,394	0,197
L - M	2	1	0,787	0,394
M - N	3,5	2,5	1,378	0,984
N - O	2	1	0,787	0,394
O - P	0,5	0,25	0,197	0,098
P - Q	2	1	0,787	0,394
Q - R	0	0	0	0
R - S	6	4	2,362	1,575
S - T	0,5	0,25	0,197	0,098

A. Rolling Resistance Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Berat truk bermuatan = 8 ton

Berat truk kosong = 3,8 ton

1. Saat Bermuatan

$$\begin{aligned} \text{Segmen A - B} &= (40 + (30 \times 0,197 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton} \\ &= 367,28 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen B - C} &= (40 + (30 \times 0,197 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton} \\ &= 367,28 \text{ lb} \end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

2. Saat Kosongan

$$\begin{aligned} \text{Segmen A - B} &= (40 + (30 \times 0,098 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 163,17 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen B - C} &= (40 + (30 \times 0,098 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 163,17 \text{ lb} \end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

Tabel G.2
Rolling Resistance Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Segmen Jalan	Amblasan (inci)		<i>Rolling Resistance</i> (lb)		<i>Rolling Resistace</i> (%)	
	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosongan
A - B	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147
B - C	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147
C - D	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147
D - E	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147
E - F	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147
F - G	0,787	0,394	508,88	196,92	3,181	2,591
G - H	1,693	0,984	726,32	264,18	4,540	3,476
H - I	1,378	0,984	650,72	264,18	4,067	3,476
I - J	0,394	0,197	414,56	174,46	2,591	2,296
J - K	0,394	0,197	414,56	174,46	2,591	2,296
K - L	0,394	0,197	414,56	174,46	2,591	2,296
L - M	0,787	0,394	508,88	196,92	3,181	2,591
M - N	1,378	0,984	650,72	264,18	4,067	3,476
N - O	0,787	0,394	508,88	196,92	3,181	2,591
O - P	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147
P - Q	0,787	0,394	508,88	196,92	3,181	2,591
Q - R	0	0	320,00	152,00	2,000	2,000
R - S	2,362	1,575	886,88	331,55	5,543	4,362
S - T	0,197	0,098	367,28	163,17	2,296	2,147

B. Rolling Resistance Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Berat truk bermuatan = 8,25 ton

Berat truk kosongan = 3,82 ton

1. Saat Bermuatan

$$\begin{aligned} \text{Segmen A - B} &= (40 + (30 \times 0,197 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton} \\ &= 378,76 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen B - C} &= (40 + (30 \times 0,197 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton} \\ &= 378,76 \text{ lb} \end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

2. Saat Kosongan

$$\begin{aligned} \text{Segmen A - B} &= (40 + (30 \times 0,098 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 164,03 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen A - B} &= (40 + (30 \times 0,098 \text{ inch}) \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 164,03 \text{ lb} \end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

Tabel G.3
Rolling Resistance Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Segmen Jalan	Amblasan (inci)		Rolling Resistance (lb)		Rolling Resistace (%)	
	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosongan	Muatan	Kosongan
A - B	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147
B - C	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147
C - D	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147
D - E	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147
E - F	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147
F - G	0,787	0,394	524,78	197,95	3,181	2,591
G - H	1,693	0,984	749,02	265,57	4,540	3,476
H - I	1,378	0,984	671,06	265,57	4,067	3,476
I - J	0,394	0,197	427,52	175,38	2,591	2,296
J - K	0,394	0,197	427,52	175,38	2,591	2,296
K - L	0,394	0,197	427,52	175,38	2,591	2,296
L - M	0,787	0,394	524,78	197,95	3,181	2,591
M - N	1,378	0,984	671,06	265,57	4,067	3,476
N - O	0,787	0,394	524,78	197,95	3,181	2,591
O - P	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147
P - Q	0,787	0,394	524,78	197,95	3,181	2,591
Q - R	0	0	330,00	152,80	2,000	2,000
R - S	2,362	1,575	914,60	333,30	5,543	4,362
S - T	0,197	0,098	378,76	164,03	2,296	2,147

LAMPIRAN H

PERHITUNGAN *GRADE RESISTANCE* ALAT ANGKUT

Tahanan kemiringan adalah tahanan yang disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian dari titik awal ke titik selanjutnya, dapat juga diartikan sebagai gaya yang hilang akibat adanya perbedaan kemiringan jalan. Alat angkut dapat bergerak pada kemiringan jalan jika dapat mengatasi hambatan/gaya yang hilang akibat pengaruh dari tahanan kemiringan.

Besarnya nilai kemiringan rata-rata untuk setiap 1% kemiringan yaitu ± 20 lbs/ton. Perhitungan tahanan kemiringan dapat dihitung dengan rumus :

$$GR\ factor = 20\ lb/ton \times \% \ grade$$

$$GR = GR\ factor\ (lb/ton) \times gross\ machine\ weight$$

Tabel H.1
Grade Jalan Angkut

No.	Segmen Jalan	Jarak (m)	Beda Elevasi (m)	Grade (%)
1	A - B	45.63	-1.05	-2.30
2	B - C	16.00	-1.69	-10.56
3	C - D	182.80	2.74	1.50
4	D - E	30.25	-1.41	-4.66
5	E - F	28.38	-4.59	-16.17
6	F - G	52.96	-5.19	-9.80
7	G - H	42.50	-1.34	-3.15
8	H - I	15.77	-1.92	-12.18
9	I - J	81.56	-5.55	-6.80
10	J - K	204.47	-2.28	-1.12
11	K - L	19.82	-0.34	-1.72
12	L - M	89.97	-0.04	-0.04
13	M - N	39.14	-3.69	-9.43
14	N - O	88.73	-14.11	-15.90
15	O - P	17.27	-2.09	-12.10
16	P - Q	234.78	-5.04	-2.15
17	Q - R	155.99	-9.33	-5.98
18	R - S	18.69	1.09	5.83
19	S - T	65.15	6.83	10.48
Total		1429.86		

A. *Grade Resistance Mitsubishi Fuso SHD-X6.6*

Berat truk bermuatan = 8 ton

Berat truk kosong = 3,8 ton

1. Saat Bermuatan

$$\begin{aligned}\text{Segmen A – B} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-2,30\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -368,18 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen B – C} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-10,56\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -1.690 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen C – D} &= 20 \text{ lb/ton} \times (1,50\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= 239,82 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen D – E} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-4,66\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -745,79 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen E – F} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-16,17\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -2.587,74 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen F – G} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-9,80\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -1.567,98 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen G – H} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-3,15\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -504,47 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen H – I} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-12,18\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -1.948 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen I – J} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-6,80\%) \times 8 \text{ ton} \\ &= -1.088,77 \text{ lb}\end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

2. Saat Kosongan

$$\begin{aligned}\text{Segmen A – B} &= 20 \text{ lb/ton} \times (2,30\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 174,88 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen B – C} &= 20 \text{ lb/ton} \times (10,56\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 802,75 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen C – D} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-1,50\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= -113,92 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen D – E} &= 20 \text{ lb/ton} \times (4,66\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 354,25 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen E - F} &= 20 \text{ lb/ton} \times (16,17\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 1.229,18 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen F - G} &= 20 \text{ lb/ton} \times (9,80\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 744,79 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen G - H} &= 20 \text{ lb/ton} \times (3,15\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 239,62 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen H - I} &= 20 \text{ lb/ton} \times (12,18\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 925,30 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen I - J} &= 20 \text{ lb/ton} \times (6,80\%) \times 3,8 \text{ ton} \\ &= 517,17 \text{ lb} \end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

