

# Kajian Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Penggunaan Bahan Bakar Truck Pada Produksi Batubara Di Pit Barat Pt.Aic Jaya Kec.Talawi Sawahlunto Sumatera Barat.

Rian Saputra<sup>1\*</sup> and Dedi Yulhendra<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*riansaputra199486@gmail.com

\*\*dediyulhendra@ft.unp.ac.id

**Abstract.** Sawahlunto City is one of the areas that has very potential coal resources in West Sumatra and is very interesting to work on. PT. Allied Indo Coal Jaya is a company engaged in coal mining located in Parambah, Talawi District, Sawahlunto City, West Sumatra. PT.Allied Indo Coal Jaya carries out coal mining with underground and open pit mining systems. Coal mining with an open pit system includes land clearing, stripping of topsoil, removing topsoil for disposal, loading and transporting coal to stockpiles. . In the topsoil and coal acreage activities requiring mechanical devices, one of the mechanical devices used is the Hino FM 260 JD dump truck and the Caterpillar 320 D excavator. The use of transportation equipment as the main equipment in mining operations cannot run without fuel. High fuel prices can affect mining operating costs. Factors that influence the increase in fuel consumption are the slope, the distance traveled and the load. PT AIC is successful in planning the slope of the haul road with a grade of 9%, it turns out that in the field there are many haul road slopes obtained by researchers of more than 10%. Incorrect road slopes can affect fuel consumption, cycle time and conveyance productivity so that it can affect production.

**Keywords:** Sawahlunto, Fuel Consumption, Coal Mining, Slope.

## 1. Pendahuluan

Batubara merupakan bahan galian yang strategis dan salah satu bahan baku energi nasional yang mempunyai peran yang besar dalam pembangunan nasional. Informasi mengenai sumber daya dan cadangan batubara menjadi hal yang mendasar di dalam merencanakan strategi kebijaksanaan energy nasional.

Kota Sawahlunto merupakan salah satu daerah yang memiliki sumberdaya batubara yang sangat potensial di Sumatera Barat serta sangat menarik untuk diusahakan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya investor baik yang local maupun nasional yang menanamkan modalnya di bidang pertambangan batubara.

PT. Allied Indo Coal Jaya merupakan perusahaan yang bergerak pada penambangan Batubara yang berlokasi di Parambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. telah melalui tahapan eksplorasi dan sedang pada tahapan eksploitasi. Berdasarkan data eksplorasi, PT. Allied Indo Coal Jaya memiliki beberapa lapisan batubara utama. Lapisan batubara utama yang belum dieksploitasi masih dapat dimanfaatkan untuk waktu yang cukup lama, begitupun dengan luasan area tambang PT. Allied Indo Coal Jaya

yang masih terbilang luas.PT.Allied Indo Coal Jaya melakukan penambangan batubara dengan sistem tambang bawah tanah dan tambang terbuka.

Penambangan batubara dengan sistem tambang terbuka meliputi kegiatan land clearing, pengupasan tanah pucuk, pengakutan tanah pucuk ke disposal, pemuatan dan pengakutan batubara ke stockpile. Dalam kegiatan pengakutan tanah pucuk dan batubara membutuhkan alat mekanis, alat mekanis yang digunakan salah satunya ialah *dump truck* Hino FM 260 JD dan *excavator* Caterpillar 320 D. Keberadaan peralatan mekanis tersebut sangat menunjang dalam proses kegiatan penambangan, sehingga penggunaannya harus diperhitungkan secara tepat agar dapat bekerja secara optimal dengan biaya operasional yang minimum. Kinerja alat tersebut dapat diukur melalui dari beberapa parameter, salah satunya ialah bahan bakar solar.

Penggunaan alat angkut sebagai peralatan utama dalam kegiatan operasional penambangan tidak dapat berjalan tanpa bahan bakar. Tingginya harga bahan bakar dapat mempengaruhi biaya operasional penambangan. Faktor yang mempengaruhi peningkatan pemakaian bahan bakar ialah kemiringan, jarak yang di tempuh dan beban muatan.PT AIC jaya merencanakan kemiringan jalan angkut dengan grade 9%,

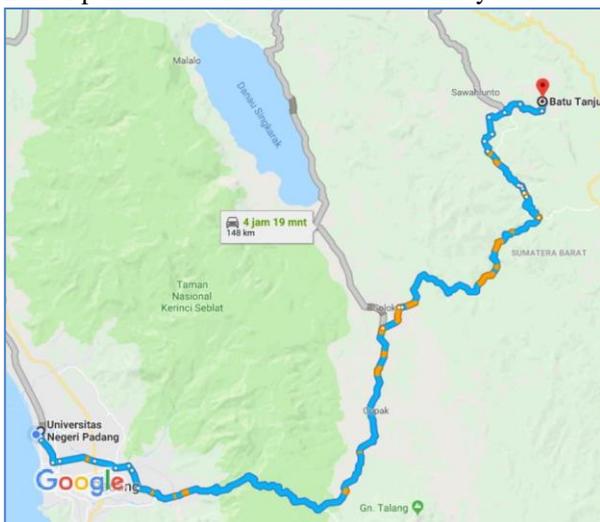
ternyata di lapangan banyak kemiringan jalan angkut yang di dapat oleh peneliti lebih dari 10%. Kemiringan jalan yang tidak sesuai bisa mempengaruhi pemakaian bahan bakar, *cycle time* dan produktifitas alat angkut sehingga bisa mempengaruhi produksi. Oleh karena itu PT. Allied Indo Coal Jaya harus mengevaluasi kemiringan jalan angkut dan pemakaian bahan bakar pada setiap unit pada *dump truck*. Langkah evaluasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara jumlah penggunaan bahan bakar (liter) dengan jumlah volume material tonase batubara dan over burden yang diproduksi.

Dengan adanya beberapa faktor tersebut, analisis terhadap faktor – faktor yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dan optimalisasi produksi sangat diperlukan. Sehingga nantinya akan diketahui kondisi efektif atau ideal untuk pemakaian bahan bakar (*fuel*) minimum dan produksi.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di PT. Allied Indo Coal Jaya.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. AICJ

Lokasi penambangan PT. Allied Indo Coal jaya (PT.AICJ) terletak di Parambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat.