Tabel H.2
Grade Resistance Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

No.	Segmen Jalan	Jarak (m)	Beda Elevasi (m)	Grade (%)		<i>Grade Resistance</i> (lb)	
				Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	45.63	-1.05	-2.30	2.30	-368.18	174.88
2	B - C	16.00	-1.69	-10.56	10.56	-1690.00	802.75
3	C - D	182.80	2.74	1.50	-1.50	239.82	-113.92
4	D - E	30.25	-1.41	-4.66	4.66	-745.79	354.25
5	E - F	28.38	-4.59	-16.17	16.17	-2587.74	1229.18
6	F - G	52.96	-5.19	-9.80	9.80	-1567.98	744.79
7	G - H	42.50	-1.34	-3.15	3.15	-504.47	239.62
8	H - I	15.77	-1.92	-12.18	12.18	-1948.00	925.30
9	I - J	81.56	-5.55	-6.80	6.80	-1088.77	517.17
10	J - K	204.47	-2.28	-1.12	1.12	-178.41	84.75
11	K - L	19.82	-0.34	-1.72	1.72	-274.47	130.37
12	L - M	89.97	-0.04	-0.04	0.04	-7.11	3.38
13	M - N	39.14	-3.69	-9.43	9.43	-1508.43	716.50
14	N - O	88.73	-14.11	-15.90	15.90	-2544.35	1208.57
15	O - P	17.27	-2.09	-12.10	12.10	-1936.31	919.75
16	P - Q	234.78	-5.04	-2.15	2.15	-343.47	163.15
17	Q - R	155.99	-9.33	-5.98	5.98	-956.98	454.57
18	R - S	18.69	1.09	5.83	-5.83	933.12	-443.23
19	S - T	65.15	6.83	10.48	-10.48	1677.36	-796.75

B. *Grade Resistance* Toyota Dyna 130HT

$$\text{Berat truk bermuatan} = 8,25 \text{ ton}$$

$$\text{Berat truk kosong} = 3,82 \text{ ton}$$

1. Saat Bermuatan

$$\begin{aligned} \text{Segmen A - B} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-2,30\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -379,68 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen B – C} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-10,56\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -1.742,81 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen C – D} &= 20 \text{ lb/ton} \times (1,50\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= 247,32 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen D – E} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-4,66\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -769,09 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen E – F} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-16,17\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -2.668,60 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen F – G} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-9,80\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -1.616,98 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen G – H} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-3,15\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -520,24 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen H – I} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-12,18\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -2.008,88 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen I – J} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-6,80\%) \times 8,25 \text{ ton} \\ &= -1.122,79 \text{ lb}\end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

2. Saat Kosongan

$$\begin{aligned}\text{Segmen A – B} &= 20 \text{ lb/ton} \times (2,30\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 175,81 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen B – C} &= 20 \text{ lb/ton} \times (10,56\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 806,97 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen C – D} &= 20 \text{ lb/ton} \times (-1,50\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= -114,52 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen D – E} &= 20 \text{ lb/ton} \times (4,66\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 356,11 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen E – F} &= 20 \text{ lb/ton} \times (16,17\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 1.235,64 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen F – G} &= 20 \text{ lb/ton} \times (9,80\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 748,71 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Segmen G – H} &= 20 \text{ lb/ton} \times (3,15\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 240,88 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen H - I} &= 20 \text{ lb/ton} \times (12,18\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 930,17 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Segmen I - J} &= 20 \text{ lb/ton} \times (6,80\%) \times 3,82 \text{ ton} \\ &= 519,89 \text{ lb} \end{aligned}$$

Seterusnya sampai segmen terakhir yaitu segmen S – T.

Tabel H.3
Grade Resistance Toyota Dyna 130HT

No.	Segmen Jalan	Jarak (m)	Beda Elevasi (m)	Grade (%)		Grade Resistance (lb)	
				Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	45.63	-1.05	-2.30	2.30	-379.68	175.81
2	B - C	16.00	-1.69	-10.56	10.56	-1742.81	806.97
3	C - D	182.80	2.74	1.50	-1.50	247.32	-114.52
4	D - E	30.25	-1.41	-4.66	4.66	-769.09	356.11
5	E - F	28.38	-4.59	-16.17	16.17	-2668.60	1235.64
6	F - G	52.96	-5.19	-9.80	9.80	-1616.98	748.71
7	G - H	42.50	-1.34	-3.15	3.15	-520.24	240.88
8	H - I	15.77	-1.92	-12.18	12.18	-2008.88	930.17
9	I - J	81.56	-5.55	-6.80	6.80	-1122.79	519.89
10	J - K	204.47	-2.28	-1.12	1.12	-183.99	85.19
11	K - L	19.82	-0.34	-1.72	1.72	-283.05	131.06
12	L - M	89.97	-0.04	-0.04	0.04	-7.34	3.40
13	M - N	39.14	-3.69	-9.43	9.43	-1555.57	720.28
14	N - O	88.73	-14.11	-15.90	15.90	-2623.86	1214.93
15	O - P	17.27	-2.09	-12.10	12.10	-1996.82	924.59
16	P - Q	234.78	-5.04	-2.15	2.15	-354.20	164.01
17	Q - R	155.99	-9.33	-5.98	5.98	-986.89	456.96
18	R - S	18.69	1.09	5.83	-5.83	962.28	-445.56
19	S - T	65.15	6.83	10.48	-10.48	1729.78	-800.94

LAMPIRAN I

RASIO WAKTU ALAT ANGKUT SETIAP 1 JAM

Kondisi waktu pada alat angkut ialah suatu kondisi/keadaan alat angkut saat beroperasi di mana keadaan alat angkut dapat dibedakan menjadi tiga yaitu saat bermuatan, kosongan, dan *idle*.

Waktu bermuatan = *Travel Hauling + Spot Dumping + Dumping*

Waktu kosongan = *Travel Empty + Spot Loading*

Waktu tunggu (*idle*) = *Loading + Delay*

A. Rasio Waktu Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 Setiap 1 Jam

Tabel I.1

Kondisi Waktu Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 Setiap Perbaikan

No.	Waktu (detik)		
	Bermuatan	Kosongan	Tunggu (<i>Idle</i>)
1	643.43	472.95	270.39
2	640.31	483.85	358.29
3	599.70	351.38	362.36
4	797.58	321.73	267.62
5	638.49	481.32	360.34
6	784.20	349.23	265.33
7	628.07	477.83	374.02
8	619.71	330.80	262.18
9	796.18	337.14	358.63
10	780.30	498.32	265.95
11	775.19	348.69	261.57
12	794.39	483.15	360.02
13	807.42	473.98	265.83
14	633.39	349.27	360.39
15	647.96	489.35	265.95
16	797.40	335.16	268.69
17	637.98	348.33	366.51
18	825.02	336.71	260.96
19	626.62	463.31	366.76
20	777.97	472.01	360.58
21	794.61	345.02	364.96
22	783.95	473.29	270.68
23	777.41	352.76	361.97
24	635.21	468.54	357.73
25	612.40	336.97	270.00
Rata-rata	723.93	411.78	316.58

- Waktu Alat Angkut Setiap 1 Jam

Total waktu edar adalah 24,20 menit.

$$\text{Ritase} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{Waktu edar (menit/rit)}} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{24,20 \text{ menit/rit}} = 2,48 \text{ rit/jam}$$

$$\text{Waktu Bermuatan} = \frac{723,93 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,48 \text{ rit/jam} = 29,92 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Kosongan} = \frac{411,78 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,48 \text{ rit/jam} = 17,02 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Tunggu (Idle)} = \frac{316,58 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,48 \text{ rit/jam} = 13,08 \text{ menit/jam}$$

B. Rasio Waktu Alat Angkut Toyota Dyna 130HT Setiap 1 Jam

Tabel I.2

Kondisi Waktu Alat Angkut Toyota Dyna 130HT Setiap Perbaikan

No.	Waktu (detik)		
	Bermuatan	Kosongan	Tunggu (<i>Idle</i>)
1	646.31	377.81	375.35
2	645.54	460.34	268.24
3	620.79	447.24	382.03
4	783.08	344.71	374.84
5	618.85	431.42	266.09
6	782.83	429.50	277.51
7	620.01	458.22	271.56
8	627.00	445.82	259.73
9	829.17	330.17	278.66
10	837.36	433.37	279.81
11	794.30	331.30	268.59
12	818.16	304.63	258.76
13	802.87	429.97	281.03
14	782.83	430.68	277.51
15	614.47	453.96	265.14
16	651.88	355.13	374.02
17	641.79	349.59	387.70
18	646.90	468.77	370.47
19	654.62	469.74	383.00
20	619.95	438.83	383.04
21	820.16	448.52	258.76
22	645.13	343.75	386.25
23	789.89	447.67	388.71
24	636.78	436.26	268.60
25	801.03	438.65	383.13
Rata-rata	728.66	412.14	320.32