Secara geografis wilayah IUP PT.AICJ berada pada posisi 1000 46' 48" – 1000 48' 47" BT dan 000 35' 34" – 000 36' 59" LS, dengan batas lokasi kegiatan sebagai berikut:

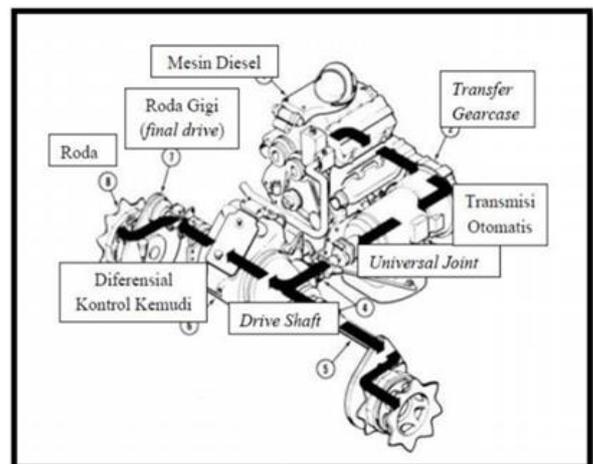
1. Sebelah utara berbatasan dengan wilayah Desa Batu Tanjung dan Desa Tumpuak Tengah, Kecamatan talawi, Kota Sawahlunto.
2. Sebelah timur berbatasan dengan wilayah Jorong Bukit Bual dan Koto Panjang Nagari V Koto, Kecamatan koto VII, Kabupaten Sijunjung.
3. Sebelah selatan berbatasan dengan wilayah Jorong Koto Panjang Nagari V Koto, Kecamatan koto VII, Kabupaten Sijunjung, dan Wilayah Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

4. Sebelah barat berbatasan dengan Wilayah desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto.

### 2.2 Penggunaan Bahan Bakar Pada Mesin Kendaraan.

#### 2.2.1 Sistem Penggerak (Propulsion System)

Daya mesin (*engine horse power*) dan pengoperasian gigi (*operating gear*) merupakan faktor utama yang menentukan besar tenaga yang tersedia untuk *drawbar* pada mesin. Daya mesin tersebut dihasilkan oleh bahan bakar solar dan oksigen melalui sistem pembakaran di dalam silinder mesin. Secara umum, sistem penggerak yang menggerakkan mesin kendaraan pada alat angkut mempunyai diagram seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Powertrain

Mesin menggerakkan alat konversi torsi yang menggerakkan tranmisi (*automatic transmission*) dan terhubung dengan *drive shaft* untuk kemudian mengontrol diferensial (*differential*) kontrol kemudi. Melalui diferensial tersebut, roda gigi dan roda ban kendaraan digerakkan. Bahan bakar jenis *High Speed Diesel* (HSD) atau yang biasa dikenal dengan bahan bakar solar mempunyai nilai kalor sekitar 42 MJ/Liter (10031,7 kkal/kg). Daya keluaran dari mesin pada roda gaya dengan kecepatan rpm dapat dinyatakan dengan *flywheel horsepower* (*fwhp*)<sup>[1]</sup>. Daya keluaran mesin (*fwhp*) menjadi daya masukan bagi sistem transmisi. Sistem transmisi yang biasa digunakan alat angkut dalam tambang adalah sistem transmisi otomatis (*automatic transmission*). Sistem ini terdiri dari *torque converter*, *band brake*, *clutch packst*, *planetary gears*, *valve body*, dan *output shaft*.

#### 2.2.2 Sistem Penggerak (Propulsion System)

Alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material batubara adalah HINO FM 260 JD. Rasio penggunaan bahan bakar per jam dari alat angkut dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi *Fuel Consumption* Alat Angkut

bahan bakar / fuel	L / Hours
low	13.2 - 19.8
medium	19.8 - 26.3
high	26.3 - 32.7

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

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

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

**2.2.3 Klasifikasi Nilai RPM Dump Truck**

RPM adalah putaran mesin permenit, dimana RPM ini berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar. Nilai RPM yang tinggi karena mesin mengeluarkan tenaga yang besar untuk mengerjakan dump truck sehingga berdampak pada pemakaian bahan bakar. Tabel klasifikasi RPM dump truck HINO FM 260 JD dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.** Klasifikasi Nilai RPM *Dump Truck*

tipe unit	klarifikasi rpm	rpm
hino FM 260 JD	rendah	600 - 1000
	menengah	1000 - 1400
	tinggi	1400 - 1800

**2.3 Waktu Edar (Cycle Time)**

Waktu edar atau *cycle time* merupakan waktu yang digunakan oleh alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan, yang terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping dan waktu kembali kosong<sup>[2]</sup>.

$$Cta = LT + HT + DT + RT + ST + DLT \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Cta : waktu edar alat angkut (menit)

LT : waktu diisi muatan (menit)

HT : waktu mengangkut muatan (menit)

DT : waktu muatan ditumpahkan (menit)

RT : waktu kembali kosong (menit)

ST : waktu mengambil posisi (menit)

DLT : waktu menunggu untuk dimuati (menit)

**2.4 Kemiringan Jalan Angkut**

Kemiringan jalan angkut harus sesuai dengan kemampuan alat angkut dalam mengatasi tanjakan agar diperoleh waktu edar seminimal mungkin, baik saat truk bermuatan maupun pada saat kosong. Kemiringan jalan akan berpengaruh pada *grade resistance*. Besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak laju truk karena kemiringan jalan yang dilaluinya. Bila jalan angkut naik (menanjak) disebut kemiringan positif, maka *grade resistance* akan melawan gerak laju kendaraan. Sedangkan untuk kemiringan jalan yang menurun disebut kemiringan negatif, maka *grade resistance* akan membantu gerak laju truck, berarti mengurangi *rimpull* yang diperlukan<sup>[3]</sup>.