- Waktu Alat Angkut Setiap 1 Jam

Total waktu edar adalah 24,35 menit.

$$\text{Ritase} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{Waktu edar (menit/rit)}} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{24,35 \text{ menit/rit}} = 2,46 \text{ rit/jam}$$

$$\text{Waktu Bermuatan} = \frac{728,66 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,46 \text{ rit/jam} = 29,88 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Kosongan} = \frac{412,14 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,46 \text{ rit/jam} = 16,90 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Tunggu (Idle)} = \frac{320,32 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,46 \text{ rit/jam} = 13,13 \text{ menit/jam}$$

LAMPIRAN J

RASIO WAKTU ALAT ANGKUT SETIAP 1 JAM SETELAH PERBAIKAN

Kondisi waktu pada alat angkut setelah perbaikan didapat dari mencari modus dari data di bawah rata-rata pada keadaan alat angkut yang dibedakan menjadi tiga yaitu saat bermuatan, kosongan, dan *idle*.

Waktu bermuatan = *Travel Hauling* + *Spot Dumping* + *Dumping*

Waktu kosongan = *Travel Empty* + *Spot Loading*

Waktu tunggu (*idle*) = *Loading* + *Delay*

A. Rasio Waktu Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 Setiap 1 Jam Setelah Perbaikan

Tabel J.1

Kondisi Waktu Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 Setiap 1 Jam Setelah Perbaikan

No.	Waktu (detik)		
	Bermuatan	Kosongan	Tunggu (<i>Idle</i>)
1	643.43	472.95	270.39
2	640.31	483.85	358.29
3	599.70	351.38	362.36
4	797.58	321.73	267.62
5	638.49	481.32	360.34
6	784.20	349.23	265.33
7	628.07	477.83	374.02
8	619.71	330.80	262.18
9	796.18	337.14	358.63
10	780.30	498.32	265.95
11	775.19	348.69	261.57
12	794.39	483.15	360.02
13	807.42	473.98	265.83
14	633.39	349.27	360.39
15	647.96	489.35	265.95
16	797.40	335.16	268.69
17	637.98	348.33	366.51
18	825.02	336.71	260.96
19	626.62	463.31	366.76
20	777.97	472.01	360.58
21	794.61	345.02	364.96
22	783.95	473.29	270.68
23	777.41	352.76	361.97
24	635.21	468.54	357.73
25	612.40	336.97	270.00
Rata-rata	630.27	341.78	266.66

- Waktu Alat Angkut Setiap 1 Jam Setelah Perbaikan

Total waktu edar adalah 20,64 menit.

$$\text{Ritase} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{Waktu edar (menit/rit)}} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{20,64 \text{ menit/rit}} = 2,91 \text{ rit/jam}$$

$$\text{Waktu Bermuatan} = \frac{630,27 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,91 \text{ rit/jam} = 30,54 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Kosongan} = \frac{341,78 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,91 \text{ rit/jam} = 16,56 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Tunggu (Idle)} = \frac{266,66 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,91 \text{ rit/jam} = 12,90 \text{ menit/jam}$$

B. Rasio Waktu Alat Angkut Toyota Dyna 130HT Setiap 1 Jam Setelah Perbaikan

Tabel J.2

Kondisi Waktu Alat Angkut Toyota Dyna 130HT Setiap 1 Jam Setelah Perbaikan

No.	Waktu (detik)		
	Bermuatan	Kosongan	Tunggu (<i>Idle</i>)
1	646.31	377.81	375.35
2	645.54	460.34	268.24
3	620.79	447.24	382.03
4	783.08	344.71	374.84
5	618.85	431.42	266.09
6	782.83	429.50	277.51
7	620.01	458.22	271.56
8	627.00	445.82	259.73
9	829.17	330.17	278.66
10	837.36	433.37	279.81
11	794.30	331.30	268.59
12	818.16	304.63	258.76
13	802.87	429.97	281.03
14	782.83	430.68	277.51
15	614.47	453.96	265.14
16	651.88	355.13	374.02
17	641.79	349.59	387.70
18	646.90	468.77	370.47
19	654.62	469.74	383.00
20	619.95	438.83	383.04
21	820.16	448.52	258.76
22	645.13	343.75	386.25
23	789.89	447.67	388.71
24	636.78	436.26	268.60
25	801.03	438.65	383.13
Rata-rata	635.00	342.14	270.00

- Waktu Alat Angkut Setiap 1 Jam Setelah Perbaikan

Total waktu edar adalah 20,79 menit.

$$\text{Ritase} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{Waktu edar (menit/rit)}} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{20,79 \text{ menit/rit}} = 2,89 \text{ rit/jam}$$

$$\text{Waktu Bermuatan} = \frac{635,00 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,89 \text{ rit/jam} = 30,55 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Kosongan} = \frac{342,14 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,89 \text{ rit/jam} = 16,46 \text{ menit/jam}$$

$$\text{Waktu Tunggu (Idle)} = \frac{270,00 \text{ detik}}{60 \text{ detik/menit}} \times 2,89 \text{ rit/jam} = 12,99 \text{ menit/jam}$$

LAMPIRAN K

PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT

A. Produktivitas Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Diketahui :

- Cta = 24,20 menit
- Trip = $\frac{60 \text{ menit/jam}}{24,20 \text{ menit}} = 2,48 \text{ trip/jam}$
- Kb = 0,8 m³
- n = 9
- Ek = 85%
- F = 85%
- Sf = 0,57
- na = 2 unit

Maka produksi alat angkut yaitu :

$$\begin{aligned} P_{ta} &= T \times K_b \times F \times n \times E_k \times S_f \\ &= 2,48 \text{ trip/jam} \times 0,8 \text{ m}^3 \times 85\% \times 9 \times 85\% \times 0,57 \\ &= 7,35 \text{ BCM/jam} \times 1,53 \text{ ton/m}^3 \\ &= 11,25 \text{ ton/jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 22,50 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

B. Produktivitas Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Diketahui :

- Cta = 24,35 menit
- Trip = $\frac{60 \text{ menit/jam}}{24,35 \text{ menit}} = 2,46 \text{ trip/jam}$
- Kb = 0,8 m³
- n = 9
- Ek = 85%
- F = 85%
- Sf = 0,57
- na = 2 unit

Maka produksi alat angkut yaitu :

$$\begin{aligned} P_{ta} &= T \times K_b \times F \times n \times E_k \times S_f \\ &= 2,46 \text{ trip/jam} \times 0,8 \text{ m}^3 \times 85\% \times 9 \times 85\% \times 0,57 \\ &= 7,29 \text{ BCM/jam} \times 1,53 \text{ ton/m}^3 \\ &= 11,15 \text{ ton/jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 22,30 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN L
PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN

A. Produktivitas Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Diketahui :

- Cta = 20,64 menit
- Trip = $\frac{60 \text{ menit/jam}}{20,64 \text{ menit}} = 2,91 \text{ trip/jam}$
- Kb = 0,8 m³
- n = 9
- Ek = 85%
- F = 85%
- Sf = 0,57
- na = 2 unit

Maka produksi alat angkut yaitu :

$$\begin{aligned} P_{ta} &= T \times K_b \times F \times n \times E_k \times S_f \\ &= 2,91 \text{ trip/jam} \times 0,8 \text{ m}^3 \times 85\% \times 9 \times 85\% \times 0,57 \\ &= 8,63 \text{ BCM/jam} \times 1,53 \text{ ton/m}^3 \\ &= 13,20 \text{ ton/jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 26,40 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

B. Produktivitas Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Diketahui :

- Cta = 20,79 menit
- Trip = $\frac{60 \text{ menit/jam}}{20,79 \text{ menit}} = 2,89 \text{ trip/jam}$
- Kb = 0,8 m³
- n = 9
- Ek = 85%
- F = 85%
- Sf = 0,57
- na = 2 unit

Maka produksi alat angkut yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Pta} &= T \times \text{Kb} \times F \times n \times \text{Ek} \times \text{Sf} \\ &= 2,89 \text{ trip/jam} \times 0,8 \text{ m}^3 \times 85\% \times 9 \times 85\% \times 0,57 \\ &= 8,57 \text{ BCM/jam} \times 1,53 \text{ ton/m}^3 \\ &= 13,11 \text{ ton/jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 26,22 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN M

KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT

BERDASARKAN WAKTU TUNGGU

Load Factor adalah faktor pengali untuk memperoleh tenaga mesin yang sesungguhnya. Besarnya *load factor* dapat dihitung dengan menggunakan pengamatan RPM pada waktu kerja mesin tersebut termasuk pada saat mesin diam dan *idle* mesin pada kondisi transmisi N (netral) :

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{RPM terpakai senyatanya}}{\text{RPM tersedia dalam mesin pada HP maksimal}}$$

A. Konsumsi Bahan Bakar Saat Waktu Tunggu Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Diketahui :

- *RPM* maksimal tersedia dalam mesin = 1.600 RPM

- *RPM* rata-rata pada *idle* mesin netral = 650 RPM

$$\begin{aligned} \text{Load Factor} &= \frac{650 \text{ RPM} \times 13,08 \text{ menit/jam}}{1.600 \text{ RPM} \times 60 \text{ menit/jam}} \\ &= 0,088 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 31,85 \text{ HP} \times 0,088}{7,2 \text{ lb/gallon}} \\ &= 0,195 \text{ gallon/jam} \end{aligned}$$

B. Konsumsi Bahan Bakar Saat Waktu Tunggu Toyota Dyna 130HT

Diketahui :

- *RPM* maksimal tersedia dalam mesin = 1.800 RPM

- *RPM* rata-rata pada *idle* mesin netral = 700 RPM

$$\begin{aligned} \text{Load Factor} &= \frac{700 \text{ RPM} \times 13,13 \text{ menit/jam}}{1.800 \text{ RPM} \times 60 \text{ menit/jam}} \\ &= 0,085 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 36,73 \text{ HP} \times 0,085}{7,2 \text{ lb/gallon}} \\ &= 0,217 \text{ gallon/jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN N

KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT

BERDASARKAN WAKTU TUNGGU SETELAH PERBAIKAN

JALAN ANGKUT

Load Factor adalah faktor pengali untuk memperoleh tenaga mesin yang sesungguhnya. Besarnya *load factor* dapat dihitung dengan menggunakan pengamatan RPM pada waktu kerja mesin tersebut termasuk pada saat mesin diam dan *idle* mesin pada kondisi transmisi N (netral) :

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{RPM terpakai senyatanya}}{\text{RPM tersedia dalam mesin pada HP maksimal}}$$

A. Konsumsi Bahan Bakar Saat Waktu Tunggu Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Diketahui :

- *RPM* maksimal tersedia dalam mesin = 1.600 RPM

- *RPM* rata-rata pada *idle* mesin netral = 650 RPM

$$\begin{aligned} \text{Load Factor} &= \frac{650 \text{ RPM} \times 12,90 \text{ menit/jam}}{1.600 \text{ RPM} \times 60 \text{ menit/jam}} \\ &= 0,087 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 31,85 \text{ HP} \times 0,087}{7,2 \text{ lb/gallon}} \\ &= 0,192 \text{ gallon/jam} \end{aligned}$$

B. Konsumsi Bahan Bakar Saat Waktu Tunggu Toyota Dyna 130HT

Diketahui :

- *RPM* maksimal tersedia dalam mesin = 1.800 RPM

- *RPM* rata-rata pada *idle* mesin netral = 700 RPM

$$\begin{aligned} \text{Load Factor} &= \frac{700 \text{ RPM} \times 12,99 \text{ menit/jam}}{1.800 \text{ RPM} \times 60 \text{ menit/jam}} \\ &= 0,084 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 36,73 \text{ HP} \times 0,084}{7,2 \text{ lb/gallon}} \\ &= 0,214 \text{ gallon/jam} \end{aligned}$$

LAMPIRAN O
KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT
BERDASARKAN PEMAKAIAN RIMPULL

Load factor adalah faktor pengali untuk memperoleh tenaga mesin yang sesungguhnya, sehubungan dengan maksimal *power* tidak dipergunakan menerus selama periode kerja. *Load factor* alat angkut dapat diketahui dari perhitungan pemakaian *rimpull*. Untuk menghitung *load factor* dari *rimpull*, sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu berapa besar *rimpull* yang digunakan untuk mengatasi *rolling resistance*, *grade resistance* dan *rimpull* untuk percepatannya.

A. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Berat truk bermuatan = 8 ton \approx 16.000 lb

Berat truk kosong = 3,8 ton \approx 7.600 lb

1. Segmen A – B

• *Total Resistance*

- Saat Bermuatan

RR = 367,28 lb

GR = -368,18 lb

TR = 367,28 lb + (-368,18 lb) = -0,9 lb

- Saat Kosongan

RR = 163,17 lb

GR = 174,88 lb

TR = 163,17 lb + 174,88 lb = 338,88 lb

• *Sisa Rimpull*

- Saat Bermuatan

Gear 1 = 5.655,52 lb - (-0,9 lb)

= 5.656,42 lb : 8 ton

= 707,05 lb/ton

Gear 2 = 3.183,07 lb - (-0,9 lb)

= 3.183,97 lb : 8 ton

= 397,99 lb/ton

$$\begin{aligned} \text{Gear 3} &= 1.787,07 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb}) \\ &= 1.787,97 \text{ lb} : 8 \text{ ton} \\ &= 223,50 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 4} &= 1.051,21 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb}) \\ &= 1.052,11 \text{ lb} : 8 \text{ ton} \\ &= 131,51 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 5} &= 758,98 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb}) \\ &= 759,88 \text{ lb} : 8 \text{ ton} \\ &= 94,99 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

- Saat Kosongan

$$\begin{aligned} \text{Gear 1} &= 5.655,52 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 5.316,64 \text{ lb} : 3,8 \text{ ton} \\ &= 1.399,12 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 2} &= 3.183,07 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 2.844,19 \text{ lb} : 3,8 \text{ ton} \\ &= 748,47 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 3} &= 1.787,07 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 1.448,19 \text{ lb} : 3,8 \text{ ton} \\ &= 381,10 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 4} &= 1.051,21 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 712,33 \text{ lb} : 3,8 \text{ ton} \\ &= 187,45 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 5} &= 758,98 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 420,10 \text{ lb} : 3,8 \text{ ton} \\ &= 110,55 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

• *Rimpull* untuk Percepatan

- Saat Bermuatan

$$\begin{aligned} \text{Gear 1} &= (5.656,42 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.000 \text{ lb} = 11,38 \text{ ft/sec}^2 \\ &= 11,38 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 7,97 \text{ mph/sec} \\ &= 7,97 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 478,2 \text{ mph/min} \\ &= 478,2 \text{ mph/min} = 700 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\text{Gear 2} = (3.183,97 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.000 \text{ lb} = 6,41 \text{ ft/sec}^2$$

$$\begin{aligned}
&= 6,41 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 4,49 \text{ mph/sec} \\
&= 4,49 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 269,4 \text{ mph/min} \\
&= 269,4 \text{ mph/min} = 300 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Gear 3} &= (1.787,97 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.000 \text{ lb} = 3,6 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 3,6 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 2,52 \text{ mph/sec} \\
&= 2,52 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 151,13 \text{ mph/min} \\
&= 151,13 \text{ mph/min} = 200 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Gear 4} &= (1.052,11 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.000 \text{ lb} = 2,12 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 2,12 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 1,48 \text{ mph/sec} \\
&= 1,48 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 88,8 \text{ mph/min} \\
&= 88,8 \text{ mph/min} = 100 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Gear 5} &= (759,88 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.000 \text{ lb} = 1,53 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 1,53 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 1,07 \text{ mph/sec} \\
&= 1,07 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 64,2 \text{ mph/min} \\
&= 64,2 \text{ mph/min} = 90 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