**2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktifitas Alat-alat Mekanis**

**2.5.1 Iklim**

Iklim adalah hal yang sangat mempunyai pengaruh besar terhadap aktivitas penambangan. Pada musim hujan *front* penambangan akan licin dan tergenang air, sebaliknya pada musim kemarau *front* penambangan dan jalan tambang akan berdebu.

**2.5.2 Efisiensi Kerja**

Beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan alat- alat mekanis dan efektifitas penggunaannya antara lain<sup>[4]</sup>:

1. *Availability Index* atau *Mechanical Availability*  
*Mechanical Availability* merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan<sup>[4]</sup>.

$$AI = \frac{W}{W+R} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

W = *Working Hours* (Jumlah jam kerja)

R = *Repair Hours* (jumlah jam perbaikan)

2. *Physical Availability* (PA)

*Physical Availability* (PA) merupakan catatan mengenai keadaan fisik alat yang sedang dipergunakan<sup>[4]</sup>.

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

S = *Standby hours*

W+R+S = *Schedule hours*

Harga PA pada umumnya selalu lebih besar daripada *Availability Index* (IA) atau *Mechanical Availability* (MA). Tingkat efisien dari alat naik apabila PA mendekati angka AI.

3. *Use of Availability (UA)*  
*Use of Availability (UA)* merupakan jumlah persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan dan dimanfaatkan<sup>[4]</sup>.

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :  
 W = *Working Hours* (Jumlah jam kerja)  
 S = *Standby hours*

4. *Effective Utilization (EU)*  
*Effective Utilization (EU)* merupakan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif dan pengertiannya hampir sama dengan pengertian efisiensi kerja<sup>[4]</sup>.

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :  
 W = *Working Hours* (Jumlah jam kerja)  
 W+R+S = *Schedule hours*

**Tabel 3. Faktor Efisiensi**

Kondisi operasi alat	Pemeliharaan mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

**2.5.3 Swell Factor**

Pengembangan dan penyusutan material adalah perubahan volume material apabila material tersebut digali/ dipindahkan dari tempat aslinya<sup>[5]</sup>. Material di alam ditemukan dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, dimana bagian yang kosong merupakan rongga-rongga pemisah antar butir mineral yang sangat kecil. Tetapi apabila suatu material tersebut diberaikan dan digali dari keadaan awalnya, maka akan tampak terjadi penambahan volume yang disebabkan terbentuknya rongga-rongga baru yang lebih besar dari sebelumnya. Perhitungan besarnya *swell factor* dapat dihitung dengan persamaan<sup>[6]</sup> :

$$SF = \frac{v\ undisturbe}{v\ loose} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

**2.5.4 Faktor Isian Mangkuk (Bucket Fill Factor)**

Besarnya nilai faktor isian mangkuk (*bucket fill factor*) tergantung dari jenis material yang akan digali. Jika material yang ditemukan dilapangan

adalah lempung (*clay*), maka nilai *bucket fill factor* yang digunakan antara 0,8-0,6.

**2.5.5 Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut**

Perhitungan produksi alat terdapat dua macam kemampuan alat yaitu kemampuan alat secara teoritis dan kemampuan alat secara nyata. Produksi teoritis alat merupakan hasil terbaik secara perhitungan yang dapat dicapai suatu hubungan kerja alat selama waktu operasi tersedia dengan memperhitungkan faktor koreksi, menggunakan perhitungan<sup>[7]</sup>:

a. Alat Muat

$$Q = \frac{qxKx3600xE}{Cm} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- q = Kapasitas *bucket*
- K = Faktor *bucket*
- E = Eisiensi *kerja*
- Cm = Waktu siklus (detik)

Untuk perhitungan kapasitas produksi persiklus (q) adalah:

$$q = ql \times k \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

- ql = Kapasitas *bucket* munjung (m<sup>3</sup>)
- k = Faktor pengisian *bucket*

b. Alat Angkut

Koefisien korelasi (r) dengan metode *product moment* dirumuskan:

$$P = \frac{nxqxKx3600xE}{Cmt} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

- n = Jumlah *bucket*
- q = Kapasitas *bucket*
- K = Faktor *bucket*
- E = Efisiensi *kerja dump truck*
- Cmt = Waktu siklus *dump truck*

Untuk perhitungan kapasitas produksi persiklus *dump truck* (C) adalah:

$$C = ql \times k \times n \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

- ql = Kapasitas *bucket* alat pemuat (m<sup>3</sup>)
- k = Faktor *bucket* alat pemuat
- n = Jumlah siklus yang diperlukan alat muat untuk mengisidump *truck*

**2.5.6 Menghitung Ongkos Operasi Alat-alat Mekanis**

Dalam menganalisa peralatan mekanis, juga dalam mengukur kemampuan alat (*equipment performance*), maka sangatlah penting memperhitungkan biaya yang dikeluarkan untuk memperkerjakan suatu peralatan (*cost of the job*), dengan demikian untuk mengetahui efisien tidaknya dari segi *cost* kita harus meninjau “*cost factor*” dari suatu alat mekanis yang diestimasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi *cost* yaitu sebagai berikut:

- a. **Biaya Kepemilikan**  
 Adalah biaya/ongkos yang harus dikeluarkan untuk memiliki suatu alat dan memelihara segala peralatan itu baik dari segi keausan maupun dari segi kepajakan (perpanjangan). Dengan demikian *ownership cost* merupakan *fixed cost* dan *variable cost*. *Fixed cost* merupakan biaya tetap dan *variable cost* ialah biaya yang harus dikeluarkan, besar kecilnya biaya berubah-ubah sesuai dengan lama atau tidaknya alat beroperasi.
- b. **Biaya Kepemilikan**  
 Biaya Operasi merupakan biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk bisa memperkerjakan suatu alat mekanis. *Operating Cost* ini merupakan *variable cost*, sehingga besar kecilnya "*operating cost*" bergantung pada "*output*" (produksi) yang dikehendaki. *Operating cost* terdiri dari biaya bahan bakar dan biaya produksi.  
 Biaya Fuel = Pemakaian rata-rata fuel x harga fuel  

$$Fuel \text{ (liter/BCM)} = \frac{Fuel \ 1 \ fleet}{Produksi \ BB} \dots (11)$$
  
 Biaya Produksi = Fuel (liter/BCM) x harga solar

**2.6 Analisis Multivariat**

Analisis Multivariat merupakan salah satu jenis analisis statistik yang digunakan untuk menganalisis data dimana data yang digunakan berupa banyak peubah bebas (*independent variabel*) dan juga peubah terikat (*dependent variabel*). Pada analisis ini bentuk hubungannya adalah beberapa variabel bebas terhadap satu variabel terikat. Analisis multivariat juga merupakan analisis multivariabel dalam satu atau lebih hubungan, analisis ini berhubungan dengan semua teknik statistik yang secara simultan menganalisis sejumlah pengukuran suatu objek.