- Saat Kosongan

$$\begin{aligned}
\text{Gear 1} &= (5.316,64 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.600 \text{ lb} = 22,52 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 22,52 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 15,76 \text{ mph/sec} \\
&= 15,76 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 945,84 \text{ mph/min} \\
&= 945,84 \text{ mph/min} = 400 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Gear 2} &= (2.844,19 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.600 \text{ lb} = 12,05 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 12,05 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 8,43 \text{ mph/sec} \\
&= 8,43 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 506,12 \text{ mph/min} \\
&= 506,12 \text{ mph/min} = 280 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Gear 3} &= (1.448,19 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.600 \text{ lb} = 6,13 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 6,13 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 4,3 \text{ mph/sec} \\
&= 4,3 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 257,70 \text{ mph/min} \\
&= 257,70 \text{ mph/min} = 120 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Gear 4} &= (712,33 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.600 \text{ lb} = 3,02 \text{ ft/sec}^2 \\
&= 3,02 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 2,11 \text{ mph/sec} \\
&= 2,11 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 126,76 \text{ mph/min} \\
&= 126,76 \text{ mph/min} = 40 \text{ lb/ton}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gear 5} &= (420,10 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.600 \text{ lb} = 1,78 \text{ ft/sec}^2 \\
 &= 1,78 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 1,25 \text{ mph/sec} \\
 &= 1,25 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 74,76 \text{ mph/min} \\
 &= 74,76 \text{ mph/min} = 40 \text{ lb/ton}
 \end{aligned}$$

- *Sisa Rimpull Setelah Percepatan*

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 707,05 \text{ lb/ton} - 700 \text{ lb/ton} = 7,05 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 2} = 397,99 \text{ lb/ton} - 300 \text{ lb/ton} = 97,99 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 3} = 223,50 \text{ lb/ton} - 200 \text{ lb/ton} = 23,50 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 4} = 131,51 \text{ lb/ton} - 100 \text{ lb/ton} = 31,51 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 5} = 94,99 \text{ lb/ton} - 90 \text{ lb/ton} = 4,99 \text{ lb/ton}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 1.399,12 \text{ lb/ton} - 400 \text{ lb/ton} = 999,12 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 2} = 748,47 \text{ lb/ton} - 280 \text{ lb/ton} = 468,47 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 3} = 381,10 \text{ lb/ton} - 120 \text{ lb/ton} = 261,10 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 4} = 187,45 \text{ lb/ton} - 40 \text{ lb/ton} = 147,45 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 5} = 110,55 \text{ lb/ton} - 40 \text{ lb/ton} = 70,55 \text{ lb/ton}$$

- *Rimpull Terpakai*

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 5.655,52 \text{ lb} - (7,05 \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton}) = 5.599,12 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 2} = 3.183,07 \text{ lb} - (97,99 \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton}) = 2.399,15 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 3} = 1.787,07 \text{ lb} - (23,50 \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton}) = 1.599,07 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 4} = 1.051,21 \text{ lb} - (31,51 \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton}) = 799,13 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 5} = 758,98 \text{ lb} - (4,99 \text{ lb/ton} \times 8 \text{ ton}) = 719,06 \text{ lb}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 5.655,52 \text{ lb} - (999,12 \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton}) = 1.858,86 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 2} = 3.183,07 \text{ lb} - (468,47 \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton}) = 1.402,88 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 3} = 1.787,07 \text{ lb} - (261,10 \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton}) = 794,89 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 4} = 1.051,21 \text{ lb} - (147,45 \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton}) = 490,9 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 5} = 758,98 \text{ lb} - (70,55 \text{ lb/ton} \times 3,8 \text{ ton}) = 490,89 \text{ lb}$$

- *Load Factor*

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 5.599,12 \text{ lb} / 5.655,52 \text{ lb} = 0,990$$

$$\text{Gear 2} = 2.399,15 \text{ lb} / 3.183,07 \text{ lb} = 0,754$$

$$\text{Gear 3} = 1.599,07 \text{ lb} / 1.787,07 \text{ lb} = 0,895$$

$$\text{Gear 4} = 799,13 \text{ lb} / 1.051,21 \text{ lb} = 0,760$$

$$\text{Gear 5} = 719,06 \text{ lb} / 758,98 \text{ lb} = 0,947$$

$$\text{Rata-rata Load Factor} = 0,869$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 1.858,86 \text{ lb} / 5.655,52 \text{ lb} = 0,329$$

$$\text{Gear 2} = 1.402,88 \text{ lb} / 3.183,07 \text{ lb} = 0,441$$

$$\text{Gear 3} = 794,89 \text{ lb} / 1.787,07 \text{ lb} = 0,445$$

$$\text{Gear 4} = 490,9 \text{ lb} / 1.051,21 \text{ lb} = 0,467$$

$$\text{Gear 5} = 490,89 \text{ lb} / 758,98 \text{ lb} = 0,647$$

$$\text{Rata-rata Load Factor} = 0,465$$

- Konsumsi Bahan Bakar

- Saat Bermuatan

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 31,85 \text{ HP} \times 0,869}{7,2 \text{ lb/gallon}}$$

$$= 1,923 \text{ gallon/jam}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 31,85 \text{ HP} \times 0,465}{7,2 \text{ lb/gallon}}$$

$$= 1,029 \text{ gallon/jam}$$

Seterusnya sampai segmen akhir yaitu segmen S – T.

Tabel O.1

Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Pemakaian *Rimpull* Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

No.	Segmen Jalan	Total Resistance (lb)		Load Factor		Konsumsi BBM (gal/jam)	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	-0.90	338.06	0.869	0.465	1.923	1.029
2	B - C	-1322.72	965.92	0.594	0.660	1.314	1.460
3	C - D	607.10	49.26	0.910	0.300	2.013	0.664
4	D - E	-378.51	517.42	0.690	0.568	1.526	1.257
5	E - F	-2220.46	1392.35	0.771	0.669	1.705	1.480
6	F - G	-1200.70	907.96	0.769	0.660	1.701	1.459
7	G - H	-137.19	402.80	0.836	0.559	1.849	1.237
8	H - I	-1533.44	1099.76	0.611	0.614	1.352	1.358
9	I - J	-674.21	691.62	0.735	0.634	1.626	1.403
10	J - K	236.15	259.20	0.846	0.459	1.870	1.014
11	K - L	140.09	304.83	0.892	0.472	1.974	1.044
12	L - M	407.45	177.84	0.898	0.429	1.986	0.949

Lanjutan Tabel O.1

13	M - N	-1141.15	879.68	0.903	0.664	1.997	1.468
14	N - O	-2177.07	1371.74	0.652	0.674	1.442	1.490
15	O - P	-1569.03	1082.92	0.701	0.577	1.550	1.276
16	P - Q	23.81	326.32	0.909	0.480	2.011	1.061
17	Q - R	-636.98	606.57	0.760	0.610	1.681	1.349
18	R - S	1442.00	-246.32	0.855	0.308	1.892	0.681
19	S - T	2044.64	-633.57	0.911	0.197	2.014	0.436
Rata - rata				0.795	0.526	1.759	1.164

Konsumsi bahan bakar saat bermuatan = 1,759 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat kosongan = 1,164 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat *idle* = 0,195 gallon/jam

- Konsumsi bahan bakar saat bermuatan dalam 1 jam

$$= 1,759 \text{ gallon/jam} \times \frac{29,92 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$$= 0,877 \text{ gallon/jam}$$

- Konsumsi bahan bakar saat kosongan dalam 1 jam

$$= 1,164 \text{ gallon/jam} \times \frac{17,02 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$$= 0,330 \text{ gallon/jam}$$