**2.6.1 Regresi Linier Sederhana**

Persamaan Regresi Linier dari Y terhadap X  
 Persamaan regresi linier dari Y terhadap X dirumuskan<sup>[8]</sup>:  

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(12)$$
  
 Keterangan:  
 Y = Variabel terikat  
 X = Variabel bebas  
 a = *intersep*  
 b = koefisien regresi atau *slop*

**2.6.2 Regresi Linier Berganda**

Regresi linier berganda hampir sama dengan regresi linier sederhana, hanya saja pada regresi linier berganda variabel bebasnya lebih dari satu

variabel penduga. Tujuan analisis regresi linier berganda adalah untuk mengukur intensitas hubungan antara dua atau lebih dan membuat prediksi perkiraan nilai Y atas X.

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 \dots\dots(13)$$

Keterangan:  
 Y = Variabel terikat  
 X = Variabel bebas  
 a = *intersep*  
 b = koefisien regresi atau *slop*

**2.6.3 Koefisien Determinasi**

Koefisien *determinasi* ( $R^2$ ) adalah bagian dari keragaman total variabel terikat (Y) yang dapat diterangkan oleh keragaman variabel bebas (X). Koefisien ini dihitung dengan mengkuadratkan koefisien korelasi. Adapun interpretasi dari nilai koefisien determinasi dapat dilihat pada Tabel 4<sup>[9]</sup>.

**Tabel 4.** Interpretasi Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

No.	$R^2$	Interpretasi
1	0,00 – 0,25	Tidak ada hubungan/ hubungan lemah
2	0,26 – 0,50	Hubungan sedang
3	0,51 – 0,75	Hubungan kuat
4	0,76 – 1,00	Hubungan sangat kuat/semurna

**3. Metode Penelitian**

Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian terapan. Penelitian terapan (*applied research*) dilakukan berkenaan dengan kenyataan-kenyataan praktis, penerapan, dan pengembangan ilmu pengetahuan yang dihasilkan oleh penelitian dasar dalam kehidupan nyata. Penelitian terapan berfungsi untuk mencari solusi tentang masalah-masalah tertentu.

Tujuan utama penelitian terapan adalah pemecahan masalah sehingga hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia baik secara individu atau kelompok maupun untuk keperluan industri atau politik dan bukan untuk wawasan keilmuan semata<sup>[10]</sup>. Dengan kata lain penelitian terapan adalah satu jenis penelitian yang hasilnya dapat langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang terjadi. Adapun data yang akan ditampilkan pada skripsi ini adalah data kuantitatif (berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik).

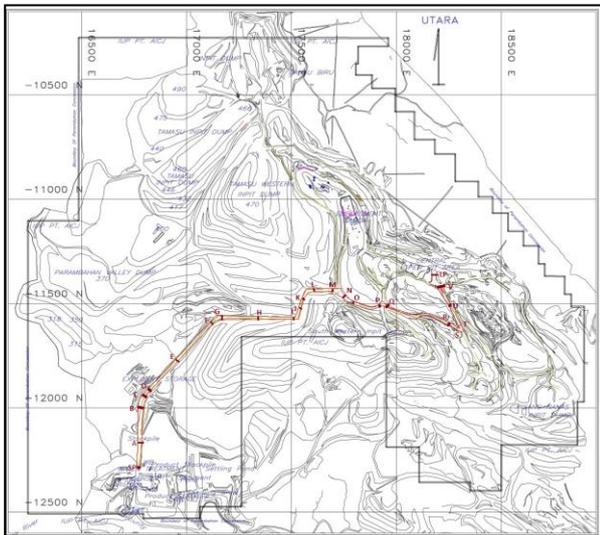
**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1 Data Situasi Lapangan**

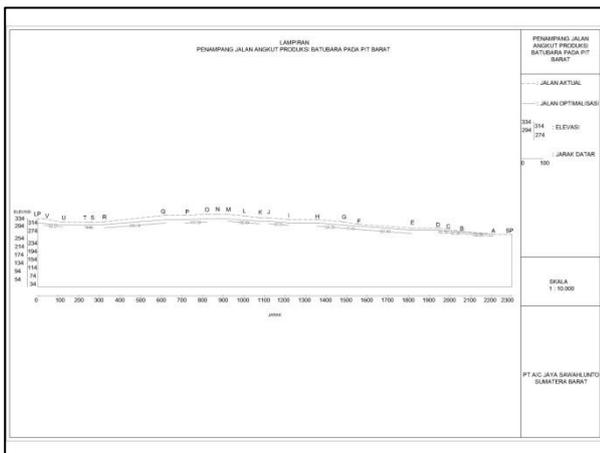
**4.1.1 Geometri Jalan**

Daerah *Pit* barat merupakan salah satu area penggalian batubara pada tambang PT. AIC jaya. Aktifitas

penggalian pada area ini bertujuan untuk mendapatkan batubara dan akan diangkut langsung ke *stockpile*. Jarak dari *Pit* Jebak ke *stockpile* 2.309,5 m. Jalan produksi batubara dari pit barat menuju *stockpile* memiliki 23 segmen yang terdiri dari tikungan datar, tikungan menurun, tikungan menaik, lurus datar, lurus menurun dan lurus menaik .



**Gambar 3.** Peta Layout Jalan Angkut Batubara PIT Barat PT. AIC Jaya



**Gambar 4.** Penampang Jalan Angkut Batubara PIT Barat PT. AIC Jaya

4.1.2 Kemiringan Jalan Produksi

**Tabel 5.** Grade disetiap jalan segmen

Segment	jarak (m)	grade (%)
LP - V	30	0
V - U	95	-20.4
U - T	116.2	0
T - S	20	10.05
S - R	64	0
R - Q	300	10,7
Q - P	93	0
P - O	107.5	4.6
O - N	50	0
N - M	50	0
M - L	81	-9.9
L - K	76	-11.9
K - J	43	0
J - I	96.8	-9.3
I - H	136.4	0
H - G	126.4	-8.7
G - F	78.2	-15.5
F - E	257.4	-7.4
E - D	128.3	0
D - C	52	-11.6
C - B	67.8	-13.3
B - A	151	-10.6
A - SP	89.5	0
jumlah	2309.5	

4.1.3 Cycle time dump truck HINO FM 260 JD

Cycle time dump truck HINO FM 260 JD di peroleh dari menggunakan stopwatch. Data cycle time dump truck di gunakan untuk menghitung produktivitas alat angkut dan produksi batubara serta menghitung kebutuhan alat. Rata – rata cycle time dump truck hino fm 260 jd setiap 1 rit adalah 44,5 menit.

4.1.4 Cycle time excavator CAT 320 D

Cycle time excavator CAT 320 D di peroleh dari menggunakan stopwatch. Data cycle time excavator di gunakan untuk menghitung produktivitas alat muat dan produksi batubara. Rata – rata cycle time excavator cat 320 D dalam 1 siklus pengisian batubara pada dump truck ialah 25,48 detik.

**4.2 Data RPM, Kecepatan, Jarak Tempuh, dan Waktu Tempuh Setiap Segmen Jalan**

Dari data – data hasil penelitian didapatkan beberapa parameter seperti Rotasi Per Menit (RPM), kecepatan, jarak tempuh, waktu tempuh yang dibutuhkan oleh alat

angkutan saat melintasi jalan angkut dengan kemiringan jalan yang berbeda – beda di setiap segment yang dilalui oleh alat angkut. Data – data tersebut di peroleh langsung dari lapangan dimana kemiringan jalan di peroleh menggunakan gps , jarak jalan angkut di peroleh dari pengukuran langsung menggunakan meter , cycle time di setiap sagment di hitung menggunakan stopwatch dan RPM dan kecepatan langsung di amati pada speedometer yang ada pada dump truck. Data – data tersebut digunakan untuk menghitung pemakaian bahan bakar solar pada dump truck HINO FM 260 JD.

**4.3 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck HINO FM 260 JD**

**Tabel 6.** Klasifikasi RPM

tipe unit	klarifikasi rpm	rpm
hino FM 260 JD	rendah	600 - 1000
	menengah	1000 - 1400
	tinggi	1400 - 1800

**Tabel 7.** Klasifikasi Konsumsi Bahan bakar

bahan bakar / fuel	L / Hours
low	13.2 - 19.8
medium	19.8 - 26.3
high	26.3 - 32.7

Perhitungan konsumsi bahan bakar *dumprtruck* HINO FM 260 JD berdasarkan dengan rumus beserta kondisi dilapangan dilakukan dengan menggunakan nilai klasifikasi RPM dan klasifikasi konsumsi bahan bakar sebagai berikut:

RPM Maksimal = 1800  
 Konsumsi Bahan Bakar Maksimal = 32.7 liter/jam  
 RPM Minimal = 1400  
 Konsumsi Bahan Bakar Minimal = 26.3 liter/jam  
 Selisih RPM = 1800 – 1400 = 400  
 Selisih Konsumsi Bahan Bakar = 32.7 - 26.3 = 6.4 liter/jam

Penyelesaian :

Konsumsi Bahan Bakar untuk RPM 1500 = 32.7 liter/jam -  $(\frac{1800 - 1500}{400}) \times 6.4$  = 27.9 liter/jam

**4.4 Hubungan Kemiringan Jalan terhadap RPM**

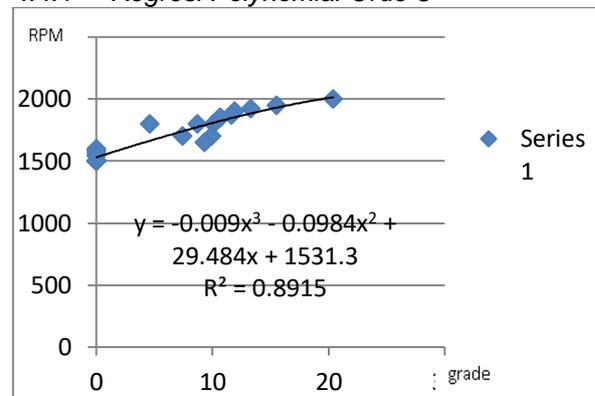
Dari beberapa jalur angkut produksi yang diamati, terdapat kemiringan jalan yang berbeda di setiap sagmentnya. Jalur angkut yang memiliki kemiringan jalan yang paling besar berada pada segment U – V ketika kosong dan R – Q ketika bermuatan.

Hal ini akan mempengaruhi nilai RPM kendaraan yang melintas akibat besarnya nilai kemiringan yang

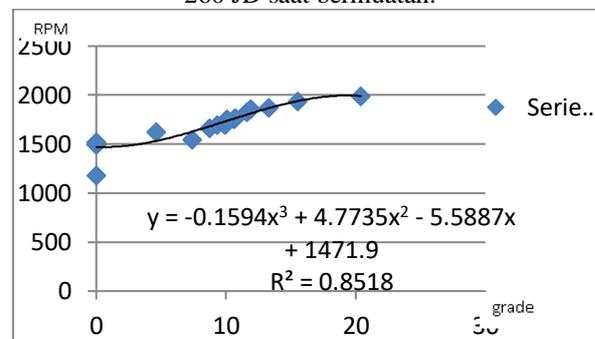
harus diatasi oleh unit saat melintas jalan tersebut. Karena semakin tingginya kemiringan jalan maka semakin besar pula tenaga yang di dibutuhkan dan bisa menghambat produktivitas alat angkut karena cycle time yang lama. Hal ini dapat di lihat pada sagment R – Q pada saat bermuatan dimana dengan grade 10.7% dengan jarak 300 m membutuhkan cycle time 175 detik dengan kecepatan rata – rata 9 km / jam dengan nilai RPM 1850. Disini dapat di lihat bahwa mesin sudah bekerja maksimal tapi kecepatan tidak maksimal sehingga mempengaruhi penggunaan bahan bakar dan cycle time yang di akibat kan oleh kemiringan jalan yang besar.