Jadi, konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam

$$= 0,877 + 0,330 + 0,195 = 1,402 \text{ gallon/jam (5,307 liter/jam)}$$

- Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat *idle* mesin dimatikan

$$= 1,402 \text{ gallon/jam} - \text{konsumsi bahan bakar saat } \textit{idle} \text{ dalam 1 jam}$$

$$= 1,402 \text{ gallon/jam} - 0,195 \text{ gallon/jam}$$

$$= 1,207 \text{ gallon/jam (4,568 liter/jam)}$$

- Biaya pengangkutan yang diperlukan dalam 1 jam jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter

- Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam

$$= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam} \times \text{Harga 1 liter solar}$$

$$= 5,307 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$$

$$= \text{Rp}57.183,- \text{ per jam}$$

- Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam jika mesin dimatikan saat *idle*

$$= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat } \textit{idle} \text{ mesin dimatikan} \times \text{Harga 1 liter solar}$$

$$= 4,568 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$$

$$= \text{Rp}49.220,- \text{ per jam}$$

B. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Berat truk bermuatan = 8,25 ton \approx 16.500 lb

Berat truk kosong = 3,82 ton \approx 7.640 lb

1. Segmen A – B

• *Total Resistance*

- Saat Bermuatan

$$RR = 367,28 \text{ lb}$$

$$GR = -368,18 \text{ lb}$$

$$TR = 367,28 \text{ lb} + (-368,18 \text{ lb}) = -0,9 \text{ lb}$$

- Saat Kosongan

$$RR = 163,17 \text{ lb}$$

$$GR = 174,88 \text{ lb}$$

$$TR = 163,17 \text{ lb} + 174,88 \text{ lb} = 338,88 \text{ lb}$$

• *Sisa Rimpull*

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 5.756 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb})$$

$$= 5.756,90 \text{ lb} : 8,25 \text{ ton}$$

$$= 697,81 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 2} = 3.205,70 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb})$$

$$= 3.206,60 \text{ lb} : 8,25 \text{ ton}$$

$$= 388,68 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 3} = 1.728,39 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb})$$

$$= 1.729,29 \text{ lb} : 8,25 \text{ ton}$$

$$= 209,61 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 4} = 1.077,55 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb})$$

$$= 1.078,45 \text{ lb} : 8,25 \text{ ton}$$

$$= 130,72 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 5} = 767,21 \text{ lb} - (-0,9 \text{ lb})$$

$$= 768,11 \text{ lb} : 8,25 \text{ ton}$$

$$= 93,10 \text{ lb/ton}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 5.756 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb}$$

$$= 5.417,12 \text{ lb} : 3,82 \text{ ton}$$

$$= 1.418,10 \text{ lb/ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 2} &= 3.205,70 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 2.866,82 \text{ lb} : 3,82 \text{ ton} \\ &= 750,48 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 3} &= 1.728,39 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 1.389,51 \text{ lb} : 3,82 \text{ ton} \\ &= 363,75 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 4} &= 1.077,55 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 738,67 \text{ lb} : 3,82 \text{ ton} \\ &= 193,37 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 5} &= 767,21 \text{ lb} - 338,88 \text{ lb} \\ &= 428,33 \text{ lb} : 3,82 \text{ ton} \\ &= 112,13 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

- *Rimpull* untuk Percepatan

- Saat Bermuatan

$$\begin{aligned} \text{Gear 1} &= (5.756,90 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.500 \text{ lb} = 11,23 \text{ ft/sec}^2 \\ &= 11,23 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 7,86 \text{ mph/sec} \\ &= 7,86 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 471,66 \text{ mph/min} \\ &= 471,66 \text{ mph/min} = 600 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 2} &= (3.206,60 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.500 \text{ lb} = 6,26 \text{ ft/sec}^2 \\ &= 6,26 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 4,38 \text{ mph/sec} \\ &= 4,38 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 262,92 \text{ mph/min} \\ &= 262,92 \text{ mph/min} = 300 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 3} &= (1.729,29 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.500 \text{ lb} = 3,37 \text{ ft/sec}^2 \\ &= 3,37 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 2,36 \text{ mph/sec} \\ &= 2,36 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 141,54 \text{ mph/min} \\ &= 141,54 \text{ mph/min} = 200 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 4} &= (1.078,45 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.500 \text{ lb} = 2,11 \text{ ft/sec}^2 \\ &= 2,11 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 1,48 \text{ mph/sec} \\ &= 1,48 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 88,8 \text{ mph/min} \\ &= 88,8 \text{ mph/min} = 100 \text{ lb/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gear 5} &= (768,11 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 16.500 \text{ lb} = 1,50 \text{ ft/sec}^2 \\ &= 1,50 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 1,05 \text{ mph/sec} \end{aligned}$$

$$= 1,05 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 63 \text{ mph/min}$$

$$= 63 \text{ mph/min} = 90 \text{ lb/ton}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = (5.471,12 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.640 \text{ lb} = 23,06 \text{ ft/sec}^2$$

$$= 23,06 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 16,14 \text{ mph/sec}$$

$$= 16,14 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 968,52 \text{ mph/min}$$

$$= 968,52 \text{ mph/min} = 400 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 2} = (2.866,82 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.640 \text{ lb} = 12,08 \text{ ft/sec}^2$$

$$= 12,08 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 8,46 \text{ mph/sec}$$

$$= 8,46 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 507,47 \text{ mph/min}$$

$$= 507,47 \text{ mph/min} = 280 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 3} = (1.389,51 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.640 \text{ lb} = 5,85 \text{ ft/sec}^2$$

$$= 5,85 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 4,10 \text{ mph/sec}$$

$$= 4,10 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 245,96 \text{ mph/min}$$

$$= 245,96 \text{ mph/min} = 120 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 4} = (738,67 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.640 \text{ lb} = 3,11 \text{ ft/sec}^2$$

$$= 3,11 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 2,18 \text{ mph/sec}$$

$$= 2,18 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 130,75 \text{ mph/min}$$

$$= 130,75 \text{ mph/min} = 40 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 5} = (428,33 \text{ lb} \times 32,2 \text{ ft/sec}^2) / 7.640 \text{ lb} = 1,81 \text{ ft/sec}^2$$

$$= 1,81 \text{ ft/sec}^2 \times 0,7 \text{ mph/ft/sec} = 1,26 \text{ mph/sec}$$

$$= 1,26 \text{ mph/sec} \times 60 \text{ sec/min} = 75,82 \text{ mph/min}$$

$$= 75,82 \text{ mph/min} = 40 \text{ lb/ton}$$

• Sisa Rimpull Setelah Percepatan

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 697,81 \text{ lb/ton} - 600 \text{ lb/ton} = 97,81 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 2} = 388,68 \text{ lb/ton} - 300 \text{ lb/ton} = 88,68 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 3} = 209,61 \text{ lb/ton} - 200 \text{ lb/ton} = 9,61 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 4} = 130,72 \text{ lb/ton} - 100 \text{ lb/ton} = 30,72 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 5} = 93,10 \text{ lb/ton} - 90 \text{ lb/ton} = 3,10 \text{ lb/ton}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 1.418,70 \text{ lb/ton} - 400 \text{ lb/ton} = 1.018,70 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 2} = 750,48 \text{ lb/ton} - 280 \text{ lb/ton} = 470,48 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 3} = 363,75 \text{ lb/ton} - 120 \text{ lb/ton} = 243,75 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 4} = 193,37 \text{ lb/ton} - 40 \text{ lb/ton} = 153,37 \text{ lb/ton}$$

$$\text{Gear 5} = 112,13 \text{ lb/ton} - 40 \text{ lb/ton} = 72,13 \text{ lb/ton}$$