Hubungan antara nilai kemiringan jalan dengan RPM alat angkut HINO FM 260 JD dapat di cari dengan menggunakan regresi polynomial orde 3.

**4.4.1 Regresi Polynomial Orde 3**



**Gambar 10.** Grafik hubungan kemiringan jalan dengan RPM dump truck HINO FM 260 JD saat bermuatan.



**Gambar 11.** Grafik hubungan kemiringan jalan dengan RPM dump truck HINO FM 260 JD saat kosong.

Pada gambar di atas di dapatkan persamaan hubungan antara RPM dengan kemiringan jalan. Dimana persamaan  $Y = -0,009x^3 - 0,098x^2 + 29,48x + 1531$ , dengan  $R^2 = 0,8915$  pada saat hauling isi dan  $Y = -0,1594x^3 + 4,7735x^2 - 5,588x + 1471$ , dengan  $R^2 = 0,8518$  pada saat hauling kosong . Pada alat angkut HINO FM 260 JD ketika bermuatan kemiringan jalan mempunyai pengaruh sebesar 89,15% pada setiap kenaikan RPM dan sisanya oleh faktor – faktor lain. Dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8915. Sedangkan ketika bermuatan kosong kemiringan jalan mempunyai pengaruh sebesar 85,18% pada setiap kenaikan RPM dan sisanya oleh faktor –

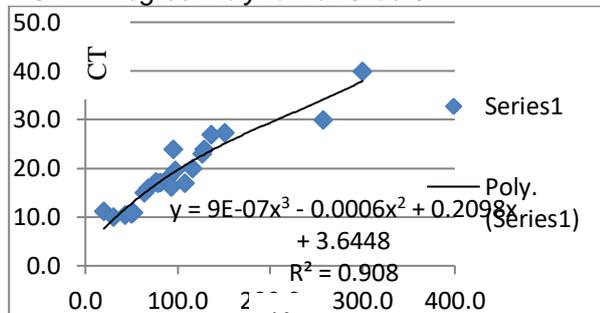
faktor lain. Dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,8518. Jika dilihat dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) nya yang hampir mendekati 1 maka hubungan antara 2 parameter tersebut antara kemiringan dan RPM memiliki hubungan sangat kuat.

Untuk mencari nilai RPM pada saat grade jalan = 8%, 9% dan 12%. maka nilai X pada persamaan regresi exponential tinggal di ganti dengan nilai grade sehingga  $X = 8$ ,  $X = 9$  dan  $X = 12$ .

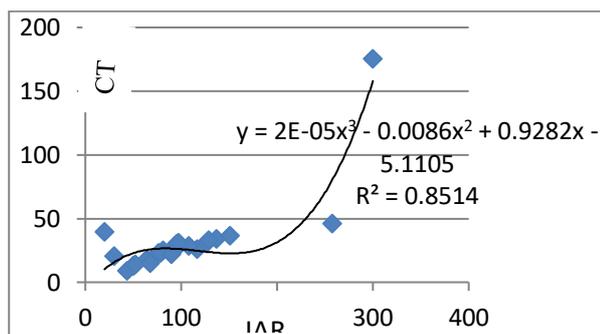
#### 4.5 Hubungan Jarak terhadap Cycle Time Dump Truck HINO FM 260 JD

Dari beberapa jalan angkut yang di amati memiliki panjang jalan yang berbeda di setiap sagmentnya. Sagment yang terpanjang ialah segment R – Q memiliki panjang 300 m dan dan segment T – S yang terpendek yaitu 20 m. Serta cycle time yang paling lama yaitu pada segment R – Q dengan cycle time 175,4 detik saat bermuatan dan 36 detik saat kosong.

##### 4.5.1 Regresi Polynomial Orde 3



**Gambar 12.** Grafik hubungan jarak dengan cycle time dump truck HINO FM 260 JD saat kosong.



**Gambar 13.** Grafik hubungan jarak dengan cycle time dump truck HINO FM 260 JD saat bermuatan.

Di lihat dari grafik hubungan jarak dan cycle time dump truck hino fm 260 jd saat bermuatan dan kosong memiliki hubungan yang sangat kuat pada saat kosong dan hubungan kuat di saat bermuatan di lihat dari nilai  $R^2$  nya. Yang mana nilai  $R^2$  saat bermuatan sebesar 0,8514, bearti jarak berpengaruh terhadap cycle time sebesar 85,14% dan sisanya di pengaruhi oleh faktor – faktor lain. Begitu juga di saat kosong dimana jarak berpengaruh terhadap cycle time sebesar 90,8% dan sisanya di pengaruhi oleh faktor – faktor lain.

Hubungan nilai jarak dengan cycle time berpengaruh saat optimalisasi grade jalan, jika grade jalan di rubah maka otomatis jarak jalan akan berubah dan cycle time akan berkurang. Itu lah gunanya di cari nilai hubungan jarak dengan cycle time untuk mendapatkan hubungan antara jarak dan cycle time, dimana nilai hubungan jarak dengan cycle time saat kosong yaitu  $Y = 9E-0,7x^3 - 0,0006x^2 + 0,2098x + 3,6448$ , dan di saat bermuatan nilai hubungan jarak dengan cyle time adalah  $Y = 2E-0,5x^3 - 0,0086x^2 + 0,9282x - 5,1105$ . Dimana nilai hubungan cycle time dengan jarak ini di gunakan untuk mencari cycle time di saat grade jalan adalah 8%, 9% dan 12% dengan merubah nilai X dengan nilai jarak setiap sagment. Yang mana nilai jarak ( $X$ ) adalah nilai yang sudah di optimalisasi sehingga di dapatkan CT optimalisasi.

#### 4.6 Menghitung Produktivitas Alat Muat Excavator CAT 320 D

Produktivitas alat muat CAT 320 D dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{qxKx3600xE}{Cm}$$

Dimana :

Q = Kapasitas bucket

K = Faktorbucket

E = Eisiensi kerja

Cm = Waktu siklus (detik)

Setelah mengamati dan menghitung cycle time Excavator CAT 320 D dan didapatkan produktivitas alat muat dengan waktu kerja efektif rata – rata Excavator CAT 320 D 6.39 jam / hari serta efesiensi kerja rata – rata 71%.

#### 4.7 Menghitung Produktivitas Alat Angkut HINO FM 260 JD

Produktivitas alat angkut Hino FM 260 JD dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{nxqxKx3600xE}{Cmt}$$

Dimana:

n = Jumlah bucket

q = Kapasitas bucket

K = Faktor bucket

E = Efisiensi kerja dumpt ruck

Cmt = Waktu siklus dump truck

Setelah mengamati dan menghitung cycle time dump truck HINO FM 260 JD dan didapatkan produktivitas alat angkut dengan waktu kerja efektif rata – rata 6.3 jam / hari serta efesiensi kerja rata – rata 70%.

#### 4.8 Optimalisasi Kemiringan Jalan Angkut Batubara pada Pit Barat

AIC jaya merencanakan kemiringan jalan dengan grade 9% dan grade aktual yang di peroleh di lapangan ada beberapa grade jalan yang lebih dari 9 % sebanyak 10 sagement. Jika di lakukan optimalisasi jalan dengan menggunakan grade 9% maka akan terjadi perubahan jarak dan cycle time. Dan Standar kemiringan jalan

adalah 8% dan berdasarkan KEPMEN ESDM no 1827 K/30/MEM/2018 maksimal dari kemiringan jalan tambang/produksi ialah 12%.

Jika mengubah segment jalan aktual yang memiliki grade jalan yang lebih dari 8% menjadi grade 8%,9% dan 12% maka jarak berkurang dan cycle time akan menjadi singkat sehingga produktivitas bisa meningkat.

Untuk mencari grade jalan menggunakan rumus :

$$\text{Grade} = \frac{\text{beda tinggi}}{\text{jarak datar}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus pythagoras kita dapat menghitung jarak miring pada setiap segment dengan grade 8%,9% dan 12%.

Dimana : jarak miring =  $\sqrt{\text{jarak datar}^2 + \text{beda tinggi}^2}$

Sehingga di peroleh jarak miring setelah di lakukan optimalisasi dengan grade 8%,9% dan 12%

Jika grade di rubah menjadi 8%,9% dan 12% maka jarak miring akan ikut berubah dan cycle time akan berpengaruh. Dilihat dari grafik dari hubungan jarak dengan cycle time dengan menggunakan regresi non linear polynomial orde 3 diperoleh persamaan saat kosong yaitu  $Y = 9E-0,7x^3 - 0,0006x^2 + 0,2098x + 3,6448$  ,dan di saat bermuatan nilai hubungan jarak dengan cyle time adalah  $Y = 2E-0,5x^3 - 0,0086x^2 + 0,9282x - 5,1105$ . Sehingga dari persamaan tersebut di dapatkan cycle time perbaikan dengan memasukan nilai X dengan jarak miring perbaikan sehingga di peroleh cycle time optimalisasi.

Pada saat bermuatan dimana CT actualnya adalah 732.69 detik atau 12.21 menit dan setelah dilakukan optimalisi pada grade jalan ternyata di dapat perubahan CT yang mana pada saat grade jalan 8% CT berubah menjadi 525.58 detik atau 8.76 menit, pada saat grade 9% CT menjadi 524.66 atau 8.74 menit dan pada saat grade 12% CT menjadi 736.04 detik atau 12.26 menit. Pada saat Kosong dimana CT actualnya adalah 420.20 detik atau 7.03 menit dan setelah dilakukan optimalisi pada grade jalan ternyata di dapat perubahan CT yang mana pada saat grade jalan 8% CT berubah menjadi 415.43 detik atau 6.92 menit, pada saat grade 9% CT menjadi 415.9 atau 6.93 menit dan pada saat grade 12% CT menjadi 416.21 detik atau 6.93 menit.

**4.9 Optimalisasi Pemakaian Bahan Bakar Dump Truck HINO FM 260 JD dengan Menggunakan Grade 8%,9% dan 12%.**

Kemiringan jalan sangat berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar pada dumpt truck HINO FM 260 JD. Perusahaan AIC jaya merencanakan kemiringan jalan dengan grade 9% dan grade aktual yang di peroleh di lapangan ada beberapa grade jalan yang lebih dari 9 % sebanyak 10 sagement dan grade standar adalah 8% dan menurut KEPMEN ESDM No

1827 K/30/MEM/2018 yang mana kemiringan jalan tambang / produksi dibuat tidak boleh lebih dari 12%. Jika grade di rubah menjadi 8%, 9% dan 12% maka konsumsi bahan bakar akan berubah pula. Dari grafik hubungan kemiringan jalan dengan RPM pada regresi non linear polynomial orde 3 di dapat persamaan pada saat hauling isi dan  $Y = -0,009x^3 - 0,098x^2 + 29,48x + 1531$  dengan  $R^2 = 89.15\%$  pada saat hauling kosong  $Y = -0,159x^3 + 4,773x^2 - 5,588x + 1471$  dengan  $R^2 = 85.18\%$

Jika X adalah kemiringan jalan dan Y adalah RPM , maka kita dapat menghitung bahan bakar dari nilai RPM jika grade (Y) = 9.jalan sangat berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar pada dumpt truck HINO FM 260 JD. Perusahaan AIC jaya merencanakan kemiringan jalan dengan grade 9% dan grade aktual yang di peroleh di lapangan ada beberapa grade jalan yang lebih dari 9 % sebanyak 10 segment. Jika grade di rubah menjadi 9% maka konsumsi bahan bakar akan berubah pula. Dari grafik hubungan kemiringan jalan dengan RPM di dapat persamaan  $Y = 25,81X + 1537$  dengan  $R^2 = 0,885$  pada saat hauling isi dan  $Y = 27,38X + 1466$  dengan  $R^2 = 0,836$  pada saat hauling kosong .