- *Rimpull* Terpakai

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 5.756 \text{ lb} - (97,81 \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton}) = 4.949,07 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 2} = 3.205,70 \text{ lb} - (88,68 \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton}) = 2.479,09 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 3} = 1.728,39 \text{ lb} - (9,61 \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton}) = 1.649,11 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 4} = 1.077,55 \text{ lb} - (30,72 \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton}) = 824,11 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 5} = 767,21 \text{ lb} - (3,10 \text{ lb/ton} \times 8,25 \text{ ton}) = 741,64 \text{ lb}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 5.756 \text{ lb} - (1.018,70 \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton}) = 1.864,57 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 2} = 3.205,70 \text{ lb} - (470,48 \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton}) = 1.408,47 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 3} = 1.728,39 \text{ lb} - (243,75 \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton}) = 797,26 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 4} = 1.077,55 \text{ lb} - (153,37 \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton}) = 491,68 \text{ lb}$$

$$\text{Gear 5} = 767,21 \text{ lb} - (72,13 \text{ lb/ton} \times 3,82 \text{ ton}) = 491,67 \text{ lb}$$

- *Load Factor*

- Saat Bermuatan

$$\text{Gear 1} = 4.949,07 \text{ lb} / 5.756 \text{ lb} = 0,860$$

$$\text{Gear 2} = 2.479,09 \text{ lb} / 3.205,70 \text{ lb} = 0,773$$

$$\text{Gear 3} = 1.649,11 \text{ lb} / 1.728,39 \text{ lb} = 0,954$$

$$\text{Gear 4} = 824,11 \text{ lb} / 1.077,55 \text{ lb} = 0,765$$

$$\text{Gear 5} = 741,64 \text{ lb} / 767,21 \text{ lb} = 0,967$$

$$\text{Rata-rata } \textit{Load Factor} = 0,863$$

- Saat Kosongan

$$\text{Gear 1} = 1.864,57 \text{ lb} / 5.756 \text{ lb} = 0,324$$

$$\text{Gear 2} = 1.408,47 \text{ lb} / 3.205,70 \text{ lb} = 0,439$$

$$\text{Gear 3} = 797,26 \text{ lb} / 1.728,39 \text{ lb} = 0,461$$

$$\text{Gear 4} = 491,68 \text{ lb} / 1.077,55 \text{ lb} = 0,456$$

$$\text{Gear 5} = 491,67 \text{ lb} / 767,21 \text{ lb} = 0,641$$

$$\text{Rata-rata } \textit{Load Factor} = 0,465$$

- Konsumsi Bahan Bakar
- Saat Bermuatan

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 36,73 \text{ HP} \times 0,863}{7,2 \text{ lb/gallon}}$$

$$= 2,202 \text{ gallon/jam}$$

- Saat Kosongan

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar} = \frac{0,5 \text{ lb/hp/jam} \times 36,73 \text{ HP} \times 0,465}{7,2 \text{ lb/gallon}}$$

$$= 1,186 \text{ gallon/jam}$$

Seterusnya sampai segmen akhir yaitu segmen S – T.

Tabel O.2

Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Pemakaian *Rimpull* Toyota Dyna 130HT

No.	Segmen Jalan	Total Resistance (lb)		Load Factor		Konsumsi BBM (gal/jam)	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	-0.93	339.84	0.863	0.465	2.202	1.186
2	B - C	-1364.06	971.01	0.610	0.661	1.557	1.686
3	C - D	626.08	49.51	0.933	0.329	2.379	0.840
4	D - E	-390.33	520.14	0.708	0.568	1.807	1.449
5	E - F	-2289.85	1399.68	0.697	0.672	1.778	1.714
6	F - G	-1238.22	912.74	0.790	0.664	2.014	1.694
7	G - H	-141.48	404.92	0.855	0.559	2.180	1.426
8	H - I	-1581.36	1105.55	0.628	0.622	1.601	1.585
9	I - J	-695.28	695.26	0.661	0.636	1.685	1.623
10	J - K	243.53	260.57	0.865	0.441	2.205	1.125
11	K - L	144.47	306.44	0.821	0.471	2.094	1.202
12	L - M	420.18	178.77	0.919	0.429	2.345	1.095
13	M - N	-1176.81	884.31	0.875	0.646	2.232	1.648
14	N - O	-2245.10	1378.96	0.670	0.677	1.708	1.726
15	O - P	-1618.06	1088.62	0.692	0.584	1.764	1.489
16	P - Q	24.55	328.04	0.838	0.480	2.137	1.223
17	Q - R	-656.89	609.76	0.686	0.610	1.749	1.555
18	R - S	1487.06	-247.61	0.871	0.291	2.222	0.742
19	S - T	2108.53	-636.91	0.927	0.198	2.365	0.506
Rata - rata				0.785	0.526	2.001	1.343

Konsumsi bahan bakar saat bermuatan = 2,001 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat kosongan = 1,343 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat *idle* = 0,217 gallon/jam

- Konsumsi bahan bakar saat bermuatan dalam 1 jam

$$= 2,001 \text{ gallon/jam} \times \frac{29,88 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$$= 0,996 \text{ gallon/jam (3,770 liter/jam)}$$

- Konsumsi bahan bakar saat kosongan dalam 1 jam
 $= 1,343 \text{ gallon/jam} \times \frac{16,90 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$
 $= 0,378 \text{ gallon/jam (1,432 liter/jam)}$

Jadi, konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam
 $= 0,996 + 0,378 + 0,217 = 1,591 \text{ gallon/jam (6,022 liter/jam)}$

- Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat *idle* mesin dimatikan
 $= 1,591 \text{ gallon/jam} - \text{konsumsi bahan bakar saat } idle \text{ dalam 1 jam}$
 $= 1,591 \text{ gallon/jam} - 0,217 \text{ gallon/jam}$
 $= 1,374 \text{ gallon/jam (5,201 liter/jam)}$
- Biaya pengangkutan yang diperlukan dalam 1 jam jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter
 - Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam
 $= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam} \times \text{Harga 1 liter solar}$
 $= 6,022 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$
 $= \text{Rp}64.887,- \text{ per jam}$
 - Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam jika mesin dimatikan saat *idle*
 $= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat } idle \text{ mesin dimatikan} \times \text{Harga 1 liter solar}$
 $= 5,201 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$
 $= \text{Rp}56.041,- \text{ per jam}$

LAMPIRAN P

KONSUMSI BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT

BERDASARKAN PEMAKAIAN *RIMPULL* SETELAH

PERBAIKAN JALAN ANGKUT

A. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Tabel P.1

Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Pemakaian *Rimpull* Mitsubishi Fuso SHD-X6.6 Setelah Perbaikan Jalan Angkut

No.	Segmen Jalan	Total Resistance (lb)		Load Factor		Konsumsi BBM (gal/jam)	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	-0.90	338.06	0.869	0.465	1.923	1.029
2	B - C	-912.72	771.17	0.654	0.593	1.446	1.170
3	C - D	607.10	49.26	0.910	0.300	2.013	0.664
4	D - E	-378.51	517.42	0.690	0.568	1.526	1.257
5	E - F	-912.72	771.17	0.654	0.593	1.446	1.311
6	F - G	-771.12	804.92	0.699	0.606	1.547	1.340
7	G - H	221.85	503.80	0.836	0.548	1.849	1.212
8	H - I	-629.28	872.18	0.543	0.553	1.201	1.224
9	I - J	-674.21	691.62	0.735	0.634	1.626	1.403
10	J - K	236.15	259.20	0.846	0.459	1.870	1.014
11	K - L	140.09	304.83	0.892	0.472	1.974	1.044
12	L - M	501.77	200.29	0.898	0.429	1.986	0.949
13	M - N	-629.28	872.18	0.903	0.656	1.997	1.487
14	N - O	-771.12	804.92	0.671	0.539	1.484	1.193
15	O - P	-912.72	771.17	0.654	0.512	1.446	1.162
16	P - Q	165.41	360.06	0.909	0.480	2.011	1.061
17	Q - R	-636.98	606.57	0.760	0.610	1.681	1.349
18	R - S	1820.00	-111.68	0.793	0.258	1.955	0.570
19	S - T	1647.28	-444.83	0.769	0.182	1.711	0.403
Rata - rata				0.773	0.498	1.721	1.097

Konsumsi bahan bakar saat bermuatan = 1,721 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat kosongan = 1,097 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat *idle* = 0,192 gallon/jam

- Konsumsi bahan bakar saat bermuatan dalam 1 jam

$$= 1,721 \text{ gallon/jam} \times \frac{30,54 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$$= 0,876 \text{ gallon/jam (3,283 liter/jam)}$$