Jika X adalah kemiringan jalan dan Y adalah RPM , maka kita dapat menghitung bahan bakar dari nilai RPM jika grade (Y) = 9. Kita tinggal ganti nilai X dengan 9.

**4.10 Perbandingan Bahan Bakar Aktual dengan Bahan Bakar Optimalisasi dengan Menggunakan Grade 9%.**

**Tabel 8.** Perbandingan Bahan Bakar Aktual Dengan Optimalisasi

Jangka waktu	Data Pemakaian BBM AIC (L)	BBM Aktual (klasifikasi RPM) (L)	Grade 8% (L)	Selisih Grade 8% dengan BBM Aktual (L)	Grade 9% (L)	Selisih Grade 9% dengan BBM Aktual (L)	Grade 12% (L)	Selisih Grade 12% dengan BBM Aktual (L)
1 Hari	146.48	139.83	109.24	30.59	110.95	28.88	138.86	0.97
1 Bulan	4394.4	4194.9	3277.2	917.7	3328.5	866.4	4165.8	29.1
1 Tahun	52732.8	50338.8	39326	11012.4	39942	10396.8	49989.6	349.2

**4.11 Menghitung Biaya Bahan Bakar Aktual dan Bahan Bakar Optimalisasi**

Harga bahan bakar solar pada bulan april 2018 adalah Rp 9000,00 maka harga bahan bakar yang digunakan oleh 4 dump truck untuk mengangkut batubara dari pit barat menuju stockpile adalah seperti Tabel 9 berikut.

**Tabel 9.** Biaya Penggunaan Bahan Bakar pada Bulan April 2018

Jangka waktu	Data Pemakaian BBM AIC (L)	BBM Aktual (klasifikasi RPM) (L)	Grade 8% (L)	Grade 9% (L)	Grade 12% (L)
1 Hari	146.48	139.83	109.24	110.95	138.86
Biaya	Rp. 1,318,320.00	Rp. 1,258,470.00	Rp. 983,160.00	Rp. 998,550.00	Rp. 1,249,740.00
1 Bulan	4394.40	4194.90	3277.20	3328.50	4165.80
Biaya	Rp. 39,549,600.00	Rp. 37,754,100.00	Rp. 29,494,800.00	Rp. 29,956,500.00	Rp. 37,492,200.00
1 Tahun	52732.80	50338.80	39326.40	39942.00	49989.60
Biaya	Rp. 474,595,200.00	Rp. 453,049,200.00	Rp. 353,937,600.00	Rp. 359,478,000.00	Rp. 449,906,400.00

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

- Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar antara Kemiringan Jalan Aktual dengan Kemiringan Jalan yang direncanakan Grade 9% serta dengan grade 8% dan Grade 12% .Dengan grade 8% kita bisa menghemat BBM sebesar 30,59 L (BBM actual – BBM pada Grade 8%) dalam 1 hari untuk 1 dumptruck , dengan grade 9% kita bisa menghemat BBM sebesar 28,85 L (BBM actual – BBM pada Grade 9%) dalam 1 hari untuk 1 dumptruck , dengan grade 12% kita bisa menghemat BBM sebesar 0,97 L (BBM actual – BBM pada Grade 12%) dalam 1 hari untuk 1 dumptruck.
- Diperoleh selisih biaya penggunaan bahan bakar grade 8% dengan BBM actual (Klarifikasi RPM) sebesar Rp 275.310,00 dalam 1 hari dengan menggunakan 1 unit dumptruck, grade 9% dengan BBM actual (Klarifikasi RPM) sebesar Rp 259.920,00 dalam 1 hari dengan menggunakan 1 unit dumptruck, grade 12% dengan BBM actual (Klarifikasi RPM) sebesar Rp 8.730,00dalam 1 hari dengan menggunakan 1 unit dumptruck,

### 5.2 Saran

- Dalam melakukan perencanaan jalan produksi harus dipertimbangkan faktor kemiringan jalan yang akan dilalui oleh alat angkut karena akan mempengaruhi pemakaian bahan bakar dan produksi alat angkut tersebut. Dan sebaiknya menggunakan grade 8% atau 9% dengan demikian akan peroleh pemakaian bahan bakar yang maksimal.
- Peningkatan keahlian dan kesadaran terhadap sikap tepat waktu pada operator alat angkut akan sangat membantu dalam usaha peningkatan produksi.
- Perawatan jalan produksi diperlukan agar terjaganya sistem operasional yang aman.

### Daftar Pustaka

- Wedhanto. *Alat Berat dan Pindahkan Tanah Mekanis*. Malang : UNM (2009)
- Ramadhan A. *Analisis Keserasian Alat Mekanis (Match Factor) Untuk Peningkatan Produktivitas*. Jurnal Geomine Vol. 4, No. 3 (2016)
- Merlin Nabella. *Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit di PT. Gunung Sempurna Makmur, Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan Vol. 2, No. 1 (2016)
- Partanto, Prodjosumarto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung : ITB (1983)
- Rochmanhadi. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta : YBPPU (1985)
- Febrianto, Ardyan. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Teknologi Pertambangan Vol. 1, No. 2 (2016)
- Sumarya. *Bahan Ajar Peralatan Tambang*. Padang : UNP Padang (2002)
- Hasan,I. *Pokok-pokok Materi Statistik 2*. Jakarta: PT. Bumi Aksara. (2001)
- Hastono, S. P. *Basic Data Analysis for Health Research*. Universitas Indonesia (UI): Fakultas Kesehatan Masyarakat. (2006)
- Sukardi. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktiknya*. Yogyakarta : Bumi Aksara (2003)