- Konsumsi bahan bakar saat kosongan dalam 1 jam
 $= 1,097 \text{ gallon/jam} \times \frac{16,56 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$
 $= 0,303 \text{ gallon/jam (1,094 liter/jam)}$

Jadi, konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam
 $= 0,876 + 0,303 + 0,192 = 1,371 \text{ gallon/jam (5,189 liter/jam)}$

- Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat *idle* mesin dimatikan
 $= 1,371 \text{ gallon/jam} - \text{konsumsi bahan bakar saat } idle \text{ dalam 1 jam}$
 $= 1,371 \text{ gallon/jam} - 0,192 \text{ gallon/jam}$
 $= 1,179 \text{ gallon/jam (4,462 liter/jam)}$
- Biaya pengangkutan yang diperlukan dalam 1 jam jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter
 - Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam
 $= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam} \times \text{Harga 1 liter solar}$
 $= 5,189 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$
 $= \text{Rp}55.912,- \text{ per jam}$
 - Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam jika mesin dimatikan saat *idle*
 $= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat } idle \text{ mesin dimatikan} \times \text{Harga 1 liter solar}$
 $= 4,462 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$
 $= \text{Rp}48.078,- \text{ per jam}$

B. Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Tabel P.2

Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Pemakaian *Rimpull* Toyota Dyna 130HT Setelah Perbaikan Jalan Angkut

No.	Segmen Jalan	<i>Total Resistance (lb)</i>		<i>Load Factor</i>		Konsumsi BBM (gal/jam)	
		Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan	Bermuatan	Kosongan
1	A - B	-0.93	339.84	0.863	0.465	2.202	1.186
2	B - C	-1364.06	971.01	0.658	0.528	1.678	1.346
3	C - D	626.08	49.51	0.933	0.329	2.379	0.840
4	D - E	-390.33	520.14	0.708	0.568	1.807	1.449
5	E - F	-2289.85	1399.68	0.658	0.597	1.678	1.552
6	F - G	-1238.22	912.74	0.690	0.610	1.760	1.556
7	G - H	-141.48	404.92	0.855	0.548	2.180	1.398
8	H - I	-1581.36	1105.55	0.579	0.552	1.477	1.409
9	I - J	-695.28	695.26	0.661	0.636	1.685	1.623
10	J - K	243.53	260.57	0.865	0.441	2.205	1.125
11	K - L	144.47	306.44	0.821	0.471	2.094	1.202
12	L - M	420.18	178.77	0.919	0.429	2.345	1.095
13	M - N	-1176.81	884.31	0.875	0.672	2.232	1.715

Lanjutan Tabel T.2

14	N - O	-2245.10	1378.96	0.690	0.530	1.760	1.351
15	O - P	-1618.06	1088.62	0.658	0.528	1.678	1.346
16	P - Q	24.55	328.04	0.838	0.480	2.137	1.223
17	Q - R	-656.89	609.76	0.686	0.610	1.749	1.555
18	R - S	1487.06	-247.61	0.847	0.259	2.162	0.659
19	S - T	2108.53	-636.91	0.787	0.183	2.008	0.468
Rata - rata				0.768	0.497	1.959	1.268

Konsumsi bahan bakar saat bermuatan = 1,959 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat kosongan = 1,268 gallon/jam

Konsumsi bahan bakar saat *idle* = 0,214 gallon/jam

- Konsumsi bahan bakar saat bermuatan dalam 1 jam

$$= 1,959 \text{ gallon/jam} \times \frac{30,55 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$$= 0,997 \text{ gallon/jam (3,774 liter/jam)}$$

- Konsumsi bahan bakar saat kosongan dalam 1 jam

$$= 1,268 \text{ gallon/jam} \times \frac{16,46 \text{ menit/jam}}{60 \text{ menit/jam}}$$

$$= 0,348 \text{ gallon/jam (1,317 liter/jam)}$$

Jadi, konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam

$$= 0,997 + 0,348 + 0,214 = 1,559 \text{ gallon/jam (5,901 liter/jam)}$$

- Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat *idle* mesin dimatikan

$$= 1,559 \text{ gallon/jam} - \text{konsumsi bahan bakar saat } \textit{idle} \text{ dalam 1 jam}$$

$$= 1,559 \text{ gallon/jam} - 0,214 \text{ gallon/jam}$$

$$= 1,345 \text{ gallon/jam (5,091 liter/jam)}$$

- Biaya pengangkutan yang diperlukan dalam 1 jam jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter

- Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam

$$= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam} \times \text{Harga 1 liter solar}$$

$$= 5,901 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$$

$$= \text{Rp}63,583,- \text{ per jam}$$

- Biaya pengangkutan pada konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam jika mesin dimatikan saat *idle*

$$= \text{Konsumsi bahan bakar keseluruhan dalam 1 jam apabila saat } \textit{idle} \text{ mesin dimatikan} \times \text{Harga 1 liter solar}$$

$$= 5,091 \text{ liter/jam} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$$

$$= \text{Rp}54.856,- \text{ per jam}$$

LAMPIRAN Q

RASIO BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT

Rasio bahan bakar alat angkut merupakan perbandingan konsumsi bahan bakar (gallon/jam) dengan produksi alat angkut pada satuan waktu tertentu (ton/jam).

A. Rasio Bahan Bakar Alat Angkut Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

Tabel Q.1
Rasio Bahan Bakar Mitsubishi Fuso SHD-X6.6

No.	Pengamatan	Konsumsi Bahan Bakar (gallon/jam)	Produksi (ton/jam)	Rasio Bahan Bakar (gallon/ton)
1	Sebelum Perbaikan	1,402	11,25	0,125
2	Setelah Perbaikan	1,371	13,20	0,104
Rata-rata		1,386	12,22	0,114

Jadi, rasio bahan bakar sebelum perbaikan jalan adalah 0,125 gallon/ton (0,473 liter/ton) dan setelah perbaikan jalan adalah 0,104 gallon/ton (0,394 liter/ton).

- Biaya pengangkutan yang diperlukan sebelum perbaikan jalan dalam 1 ton jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter
 $= \text{Rasio bahan bakar} \times \text{Harga 1 liter solar}$
 $= 0,473 \text{ liter/ton} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$
 $= \text{Rp}5.097,- \text{ per ton}$
- Biaya pengangkutan yang diperlukan setelah perbaikan jalan dalam 1 ton jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter
 $= \text{Rasio bahan bakar} \times \text{Harga 1 liter solar}$
 $= 0,394 \text{ liter/ton} \times 10.775 \text{ rupiah/liter}$
 $= \text{Rp}4.245,- \text{ per ton}$

B. Rasio Bahan Bakar Alat Angkut Toyota Dyna 130HT

Tabel Q.2
Rasio Bahan Bakar Toyota Dyna 130HT

No.	Pengamatan	Konsumsi Bahan Bakar (gallon/jam)	Produksi (ton/jam)	Rasio Bahan Bakar (gallon/ton)
1	Sebelum Perbaikan	1,591	11,15	0,143
2	Setelah Perbaikan	1,559	13,11	0,119
Rata-rata		1,575	12,13	0,131

Jadi, rasio bahan bakar sebelum perbaikan jalan adalah 0,143 gallon/ton (0,541 liter/ton) dan setelah perbaikan jalan adalah 0,119 gallon/ton (0,450 liter/ton).

- Biaya pengangkutan yang diperlukan sebelum perbaikan jalan dalam 1 ton jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter
= Rasio bahan bakar \times Harga 1 liter solar
= 0,541 liter/ton \times 10.775 rupiah/liter
= Rp5.829,- per ton
- Biaya pengangkutan yang diperlukan setelah perbaikan jalan dalam 1 ton jika harga 1 liter solar adalah Rp10.775,- per liter
= Rasio bahan bakar \times Harga 1 liter solar
= 0,450 liter/ton \times 10.775 rupiah/liter
= Rp4.849,- per ton

LAMPIRAN R

PETA JALAN ANGKUT

